

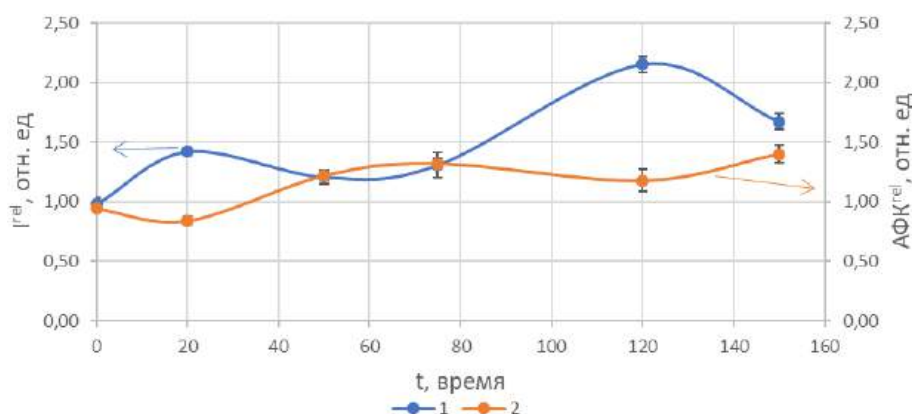


Рис. 1. Зависимость относительной интенсивности биолюминесценции биферментной системы (I^{rel} , отн. ед) и относительного содержания АФК ($АФК^{rel}$, отн. ед) от времени (t , минуты) в растворах $Th(NO_3)_4$ ($C = 10^{-6}$ М)

Список литературы

1. Студопедия. Факторы и группы токсичности радионуклидов. – https://studopedia.ru/2_5924_faktori_i_gruppi_toksichnosti_radionuklidov.html.
2. Семенова А.Ю., Малько С.В. Биоиндикация и биотестирование загрязнений природной среды: курс лекций / Керченский государственный морской технологический университет. – Керчь : КГМТУ, 2020. – 23 с.
3. Колесник О.В., Рожко Т.В., Лапина М.А., Соловьёв В.С., Сачкова А.С., Кадышева Н.С. // MDPI. Bioengineering. – 2021. – Т. 8. – № 194. – С. 1–13.

СМАРТФОН-ОРИЕНТИРОВАННОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ ПЕСТИЦИДА КАРБОФУРАНА С ПОМОЩЬЮ ПОЛИМЕТАКРИЛАТНОГО КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО СЕНСОРА

К. В. Серебряков, Б. С. Митупов

Научный руководитель – д.х.н., профессор ОХИ ИШПР ТПУ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
kvs23@tpu.ru

Масштабное использование пестицидов с карбаматным фрагментом молекулы, например, пестицида карбофурана (КБФ) становится растущей проблемой для окружающей среды и здоровья населения. Разработка быстрых и точных методов детектирования таких пестицидов во внелабораторных условиях является актуальным направлением в области контроля объектов окружающей среды. Предложен смартфон-ориентированный способ для обнаружения карбофурана после экстракции неводными растворителями или поверхностного смыва как в лаборатории, так и во внелабораторных условиях. Основанный на механизме цифровой обработки изображения колориметрического сенсора сигнал интенсивности резко уменьшается в присутствии следовых количеств карбофурана

и демонстрирует сверхбыстрый отклик (10 с), высокую чувствительность и селективность, а также стабильность получаемых результатов во времени. Кроме того, разработано программное обеспечение для смартфона, основанное на значениях суммарной и индивидуальной интенсивности колориметрических характеристик цифрового изображения красного/зеленого/синего (RGB) каналов, которое впервые использовано для реализации количественного колориметрического определения карбофурана без его гидролиза в режиме реального времени во внелабораторных условиях.

Для практического применения совместно использованы приложение для смартфона (средство распознавание цвета изображения в реальном времени) и цифровое изображение

пластинки ПММ с экстрагированным КБФ, для формирования набора численных значений RGB (красный/зеленый/синий) каналов в режиме реального времени. Определение включает в себя распознавание изображения сенсора как после экстракции КБФ, так и после проведения хромогенной реакции диазотирования. Как видно на рисунке А, с увеличением концентрации карбофурана интенсивность окраски ПММ-КБФ непрерывно сдвигается в темную область. Использование смартфона с программным обеспечением для цифровизации изображения и вывода значений RGB-паттернов в режиме реального времени (Рис. В) позволяет реализовать метод двухканального мониторинга, при котором эффективность подавления как зеленого, так и синего каналов линейно коррелирует с концентрациями карбофурана (рис. С). Таким образом, концентрация карбофурана в неводных экстрактах может быть количественно оценена на месте отбора пробы путем вывода значений RGB в режиме реального времени с портативной платформы (сенсор + смартфон). Отдельно следует отметить, что метод может быть реализован в

полевых условиях с широкими перспективами применения, выходящими за рамки ограниченного лабораторного оборудования.

Кроме того, практичность предлагаемой сенсорной платформы, включающий одноразовый полимерный колориметрический сенсор и программное обеспечение смартфона, подтверждена с помощью стандартного метода добавок на основе эффективности подавления интенсивности зеленого канала. Способ позволяет проводить определение карбофурана в диапазоне от 0,1 до 10 мг • л⁻¹ с линейностью $R^2 > 0,993$ и низким пределом обнаружения 0,03 мг • л⁻¹.

Сенсорная платформа, встроенная в смартфон, демонстрирует не только высокую чувствительность к следам карбофурана, но и высокую производительность. Таким образом, разработанная сенсорная платформа, интегрированная в смартфон, обладает преимуществами высокой чувствительности, быстрого действия и портативности, а также отличными перспективами практического применения.

Работа поддержана Российским Научным Фондом по проекту 24-24-00160.

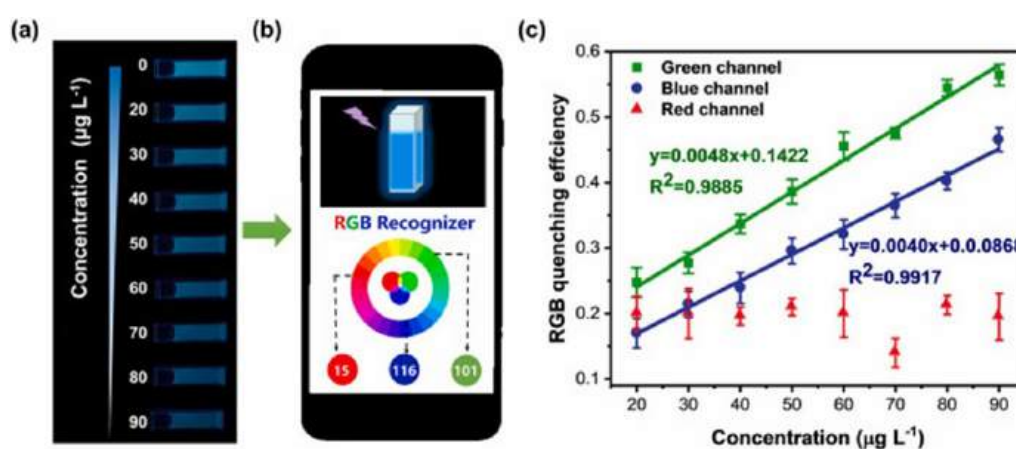


Рис. 1. а) Изображения пластинок ПММ с экстрагированным КБФ после хромогенной реакции диазотирования; б) Принципиальная схема распознавания значений RGB датчика КБФ в режиме реального времени с помощью приложения смартфона; в) Линейный график зависимости концентрации карбофурана от эффективности подавления RGB в присутствии КБФ