

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. БРЕСТА

*Кароза С.Э.*

*Учреждение образования «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина», г. Брест, РБ, [zoology@brsu.brest.by](mailto:zoology@brsu.brest.by)*

The results of studies of the effects of various factors on the situation sewage sludge in Brest are provided in the article. The influence of ratio volume of return activated sludge and waste water, oxygen concentration and effluent of various enterprises have been studied there. The recommendations have been developed on improvement of sewage treatment plants.

### **Введение**

Повышение темпов урбанизации ведет к закономерному увеличению объемов потребляемой воды и, соответственно, количества бытовых и промышленных стоков. Они поступают на очистные сооружения, где очищаются до заданных показателей и сбрасываются после естественной доочистки в биопрудах в реки. Наиболее значимой стадией дезинтоксикации стоков является биологическая очистка в аэротенках при помощи комплекса прокариотических и эукариотических организмов, которые образуют искусственный биоценоз активного ила. Его состав индивидуален для каждого очистного сооружения, так как он зависит и от объемов стоков, и от соотношения различных химических веществ в них [1]. При нормальной работе очистных сооружений этот искусственный биоценоз является достаточно устойчивым.

Но в определенных критических условиях устойчивость такого биоценоза может нарушаться, что проявляется во вспухании ила, его выносе из вторичных отстойников в биопруды и ухудшении качества очистки воды. В последнее время это спорадически происходит на очистных сооружениях г. Бреста. Причины этого явления могут быть разными, и точно определить их сложно, так как стоки разных источников смешиваются, и суммарный состав даже в течение суток может сильно изменяться [2].

### **Цели и задачи исследования**

Целью исследований было определение возможных причин спорадического ухудшения состояния активного ила очистных сооружений г. Бреста и разработка рекомендаций по улучшению работы этих предприятий.

Для этого были поставлены следующие задачи: провести гидробиологический анализ текущего состояния активного ила; экспериментально проверить влияние соотношения возвратного активного ила и сточных вод и условий аэрации; определить влияние сточных вод различных предприятий г. Бреста на состояние активного ила; определить химический состав стоков предприятий для выявления наиболее токсичных веществ.

## Объекты и методы исследования

Для гидробиологического анализа нативных препаратов активного ила использовали методы микроскопии раздавленной капли объемом 0,1 мл и окрашенных препаратов с помощью светового бинокулярного микроскопа «Микмед-1». Определение видового состава прокариот и эукариот проводили как с помощью общегидробиологического, так и специализированного определителя [3, 4]. Регистрацию объектов проводили с помощью цифровой фотокамеры «Nicon Coolpix 4500» с микрофотонасадкой. Иловой индекс и скорость оседания определяли в цилиндре объемом 500 см<sup>3</sup>. Визуально оценивали вид и прозрачность надосадочной жидкости [5]. Иловой индекс вычисляли по формуле:  $I = V/d$ , где  $I$  – иловой индекс, см<sup>3</sup>/г;  $V$  – объем осадка, см<sup>3</sup>;  $d$  – масса сухого осадка, г. Дозу ила рассчитывали исходя из общего объема сухого осадка в пробе. Для оценки состояния ила определяли частоту встречаемости отдельных видов организмов на 1 дм<sup>3</sup> и на 1 г. сухого веса активного ила.

Для оценки влияния сточных вод отдельных предприятий в сосуды емкостью 8 л помещали смесь активного ила и сточных вод в соотношении 1 : 2. В эксперимент брали 1,17 дм<sup>3</sup> активного ила и 2,34 дм<sup>3</sup> изучаемых проб сточных вод. Смесь азрировали при помощи аквариумного компрессора Оху Boost APR-300 сутки, так как это согласуется с реальным временем пребывания сточных вод в аэротенках и отстойниках.

## Результаты и обсуждение

Для разработки методики регенерации активного ила были поставлены опыты по регенерации кислородом при отсутствии нагрузки и при смешивании ила со сточными водами. Анализ ила проводился через 1, 2, 5, 7 суток после постановки эксперимента. Его результаты показали, что наибольшая разница проявилась на пятые сутки. Регенерация только возвратного активного ила, без добавления сточных вод, привела лишь к незначительному улучшению его состояния: количество бактериальных нитей уменьшилось, ил приобрел чуть коричневатый цвет, но хлопья ила остались рыхлыми, неструктурированными. Видовое разнообразие составило 12 видов, но численность беспозвоночных была мала. А регенерация ила со стоками в соотношении 3 : 1 заняла меньше времени и оказалась более результативной. Серобактерии практически исчезли, ил структурировался – хлопья стали плотные, темные, видовое разнообразие повысилось: появились зооглеи, Epistylis, круглые и кольчатые черви. Стали преобладать кольчатые черви – аэлозоны, хорошо минерализующие и уплотняющие активный ил. Иловой индекс понизился в 2,96 раза. Таким образом, произошло улучшение состояния ила, однако прирост иловой массы оказался недостаточным.

Результаты оценки влияния стоков предприятий на состояние активного ила оказались неоднозначными. В первой серии активный ил на начальном этапе имел серо-коричневый цвет, седиментационные свойства были немного ниже средних значений (27% осадка), доза была низкой (1,22 г/дм<sup>3</sup>), а иловой индекс (221,3 см<sup>3</sup>/г) выше нормы (60-150 см<sup>3</sup>/г) [6]. Видовое разнообразие составило 14 видов.

После суток культивирования со сточными водами доза ила изменилась незначительно: стоки завода ЖБК и «Савушкина продукта» снизили ее до 1,1 и 1,18 г/дм<sup>3</sup>, а стоки остальных предприятий увеличили: «Агротранс» – 1,32, локомотивное депо – 1,46, «Брестское пиво» – 1,64 (табл.). Седиментационные свойства изменились сильнее, и объем осадка составлял: «Брестское пиво» – 85% (хлопья очень рыхлые, неструктурированные), локомотивное депо – 52%, «Савушкин продукт» – 51%, «Агротранс» – 30%, завод ЖБК – 22%. Максимальное возрастание илового индекса, намного превышающее норму, отмечено для «Брестского пива» (518,3 см<sup>3</sup>/г), «Савушкина продукта» (432,2 см<sup>3</sup>/г) и локомотивного депо (356,2 см<sup>3</sup>/г). На стоках «Агротранса» этот показатель практически не изменился с начала опыта (227,2 см<sup>3</sup>/г), а на стоках завода ЖБК даже улучшился (200 см<sup>3</sup>/г), хотя еще и не достиг нормы.

**Таблица – Видовой состав и численность гидробионтов в циркуляционном активном иле и в опытных смесях со сточными водами предприятий**

№ п/п	Представители биоценоза	Численность гидробионтов на 1 г сухого ила, экз.					
		Начало опыта	Культивирование смеси ила и сточных вод в течение суток				
			Активный ил	Завод ЖБК	«Брестское пиво»	«Савушкин продукт»	«Агротранс»
1.	<i>Thiothrix</i>	870	640	960	1120	720	530
2.	<i>Zooglea ramigera</i>	680	780	1260	740	560	460
3.	<i>Vorticella convalaria</i>	980	1040	430	340	870	1040
4.	<i>Vorticella microstoma</i>	640	750	280	430	460	520
5.	<i>Aspidisca costata</i>	1240	1130	870	960	1170	990
6.	<i>Pamphagus hyalinum</i>	-	95	-	-	-	-
7.	Коловратки	124	340	-	-	230	-
8.	Цисты	-	-	495	420	120	80
9.	<i>Zooflagellata б/цв</i>	1360	1020	1680	1730	990	1220
10.	<i>Lionotus lamella</i>	-	-	143	-	-	230
11.	<i>Arcella vulgaris</i>	430	620	1460	1115	520	390
12.	<i>Opercularia sp.</i>	-	-	-	-	-	80
13.	<i>Stylonychia</i>	140	220	-	-	110	80
14.	<i>Gymnamoeba</i>	-	-	-	220	-	-
15.	<i>Vorticella campanula</i>	-	110	-	-	90	-
16.	<i>Colpidium sp.</i>	230	310	160	84	180	160
17.	<i>Euplotes sp.</i>	255	-	-	95	-	80
18.	<i>Amoeba viridis</i>	160	-	240	-	120	130
19.	<i>Paramecium bursaria</i>	320	-	-	-	-	260
20.	<i>Paramecium caudatum</i>	-	-	-	-	-	-
21.	<i>Epistylis plicatilis</i>	370	260	240	-	220	-
22.	<i>Podophrya fixa</i>	-	86	-	-	-	-
23.	<i>Nematodes sp.</i>	-	86	-	-	-	-
24.	<i>Sphaerotilus natans</i>	-	-	460	230	-	-
25.	Видовое разнообразие	14	15	13	12	14	15
	Иловой индекс, см <sup>3</sup> /г	221,3	200,0	518,3	432,2	177,4	162,2
	Доза ила, г	1,22	1,1	1,64	1,18	1,32	1,46

На видовой состав наиболее неблагоприятное действие оказали стоки предприятий «Савушкин продукт» и «Брестское пиво». На стоках первого увеличилась численность нитчатых бактерий и зооглейных форм, раковинных амёб и уменьшилось количество прикрепленных инфузорий, количество видов снизилось до 13. Это может объясняться или более высокой дозой органических веществ, или воздействием специфических токсикантов. Аналогичные изменения, но выраженные слабее, произошли и на стоках «Савушкин продукт». На стоках остальных предприятий значительных изменений видового состава не произошло, количество видов не изменилось или даже увеличилось до 15 на стоках локомотивного депо и завода ЖБК. Возможно, это говорит о хорошей способности ила перерабатывать небольшие дозы нефтепродуктов.

Во второй серии опытов активный ил на начальном этапе также имел сероватый оттенок. Он оседал достаточно быстро, но неполно (осадок составлял 14,2% исследуемого объема), надосадочная жидкость содержала много хлопьев. Доза ила была очень низкой (0,48 г/дм<sup>3</sup>), иловой индекс был высоким – 295,8 см<sup>3</sup>/г и тоже не укладывался в норму. Видовое разнообразие составляло только 11 видов.

После суток культивирования со сточными водами доза активного ила также изменилась незначительно: стоки «Хлебопродукта» и автобусного парка вообще не изменили ее (0,48 г/дм<sup>3</sup>), а стоки БЭМЗа увеличили до 0,54 г/дм<sup>3</sup>. Седиментационные свойства улучшились во всех пробах, и объем осадка после 30 мин составлял: БЭМЗ – 10,4 %, «Хлебопродукт» – 11%, автобусный парк – 10,4%. В результате улучшился и иловый индекс: БЭМЗ – 192,6 см<sup>3</sup>/г, «Хлебопродукт» – 229,2 см<sup>3</sup>/г, автобусный парк – 216,7 см<sup>3</sup>/г. Ни в одной из проб анализируемые показатели не достигли нормы, что связано с очень плохим исходным состоянием возвратного активного ила из вторичных отстойников, что было хорошо заметно даже визуально (ил был вспухшим с низкой плотностью).

Видовой состав изменился незначительно. Во всех пробах количество видов увеличилось, что может объясняться хорошими условиями аэрации и отсутствием отрицательного влияния стоков данных предприятий на микроорганизмы биоценоза. Даже стоки автобусного парка с визуально высоким содержанием нефтепродуктов были переработаны, и состояние ила при этом улучшилось по сравнению с исходным.

В пробах сточных вод «Савушкин продукт» было обнаружено наличие толуола, неионогенных СПАВ, гидроксикарбоновых соединений, а «Брестское пиво» – только толуол.

### **Выводы**

1. Для нормальной регенерации активного ила необходимо соотношение возвратного ила и стоков не менее 2 : 1 и усиление аэрации.

2. Наиболее токсичными для активного ила из исследованных нами были стоки предприятий «Савушкин продукт» и «Брестское пиво», но установить однозначную связь между содержащимися в них органическими соединениями и токсичностью не удалось.

3. Для улучшения работы очистных сооружений необходима реконструкция с увеличением объема аэротенков и возрастанием мощности компрессорной станции.

### Список использованных источников

1. Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская. – М.: Высшая школа, 1978. – 268 с.
2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 241 с.
4. Фауна аэротенков (Атлас) / Л.А. Кутикова [и др.]; под ред. Л.А. Кутиковой. – Л.: Наука, 1984. – 264 с.
5. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.4.02-84. – Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.
6. Методика проведения технологического контроля работы очистных сооружений городских канализаций. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 229 с.

УДК 59:595.768

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМАХ ПО СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ ГИДРОБИОНТОВ

*Климец Е.П., Мартысюк И.А.*

*Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, РБ, [inna41@TUT.BY](mailto:inna41@TUT.BY)*

The lead estimation of a condition of populations water organisms (*Viviparus viviparus*, *Rana esculenta* and *Salvinia natans*) the closed reservoirs of city of Brest and his vicinities on a level morphological and genetic a homeostasis has shown, as the investigated kinds are markers of quality of water, and stability of development of these kinds criterion of a level of pollution of a reservoir.

### Введение

Использование водных источников должно предусматривать прежде всего оценку качества воды в нем. В настоящее время антропогенное воздействие на водные экосистемы проявляется не только в сбросе сточных вод, но и в виде «вторичного загрязнения», которому особенно подвержены мелководные участки с замедленными процессами водообмена. «Вторичное загрязнение» приводит к резкому повышению уровня трофии, во много раз ускоряя тем самым естественное развитие водоемов.

В процессе сельскохозяйственного производства в природные экосистемы вносятся в больших количествах различные химические соединения. Токсическое действие пестицидов на водные экосистемы проявляется в разнообразных формах, из которых наиболее серьезными, видимо, являются кумуляция токсических веществ в органах и тканях гидробионтов и передача их по трофическим цепям. Это представляет собой реальную опасность как для воспроизводства биологических ресурсов водосмов, так и, в конечном счете, и для здоровья человека [1, с. 61].

При всей важности различных подходов (физические, химические и др.) к оценке состояния любой экосистемы приоритетной является биологическая. Все многообразие воздействий, содержание различных веществ и их концентрацию в водном источнике определить довольно сложно, поэтому при комплексном воздействии факторов наиболее важным представляется получение интегральной информации посредством оценки состояния живых существ водоема.