

ЗООЛОГИЯ

УДК 594.7 : 574.23+591.5+574.5

Н. Н. ХМЕЛЕВА, Ю. Ф. МУХИН

МАССОВОЕ РАЗВИТИЕ МШАНОК В ВОДОЕМЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ

(Представлено академиком АН БССР Л. М. Суценой)

Фауна водоемов Белоруссии изучена еще недостаточно. В имеющихся работах [1—3] полностью отсутствуют сведения о представителе типа мшанок (Bryozoa). В 1979 г. нами отмечено их появление в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС (Брестская обл.). В настоящее время численность и биомасса мшанок в указанном водоеме достигают высоких значений. В благоприятный для их развития период практически все свободные субстраты заселены этими организмами. Например, в рыбководных садках, установленных в сбросном канале, биомасса мшанок составляет 1,5—2,5 кг/м².

В 1982 г. колонии мшанок обнаружены на стеблях высшей водной растительности в придонном слое оз. Нарочь. В 1984 г. отмечено их значительное развитие в Чижовском водохранилище.

Роль мшанок в экосистеме водоемов остается пока не выясненной. По имеющимся данным, одни виды пресноводных мшанок являются индикаторами чистой воды, другие могут быть биологической помехой системы технического водоснабжения различных объектов, в том числе и теплоэлектростанций [4—7].

В водоеме-охладителе Березовской ГРЭС массовое развитие получила *Plumatella fungosa* (Pallas) (кл. *Phylactolaemata*).

Наиболее интенсивное обрастание мшанками субстратов наблюдается на сбросных и заборном каналах, т. е. в зонах активного потока воды. Этот вид широко распространен в Европе, Азии и Северной Америке. На территории нашей страны он встречается в водоемах Украины, Молдавии, Закавказья, Средней Азии, Западной Сибири, Амурской области, Камчатки и др.

Экологические границы жизнедеятельности пресноводных мшанок, а также количественные закономерности питания, дыхания, роста, размножения и их связи с факторами среды не изучены. Имеющиеся работы в основном освещают вопросы, касающиеся условий обитания, тазосономии, формы колоний, структуры статобластов, морфологии [8—12].

Нами начаты систематические исследования эколого-энергетических показателей *P. fungosa* для оценки ее роли в экосистеме водоема-охладителя. Рост колонии изучали при 22—24 °С, используя природную воду и естественный корм, который в основном состоял из сине-зеленых водорослей. В качестве интегрального показателя жизнедеятельности взята выживаемость. Верхняя летальная температура зоондов мшанок достигает 44 °С. Отдельные особи в колонии сохраняют жизнеспособность и при более высоком тепловом воздействии. Мшанки выдерживают понижение температуры до 9 °С, однако рост колонии при этом не происходит. Низкие температуры *P. fungosa* переносит с помощью диапаузирующих статобластов, размер которых составляет 0,38×0,22 мм. Массовый выход из них молодых особей происходит весной при темп

ратуре выше 15 °С. Наиболее благоприятные температуры для роста изучаемого вида мшанок находятся в пределах 20—35 °С.

Следует подчеркнуть, что до появления первой вегетативной почки у зооида, появившегося из статобласта, и до дальнейшего роста колонии проходит довольно длительный период. Почкование начинается при размерах исходного зооида 1,47 мм. При 30 °С лаг-фаза колониального роста составляет около 7 сут, а при 20 °С—14—16 сут. В то же время при указанных температурных условиях начало периода колониального роста отдельно вычлененного взрослого зооида существенно сокращается (рис. 1).

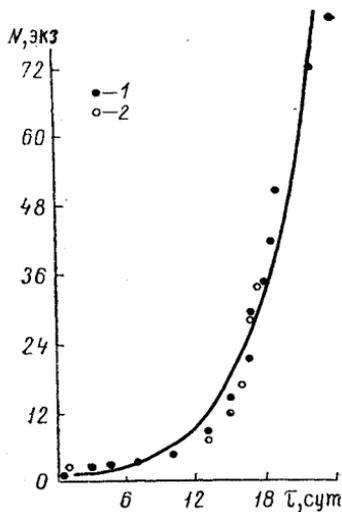
Рост колонии мшанок может быть описан экспоненциальным уравнением

$$N = ae^{b\tau}, \quad (1)$$

где N — число зооидов; τ — продолжительность роста колонии, сут; a и b — эмпирические коэффициенты. В численном выражении уравнение, по нашим данным, имеет следующий вид:

$$N = 0,74e^{0,21\tau}. \quad (2)$$

Рис. 1. Рост колонии *Plumatella fungosa* в экспериментальных условиях. По оси абсцисс — время роста колонии, по оси ординат — число экземпляров колонии: 1 — 1982 г., 2 — 1983 г.



Расчетная кривая хорошо соответствует экспериментальным величинам (рис. 1). В среднем за сутки появляются 3 новых особи. За исследованный период роста колонии мшанок образования статобластов не наблюдалось.

Средняя сырая масса одного зооида равна 0,34 мг. Скорость потребления кислорода особями такой массы составила 0,000133 мл $O_2 \cdot экз^{-1} \times ч^{-1}$ при температуре 34 °С и 0,000109 при 23 °С. Следует отметить, что полученные величины не выходят за пределы значений, известных для других беспозвоночных со сходной массой тела.

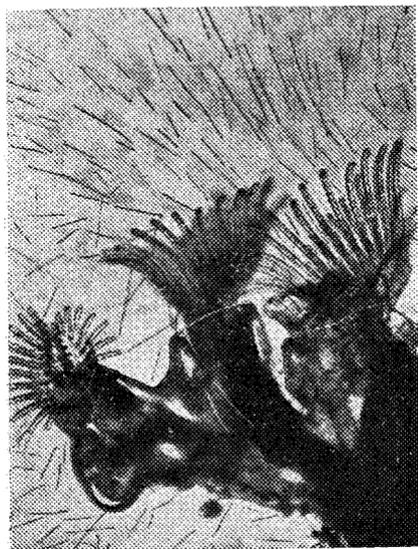
Коэффициент чистой эффективности роста исследуемой колонии мшанок в эксперименте ($K_2 = P/(P+T)$) на 24-е сутки при $N=80$ зооидов и учете среднесуточного прироста (3 экз.) составил 0,2. Максимальная величина K_2 , соответствующая восходящей части (рис. 1) кривой роста колонии мшанок, равна 0,56.

Энергетические траты, рассчитанные по дыханию мшанок, составляют 113,3 ккал $\cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$. Только в процессе дыхания колонии мшанок с 1 $м^2$ ежедневно окисляют 23,3 г сухого вещества потребляемых ими сине-зеленых водорослей и детрита, что свидетельствует о важном экологическом значении мшанок в биотическом круговороте вещества и энергии в водоеме-охладителе.

Суточный прирост естественной популяции (P) мшанок на 1 $м^2$ достигает 21 г сырой или 1,2 г сухой массы вещества, что эквивалентно 5,0 ккал $\cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$. Коэффициент чистой эффективности колониального роста мшанок в летний период оказался равным 0,04. Эта величина намного ниже полученной для роста колонии мшанок в экспериментальных условиях. Однако при учете элиминации зооидов и образования продуктов бесполого размножения в виде статобластов для природной популяции также следует ожидать более высоких значений K_2 .

Являясь активными фильтраторами, мшанки потребляют фитопланктон, детрит, простейших и т. д. Основная масса фекальных пакетов состоит из водорослей. Длина щупалец и их число на лофофоре мша-

нок коррелируют с размерами и обилием пищевых частиц в водоеме [13]. Визуальные наблюдения и микротофосъемка показали, что пищевые частицы могут проходить через фильтрационный аппарат неоднократно, минуя глотку. Они отбрасываются щупальцами до тех пор пока не будут сориентированы в пространстве определенным образом удобным для попадания в ротовое отверстие (рис. 2). В данном случае, по нашему мнению, определение скорости фильтрации по разности между начальной и конечной концентрацией пищевых частиц за единицу времени является неправомерным.



Рассчитанный подобным образом общий объем воды, пропущенный через фильтрационный аппарат животными, будет занижен во много раз. Прежде чем пищевая частица попадет в ротовое отверстие, в зависимости от ее формы, размера и т. д. организму приходится прогнать через фильтрационный аппарат относительно большой объем воды. В этой связи целесообразнее производить оценку фильтрационной способности мшанок по скорости образования фекальных комков за единицу времени. Тем самым

Рис. 2. Направление потока сине-зеленых водорослей фильтрационным аппаратом мшанки

можно оценить их роль в седиментации взвешенного органического вещества и как биофильтра в водоеме-охладителе. Нами установлено, что скорость формирования фекальных пакетов одной особью при 22—24 °С составляет менее 1 экз·ч⁻¹. Сырая масса одного фекалия равна в среднем 0,0092 мг, сухая — 0,0047 мг. Каждый фекалий состоит примерно из 200 тыс. пищевых частиц. В водоеме-охладителе Березовской ГРЭС основным компонентом пищевого комка мшанок являются сине-зеленые водоросли (рис. 2). Предварительные подсчеты показывают, что в течение суток мшанки, заселяющие 1 м² субстрата, переводят в детритную цепь около 67 г сырой массы сине-зеленых водорослей. Следует отметить, что массовое развитие мшанок в водоеме-охладителе не оказывает никакого отрицательного влияния на работу Березовской ГРЭС. Наблюдения показывают, что их колонии заселяются многими сопутствующими видами, которые в большинстве случаев являются кормом для молоди рыб.

В связи с антропогенным воздействием на водоем в его экосистеме происходят существенные изменения. Одним из проявлений этого является эвтрофирование водоема и сильное цветение сине-зеленых водорослей. Из фауны исчезают аборигенные виды, а на смену им приходят новые. В известной мере это можно рассматривать как приспособление экосистемы к новому комплексу факторов среды. В качестве основных элементов экосистемы становятся фильтраторы и детритофаги. Среди фильтраторов массовое развитие получают в одних случаях двусторчатые моллюски *Dreissena polymorpha* [14], а в других — мшанки. Их совместного существования в водоемах-охладителях, вероятно, из-за конкурентных отношений, не наблюдается.

Summary

In the cooling basin, *Plumatella fungosa* was found to develop in vast amounts. The ecological and energetic parameters are considered such as the rate of oxygen consumption, the experimental net production efficiency, the respiration-based energy expenditure, daily reproduction of the natural population. The numerical equation of the experimental production is given for the *Plumatella fungosa* colony.

Литература

1. Животный мир Белоруссии / Под ред. Ю. В. Ивановой. ФБ АН БССР.— Мн., 1977.— 138 с.
2. Животный мир Белоруссии / Под ред. Ю. В. Ивановой. ФБ АН БССР.— Мн., 1979.— 105 с.
3. Животный мир Белоруссии / Под ред. Ю. В. Ивановой. ФБ АН БССР.— Мн., 1980.— 107 с.
4. Шиманский Б. А.— Гидробиол. журн., 1968, т. 4, № 3, с. 93—94.
5. Вахнин И. Г.— Труды ВНИИ «ВОДГЕО», 1977, № 66, с. 3—16.
6. Протасов А. А.— Гидробиол. журн., 1984, т. 20, № 5, с. 3—16.
7. Pisano E. v. a.— Rapp. et proc. verb. reün. Commis. int. expol. sci. Mer. mediterr. Monaco, 1981, vol. 27, N 2, p. 179—180.
8. Bushnell John, Wood Timothy S.— Trans. Amer. Microsc. Soc., 1971, vol. 90, N 2, p. 229—231.
9. Mundy S. P., Thorpe I. P.— Freshwater Biol., 1979, vol. 9, N 2, p. 157—164.
10. Franzen Ake.— Zoomorphology, 1982, vol. 102, N 2, p. 87—98.
11. Oda Shuziti.— Annot. jap., 1980, vol. 53, N 4, p. 238—253.
12. Mundy S. P.— J. Zool., 1980, vol. 192, N 4, p. 511—530.
13. Kaminski M. a. cie j.— Pol. arch. hydrobiol., 1984, vol. 31, N 1, p. 45—53.
14. Каратаев А. Ю. Экология *Dreissena polymorpha* (Pallas) и ее значение в макрозообентосе водоема-охладителя тепловой электростанции: Автореф. канд. дис.— Мн., 1983.— 20 с.

Институт зоологии АН БССР

Поступило 18.04.85

Технический редактор В. А. Витенко

Сдано в набор 13.11.85. Подписано в печать 20.01.86. АТ 13530. Формат 70×108¹/₁₆. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,40. Усл. кр.-отт. 9,1. Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 981 экз. Зак. № 2089.

Издательство «Наука и техника» Академии наук БССР и Государственного комитета БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220600. Минск, Ленинский проспект, 68. Типография им. Франциска (География) Скорины издательства «Наука и техника». 220600. Минск, Ленинский проспект, 68.