

УДК 543.31

ПРИМЕНЕНИЕ ИММОБИЛИЗОВАННЫХ В КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ АССОЦИАЦИЙ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ИНДЕКСА БПК И ТОКСИЧНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД

*А.С. Харьков**Тульский государственный университет, Тула, Россия*

Индекс биохимического потребления кислорода (БПК) и индекс токсичности являются важными интегральными показателями качества природных вод и позволяют оценить условия обитания полезных гидробионтов. Стандартные методы анализа указанных показателей требуют значительное время контакта тест-объектов с пробой, что снижает оперативность мониторинга, поэтому разработка устройств экспресс-оценки токсичности и индекса БПК актуальны. Целью данного исследования является формирование рецепторных систем для оценки указанных показателей. Среди разных подходов разработки экспресс-устройств, использование биоматериала совместно с амперометрическим преобразователем наиболее эффективно [1]. Такие системы основаны на генерации биокаталитического тока за счет передачи к поверхности преобразователя электронов, образующихся в результате контакта биоматериала с поллютантами, с помощью окислительно-восстановительных соединений (медиаторов) [2, 3]. Данный подход позволяет миниатюризировать аналитическую систему, проводить анализ в анаэробных условиях [2, 3]. Основными задачами формирования экспресс-устройств являются выбор биоматериала, чувствительного к поллютантам пробы на основе ассоциаций микроорганизмов, и выбор эффективного сопряжения с преобразователем, за счет использования композитных материалов.

Установлено, что для определения БПК наибольшим биотехнологическим потенциалом обладает ассоциация *B. adenivorans* и *O. polymorpha*, а для оценки токсичности – *P. yeii* и *S. cerevisiae*. Указанные комбинации микроорганизмов обладают сходными ростовыми параметрами, близкими удельными скоростями роста, стабильностью микробного состава при биосенсорном анализе: соотношение количества жизнеспособных клеток в ассоциации не изменялось от первоначально заданного в течение 15 и 4 суток, соответственно. Методами циклической вольтамерометрии, амперометрии и импедансной спектроскопии выбраны составы композитов для иммобилизации ассоциаций: модифицированный нейтральным красным хитозан совместно с УНТ для *O. polymorpha* и *B. adenivorans*, а для второй ассоциации модифицированный нейтральным красным БСА (Массовые доли нейтрального красного в композите 16 и 4,3 % для БСА и хитозана, соответственно).

Нижняя граница определяемых концентраций разработанного биорецептора для определения БПК составляет 0,6 мг/дм³, что позволяет проводить анализ проб, значение БПК которых ниже ПДК, при этом время единичного замера составляет 4–5 минут. Разработанный рецепторный элемент для оценки токсичности по чувствительности к ионам Ni²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺ и к фенолу превосходит биосенсоры-аналоги [3] (концентрации токсикантов, вызывающие снижение активности рецепторного элемента на 50 % составляют 9,4; 3,2; 7,6 и 7,5 мг/л, соответственно), при этом время единичного замера 10 минут. Рецепторные элементы прошли апробацию на образцах поверхностных вод Тульской области и городского округа Ступино. Высокие аналитические возможности рецепторных систем в перспективе позволяют их использовать в качестве прототипов экспресс-анализаторов 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.

Литература

1. V.A. Arlyapov, Y.V. Plekhanova, O.A. Kamanina, H. Nakamura, A.N. Reshetilov // Biosensors. 2022. V. 12. I. 10. N. 842.
2. C. Zhao, G. Wang, M. Sun, Z. Cai, Z. Yin, Y. Cai // Fibers and Polymers. 2021. V. 22. P. 1208–1217.
3. D. Yu, J. Li, Z. Kang, L. Liu, J. He, Y. Fang, H. Yu, S. Dong // Analyst. 2020. V. 145. I. 15. P. 5266–5272.