

УДК 579.68

Боголюбский К.А.¹, Дёминов П.А.¹, Медведева И.В.¹, Заводская О.Ф.², Копнина А.Ю.²¹ Московский государственный областной университет² Самарский государственный технический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА БИОЦЕНОЗА АКТИВНОГО ИЛА И СОПУТСТВУЮЩЕЙ МИКРОФЛОРЫ УРУТИ МУТОВЧАТОЙ (MYRIOPHYLLUM VERTICILLATUM)

Аннотация. Изучен видовой состав активного ила и биоценоза урути мутовчатой. Бактериологический посев на плотные питательные среды для выявления сопутствующей микрофлоры показал: 1453 колоний проросло в варианте с активным илом и 496 – в варианте с урутью мутовчатой, что может свидетельствовать о лучшей фильтрационной активности урути мутовчатой. Биоценоз активного ила гораздо более разнообразен по сравнению с биоценозом урути мутовчатой.

Ключевые слова: активный ил, уруть мутовчатая, очистка сточных вод, микрофлора, биоценоз.

K. Bogolyubskii¹, P. Dyominov¹, I. Medvedeva¹, O. Zavodskaya², A. Koptina²¹ Moscow State Regional University² Samara State technical University

COMPARATIVE ANALYSIS OF ACTIVATED SLUDGE BIOCENOSES AND MICROFLORA OF WHORLED WATER MILFOIL (MYRIOPHYLLUM VERTICILLATUM)

Abstract. We have studied the composition of species of activated sludge and biocenosis of *Myriophyllum verticillatum*. Bacteriological cultivation on a solid breeding ground for the detection of the associated microflora has shown: 1453 colonies sprouted in the activated sludge and 496 – in *Myriophyllum verticillatum*, which indicate a better filtration activity of whorled water milfoil. The biocenosis of the activated sludge is more variable than that of *Myriophyllum verticillatum*.

Keywords: activated sludge, *Myriophyllum verticillatum*, purification of waste waters, microflora, biocenosis.

Техногенные загрязнения водоёмов приводят к нарушениям естественной жизнедеятельности гидроэкосистемы, эвтрофикации, уменьшению биологического разнообразия [1]. Природный водоём представляет собой сбалансированную экосистему, в которой дей-

© Боголюбский К.А., Дёминов П.А., Медведева И.В., Заводская О.Ф., 2014.

ствуют механизмы самоочищения. В гидроэкосистеме очистка воды происходит в результате протекающих физико-химических и биохимических процессов с участием гидробионтов: растений и животных. Актуальной задачей является их изучение и сохранение [2]. В естественных и техногенных гидроэкосистемах организмы, относя-

щиеся к различным таксономическим единицам (от видов до царств), выполняют важнейшую функцию – очистку воды биологическим методом. Она основана на биохимическом и физиологическом самоочищении при интенсивном протекании процессов биологического окисления [9].

В последние десятилетия изучение механизмов биологической очистки сточных вод характеризуется всё более глубокой детализацией. На сегодняшний день биоочистка различными методами применяется почти во всех странах мира как один из наиболее широко используемых способов очистки сточных вод для средних и больших групп населения [8]. Как известно, активный ил (англ. – *activated sludge*) представляет собой искусственно выращиваемый биоценоз при аэрации осветленных сточных вод, населенный бактериями, простейшими и многоклеточными животными, которые трансформируют загрязняющие вещества и очищают сточные воды в результате впитывания, окисления, поедания. Активный ил биоокислителей формируется под влиянием химического состава обрабатываемой сточной воды, растворенного в ней кислорода, температуры, рН и окислительно-восстановительного потенциала [7]. Бактерии, склеивающиеся в хлопья, выделяют в среду ферменты, разрушающие органические загрязнители. Ил с хлопьями оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, жгутиковые, амёбы, коловратки и другие микроскопические объекты, пожирая бактерии, не слипшиеся в хлопья, тем самым омолаживают бактериальную массу ила. В естественных гидробиоценозах очищение вод в значительной

степени определяется растительными и животными организмами, в том числе микрофлорой, формирующей биоконтакты вокруг водных растений.

Кроме классической схемы биологической очистки с использованием активного ила, в настоящее время одним из перспективных направлений в развитии биоочистки является фитотехнология. *Фитотехнология* – метод очистки сточных вод, основанный на использовании процессов природной самоочистки водных объектов, с использованием высшей водной растительности (ВВР), водной микрофлоры и микроорганизмов [3]. На базе кафедры «Химической технологии и промышленной экологии» Самарского государственного технического университета на протяжении нескольких лет ведутся исследования возможности очищения природных и сточных вод с помощью высших водных растений. В качестве одного из тест-объектов используется *уруть мутовчатая* *Myriophyllum Verticillatum L.*, сем. Сланоягодниковые, которая очень распространена в водоемах Самарской области. В результате проведенных экспериментов было установлено, что данное растение способно извлекать из воды ряд компонентов со значимой эффективностью: железо (III) – 70-75 %, бензол – 93-97%, сульфат-ионы – 30-40%, хром (VI) – 40-50% [4-6].

Для обеспечения достоверности прохождения процесса очистки именно за счет работы урути мутовчатой были разработаны искусственные модели растения, которые представляют собой волокнистый материал, закрепленный на носителе (провода, пластик). Использование искусственных моделей, содержащих длительное

Таблица

Сравнение видового состава биоценоза активного ила и сопутствующей микрофлоры урути мутовчатой (*Mugilophyllum verticillatum*)

| Видовой состав | Активный ил | Уреть мутовчатая |
|-----------------------------------|-------------|------------------|
| <i>Amoeba limax</i> | + | - |
| <i>Amoeba proteus</i> | + | - |
| <i>Amphileptus carchesii</i> | + | - |
| <i>Arcella vulgaris</i> | + | - |
| <i>Aspidisca costata</i> | + | - |
| <i>Beggiatoa alba</i> | + | - |
| <i>Bodo</i> sp. | + | - |
| <i>Callidina vorax</i> | + | - |
| <i>Carchesium spectabile</i> | + | - |
| <i>Cathypna luna</i> | + | + |
| <i>Chironomus</i> sp. | - | + |
| Chlorophyta | - | + |
| <i>Cinetochilum margaritaceum</i> | + | - |
| <i>Cladotrix dichotoma</i> | + | - |
| <i>Coleps uncinatus</i> | + | - |
| <i>Colpidium colpoda</i> | + | - |
| <i>Daphnia magna</i> | - | + |
| Diatomeae | + | + |
| <i>Epistylis splicatilis</i> | + | - |
| <i>Euplotes haron</i> | + | + |
| <i>Hydracarina</i> | + | - |
| <i>Litonotus lamella</i> | + | - |
| <i>Nais</i> sp. | + | - |
| <i>Nematoda</i> sp. | + | + |
| <i>Notommata ansata</i> | + | + |
| <i>Oicomonas mutabilis</i> | + | - |
| <i>Opercularia coarctata</i> | + | - |
| <i>Opercularia glomerata</i> | + | + |
| <i>Oxytricha pellionella</i> | + | - |
| <i>Pamphagus hyalinus</i> | + | - |
| <i>Paramecium caudatum</i> | + | - |
| <i>Philodina roseola</i> | + | - |
| <i>Podophrya fixa</i> | + | - |
| <i>Podura</i> | + | - |
| <i>Psichoda</i> | + | - |
| <i>Sphaerotilus natans</i> | + | - |
| Spirochaetales | + | + |
| <i>Stentor polymorphus</i> | - | + |
| <i>Stylonychia pustulata</i> | + | - |
| <i>Thiothrix nivea</i> | + | - |
| <i>Vibrio</i> | + | + |
| <i>Vorticella convallaria</i> | + | + |
| <i>Vorticella microstoma</i> | + | + |
| <i>Zooglea ramigera</i> | - | + |

время совместно с растением, позволило сделать вывод о возможности очистки воды микроорганизмами и бактериями, закрепленными на поверхности растения или его модели. Эффективность очистки с помощью микроорганизмов составила: железо (III) – 27-30 %, бензол – 90-94 %, сульфат-ионы – 23-25 %, хром (VI) – 17-20 % [4-6].

Как следствие, следующим этапом научной работы было определение видового состава микроорганизмов, находящихся на поверхности урути мутовчатой и проведение сравнительного анализа состава биоценоза активного ила и сопутствующей микрофлоры урути мутовчатой. Для выявления особенностей состава микроорганизмов в техногенных и естественных гидробиоценозах было осуществлено сравнение состава биоценоза активного ила и сопутствующей микрофлоры урути мутовчатой. С этой целью было проведено изучение образцов проб активного ила и урути мутовчатой в живом состоянии методами «раздавленная» и «висячая» капля; проведён бактериологический посев на плотные питательные среды для выявления сопутствующей микрофлоры с последующим сравнением полученных данных о видовом составе биоценозов.

Исследование проводилось на базе микробиологической лаборатории Московского государственного областного университета. Изучение объектов методами «раздавленная» и «висячая» капли проводилось при оптическом увеличении 40х при светлопольной микроскопии и в фазовом контрасте с 5-кратной биологической повторностью в опытах и 4-кратной аналитической. Бактериологический

посев производился на простой агар в чашки Петри методом штриховой разводки и посева шпателем с 5-кратной биологической повторностью в опытах и 4-кратной аналитической. Видовой состав биоценоза активного ила и сопутствующей микрофлоры урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) представлен в сравнительной табл.

Бактериологический посев показал, что при культивировании на простом агаре в течение 24 часов – среднее число колоний сопутствующей микрофлоры урути мутовчатой составило 496, а в надыловой жидкости – 1453. Бактериальная флора биоценоза урути мутовчатой в 3 раза менее многочисленна, чем микрофлора биоценоза активного ила. Это свидетельствует о высокой фильтрационной способности высших водных растений на примере урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*). Полученные данные расширяют представления о видовом составе обитателей иловых отложений и биоценоза урути мутовчатой как биологических фильтраторов. Проведённая работа по изучению видового разнообразия сопутствующей микрофлоры в живом состоянии позволяет в дальнейшем оценить степень эффективности биологической очистки загрязнённых вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учебное пособие. – М.: Академия, 2005. – 763 с.
2. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Заводская О.Ф., Копнина А.Ю. Изучение возможности извлечения урутью мутовчатой поллютантов из сточных вод //

- Техногенная и природная безопасность: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2013. – С. 55-60.
4. Заводская О.Ф., Копнина А.Ю. Исследование процесса фитоочистки воды, загрязненной сульфат-ионами, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) // Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных систем: сб. статей междунар. науч.-практич. конф. – Пенза: ПГСХА, 2011. – С. 96-100.
 5. Копнина А.Ю., Колестников А.Г. Использование процесса фитоочистки воды, загрязненной ионами металлов, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. IV Всероссийской науч.-практич. конф. – Саратов: РИО СГТУ, 2009. – С.35–37.
 6. Максина Е.В., Заводская О.Ф. Фиторе-медиация воды, загрязненной ионами хрома, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) // Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике (II Междунар. науч.-практич. конф. молодых ученых, Белгород, 11-13 октября 2011 г.). – Белгород: БелГУ, 2011. – С. 149.
 7. Микробиология: учебно-методическое пособие для студентов биолого-химического факультета / Т.А. Снисаренко, И.В. Медведева, А.П. Дубровин и др. – М.: МГОУ, 2012. – 129 с.
 8. Новиков Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
 9. Черкес Ф.К., Богоявленская М.Б., Бельская Н.А. Микробиология. – М.: Медицина, 1987. – 290 с.