

УДК 504.42:579.83

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ БАКТЕРИОНЕЙСТОНА В ЧЕРНОМ МОРЕ И ДРУГИХ ВОДОЕМАХ (ОБЗОР)

Беляева О.И.

*НИЦ Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум», Севастополь, Украина
E-mail: olgabelyaeva@yandex.ru*

Приведены данные, свидетельствующие о наблюдающейся с конца XX столетия деградации бактерионейстона в Черном море. В других водоемах бактерионейстон остается наиболее многочисленным звеном бактериального комплекса при снижении метаболической активности. Все это говорит о том, что бактерионейстон подвержен перестройке в экосистеме.

Ключевые слова: бактерионейстон, бактериопланктон

Установлено, что бактерионейстон представляет наиболее многочисленное бактериальное население гидросферы [1-6]. Его высокая численность обусловлена тем, что на границе раздела фаз воздух-вода концентрируются различные органические и биогенные вещества. Это соединения азота и фосфора, аминокислоты, протеины и т.д. Однако, поверхность воды, и в первую очередь в морских портах, наиболее подвержена влиянию загрязнения, которое оказывает негативное воздействие на весь нейстонный комплекс организмов, и в частности, снижает там численность и биоразнообразие видов [1]. Кроме этого, с конца XX столетия прослеживается значительное снижение численности бактерионейстона в Черном море [7], в других водоемах – снижение метаболической активности. В связи с этим представляет интерес рассмотреть меняющееся представление о бактерионейстоне, что и стало целью обзора.

Отбор проб осуществляется обычным или пленочным собирателем [3, 8]. Особенности отбора проб были рассмотрены в [9]. Общую численность бактерий определяли методом прямого счета, численность гетеротрофных и углеводородокисляющих бактерий – методом предельных разведений [8].

Бактерионейстон распространен по всей площади аэроконтура пелагиали и занимает первое звено нейстонного комплекса организмов. Так как загрязняющие вещества в основном поступают в поверхностный слой водоемов, то бактерионейстон первым вовлекается в процессы самоочищения. Действительно, поверхность моря, особенно в портах Одесса и Севастополь, в условиях хронического загрязнения в значительной степени подвержена влиянию нефтепродуктов. Например, П.Т. Савиным с соавторами показано, что содержание

нефтепродуктов в поверхностной воде Одесского залива в 5-10 раз превышает их концентрацию в объеме морских вод [10]. На взморье Севастополя концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое морской воды составила в среднем 0,34 мг/л, в слое 0 - 0,5 м – 0,11 мг/л [11]. Как известно, нефтяная пленка на поверхности воды затрудняет водный и газовый обмен между морем и атмосферой, что негативно влияет на обитателей нейстона и плейстона. Состояние атмосферного воздуха также оказывает лимитирующее влияние на развитие фито- и бактерионейстона [12].

В Черном море исследование бактерионейстона проводится с 60-х годов XX столетия. Результаты исследований убедительно указывали на то, что численность бактерионейстона имела более высокие значения, чем численность бактериопланктона [1, 3]. Данные, полученные А.В. Цыбань [3] в 60-х гг. в северо-западной части Черного моря, показали обилие гетеротрофных бактерий в приповерхностном слое (100–10000 клеток/мл) в 10–100 раз по сравнению с другими слоями морской толщи. По данным Н.Г. Теплинской [2] летом и осенью 1980 г. в западной части Черного моря общая численность и биомасса бактерионейстона, а также его продукционные характеристики значительно превышали аналогичные показатели для бактериопланктона в слое термоклина и придонном горизонте воды.

В дальнейшем исследования поверхностных вод Черного моря показали отсутствие повышенной концентрации микроорганизмов в поверхностной воде. Значительными факторами этого изменения, несомненно, выступают загрязнение моря и атмосферы. О деградации бактерионейстона в Черном море свидетельствуют данные Н.В. Ковалевой [7]. Результаты этих исследований, проведенных в 1992-1993 гг. в северо-западном районе Черного моря, показали, что содержание бактерий в поверхностном слое 0 – 0,02 м и слое 0 – 0,5 м было практически одинаково; колебания плотности микроорганизмов в указанных слоях происходили синхронно. Кроме того, О.И. Беляева за период исследований в 1980-1991 гг. установила, что только 40 % проб поверхностной воды в Севастопольской бухте характеризовалась высокой общей численностью бактерионейстона по сравнению с бактериопланктоном [13-15]. В центральной части Черного моря, менее подверженной влиянию загрязнения, обогащение поверхностной воды бактерионейстоном было более значительное, так как отмечалось в 70 % проб. Превышение численности гетеротрофных и различных групп углеводородокисляющих бактерий (нефтеокисляющих, полихлорбифенилоксиляющих и нафталинооксиляющих) в нейстоне наблюдалось в среднем в 20 % проб. Следует отметить, что превышение численности бактерионейстона в 10-100 раз, как наблюдалось 50 лет назад, не отмечено; численность бактерионейстона и бактериопланктона отличалась в основном в 1,5-2 раза. Таким образом, в последние 30 лет наблюдается сближение показателей численности бактерионейстона и бактериопланктона. Полученные результаты исследований противоречат факту о высокой численности бактерий в поверхностном слое воды.

Изучение бактерионейстона проводилось также в 2004 г. в бухте Казачьей, которая является одной из чистых бухт Севастопольского региона в [15]. По среднему значению общая численность бактерионейстона ($2,89 \times 10^6$ клеток/мл) была

в 1,5 раза больше общей численности бактериопланктона ($2,0 \times 10^6$ клеток/мл). Однако, фактически, в одних образцах проб численность бактерионейстона была в 1,3-2,5 раз больше численности бактериопланктона, в других была в 1,2-1,5 раз меньше. Численность гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий в поверхностной воде и слое 0,5 м также незначительно отличалась друг от друга. Из этого следует, что в даже бухте Казачьей, одной из благополучных бухт Севастополя, происходит перестройка бактериального комплекса.

Имеющиеся в современной литературе сведения о бактерионейстоне в различных регионах мира немногочисленны [4-6, 16-20]. Среди публикаций имеются сведения об ослаблении физиологической активности бактерионейстона. Так, например, в небольшом пресноводном водоеме, расположенном около станции Палмер в Арктике, бактерионейстон был более многочисленным, чем бактериопланктон, однако последний отличался более высокой метаболической активностью [5]. В солоноватом озере Гардно (Польша) численность и биомасса бактерионейстона были выше, чем бактериопланктона, но скорость вторичной продукции была больше в подповерхностной слое, чем в поверхностной [15]. Такие изменения свидетельствует об ухудшении качества поверхностной пленки.

В литературе имеются сведения об активном усвоении нефтяных углеводородов, что подчеркивает роль бактерионейстона в биологическом самоочищении моря. Угледородоокисляющие бактерии в поверхностном микрослое Черного моря были впервые определены Н.А. Красильниковым [21]. Культуры угледородоокисляющих бактерий наиболее усваивали гекса-, гепто- и октадекан, не усваивали или мало усваивали додекан, нонадекан и эйкозан. Доминирующие микробные формы отнесены к родам *Pseudomonas* и *Mucobacterium*. В одной из бухт побережья Чили бактерионейстон родов *Vibrio* и *Pseudomonas* мог использовать даже органические полимеры и соединения ароматического ряда как единственный источник углерода и энергии [16]. Там же были изучены протеолитические, амилолитические и липолитические свойства бактерионейстона.

Одна из причин, лимитирующих развитие бактерионейстона указана в [20]. В озере Глубокое (Польша) тяжелые металлы оказывали токсический эффект на развитие бактерионейстона, причем они снижали потребление кислорода не только у бактерионейстона, но и планктона. Других сведений о причинах деградации бактерионейстона мы не нашли.

Заслуживают упоминания современные методы сбора и обработки проб бактерионейстона – мембранная адсорбция, метод поддерживающей сетки и использование электронного микроскопа [18].

ВЫВОДЫ

1. В Черном море численность бактерионейстона не превышает численность бактерий в нижележащих слоях, а в различных водоемах он продолжает оставаться наиболее многочисленным. Деградация морского бактерионейстона выражается в значительном снижении численности, пресноводного – в ослаблении метаболической активности. Принимая во внимание результаты собственных и имеющихся в литературе исследований можно констатировать

то, что в настоящее время бактерионейстон проходит перестроечный процесс в водных экосистемах.

2. Причины деградации бактерионейстона почти не изучены, хотя их связывают с хроническим загрязнением. Учитывая значительную роль бактерионейстона как деструктора загрязнения в поверхностном слое воды, необходимо продолжать его всестороннее изучение.

Список литературы

1. Зайцев Ю.П. Экологические процессы в критических зонах Черного моря: синтез результатов двух направлений исследований с середины XX до начала XXI веков / Ю.П. Зайцев, Г.Г. Поликарпов // Морской экологический журнал. – 2002. – Т. 1, вып. 1. – С. 33–55.
2. Теплинская Н.Г. Бактериальная продукция в приповерхностных слоях воды западной части Черного моря / Н.Г. Теплинская // Гидробиологический журнал. – 1985. – Т. 21, №3. – С. 46–50.
3. Цыбань А.В. Бактерионейстон и бактериопланктон шельфовой области Черного моря / А.В. Цыбань // Киев: Наукова думка, 1970. – 271 с.
4. Bell C.R. Bacteriological investigation of the neuston and plankton in the Fraser River Estuary, British Columbia / C.R. Bell, L.J. Albright // Estuar. Coast. Shelf Sci. – 1982. – Vol. 15, № 4. – P. 385–394.
5. Babenzien H.D. Studies on the microbiology of the neuston / H.D. Babenzien, W. Schwartz // Limnologica. – 1970. – Vol. 7, № 2. – P. 247–272.
6. Mudryk Z.J. Occurrence and activity of lipolytic bacterioneuston and bacterioplankton in the estuarine lake Gardno / Z.J. Mudryk, P. Skorczewski // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2000. – Vol. 51, № 6. – P. 763–772.
7. Ковалева Н.В. Исследование современного состояния бактериопланктона Черного моря / Н.В. Ковалева, А.И. Серман // Исследование экосистемы Черного моря. – 1994. – С. 134–140.
8. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений // Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 191 с.
9. Беляева О.И. Результаты исследования бактерионейстона Черного моря / О.И. Беляева // Экологические проблемы Черного моря: Мат 5-го междунар. симп. – Одесса: ЦНТЭПИ, 2003. – С. 56–57.
10. Савин П.Т. Химический состав атмосферных осадков г. Одессы / П.Т. Савин, Н.Ф. Подплетная, С.Е. Дятлов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2005. – № 12. – С. 220–225.
11. Гидрометеорология и гидрохимия морей // Черное море, Т. IV, Современное состояние загрязнения вод Черного моря, вып. 3: [монографич. справочник / ред. А.И. Симонов и др.]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1996. – 230 с.
12. Hardy J.T. The sea-surface microlayer: Phytoneuston productivity and effects of atmospheric particulate matter / J.T. Hardy, C.W. Apts // Mar. Biol. – 1984. – Vol. 82, № 3. – P. 293–300.
13. Беляева О. И. К вопросу о численности бактерионейстона в Севастопольской бухте / О.И. Беляева // Ломоносовские чтения – 2004: Матер. научн. конф. (Севастополь 4–5 мая 2004 г.) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. – С. 10.
14. Беляева О.И. Особенности сезонной и годовой динамики бактериопланктона в Севастопольской бухте (1980–1984) / О.И. Беляева // М., Тр. ГОИН, 1987. – Вып. 180. – С. 112–119.
15. Belyaeva O.I. Regarding degradation of the bacterioneuston in the Black Sea / O.I. Belyaeva // Math. the 5th International Conference “Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meio-benthology” (University of Madras, Chennai, India, February 17 - 25, 2008). – Chennai. – 2008. – P. 37–40.
16. Metabolic activity of hydrophobic bacterioneuston / P. Garcia-Tello, J. Llanos, M. Cid [et al.] // AN.-MUS. – HIST.- NAT. – VALPARASANO. – 1994. – V. 22. – P. 27–32.
17. Hale M.S. Sea surface microlayer and bacterioneuston spreading dynamics / M.S. Hale, J.G. Mitchell // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1997. – Vol. 147, № 1–3. P. 269–276.
18. Maki J.S. A Membrane adsorption – SEM technique for observing neuston organisms / J.S. Maki, C.C. Remsen // Hydrobiologia, 1989. – V. 182, № 1. – P. 25–34.

19. Maki J.S. A diel study of the neuston and plankton bacteria in an Antarctic pond / J.S. Maki, R.P. Herwig // ANTARCT. SCI. – 1991. – V. 3, № 1. – P. 47–51.
20. Effect of some heavy metals on neustonic and planktonic bacteria isolated from the Deep of Gdansk / Z.Mudryk, W.Donderski, P.Skorczewski [et al.] // Oceanological Studies. – 2000. – Vol. 29, № 1. – P 89–99.
21. Красильников Н.А. Усвоение нормальных алканов и сырой нефти морскими бактериями / Н.А.Красильников, А.В.Цыбань, Т.В. Коронелли // Океанология. – 1973. – Т. XIII, вып. 5. – С. 877–882.

Белява О.І. До питання про вивчення бактеріонейстону в Чорному морі та інших водоймищах / О.І. Беляєва // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62). – № 2. – С. 36-40.

Приведені дані, що свідчать про деградацію бактеріонейстону, що спостерігається з кінця XX століття у Чорному морі. У прісних водоймищах бактеріонейстон залишається найбільшою по ланкою бактерійного комплексу при зниженні метаболічної активності. Все це говорить про те, що бактеріонейстон схильний до перебудовного процесу в екосистемі.

Ключові слова: бактеріонейстон, бактеріопланктон

Belyaeva O.I. Regarding Study Of The Bacterioneuston In Black Sea And Other Reservoirs (Review) / O.I. Belyaeva // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – V.23 (62). – № 2. – P. 36-40.

Information, testifying to the degradation of bacterioneuston d from the end of XX century in the Black sea is resulted. In fresh reservoirs bacterioneuston remains the most numerous link of the bacterial complex, however much metabolic activity goes down. All of it talks that bacterioneuston is subject to the alteration process.

Keywords: bacterioneuston, bacterioplankton

Поступила в редакцію 25.04.2010 г.