

Сведения о выполненных работах и
полученных научных результатах в 2023 году

по проекту «**Исследование и разработка оптического полиметилметакрилатного сенсора для колориметрического определения глюкозы**»,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 22-23-00590

Руководитель: Гавриленко Наталия Айратовна, канд. хим. наук

Предложены сенсорные системы на основе золотых наночастиц в среде полиметакрилатной матрицы для колориметрического определения глюкозы, пероксида водорода и других веществ способных вступать в окислительно-восстановительные реакции. Предложен колориметрический способ количественного анализа глюкозы с помощью смартфона. Условия взаимодействия наночастиц золота с компонентами матрицы, глюкозой, пероксидом водорода и некоторыми другими веществами исследованы путем изучения влияния на аналитический сигнал таких факторов, как pH раствора, количество наночастиц в полимерной матрице, время контакта и концентрация аналита.

Полиметакрилатная матрица играет роль жесткого каркаса в качестве стабилизатора наночастиц и позволяет получать как изолированные кластеры наночастиц, так и их ассоциаты с электронодонорными фрагментами полимера.

Для оценки изменения аналитического сигнала с помощью смартфона были получены цифровые сканированные изображения пластинок ПММ-Au0 после контакта с растворами глюкозы в линейном диапазоне определяемых концентраций. Аналитические и колориметрические характеристики полученные с использованием колориметрии цифрового изображения показывают, что в качестве аналитического сигнала можно использовать величину цветового различия, эффективное поглощение по синему каналу, оптический коэффициент потемнения и цветовое отношение. Линейные диапазоны колориметрического и RGB-метода с помощью смартфона были схожими. Проведено сравнение между некоторыми существующими методами и нашим методом обнаружения с помощью смартфона по линейному диапазону, пределу обнаружения и времени. Внедрение смартфонов имеет преимущества низкой стоимости, простоты эксплуатации и считывания сигнала, поэтому метод на основе цветного изображения может стать многообещающей платформой для быстрого и точного измерения глюкозы.

Введение HAuCl_4 в среду ПММ в присутствии восстанавливающего реагента приводит к образованию наночастиц золота Au0. Первоначально формируются центры роста, на которых в дальнейшем идет гетерогенная конгломерация с образованием кластеров $n\text{Au}_0$. С целью получения частиц с различными значениями аспект-фактора была проведена серия синтезов в аналогичных условиях, отличающихся химическими восстановителями и временем их действия. Золотые наночастицы более устойчивы к окислителям и менее подвержены агрегированию по сравнению с серебряными. На микрофотографиях наблюдаются как индивидуальные

nAu⁰ размером 10 нм, так и кластеры со значительно меньшим аспект-фактором по сравнению с аналогичными синтезами nAg⁰.

После протекания иодометрической реакции сенсоры окрашивались в бледно-желтый цвет, интенсивность которого зависела от концентрации глюкозы в анализируемом растворе. Спектры поглощения ПММ-Au⁰I₂ после экстракции иода имеют максимум поглощения при 365 нм, соответствующие трийодид иону. Увеличение поглощения на длине волны 365 нм прямо пропорционально концентрации глюкозы. Исследовано влияние концентрации иодидов в растворе на аналитический сигнал после их иммобилизации в ПММ.

Мы предложили простой метод синтеза ПММ-Au⁰ в котором изучили образование наночастиц золота в среде прозрачной полимерной матрицы с помощью UV-VIS спектрофотометрии, измерили размер, форму наночастиц и их распределение по размерам с помощью метода ПЭМ. Разработан оптический сенсор на основе ПММ-Ag⁰, обладающий высокой стабильностью. На основании проведенных исследований предложен твердофазной спектрофотометрический метод определения глюкозы, H₂O₂ и суммарного содержания перекисных соединений с использованием ПММ-Au⁰. Наш колориметрический сенсор является простым и безопасным для использования в быстром внелабораторном определении веществ с окислительно-восстановительными свойствами и в области медицины, контроля пищевой продукции и окружающей среды.

Основные научные результаты 2-го года выполнения проекта

Синтезирован сенсор на основе наночастиц золота в полиметакрилатной матрице *in situ*, с полосой поглощения 535 нм, что соответствует сферическим НЧ Au.

Разработана методика колориметрического определения глюкозы глюкозооксидазным методом в диапазоне концентраций 0,10–2,00 ммоль/л с пределом обнаружения 0,02 ммоль/л на полиметакрилатной матрице с иммобилизованными наночастицами золота (ПММ-Au⁰ и ПММ-Au⁰-I⁻) для.

Разработана методика количественного определения глюкозы методом колориметрии цифрового изображения ПММ-Au⁰/ПММ-Au⁰-I⁻ с использованием в качестве детектора аналитического сигнала смартфона, в диапазоне концентраций 0,1–0,53 ммоль/л с пределом обнаружения 0,05 ммоль/л.