

К ИЗУЧЕНИЮ ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОСФЕРЫ: ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ НА ПЛАНКТОННЫХ ФИЛЬТРАТОРОВ

© 2009 г. И. М. Ворожун, С. А. Остроумов

Представлено академиком М.А. Федонкиным 26.06.2008 г.

Поступило 01.07.2008 г.

Многие виды планктона и бентосных беспозвоночных являются активными фильтраторами. Фильтрационная активность водных организмов имеет большое значение для функционирования экосистем [1–3]. Ранее было показано, что поверхностно-активное вещество (ПАВ) додецилсульфат натрия (ДСН) ингибирует фильтрационную активность *Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis* и некоторых других водных организмов-фильтраторов [4–15], что проявляется в снижении изъятия ими взвесей из воды. Такое воздействие ПАВ, входящих в число загрязняющих воду химических веществ, представляет опасное антропогенное влияние на экосистемы [14].

Цель данной работы – проверить, оказывает ли ДСН ингибирующее воздействие на способность планктона фильтраторов дафний *Daphnia magna* извлекать фитопланктон из воды в процессе их фильтрационной активности. В опытах использовали *D. magna* размером около 1 мм и возрастом 5 дней. До начала опыта их содержали в лабораторных условиях в сосудах, куда добавляли в качестве корма фитопланктон – зеленые водоросли *Scenedesmus quadricauda* (Tigr.) Breb. в сравнительно низкой концентрации (не более 50 тыс. клеток/мл). В начале опыта клетки *S. quadricauda* были добавлены в более высокой концентрации (400 тыс. клеток/мл). Наряду с контрольным вариантом (инкубация дафний в среде без добавления ДСН) были поставлены варианты, где в среду инкубации добавляли ДСН в концентрациях 0.1; 0.5; 1; 5; 10 мг/л. Концентрации были подобраны в предварительных опытах. Измерение концентрации клеток *S. quadricauda* проводили путем подсчета в камере Нажотта (глубина 0.5 мм) через 3, 6, 9, 12, 24 ч после начала опыта. В каждом сосуде содержалось 25 дафний. Инкубацию вели при температуре $24 \pm 1.5^\circ\text{C}$. Объем водной среды в каждом сосуде составлял

50 мл. Каждый вариант был поставлен в двух повторностях.

При расчете скорости потребления пищи (изъятия из воды водорослей) дафниями (R) использовали общепринятую формулу

$$R = \frac{V(K_0 - K_t)}{Nt}, \quad (1)$$

где R – среднее изъятие дафниями водорослей из воды за 1 ч в течение рассматриваемого периода времени; V – объем сосуда (мл), K_0 – концентрация клеток водорослей в начале рассматриваемого периода времени; K_t – концентрация клеток водорослей в конце рассматриваемого периода времени; N – количество дафний в сосуде; t – длительность периода эксперимента (ч).

Результаты опытов показали, что в течение времени происходило постепенное снижение концентрации клеток водорослей *S. quadricauda* по сравнению с началом инкубации (табл. 1). Это свидетельствовало о том, что имело место изъятие дафниями клеток водорослей из воды в результате ее фильтрации. Снижение концентрации клеток водорослей наблюдалось и в контроле, и при нескольких концентрациях ДСН (0.1; 0.5; 1; 5; 10 мг/л).

Через 3 ч инкубации при всех исследованных концентрациях ДСН (от 0.1 мг/л и более) численность клеток водорослей была больше, чем в контроле, что указывает на снижение скорости фильтрации и эффективности изъятия водорослей из воды.

При концентрации ДСН 5 и 10 мг/л после периода фильтрации 6–24 ч наблюдали более высокие численности клеток *S. quadricauda*, чем в контроле.

При сравнительно меньших концентрациях ДСН (0.1; 0.5; 1 мг/л) отличие от контроля наблюдалось после 3 ч инкубации; затем, через 6–24 ч различия численности клеток от контроля не наблюдали.

Таблица 1. Концентрация клеток водорослей *S. quadricauda* в сосудах с дафниями *D. magna* при различных уровнях додецилсульфата натрия (мг/л)

Длительность инкубации, ч	Число клеток в 1 мл, $\times 10^6$					
	0 (контроль)	0.1	0.5	1	5	10
0	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
3	0.29	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36
6	0.24	0.24	0.24	0.24	0.28	0.32
9	0.20	0.20	0.20	0.20	0.24	0.28
12	0.16	0.16	0.16	0.16	0.20	0.24
24	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12

Расчет среднего изъятия водорослей дафниями (R) показал, что в течение первых трех часов после начала опыта при воздействии ДСН R снижался. В контроле при 0 мг/мл ДСН и 3 ч инкубации $R = 74.7$ тыс. кл., что составляет 100%. R при концентрации ДСН 0.1 мг/л снижался по сравнению с контролем почти на 57.2%, составляя 42.7 тыс. кл. в 1 мл среды. При повышении концентрации ДСН до 0.5 мг/л величина R по сравнению с контролем снижалась более чем на 60%, составляя 26.7 тыс. кл., т.е. 35.7%.

Существенно, что в течение 3 сут от начала опыта не наблюдали никакого повышения смертности дафний, подвергнутых воздействию изученных концентраций ДСН. Таким образом, все выявленные эффекты имели место при сублетальных концентрациях ДСН.

Полученные результаты согласуются с данными проведенных ранее опытов на других фильтраторах, в том числе проведенных нами опытов по изучению воздействия ДСН на фильтрационную активность *M. edulis*, *M. galloprovincialis* и других организмов-фильтраторов [5, 8, 14, 15].

Токсикологическая опасность ДСН, по-видимому, связана, с мембранотропным характером этого вещества, относящегося к анионным поверхностно-активным веществам [14].

Итак, результаты опытов указывают на то, что воздействие ДСН ведет к снижению скорости фильтрации воды планктонными ракообразными *D. magna*, что проявляется в снижении скорости потребления ими пищи (фитопланктона) и уменьшению изъятия водорослей из воды.

Полученные данные важны для понимания опасности антропогенных нарушений экологических процессов, существенных для самоочищения воды [6, 13], а также для биогеохимических потоков элементов в водных экосистемах.

Авторы благодарят А.Ф. Алимова за замечания и обсуждение некоторых затронутых вопросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1981. Т. 96. 248 с.
- Сущеня Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск: Наука и техника, 1975. 208 с.
- Ostroumov S.A. In: The Comparative Roles of Suspension-Feeders in Ecosystems. Dordrecht: Springer, 2004. P. 147–164.
- Остроумов С.А. // ДАН. 2004. Т. 396. № 1. С. 136–141.
- Остроумов С.А. // Успехи соврем. биологии. 2004. Т. 124. № 5. С. 429–442.
- Открытие нового вида опасных антропогенных воздействий в экологии животных и биосфере: ингибирование фильтрационной активности моллюсков поверхностно-активными веществами. 2-е изд. / Под ред. Г.В. Добровольского, Г.С. Розенберга, И.К. Тодераша. М.: МАКС-Пресс, 2008. 108 с.
- Свойство синтетических поверхностно-активных веществ снижать фильтрационную активность двусторчатых моллюсков. Диплом научного открытия № 274. В кн.: Научные открытия. Сборник кратких описаний научных открытий – 2005 / Под ред. О.Л. Кузнецова. М.: Международная академия авторов научных открытий и изобретений, 2006. С. 5–8.
- Ostroumov S.A. // Hydrobiologia. 2002. V. 469. P. 117–129.
- Ostroumov S.A. // Hydrobiologia. 2002. V. 469. P. 203–204.
- Ostroumov S.A. // Riv. Biol. 1998. V. 91. № 2. P. 221–232.
- Ostroumov S.A. // Riv. Biol. 2003. V. 96. № 1. P. 159–170.
- Ostroumov S.A. // Verh. Intern. Ver. Limnol. 2005. V. 29. № 2. P. 1072–1075.
- Ostroumov S.A. // Hydrobiologia. 2005. V. 542. № 1. P. 275–286.
- Ostroumov S.A. Biological Effects of Surfactants. Boca Raton; L.: N.Y.: CRC Press; Taylor & Francis, 2006. 279 p.
- Ostroumov S.A., Widdows J. // Hydrobiologia. 2006. V. 556. № 1. P. 381–386.