

УДК 582.26 (262.5)

А.А. СНИГИРЕВА¹, Б.Г. АЛЕКСАНДРОВ²

¹Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова
Шампанский пер., 2, Одесса 65058, Украина

²Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МИКРОФЛОРУ ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Изучено влияние рефулирования песка на формирование фитопсаммона побережья Одесского залива (Черное море) в 2007–2008 гг. В результате выявлено стимулирующее воздействие мелких фракций грунта, повышенного содержания биогенных и органических веществ на развитие микроводорослей.

Ключевые слова: микроводоросли, псаммон, гранулометрия, берегоукрепительные работы, Черное море

Морское песчаное побережье как контактная зона “берег–море” характеризуется рядом специфических условий, которые в совокупности оказывают стимулирующее воздействие на организмы интерстициали [3]. Наиболее важными для формирования псаммофильного сообщества среди абиотических факторов являются: содержание биогенных веществ, температура, соленость, волновая активность и др. При этом гранулометрический состав песка является одним из ведущих факторов, обуславливающих развитие микроводорослей этого биотопа [8]. Ранние исследования фитопсаммона побережья Черного моря свидетельствуют о чрезвычайно богатом видовом составе микроскопических водорослей [5].

Для побережья Одесского залива характерны постоянные абразионные процессы, приводящие к размыву берега и оползням. В 1960-х гг. была проведена установка системы траверсов и волноломов, защищающих берег от волнового воздействия. Дополнительной мерой стабилизации оползневых процессов является пригрузка берегового склона песком [6]. Подобные работы по рефулированию (отсыпке) песка на побережье Одесского залива проводились в октябре 2007 года. В результате ширина большинства пляжей увеличилась на 10-15 м. Песок для восстановительных работ брался с Одесской банки, находящейся на удалении 20-27 км от берега, и характеризовался значительно более мелкими размерами песчинок.

Цель работы – оценить последствия отсыпки песка на Одесские пляжи.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в сентябре 2007г. и 2008 г. на 13 станциях с намытым песком и 3 контрольных станциях, на которых отсыпку песка не проводили.

Пробы псаммона собирали трубкой площадью сечения 5,3 см² на расстоянии 1 м от уреза воды. Микроводоросли изучали в поверхностном 2-х см слое песка [1]. Для определения гранулометрического состава грунта рассчитывали модуль крупности песка (Mdk) по [3].

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel 2003.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате берегоукрепительных работ при рефулировании песка его гранулометрический состав значительно уменьшился (рис. 1). На контрольных станциях значения Mdk в среднем изменялись на 43,3% (в пределах от 1,5 Mdk до 3,5 Mdk), тогда как во всех остальных районах после намыва песка этот показатель уменьшился в среднем на 52,5% (от 1,4 Mdk до 5,3 Mdk).

Общая численность микроводорослей до берегоукрепительных работ на всех станциях была практически одинаковой. В 2007 г. она составляла 67·10³ кл./см³ на станциях, где в 2008 г. отсыпался песок, и 64·10³ кл./см³ на контрольных станциях. В 2008 г. на станциях с намытым песком численность фитопсаммона в среднем увеличилась в 1,5, а на контрольных станциях уменьшилась в 2,0 раза, и составила 99·10³ кл./см³ и 33·10³ кл./см³ соответственно.

Рефулирование грунта при берегозащитных мероприятиях привело к гибели с одной стороны гидробионтов, вывезенных с песком, взятом на Одесской банке, с другой – обитателей песчаных пляжей Одесского побережья, оказавшихся засыпанными песком. Именно данный факт стал причиной резкого увеличения содержания биогенных и растворенных органических веществ в

поровых водах песчаных пляжей [4], что повлияло на увеличение общей численности водорослей по сравнению с предыдущим годом.

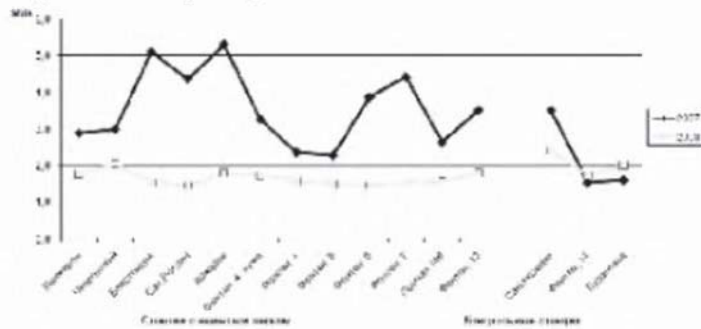


Рис. 1. Гранулометрический состав песка пляжей Одесского залива до (2007 г.) и после (2008 г.) рефулирования песка

Для контрольных станций 2008 г. характеризовался, по-видимому, низкой трофностью, о чем свидетельствует понижение численности фитопсаммона. При сопоставлении численности микроводорослей на станциях, где проводилась отсыпка песка, с контрольными, можно констатировать трехкратное увеличение численности фитопсаммона в районе рефулирования песка.

Анализ количественных изменений в развитии отдельных таксономических групп микроводорослей позволяет внести некоторые уточнения. Возросла численность представителей отделов криптофитовых и динофитовых водорослей, относящихся к миксотрофам, способных к преимущественному использованию растворенного органического вещества (РОВ) при его избытке (рис. 2). Их доля в среднем увеличилась здесь в 6,0 раз. Численность динофитовых водорослей изменялась в пределах от 1 кл./см³ до 4·10³ кл./см³ в 2007 г. и от 1 до 36·10³ кл./см³ в 2008 году. Диапазон численности криптофитовых колебался от 1 кл./см³ до 31·10³ кл./см³ в 2007 г. и от 7 кл./см³ до 50·10³ кл./см³ в 2008 г.

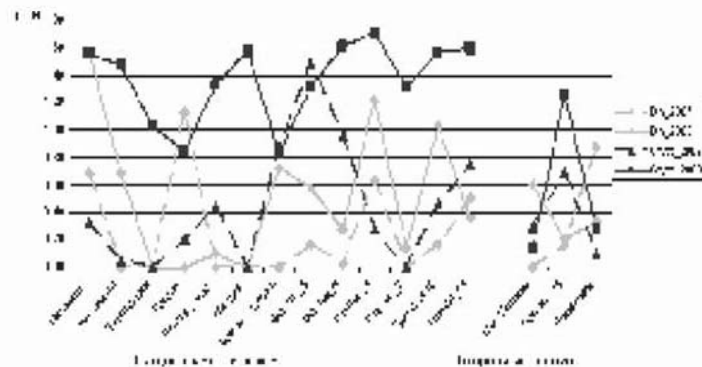


Рис. 2. Распределение миксотрофных водорослей в псаммоне в 2007–2008 гг.

На контрольных станциях вклад динофитовых и криптофитовых водорослей был меньше. При этом численность динофлагеллят уменьшилась в 3 раза (от 3·10³ кл./см³ в 2007 г. до 1·10³ кл./см³ в 2008 г.), а криптофитовых – увеличилась (от 2·10³ кл./см³ до 7·10³ кл./см³).

Появление в фитопсаммоне динофитовых (преимущественно представителей родов *Prorocentrum*, *Gymnodinium*) и криптофитовых (рода *Cryptomonas*) указывает на перестройку в альгологическом сообществе, и связано с изменениями гидрохимических показателей (повышением содержания легкоусвояемой органики, биогенных веществ) [2].

Динофлагелляты первыми реагируют на повышение РОВ в воде [7, 9], из чего можно заключить, что эта группа является более чувствительным индикатором органического загрязнения. В этой связи при сравнении данных с контрольными особое внимание было обращено на динофитовые водоросли.

Особенностью 2008 г. было снижение содержания органического вещества на границе “берег–море”, о чем свидетельствует трехкратное сокращение динофитовых водорослей. Морская вода с низкотрофными характеристиками, омывая пляжи с повышенным содержанием РОВ из-за разложения гидробионтов в результате рефулирования песка, вызвала разбавление органического загрязнения. Таким образом, общий эффект берегоукрепительных работ на численность динофитовых, с учетом контрольных станций, мог бы составить увеличение не в 6, а в 18 раз.

Динамика количественного распределения синезеленых водорослей также свидетельствует о повышенном содержании органического вещества на искусственно намывтых пляжах, несмотря на общее снижение содержания РОВ в море осенью 2008 г. Их численность на нетронутых пляжах практически не изменилась, тогда как на пляжах с намывтым песком увеличилась в 3 раза. Максимальная численность синезеленых водорослей на искусственно намывтых пляжах составляла $23 \cdot 10^3$ кл./см³ (54,0 %) в 2007 г. и $65 \cdot 10^3$ кл./см³ (52,0 %) в 2008 г., а на нетронутых пляжах достигала $14 \cdot 10^3$ кл./см³ (9,0 %) в 2007 году и $25 \cdot 10^3$ кл./см³ (37,0 %) в 2008 г.

На всех изученных станциях преобладали диатомовые водоросли, которые являются типичными обитателями фитопсаммона [5]. Однако их численность в районе намыва песка была ниже, чем в других регионах, и составляла здесь в среднем 30,0%, а на контрольных станциях – 45,0%. При детальном анализе распределения численности диатомей на измененных пляжах, отмечается их более сложная реакция на намыв песка, по сравнению с другими группами. На станциях в районе Большого Фонтана наблюдается снижение численности диатомовых (рис. 3). В 2007 г. она варьировала от 3 кл./см³ до $1240 \cdot 10^3$ кл./см³, а в 2008 г. – от 17 кл./см³ до $112 \cdot 10^3$ кл./см³. На станциях, относящихся к другой части Одесского залива, их доля увеличилась и изменялась в пределах от 1 кл./см³ до $82 \cdot 10^3$ кл./см³ в 2007 г. и от 16 кл./см³ до $145 \cdot 10^3$ кл./см³ в 2008 году. На контрольных станциях численность диатомовых изменялась в пределах от 2 кл./см³ до $130 \cdot 10^3$ кл./см³ в 2007–2008 гг., что составляло 37,0–85,0% от общей численности микроводорослей.

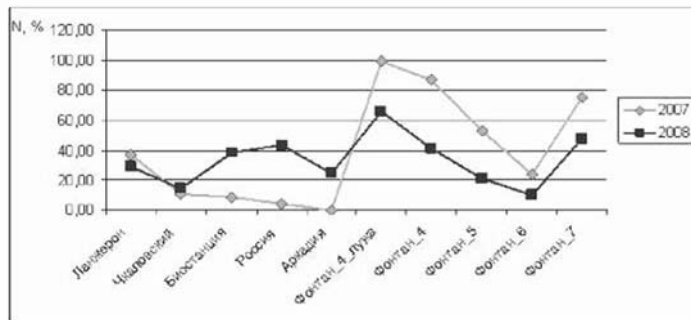


Рис. 3. Распределение диатомовых водорослей в псаммоне в 2007–2008 гг.

В результате корреляционного анализа установлено, что до намыва песка между численностью микроводорослей и гранулометрическим составом песка (диапазон размера песчинок от 2,3 Mdk до 5,3 Mdk) наблюдается отрицательная корреляция ($k=-0,8$). Однако после рефулирования песка, в результате чего уменьшился размер песчинок до 1,4–2,0 Mdk, эта зависимость изменяется на противоположную ($k=0,4$). Для численности микроводорослей на контрольных станциях характер связи не изменяется в 2007–2008 гг. ($k=-0,7$ и $-0,9$ соответственно).

Для различных групп микроводорослей наблюдается разная взаимосвязь с размерами песчинок. Так, численность миксотрофных и синезеленых водорослей имеет обратную связь с гранулометрическим составом грунта ($k=-0,6$ и $-0,4$ соответственно). Для остальных групп микроводорослей характерна прямая связь ($k=0,6$). Преобладание на песчаных пляжах более мелких фракций грунта содействует накоплению органического вещества [4] и, по-видимому, представляет собой более благоприятную среду для развития определенных представителей фитопсаммона.

Выводы

Таким образом, в результате берегоукрепительных работ на пляжах Одесского залива наблюдается трехкратное увеличение общей численности микроводорослей. В результате стимулирующего воздействия биогенных элементов и увеличения содержания органического вещества в микрофлоре псаммона увеличился вклад динофитовых, криптофитовых и синезеленых водорослей. Данные корреляционного анализа позволяют заключить, что мелкозернистый песок (1,4–2,0 Mdk) соответствует оптимуму для развития динофитовых, криптофитовых и синезеленых водорослей.

1. Александров Б.Г. К проблеме изучения микроводорослей песчаной супралиторали / Александров Б.Г., Тарасенко А.А. // Мат. XII з'їзду укр. ботан. Товариства. 15–18 травня 2006, Одеса. – Одеса, 2006. – С. 186.
2. Барнинова С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Барнинова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 499 с.
3. Воробьева Л.В. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря / Л.В. Воробьева, Ю.П. Зайцев, И.И. Кулакова. – К.: Наук. думка, 1992. – 141 с.

4. *Гаркуша О.П.* Влияние поровой воды на развитие микроводорослей песчаных пляжей Одесского побережья / О.П. Гаркуша // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 34–39.
5. *Гусяков Н.Е.* Диатомовые водоросли бентоса Черного моря и сопредельных водоемов : дисс. ... докт. биол. наук. / Н.Е. Гусяков. – Одесса, 2002. – 355 с.
6. *Зизак В.П.* Разработка проекта на пополнение пляжей песком с целью их восстановления / Зизак В.П., Коновалова Т.А. – Одесса, 2007. – 17 с.
7. *Рябушко Л.И.* Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна / Л.И. Рябушко. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 288 с.
8. *Тарасенко А.А.* Влияние физико-химических факторов на количественные характеристики микроводорослей песчаных пляжей г. Одессы / Тарасенко А.А., Александров Б.Г. // Современные проблемы альгологии : мат. межд. научн. конф. и VII Школы по морской биологии. 9–13 июня 2008, Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – С. 347–350.
9. *Теренько Г.В.* Видовое разнообразие динофлагеллят (Dinophlagellata) северо-западной части Черного моря в современных условиях / Г.В. Теренько // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное изучение ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – №1 (6). – С. 317–326.

А.А. Снігірєва¹, Б.Г. Александров²

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

²Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

ВПЛИВ РОБІТ З БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ НА МІКРОФЛОРУ УЗБЕРЕЖЖЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Вивчено вплив рефулювання піску на формування фітопсамону узбережжя Одеської затоки (Чорне море) у 2007–2008 рр. Як наслідок було виявлено стимулюючий вплив дрібних фракцій ґрунту, підвищений склад біогенних та органічних речовин на розвиток микроводоростей.

Ключові слова: микроводорості, псаммон, гранулометрія, берегоукріплювальні роботи, Чорне море

A.A. Snigireva¹, B.G. Aleksandrov²

¹Odesa National University named after I.I. Mechnikov, Ukraine

²Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

INFLUENCE OF COAST-PROTECTING WORKS ON MICROFLORA OF COAST OF ODESSA GULF (BLACK SEA)

Influence of shore protection on formation of phytopsammon of Odessa Bay coast (the Black Sea) was studied in 2007–2008. As a result a stimulating effect on development of microalgae of fine sand fractions, content of biogens and organic substance was revealed.

Key words: phytopsammon, granulometry, coast-protecting works, Black sea

УДК 658:504(262.5)

Є.В. СОКОЛОВ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗАКРИТОГО ТИПУ НА ПРИКЛАДІ ДОФІНІВСЬКОГО ЛИМАНУ (ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИЧЕРНОМОР'Я)

Розглянуті проблеми і розроблені рекомендації з оптимізації гідроекологічних умов прибережних екосистем закритого типу на прикладі Дофінівського лиману. Показана необхідність регулярного моніторингу та екологічного менеджменту.

Ключові слова: прибережні екосистеми, гідроекологічні умови, екологічний менеджмент, Дофінівський лиман

Лиманні комплекси північно-західного Причорномор'я є крайовими екосистемами, що мають ефект екотону. У таких екосистемах спостерігається висока біопродуктивність і видова різноманітність, вони є перспективними для вирощування аквакультури, рибного промислу, а також для інших видів