



УДК 592:574.635

О.В. ТРИФОНОВ, А.П. ОСТАПЕНЯ

## СКОРОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ БАКТЕРИЙ ПЕРИФИТОНОМ ВТОРИЧНЫХ ОТСТОЙНИКОВ СТАНЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

The rate of bacteria consumption by periphyton in the secondary settling tanks of the Minsk purification station was studied. Peritricha were prevailed in quantitative relation. The mean rate of bacteria consumption by 1 g of dry periphyton substance was equal to 1305 mln cells/min.

Биологические методы являются основными в технологии очистки городских сточных вод. Однако за последнее время состав стоков большинства промышленно развитых городов пополнился и продолжает пополняться химическими соединениями, оказывающими губительное воздействие на биоту очистных сооружений. В результате качество очистки воды снижается и в окружающую среду выносятся недоокисленные продукты распада органических веществ и другие виды химического и бактериального загрязнения.

Для того чтобы исправить сложившуюся ситуацию и получить воду требуемого качества, сточные воды, прошедшие традиционную двухступенчатую очистку (механическую и биологическую в аэротенках), необходимо подвергать дополнительной очистке (доочистке). Для этих целей в настоящее время разработаны специальные физико-химические и биологические способы, из которых наиболее распространенным является биологическая фильтрация. Данный метод основан на способности организмов перифитона извлекать из воды практически все виды остаточного загрязнения. Биофильтры хорошо зарекомендовали себя в доочистке воды от взвешенных веществ, соединений азота и фосфора, свободных бактерий, в том числе и патогенных.

### Материал и методика

Сделана попытка экспериментально оценить роль перифитона, развивающегося во вторичных отстойниках Минской очистной станции аэрации (МОСА), в доочистке воды от бактериального загрязнения. В перифитоне доминировали прикрепленные кругоресничные инфузории подкласса *Peritricha*. Инфузории этой группы широко распространены в природных экосистемах и, будучи активными бактериофагами, участвуют в очистке воды от свободных бактерий [1]. Причем скорости потребления бактерий у сидячих *Peritricha* очень высокие. Например, *Vorticella convallaria* потребляет около 23 тыс. кл./особь в час, *Carchesium polypinum* – до 25 тыс. кл./особь в час [2]. Кругоресничные инфузории обладают высокой скоростью роста и способны довольно быстро заселять любые виды твердых субстратов. Многие из них неприхотливы к физико-химическим условиям окружающей среды, благодаря чему смогли хорошо приспособиться к существованию в очистных сооружениях городской канализации.

Эксперименты выполнены в лабораторных условиях на перифитоне водосборного канала вторичных отстойников, по которому проходит биологически очищенная сточная вода. В качестве субстрата для перифитона использовали предметные стекла 76х26 мм, которые погружали в воду на глубину 1,5 см. Для получения равномерного обрастания по всей площади стекла экранировали от непосредственного воздействия течения. Воду для эксперимента отбирали из канала в том месте, где были установлены субстраты, и сразу же доставляли в лабораторию. Перед постановкой опыта воду фильтровали через бумажный фильтр «желтая лента» (для удаления остаточного активного ила и других взвешенных частиц) и насыщали кислородом воздуха. Экспериментальная установка представляла собой прямоугольную, герметично закрывающуюся камеру, в боковых стенках которой были сделаны углубления для фиксации стекол с обрастанием. Всего в камере находилось 7 стекол, а суммарная площадь покрытой перифитоном поверхности составляла 180 см<sup>2</sup>. Воду в камеру подавали с помощью насоса. Величину потребления бактерий определяли по разности их содержания на входе и выходе из системы; численность бактерий – методом эпифлуорисцентной микроскопии [3]; сухую массу перифитона – гравиметрически по разности массы чистых стекол и стекол с обрастанием.

Всего было проведено 4 серии экспериментов по 1–3 опыта в каждой с тем расчетом, чтобы их общая продолжительность не превышала 1,5–2 ч. За это время прирост массы перифитона в камере был незначительным и в расчет не принимался.

Скорости потока воды в камере выбирали таким образом, чтобы разность между содержанием бактерий на входе и выходе из камеры достоверно определялась использованным нами методом учета бактерий.

Температуру, при которой ставились опыты, поддерживали на уровне температуры воды в канале в момент отбора проб.

#### Результаты и их обсуждение

Результаты экспериментов представлены в таблице. Их анализ показывает, что интенсивность поглощения перифитоном бактерий практически не зависела от исходного их содержания в воде. Так, в серии № 2, где концентрация бактерий составила 27,35 млн/мл, и в серии № 4, где этот показатель равнялся 11,74 млн/мл, интенсивность потребления в пересчете на сухое вещество перифитона была приблизительно одинаковой. Не наблюдалось связи интенсивности потребления бактерий с величиной биомассы перифитона. В серии № 3 масса перифитона была почти в 16 раз меньше, чем в серии № 2, однако интенсивность потребления бактерий была практически одинаковой.

Потребление бактерий перифитоном вторичных отстойников МОСА

| № серии | № опыта | Время водообмена, мин | Поглощение бактерий, кл. |                           |         |                                                   |
|---------|---------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|---------|---------------------------------------------------|
|         |         |                       | млрд за время водообмена | % от исходного количества | млн/мин | млн/минх1 г сух. вещества перифитона <sup>1</sup> |
| 1*      | 1       | 15,7                  | 3,90                     | 68,9                      | 248,4   | 1101,6                                            |
|         | 2       | 10,5                  | 2,90                     | 51,2                      | 276,2   | 1224,8                                            |
|         | 3       | 7,3                   | 1,88                     | 33,2                      | 257,5   | 1141,9                                            |
| 2**     | 1       | 16,8                  | 8,40                     | 52,5                      | 499,9   | 1712,0                                            |
|         | 2       | 10,5                  | 4,10                     | 25,6                      | 389,0   | 1332,0                                            |
|         | 3       | 6,2                   | 1,96                     | 12,3                      | 316,0   | 1082,0                                            |
| 3***    | 1       | 50,2                  | 1,02                     | 16,0                      | 20,4    | 1127,0                                            |
| 4****   | 1       | 28,0                  | 5,48                     | 79,8                      | 195,6   | 1212,3                                            |
|         | 2       | 15,8                  | 4,62                     | 67,3                      | 292,3   | 1811,6                                            |

Примечание. Исходные данные: \*  $T = 21,3^{\circ}\text{C}$ ; ХПК – 48,4 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ ; содержание бактерий –  $9,68 \pm 0,27$  млн/мл; масса перифитона – 225,5 мг; \*\*  $T = 22,5^{\circ}\text{C}$ ; ХПК – 47,8 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ ; содержание бактерий –  $27,35 \pm 0,83$  млн/мл; масса перифитона – 292,05 мг; \*\*\*  $T = 22,6^{\circ}\text{C}$ ; ХПК – 53,3 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ ; содержание бактерий –  $10,9 \pm 0,34$  млн/мл; масса перифитона – 18,1 мг; \*\*\*\*  $T = 22,6^{\circ}\text{C}$ ; ХПК – 49,4 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ ; содержание бактерий –  $11,74 \pm 0,33$  млн/мл; масса перифитона – 161,35 мг.

Наибольшее влияние на питание беспозвоночных оказала скорость потока. Увеличение времени пребывания воды в камере увеличивало и степень ее очистки от бактерий, в то же время при очень малой проточности отмечено торможение интенсивности потребления микроорганизмов, что наблюдалось в опытах серий № 1 и 4. Во всех экспериментах средняя интенсивность потребления бактерий в расчете на 1 г сухого вещества перифитона составила  $1305 \pm 271$  млн кл./мин.

На основании экспериментально полученной величины потребления бактерий и массы перифитона оценили роль последнего в доочистке сточной воды МОСА. Поскольку 1 м<sup>2</sup> субстрата удерживает в среднем 440 г перифитона (по сухому веществу), то за сутки организмами перифитонного сообщества потребляется около  $800 \times 10^{12}$  кл./м<sup>2</sup>, что является достаточно высокой величиной.

Таким образом, высокая скорость роста организмов перифитонного сообщества и способность быстро очищать воду от свободных бактерий позволяют рассматривать перифитон как перспективный объект в системе доочистки стоков. Такая доочистка может производиться в специальных бассейнах или каналах с невысокой скоростью течения воды путем установки в них субстрата с высокоразвитой поверхностью.

Поскольку перифитон, кроме бактериального загрязнения, способен эффективно очищать воду от взвешенных и растворенных органических веществ, аккумулировать тяжелые металлы, то его использование в системе доочистки сточной воды МОСА позволит значительно уменьшить антропогенную нагрузку на водоем-приемник и улучшить санитарно-эпидемиологическое состояние водных ресурсов Республики Беларусь.

1. Гейспиц К. Ф. // Протозоология. 1990. Вып. 13. С. 154.
2. Шубернецкий И. В. // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1984. С. 11.
3. Харламенко В. И. // Микробиология. 1994. Т. 53. С. 165.

Поступила в редакцию 17.10.2002.

**Олег Викторович Трифонов** – младший научный сотрудник НИЛ гидроэкологии.  
**Александр Павлович Остапеня** – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, заведующий НИЛ гидроэкологии.

УДК 595.768.1

О.Л. НЕСТЕРОВА

### ТРОФИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ЖУКОВ-ЛИСТОЕДОВ (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

The trophic connections of leaf-beetles in Belarus fauna were studied. As it appeared the most part of leaf-beetles species are oligophagous. Besides the analysis of genus trophic speciality was made.

Состав фауны листоедов во многом определяется видовым составом растений региона, поскольку для этой группы фитофагов характерна узкая трофическая специализация, т. е. связь конкретных видов с определенными таксонами растений.

Кормовыми растениями для листоедов в условиях Беларуси являются представители 70 семейств, принадлежащих к 4 классам: *Equisetopsida*, *Pinopsida*, *Magnoliopsida* и *Liliopsida*, которые относятся к 3 отделам: *Equisetophyta*, *Pinophyta* и *Magnoliophyta* [1, 2]. Хвощеобразные в кормовой базе листоедов представлены только одним видом *Equisetum arvense* (сем. *Equisetaceae*), на котором питается монофаг *Hippuriphila modeeri*. У голосеменных кормовыми являются растения двух семейств: *Cupressaceae* (*Juniperus*) и *Pinaceae* (*Picea*, *Pinus*, *Larix*), но ими питается очень ограниченный круг листоедов. Это прежде всего монофаг 1-й степени *Calomicrus*