

БИОРЕЦЕПТОРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И БИОПЛЁНКИ АКТИВНОГО ИЛА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СТОЧНЫХ ВОД

Перчиков Р.Н., студент 2 курса магистратуры кафедры химии

Научный руководитель – Харьковская А.С.,

кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО Тульский государственный университет

Ключевые слова: Биоплёнка, графито-пастовый электрод, биосенсор, экологический мониторинг, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), углеродные нанотрубки (УНТ)

Разработан биосенсор для экологического мониторинга окружающей среды, на основе графито-пастового электрода и биоплёнки ассоциации микроорганизмов активного ила. Разработанный сенсор чувствителен к широкому кругу субстратов, время единичного анализа не более 5 минут.

Введение. Современным подходом к детекции суммы легкоокисляемых органических соединений, которая нормируется по показателю БПК, является использование биосенсоров, основанных на применении медиаторов электронного транспорта [1]. Использование таких аналитических приборов позволяет миниатюризировать, и увеличить экспрессность анализа в отличие от стандартного метода, который составляет 5 суток [2]. Как правило, для формирования БПК-биосенсоров используют монокультуры [3] или комбинации [4] микроорганизмов, либо активный ил [5]. Важно отметить, что при создании БПК-биосенсора формируют биопленки, так как при этом достигается высокая устойчивость к негативным для микроорганизмов факторам воздействия компонентов пробы и стабильность во времени – будет использовано для создания чувствительных и стабильных сенсорных систем. Кроме того, применение микроорганизмов, способных образовывать электроактивные биопленки, позволяет отказаться от введения экзогенного медиатора электронного

транспорта, что значительно упростит и удешевит аналитическую систему.

Цель работы. Целью данной работы является разработка биосенсорного устройства для раннего предупреждения о загрязнении природных вод.

Результаты исследований. В работе для создания биорецепторного элемента БПК-биосенсора использовали бактерии активного ила, так как он применяется для стандартного метода анализа БПК [2], что обуславливает высокую корреляцию данных биосенсора с результатами классического метода. Для проведения анализа БПК одним из важнейших факторов является возможность регистрировать биохимическое окисление широкого спектра органических субстратов, поэтому была исследована субстратная специфичность биосенсоров на основе созданных систем (рис. 1).

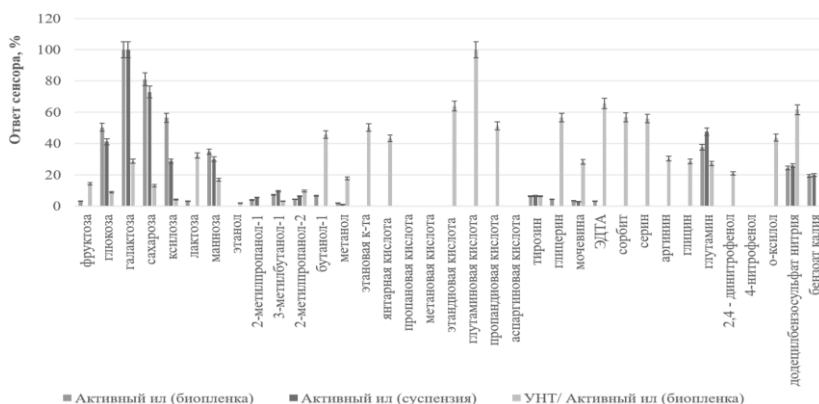


Рис. 1 - Сравнение субстратной специфичности биосенсоров на основе биопленок и суспензии активного ила.

Проанализировав субстратную специфичность можно сделать вывод о том, что профиль окисления субстратов изменяется при использовании от суспензии микроорганизмов к электроактивной биопленке. Биосенсор на основе биопленки активного ила и УНТ позволяет расширить субстратную специфичность, что обеспечивает правильность результатов анализа БПК. Увеличение количества окисляемых субстратов при использовании электроактивной биопленки

связано с более эффективным взаимодействием внеклеточных редокс-активных полимерных веществ с ферментными системами микроорганизмов по сравнению с использованием экзогенных медиаторов электронного транспорта.

Водородный показатель среды является одним из факторов, влияющих на активность клеточных ферментов и чувствительность биорецептора к различным субстратам. В работе исследовано изменение окислительной активности клеток бактерий активного ила в виде биопленок и свободно живущих микроорганизмов, при варьировании pH от 5,6 до 7,8.

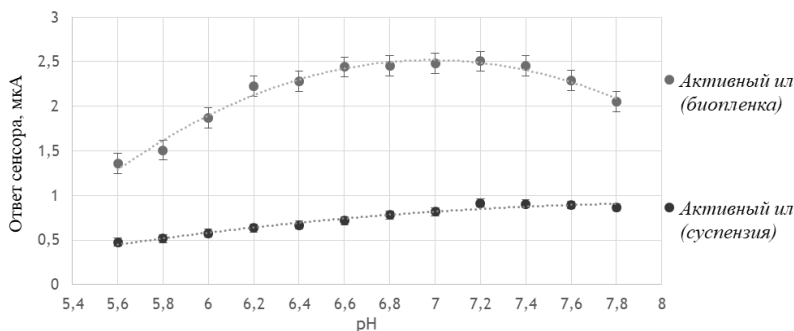


Рис. 2 - Зависимость ответа биосенсора на основе суспензии микроорганизмов и биопленки активного ила от pH среды

Показано, что максимальные ответы биосенсоров на основе биопленки клеток активного ила наблюдаются в интервале pH 6,6–7,2. Необходимо отметить, что микроорганизмы в составе биопленок проявляют большую физиологическую активность в данном диапазоне pH, чем микроорганизмы в суспензии.

Вывод. В работе сформированы электроактивные биопленки активного ила, выращенного на поверхности графитопастового электрода. Анализ субстратной специфичности и зависимости ответа сенсора от pH показывает возможность проводить анализ практически любых образцов поверхностных вод.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, номер гранта № МК-4815.2022.1.4.

Библиографический список:

1. Chadha U. et al. Recent progress and growth in biosensors technology: A critical review //Journal of Industrial and Engineering Chemistry. – 2022.
2. ISO 5815-1:2003, 2003. Water Quality – Determination of Biochemical Oxygen Demand after N Days (BOD_n) - Part 1: Dilution and Seeding Method with Allylthiourea Addition.
3. Zhao L. et al. Microbial BOD sensors based on Zr (IV)-loaded collagen fiber //Enzyme and Microbial Technology. – 2017. – Т. 98. – С. 52-57.
4. Юдина Н.Ю. и соавт. Биосенсор на основе кокультуры дрожжей для определения уровня загрязнения сточных вод // Ферментная и микробная технология. – 2015. – Т. 78. – С. 46-53.
5. Niyomdech S. et al. A novel BOD biosensor based on entrapped activated sludge in a porous chitosan-albumin cryogel incorporated with graphene and methylene blue //Sensors and Actuators B: Chemical. – 2017. – Т. 241. – С. 473-481.

BIOPRESCRIPTION ELEMENT BASED ON ACTIVATED SLUDGE BIOFILM FOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF WASTEWATER

Perchikov R.N.

Keywords: *Biofilm, GPE, biosensor, environmental monitoring, BOD₅, CNT*

A biosensor for ecological monitoring of the environment has been developed, based on a graphite-paste electrode and a biofilm of an association of activated sludge microorganisms. The developed sensor makes it possible to determine a wide range of substrates in 5 minutes.