

монографія / За редакцією академіка УААН Ромащенко М.І. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351 с.

3. Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем: посібник до ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». – Розділ 3. Осушувальні системи). – Київ, 2008. – 63 с.

4. Ромащенко, М.І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату: наукова доповідь-інформація / М.І. Ромащенко, О.О. Собко, Д.П. Савчук, М.І. Кульбіда – Київ: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2003. – 46 с.

5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 1. Украинская ССР. Книга 1. – Ленинград: Гидрометеоиздат. – 1990. – 608 с.

6. Реймерс, Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал «Россия молодая», 1994. – 367 с.

УДК 628.355 : 574.635

## **ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ИЛА АЭРОТЕНКОВ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ МУТАГЕННОЙ ОБРАБОТКЕ**

**Рязанова М.Ю., Чобитько Е.С., Юхневич Г.Г.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, Ryzanova\_MJ@grsu.by

*The mutagenic treatment improves the properties of the activated sludge. It allows to create new versions of bacterial populations that are more resistant to adverse factors. The use of chemical mutagenesis techniques increases the dehydrogenase, catalase and peroxidase activity of microorganisms of the activated sludge.*

### **Введение**

Для очистки сточных вод применяются различные методы: механический, химический, физико-химический, электрохимический, биологический. На подавляющем большинстве очистных сооружений применяется биологическая очистка сточных вод, основанная на способности различных групп микроорганизмов использовать компоненты сточных вод в качестве эффективных источников энергии и материала для построения своего тела. Преимущественное использование данного метода обусловлено особенностями жизнедеятельности микроорганизмов, такими как: широкий спектр удаляемых органических и неорганических соединений, в том числе токсичных; образование простых конечных продуктов (в аэробных условиях – диоксид углерода, нитраты, сульфаты; в анаэробных условиях – метан, аммиак, сероводород); отсутствие вторичного загрязнения воды [1].

Ежегодное увеличение объемов сточных вод и усложнение их качественного состава приводят к возникновению на городских очистных сооружениях ряда проблем: снижение скорости очистки сточных вод, гибель микроорганизмов активного ила, вспухание ила. В настоящее время наиболее распростра-

ненной патологией в мировой практике биологической очистки сточных вод является нитчатое вспухание ила, т.е. увеличение его объема при сохранении или сокращении биомассы по причине разрастания организмов с нитчатой структурой (хламидобактерий, цианобактерий, гифомицетов и др.). При этом наблюдается угнетение и гибель флокулообразующих бактерий активного ила, что резко снижает качество очистки сточных вод.

К мероприятиям, направленным на подавление нитчатого вспухания, относится обработка микрофлоры активного ила химическими мутагенами. Она позволяет получить широкое разнообразие гетеротрофной микрофлоры, часть которой будет соответствовать экологическим параметрам среды, к которым были неустойчивы аборигенные бактерии. Полученные формы бактерий приобретают свойства конкурентно подавлять развитие аллохтонных, патогенных и нитчатых бактерий. Кроме того, обработка химическими мутагенами способствует повышению физиологической активности ила. Положительный эффект мутагенеза определяется правильным выбором мутагена с учетом его токсичности и исходного состояния культуры обрабатываемого ила [2].

Цель исследования – выявить изменения ферментативной активности ила аэротенков городских очистных сооружений при его обработке химическими мутагенами.

#### **Материалы и методы исследования**

В качестве химического мутагена использовали сернистый марганец. Для исключения возможности появления нежелательных мутаций обработке подвергалась незначительная часть активного ила – 0,00001% от общего объема. Отобранный возвратный ил отстаивался и сгущался так, чтобы концентрация его перед обработкой составляла 10 г/м<sup>3</sup>. Сгущенная иловая смесь в открытой посуде устанавливалась в шкаф с вытяжной вентиляцией и аэрировалась непрерывно аквариумным микрокомпрессором. Активный ил до обработки не подкармливался. Для исключения активного действия мутагена на холерный вибрион, который может присутствовать в бытовых сточных водах, рН иловой смеси доводилась при помощи раствора соляной кислоты до 5,8 и аэрировалась в течение двух часов, затем рН повышалась щелочным 2%-м раствором КОН до 7,5 при непрерывной аэрации. В активный ил добавляли сернистый марганец в количестве 10 г/л, затем смесь аэрировалась в течение 18 ч. Затем в активный ил добавляли 40 г глюкозы (подкормка) и ампульные препараты витаминов группы В в концентрации 1,0 см<sup>3</sup> каждого на 1 дм<sup>3</sup> иловой смеси. В этом режиме подращивания ил выдерживали 3-5 ч. Обработанная таким образом иловая смесь выливалась в аэротенк [2]. Обработки (по той же схеме) проводились 3 раза с интервалом 3–4 суток.

Отбор проб активного ила производился из 4-го коридора 4-го аэротенка (в случае определения суммарной дегидрогеназной активности ила) и резервуара возвратного ила (в случае определения каталазной и пероксидазной активности ила). Пробы отбирались до обработки и в процессе трехсерийной обработки активного ила мутагеном.

Биохимическую активность ила – его способность к изъятию и окислению органических примесей сточных вод – оценивают по содержанию в нем ферментов. В качестве показателей изменения биохимической активности ила при мутагенной обработке применяли его каталазную, пероксидазную и суммарную дегидрогеназную активность.

Процесс биологического окисления состоит из множества ступеней и начинается с расщепления органического вещества с выделением активного водорода. Водород передается ферментами дегидрогеназами на цитохромную систему дыхательной цепи ферментов, где соединяется с кислородом, образуя воду (частично перекись водорода). Определение суммарной дегидрогеназной активности ила осуществляли спектрофотометрическим методом, который основан на определении концентрации трифенилформаза (ТТФ), образованного в результате присоединения к трифенилтетразолийхлористому (ТТХ) водорода [3]. При проведении исследований в качестве базового субстрата дегидрогенирования служил комплекс органических веществ сточных вод, в качестве дополнительных субстратов использовали глюкозу, пептон и нефть. Проба, не содержащая дополнительного субстрата, показывает, насколько эффективно происходит окончательное использование сорбированных на иле соединений. Пептон и глюкоза были использованы как легкоокисляемые микроорганизмами органические субстраты, широко распространенные в сточных водах. В городских сточных водах содержится небольшое количество нефти, поступающей с дождевыми водами, поэтому при очистке сточных вод возникают значительные затруднения, т.к. нефть является сложноокисляемым органическим субстратом, препятствующим проникновению кислорода в клетки микроорганизмов.

Каталаза – фермент класса оксидоредуктаз, осуществляющий расщепление перекиси водорода до молекул воды и молекулярного кислорода. Исследование каталазной активности показывает, насколько эффективно происходит обеспечение активной защиты клеточных структур от разрушения под действием  $H_2O_2$ . Активность каталазы определяли по преобразованию ферментом субстрата (пероксида водорода), который способен к образованию окрашенного комплекса с солями молибдата аммония [4].

Пероксидаза составляет антиоксидантную ферментную систему микроорганизмов. Данный фермент осуществляет окисление органических веществ перекисью водорода с образованием молекул воды. Определение пероксидазной активности ила осуществляли спектрофотометрическим методом, основанным на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении гидрохинона за 1 мин. [5].

### Результаты исследований и их обсуждение

Первичная обработка ила сернокислым марганцем вызвала некоторое уменьшение суммарной дегидрогеназной активности ила во всех вариантах опыта. Однако, начиная со второй обработки, наблюдалось постепенное увеличение данного показателя. Максимальное увеличение суммарной дегидрогеназной активности ила за исследуемый период наблюдалось через 3 суток после третьей обработки сернокислым марганцем (таблица 1).

**Таблица 1** – Изменение суммарной дегидрогеназной активности ила аэротенка при обработке сернокислым марганцем, мг ТФФ/мл ила за 3 часа

Стадии мутагенной обработки ила	Субстрат дегидрогенирования			
	вещества сточных вод	+ глюкоза 0,1М	+ пептон 1%	+ нефть
До обработки	0,152	0,286	0,298	0,097
Первая обработка	0,149	0,280	0,297	0,076
Вторая обработка	0,156	0,312	0,303	0,095

Третья обработка	0,164	0,328	0,329	0,126
Через 3 суток после 3 обработки	0,197	0,396	0,398	0,164

Таким образом, суммарная дегидрогеназная активность ила в результате обработки серноокислым марганцем увеличилась без внесения дополнительного субстрата на 30%, при внесении в качестве дополнительного субстрата глюкозы – на 38%, пептона – на 34%, нефти – на 69% в сравнении с исходными значениями.

Первичная мутагенная обработка серноокислым марганцем вызвала увеличение каталазной активности ила. Однако повторное добавление мутагена привело к незначительному снижению данного показателя. В результате последней мутагенной обработки активного ила серноокислым марганцем каталазная активность увеличилась на 17% в сравнении с исходным значением (таблица 2).

**Таблица 2** – Изменение каталазной активности ила аэротенка при обработке серноокислым марганцем

Стадии мутагенной обработки ила	Каталазная активность ила, мкат. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /мл ила за 1 мин.
До обработки	3,62
Первая обработка	3,99
Вторая обработка	3,74
Третья обработка	4,25

В результате первой обработки серноокислым марганцем пероксидазная активность ила снизилась. Однако, начиная со второй обработки, наблюдалось постепенное увеличение данного показателя. Последняя обработка ила мутагеном привела к увеличению пероксидазной активности ила на 6% в сравнении с исходным значением (таблица 3).

**Таблица 3** – Изменение пероксидазной активности ила аэротенка при обработке серноокислым марганцем

Стадии мутагенной обработки ила	Пероксидазная активность ила, опт.ед./мл ила за 1 мин.
До обработки	1,32
Первая обработка	0,78
Вторая обработка	1,18
Третья обработка	1,40

### **Заключение**

Таким образом, биохимическая активность ила аэротенков городских очистных сооружений при его мутагенной обработке серноокислым марганцем увеличивается. Однако для разных ферментов эффективность мутагенной обработки активного ила неодинакова. Максимальная эффективность мутагенной обработки ила наблюдается для суммарной дегидрогеназной активности, при этом наиболее эффективна мутагенная обработка при разложении ферментом сложных органических веществ.

### **Список литературы**

1. Кузнецов, А.Е. Научные основы экобиотехнологии (учебное пособие для студентов) / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова. – М.: Мир, 2006. – 504 с.: ил.
2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Кузнецов, С.И. Методы изучения водных микроорганизмов / С.И. Кузнецов, Г.А. Дубинина. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
4. Дубинина, Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток. Жизнь и смерть, созидание и разрушение / Е.Е. Дубинина. – С.-Пб., 2006. – 393с.
5. Методы общей бактериологии: пер. с англ. / Под ред. Ф. Герхардта [и др.]: в 3-х томах. – М.: Мир, 1984. – Т.2. – 472 с., ил.

УДК 504.4.062.2 (476)

## **ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ ВОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ**

**Санец Е.В., Кадацкая О.В., Овчарова Е.П.**

Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, elena-sanets@yandex.ru

*The main indicators of water use in cities of Belarus are considered in the article. They are: sufficiency of water resources, total water intake per capita, proportion of groundwater in total water intake per capita, domestic water consumption per capita.*

### **Введение**

Для развития современного города необходимо природно-ресурсное обеспечение, определяющее качество жизни в городской среде, которое обуславливается не только наличием материальных средств, но и наличием природных ресурсов, в том числе водных. Оценка водных ресурсов предполагает выработку целостного видения водных ресурсов страны (региона, города) с точки зрения их использования обществом. При этом рассматриваются количественные показатели водопользования, качественные характеристики поверхностных и подземных вод, определяются основные проблемные вопросы и потенциальные конфликты в сфере водных ресурсов, их острота и социальные последствия, а также анализируется вероятность таких экстремальных ситуаций, как наводнения и засухи.

### **Основная часть**

Город представляет собой место, где сталкиваются интересы различных групп водопользователей и существенно обостряются проблемы, связанные с водными ресурсами. Его устойчивое развитие напрямую зависит от количества, качества и характера использования природных вод. При этом гарантированное обеспечение города водными ресурсами обуславливается прежде всего их доступностью, а рациональное использование – характером современного городского водопользования.