

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что существует тесная положительная связь между активностями Г6ФДГ и ГР ($r=0,69$, $p<0,05$), а также между содержанием GSH и активностью Г6ФДГ ($r=0,73$, $p<0,05$). Таким образом, при совместном действии НТ и ИУ пул GSH в листьях ячменя пополняется за счет восстановления его окисленной формы с помощью ГР, и в данном процессе важная роль принадлежит ферменту Г6ФДГ.

Литература

1. Alscher R.G. // *Physiol Plantarum*. – 1989. – Vol. 77, N 3. P. 457 – 464.
2. Smith I.K., Vierheller T.L., Thorne C.A. // *Physiol. Plantarum*. – 1989. – Vol.77, № 3. – P. 449–456.
3. Singh S., Anand A., Srivastava P.K. // *International Journal of Plant Physiology and Biochem.* – 2012. – Vol. 4(1). – P.1–19.
4. Gechev T., Gadjev I, Van Breusegem F. et al. // *Cell. Mol. Life Sci.* 2002. Vol. 59, № 4. P. 708–714.
5. Шалыго Н.В., Щербачев Р.А., Доманская И.Н. и др. // *Физиол. и биохим. культ. раст.* – 2007. – Т. 39, № 3. – С. 264–270.
6. Войцековская С.А. // *Вестн. ТГПУ*. – 2006. – Вып.6, №57. – С. 52–54.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕТОКСИКАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Игнатенко А.В.

*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Беларусь*

Загрязнение сточных вод промышленных предприятий токсичными веществами, главным образом тяжелыми металлами (ТМ), нарушает работу городских очистных сооружений, приводит к гибели микроорганизмов активного ила и ухудшает качество очистки сточных вод (СВ). Контроль эффективности очистки СВ являются актуальной задачей водоочистки и повышения экологической безопасности окружающей среды [1, 2].

Типовая схема городских очистных сооружений, включающая механическую очистку СВ от мусора, песка на решетках, песколовках, седиментационную очистку в первичных отстойниках, биохимическую очистку СВ активным илом в аэротенках, седиментационную очистку от активного ила

во вторичных отстойниках, а также обезвоживание осадков, не предусматривает специальной очистки СВ и осадков от токсичных веществ, а также методов контроля их детоксикации. Предложенный нами биосорбционно-биокоагуляционный способ детоксикации сточных вод в первичных отстойниках с помощью избыточного активного ила, позволяет в 5–6 раз снизить уровень токсичности СВ и уменьшить детоксицирующую нагрузку на микроорганизмы активного ила аэротенка [2].

Цель работы – анализ эффективности процессов детоксикации сточных вод в процессе их очистки на городских очистных сооружениях.

Объектами исследования служили сточные воды Минской очистной станции (МОС), отобранные на разных стадиях их очистки. В качестве модельных растворов токсичных веществ использовали соли отдельных ТМ и органических веществ в концентрациях 10^{-1} – 10^{-9} М.

В качестве тест-культуры для оценки токсичности СВ использовали клетки микроводоросли *E. gracilis* из коллекции кафедры биотехнологии и биоэкологии БГТУ. Индекс токсичности (ИТ) СВ определяли методом биотестирования подвижности клеток *E. gracilis*, как описано ранее [3]. Полученные результаты измерений обрабатывали статистически, используя программное обеспечение Microsoft Excel.

На рис. 1 приведена дозная зависимость изменения относительной подвижности клеток (В) от $\lg C$ для отдельных ТМ.

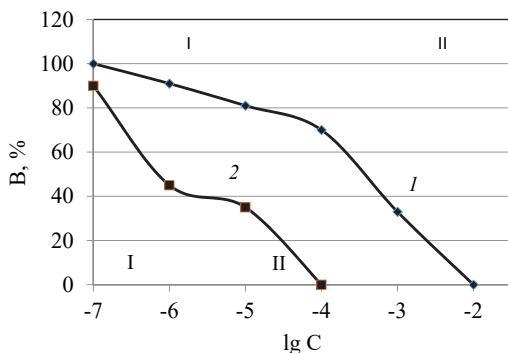


Рис. 1 – Изменение относительной подвижности клеток микроводоросли *E. gracilis* в зависимости от $\lg C$ ионов ТМ: 1 – Cr^{6+} ; 2 – Cd^{2+}

Как видно из рис.1, наблюдаются две фазы токсичного действия ТМ на подвижность клеток: обратимое и необратимое ингибирование (I), гибель клеток (II) при высоких концентрациях ТМ. Аналогичные зависимости наблюдаются для других токсикантов. Полученные данные говорят о

высокой чувствительности *E. gracilis* к токсичным веществам и позволяют их использовать для биотестирования СВ.

На рис. 2 приведены результаты анализа изменения ИТ СВ на разных стадиях их очистки на МОС. Относительная погрешность измерений ИТ не превышала 15%. Наблюдаемый уровень токсичности СВ МОС относится к среднему ($20\% \leq \text{ИТ} \leq 50\%$) [3].

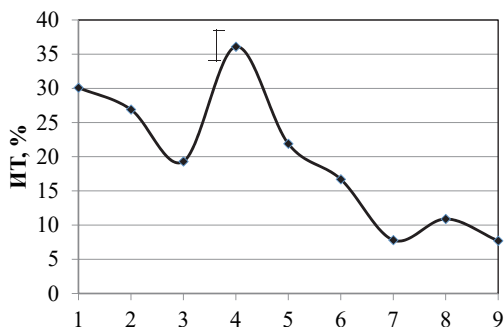


Рис. 2 – Изменение индекса токсичности сточных вод МОС на разных стадиях их очистки: 1 – решетки; 2 – песколовки; 3 – первичный отстойник; 4 – 7 – коридоры аэротенка (1–4); 8 – вторичный отстойник; 9 – выпуск воды с МОС

После удаления грубодисперсных веществ на стадии механической очистки СВ ИТ изменялся слабо (10%). После первичного отстойника ИТ СВ уменьшался на 20%. Основная доля снижения токсичности СВ приходится на аэротенки (70–80%). Все стадии биоочистки СВ в них условно можно разделить на фазы, протекающие в 4-х коридорах аэротенка [1, 3].

В 1-м коридоре, куда подается на регенерацию избыточный АИ из вторичных отстойников, количество органики не велико и происходит доокисление сорбированных на АИ трудно разлагаемых веществ. При этом наблюдается значительное увеличение ИТ СВ. Одновременно протекают процессы гибели старых и образование молодых клеток.

Во 2-м коридоре при смешивании АИ с СВ, богатыми органикой, осуществляется быстрая адсорбция веществ клетками АИ, что сопровождается падением ИТ СВ. Далее следуют более медленные стадии: выброс ферментов, расщепление биополимеров и транспорт веществ внутрь клеток с последующим их катаболизмом, анаболизмом и размножением АИ.

В 3-м коридоре хлопья АИ распадаются, число одиночных клеток растет и увеличивается соотношение их площади поверхности к объему, что

необходимо для транспорта органических веществ и интенсификации размножения клеток. Все это приводит к дополнительному снижению ИТ СВ.

В 4-м коридоре аэротенка, а также во вторичных отстойниках концентрация доступной органики минимальна, клетки вынуждены голодать, объединяться в ассоциаты с помощью выделяемых ими веществ. Это вызывает увеличение связывания токсикантов, снижение ИТ и образование хлопьев АИ.

На выходе очистных сооружений ИТ не превышал 10%, что указывает на удовлетворительную степень очистки СВ. При залповых выбросах ТМ в СВ индекс токсичности может возрастать до 20%.

Полученные результаты указывают на то, что метод биотестирования подвижности клеток достаточно прост, информативен и чувствителен к токсичным веществам, что позволяет его рекомендовать для оценки эффективности детоксикации СВ на городских очистных сооружениях.

Литература

1. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2010. – Т. 1. 629 с.; Т. 2. – 485 с.
2. Игнатенко, А. В. Биосорбционно-биокоагуляционная детоксикация сточных вод микроорганизмами активного ила / А. В. Игнатенко // Труды БГТУ. – № 4. Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2015. – С. 262–266.
3. Сазановец, М. А. Анализ детоксикации водных сред методом биотестирования / М. А. Сазановец, А. В. Игнатенко // Труды БГТУ. – № 4. Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2014. – С. 179–182.

ДЕЙСТВИЕ β -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНА ХИТИНАЗЫ В РАСТЕНИЯХ ЯЧМЕНЯ И ТОМАТОВ

**Кабашникова Л.Ф., Макаров В.Н., Абрамчик Л.М.,
Сердюченко Е.В., Савченко Г.Е., Шибытко Н.Л.**

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН
Беларуси», Минск, Беларусь*

Одним из эффективных средств иммунной защиты растений от патогенной атаки является β -аминомасляная кислота (β -АМК), которая как