

УДК 582.26/275

**А.А. СНИГИРЕВА<sup>1</sup>, Б.Г. АЛЕКСАНДРОВ<sup>2</sup>**

Одесский нац. ун-т им. И.И. Мечникова, гидробиол. станция,

ул. Дворянская, 2, 65058 Одесса, Украина

e-mail: snigireva.a@gmail.com

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,

ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина

e-mail: alexandrov@paco.net

## **НОВЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ МИКРОВОДРОСЛЕЙ ПЕСЧАНОЙ СУПРАЛИТОРАЛИ**

Апробирована новая методика изучения влияния гранулометрического состава песчаного грунта на бентосные микроводоросли, которая заключается в приклеивании силиконовым клеем фракций песка различного гранулометрического состава ( $< 0,25$ ;  $0,25-0,5$ ;  $0,5-1$ ;  $1-2$ ;  $2-3$  мм) к предметным стеклам. Установлено достоверное увеличение численности микроводорослей с повышением относительной поверхности субстрата, т.е. с возрастанием процентной доли мелких фракций грунта.

**Ключевые слова:** фитопсаммон, бентос, численность, песок, гранулометрический состав.

### **Введение**

Одним из существенных факторов, характеризующих песчаное побережье, является гранулометрический состав грунта. В северо-западной части Черного моря встречаются пляжи с крупно-, средне- и мелкозернистым песком. Однако в литологии различают 5 основных фракций песчаного грунта: грубый песок  $2-1$  мм, крупный  $1-0,5$  мм, средний  $0,5-0,25$  мм и мелкий  $0,25-0,10$  мм. Более мелкие фракции подразделяют на алеврит  $0,1-0,05$  мм, пыль  $0,05-0,005$  мм и глину  $< 0,005$  мм (Рухин, 1947).

Размер песчаных зерен влияет на размер интерстициального пространства, процессы самоочищения побережья, содержание биогенных элементов, растворенного органического вещества и, как результат, на численность и биомассу гидробионтов песчаной литорали (Jonge, 1985; Wotton, 2002). Изучение влияния гранулометрического состава песка на морские организмы является одним из основных аспектов для понимания функционирования прибрежных экосистем (Сабурова и др., 2001; Jewson et al., 2006).

Известный подход к изучению почвенных микроорганизмов и водорослей методом стекол обрастания был предложен Н.Г. Холодным и модифицирован его последователями (Рыбалкина, Кононенко, 1977), которые использовали чистые покровные стекла, размещая их непосредственно в почве.

В гидробиологии этот метод был применен С.Н. Дуплаковым (цит. по: Руководство ..., 1983) практически одновременно с немецким исследователем Е. Гентшелем (Hentschel, 1925), предложившим термин «обрастание» и назывався методом искусственных субстратов. В качестве последних использовались предметные стекла из силикатного стекла, которые размещались непосредственно в водоеме.

© А.А. Снигирева, Б.Г. Александров, 2014

Множество экспериментальных работ, связанных с изучением процессов фитообрастания на субстрате, проводились с использованием пластин, изготовленных из различных материалов, но с гладкой поверхностью.

Цель работы – изучить влияние гранулометрического состава песка на развитие бентосных микроводорослей с использованием стеклянных пластин с различными фракциями песчаного грунта.

### Материалы и методы

На поверхность стеклянных пластин площадью 10 см<sup>2</sup> наносили тонкий слой силиконового клея, после чего отсыпали просеянный песок различных фракций: <0,25; 0,25–0,5; 0,5–1; 1–2; 2–3 мм. После застывания клея лишний песок удаляли. В итоге получали прозрачные пластины с 2–3 мм слоем склеенных песчинок. В качестве контроля использовали стеклянные пластины с нанесенным силиконовым клеем без песка.

Для изготовления пластин ранее мы использовали эпоксидную смолу. Этот материал применялся для изготовления постоянных препаратов при изучении мейобентоса и грунта, в котором он обитал (Rieger, Ruppert, 1978). Однако проведенные исследования показали токсическое действие эпоксидной смолы на живые микроводоросли (Снигирева, Александров, 2012), поэтому она была заменена нейтральным силиконовым клеем, который широко используется при изготовлении аквариумов.

Всего было изготовлено 75 пластин с песком и 30 контрольных (15 с силиконом и 15 стеклянных). Кюветы с пластинами заливали морской водой и помещали в лаборатории на северной стороне при естественном освещении. Эксперимент проводили в августе 2012 г. Просмотр пластин осуществляли на 1-е, 3-е, 9-е, 15-е и 30-е сутки. В течение эксперимента температура воды составляла 20,4–25,8 °С, соленость 16,23–22,34 ‰, рН 7,58–8,42. Эксперимент проводили в трех повторностях.

По истечении срока каждого этапа эксперимента пластины извлекали из кюветы и просматривали под микроскопом на наличие обрастания. Для видовой идентификации и количественной обработки микроводоросли отделяли от субстрата жесткой кисточкой, 3–5 раз промывая водой, и доводили до объема 15–30 мл; фиксировали 4 %-ным формальдегидом. В дальнейшем пробы обрабатывали по общепринятой методике. Номенклатура диатомовых водорослей приведена в соответствии с системой Ф. Раунда, Р. Крауфорда и Д. Манна (Round et al., 1990).

Для количественного изучения формирования микрофитобентоса для каждой пластины рассчитывали коэффициент упаковки физической поверхности ( $S_z/S_0$ ) (Хайлов и др., 1994), показывающий, насколько поверхность пластин с субстратом ( $S_z$ ) больше гладкой поверхности ( $S_0$ ).

### Результаты и обсуждение

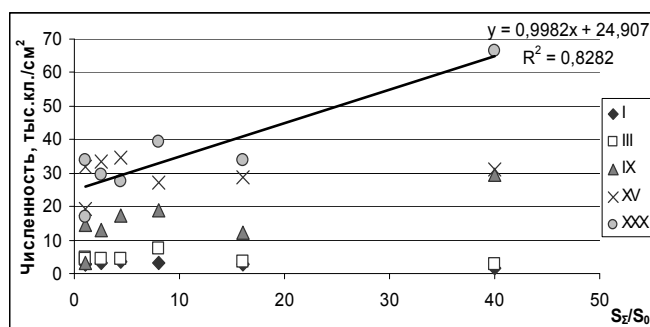
По видовому составу на пластинах преобладали *Bacillariophyta*. Развивались также *Chlorophyta*, в меньшей степени *Dinophyta* и *Cyanobacteria*. На начальных этапах эксперимента микроводоросли развивались достаточно равномерно, достигая численности 1,5–3,3 тыс. кл./см<sup>2</sup> (на 1-е сутки) и 2,8–7,5 тыс. кл./см<sup>2</sup> (на 3-е сутки).

Известно, что наличие на субстрате мелких частиц способствует увеличению поверхности (Shimek, 2001). Таким образом, пластины площадью 1 см<sup>2</sup> с наименьшим размером песчинок (< 0,25 мм) превышали площадь гладкого стекла в 40 раз.

На 9-е сутки наблюдали значительное отличие от контроля (в 10 раз), наибольшая численность была на пластинах с размером песчинок < 0,25 мм (29,5 тыс. кл./см<sup>2</sup>). В этот же период наблюдали интенсивное развитие диатомовых водорослей *Navicula* sp., *Symbella arcus* (Greg.) Gusl., прикреплявшихся к поверхности песчинок, которые и в дальнейшем были наиболее массовыми представителями фитопсаммона.

На последующих этапах исследования наблюдалась та же тенденция, численность микроводорослей постепенно увеличивалась с наибольшим обрастанием пластин, размер песчинок которых составлял < 0,25 и 0,5–1,0 мм. По-видимому, эти фракции песка являются более благоприятным субстратом для прикрепленных (эпипсаммитных) и подвижных (эпипеллитных) микроводорослей соответственно (Сабурова и др., 2004). Например, уже упоминающаяся прикрепленная диатомовая водоросль *Symbella arcus* преимущественно развивалась на пластинах с меньшим гранулометрическим составом, а подвижная водоросль *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et J.C. Lewin (Vilbaste et al., 2000) тяготеет к более крупным песчинкам. Для типично псаммофильного вида *Attheya decora* West отмечено повышение численности на пластинах с более крупными песчинками (0,5–1 и 2–3 мм).

В целом наблюдалась положительная зависимость численности микроводорослей от коэффициента физической упаковки (см. рисунок) ( $p < 0,05$ ). Особенно это характерно для *Bacillariophyta* ( $p < 0,05$ ), *Dinophyta* ( $p < 0,05$ ) и *Суанопрокариота* ( $p < 0,05$ ). Дисперсионный анализ для зеленых водорослей не показал значимых результатов ( $p > 0,05$ ). К окончанию эксперимента *Суанопрокариота* преобладали над *Bacillariophyta* и *Chorophyta*.



Зависимость численности микроводорослей от коэффициента упаковки физической поверхности ( $S_2/S_0$ ). I, III, IX, XV, XXX – сутки

## Заключение

Предложенный подход изучения микроводорослей на пластинах с закрепленными частицами грунта заданного гранулометрического состава может использоваться в гидробиологических исследованиях. Общая хронология сукцессий сообщества фитопсаммона подтвердила ранее сделанный вывод о

продолжительности экспериментальных исследований: 3–15 суток – для краткосрочных и 15–30 суток для долгосрочных наблюдений. Мелкие фракции грунта увеличивают площадь твердого субстрата и способствуют росту численности водорослей на его поверхности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений* / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
- Рухин Л.Б.* Гранулометрический метод изучения песков. – Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1947. – 213 с.
- Рыбалкина А.В., Кононенко Е.В.* Изучение микрофлоры почвы методом обрастания стекол по Н.Г. Холодному: руководство к практическому занятию по микробиологии. – М.: Просвещение, 1977. – С. 76–77.
- Сабурова М.А., Поликарпов И.Г., Бурковский И.В. и др.* Макромасштабное распределение интерстициального микрофитобентоса в эстуарии реки Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // Экол. моря. – 2004. – Вып. 58. – С. 7–12.
- Снигирева А.А., Александров Б.Г.* Влияние гранулометрического состава грунта на формирование микрофитобентоса // Материалы третьей Международной научной конференции "Современные проблемы гидробиологии. Перспективы. Пути и методы решений" (17–19 мая 2012 г.). – Херсон, 2012. – С. 121–124.
- Хайлов К.М., Празукин А.В., Рабинович М.А., Чепурнов В.А.* Связь биологических параметров фитообрастания с физическими параметрами экспериментальных «рифовых» конструкций в эвтрофируемой морской акватории // Вод. рес. – 1994. – 21(2). – С. 166–175.
- Hentschel E.* Die Untersuchungen von Strömen // Abderhalden: Hand. Deutsch. Biol. Arbeitsmeth. – 1925. – 9(2). – P. 87–100.
- Jewson D.H., Lowry S.F., Bowen R.* Co-existence of and survival of diatoms on sand grains // Eur. J. Phycol. – 2006. – 41(2). – P. 131–146.
- Jonge V.N.* The occurrence of Epipsammic diatom populations: a result of interaction between physical sorting of sediment and certain properties of diatom species // Estuar. Coast. and Shelf Sci. – 1985. – 21. – P. 607–622.
- Rieger R.M., Ruppert E.* Resin embedments of quantitative meiofauna samples for ecological and structural studies – Description and application // Mar. Biol. – 1978. – 46(3). – P. 223–235.
- Round F.E.* The Diatoms. Biology and morphology of the genera / F.E. Round, R.M. Crawford, D.G. Mann. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990. – 747 p.
- Shimek R.L.* Sand Bed Secrets. The Common-Sense Way to Biological Filtration. – Marc Weiss Comp., Inc. Ft. Lauderdale, Florida, 2001. – 36 p.
- Vilbaste S., Sundback K., Nilsson C., Truu J.* Distribution of benthic diatoms in the littoral zone of the Gulf of Riga, the Baltic Sea // Eur. J. Phycol. – 2000. – 35. – P. 373–385.
- Wotton R.S.* Water purification using sand // Hydrobiologia. – 2002. – 469. – P. 193–201.

Подписал в печать П.М. Царенко

*A.A. Snigireva<sup>1</sup>, B.G. Alexandrov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>I.I. Mechnikov Odessa National University, Hydrobiology Station,  
2, Dvorianskaja, 65058 Odessa, Ukraine  
e-mail: snigireva.a@gmail.com

<sup>2</sup> Odessa Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Southern Seas, NAS of Ukraine,  
37, Pushkinskaya St., 65011 Odessa, Ukraine  
e-mail: alexandrov@paco.net

#### NEW APPROACH FOR RESEARCH OF MICROALGAE OF SAND SUBSTRATES

A new method for investigation of the influence of sand grain composition on benthic microalgae has been tested. It lies in glueing of sand fractions of different size (< 0.25; 0.25–0.5; 0.5–1; 1–2; 2–3 mm) to the slides by silicone. It was revealed the valid increase in the microalgae abundance with increasing of relative substrate surface, i. e. there was a positive correlation between number of algae and percentage of fine sand grains.

**Key words:** phytosammon, benthos, abundance, sand, grain composition.