

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО СЕНСОРА ДЛЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АФЛАТОКСИНОВ В1 И М1

Е. Нурпейис, А. Ж. Ауелбекова

Научный руководитель – д.х.н., профессор Г. Б. Слепченко

ФГАОУ ВО НИ ТПУ

ТПУ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет
enlik.nurpeiis.94@mail.ru

Афлатоксин М1 представляет собой метаболит афлатоксина В1 – продукт жизнедеятельности микроскопических грибов *Aspergillus*.

В литературе приведены варианты совместного количественного измерения афлатоксинов В1 и М1, а также афлатоксинов В1, В2, G1, G2, М1 и охратоксина А методом ВЭЖХ [1, 2] с достаточно низкими пределами обнаружения для молока. Наряду с методом высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения этой группы афлатоксинов применяется масс-спектрометрия с использованием ультразвуковой экстракции. Этот метод показывает предел обнаружения до 0,05 мкг/кг, что позволяет расширить область применения этого метода для контроля пищевых продуктов [3]. Но несмотря на это, использование данных методов осложняется длительностью выполнения анализов и высокой его стоимостью из-за применения дорогостоящего оборудования и использования большого числа органических веществ. В последние десятилетия электрохимические методы контроля органических соединений, в том числе афлатоксинов, находят все большее применение за счет своих преимуществ: дешевизна оборудования, экспрессность и относительная автоматизация всего процесса. Но в публикациях для раздельного определения афлатоксинов В1 и М1 используются амперометрические и вольтамперометрические иммуносенсоры. При создании этих сенсоров используются различные малодоступные ферменты и наноматериалы для обеспечения чувствительности и селективности при измерении афлатоксинов. Анализ публикаций по международным базам данных показал, что на данный момент не существует публикаций по совместному вольтамперометрическому измерению афлатоксинов В1 и М1.

Целью данной работы являлась разработка высокочувствительного модифицированного сенсора для вольтамперометрического определения афлатоксинов В1 и М1

В работе применяли «Комплекс аналитический вольтамперометрический СТА» (Россия), состоящий из электронного и измерительного блоков. В качестве индикаторного электрода использован модифицированный мезопористым углеродом стеклоуглеродный электрод (СУЭ), вспомогательным и электродом сравнения служил хлоридсеребряный электрод (ХСЭ).

Окисление вещества на поверхности электрода и последующая блокировка поверхности во время окислительно-восстановительных процессов, требует обновление поверхности перед каждым исследованием, исходя из чего, использование поверхностного модификатора становится не целесообразным. Предложенный метод основывается на внесении разных массовых концентраций мезопористого углерода в процессе импрегнирования графита, что создаёт развитую поверхность и увеличивает чувствительность модифицированного графитового электрода. Проведены исследования по влиянию концентрации мезопористого углерода в смеси на аналитический сигнал афлатоксинов.

Вольтамперограммы электроокисления афлатоксинов В1 и М1 при совместном присут-

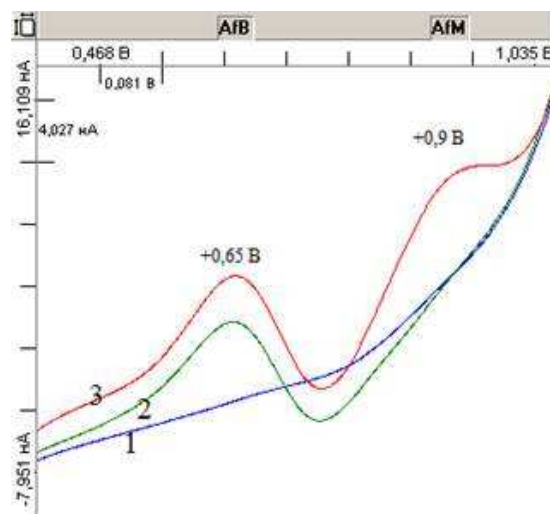


Рис. 1

ствии на модифицированном электрохимическом сенсоре:

1. Фоновый электролит – 0,1 М $C_6H_5O_7(NH_4)_3$;
2. $CaфВ1 = 2 \cdot 10^{-3}$ мг/дм³; $CaфМ1 = 0$;
3. $CaфВ1 = 2 \cdot 10^{-3}$ мг/дм³, $CaфМ1 = 2 \cdot 10^{-4}$ мг/дм³.

Список литературы

1. Scaglioni P.T., Becker-Algeri T., Drunkler D., Badiale-Furlong E. // *Analytica Chimica Acta.* – 2014. – V. 829. – P. 68–74.
2. Oloyede Adejumo, Olusegun Atanda, Assunta Raiola, Yinka Somorin, Ranajit Bandyopadhyay, Alberto Ritieni. // *Food and Chemical Toxicology.* – 2013. – V. 56. – P. 171–177.
3. Fan S, Li Q, Sun L, Du Y, Xia J, Zhang Y. // *Food Addit Contam. Part A. Chem Anal Control Expo Risk Assess.* – 2015. – V. 32 (7). – P. 1175–1184.

ПЛЕНКИ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА ДЛЯ СПЕКТРОСКОПИИ ГИГАНТСКОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ

А. А. Павлова, К. А. Малеева

Научный руководитель – к.х.н., профессор (исследователь) Е. А. Смирнов

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»
arinapavlova29@mail.ru

Спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) или рамановская спектроскопия является незаменимым аналитическим методом, получившим повсеместное применение: и в биомедицине [1], и в фармацевтике [2], и в криминалистике [3], и многих других отраслях. Уникальным свойством рамановской спектроскопии является идентификация веществ в области «отпечатков пальцев» ($650\text{--}1500\text{ см}^{-1}$), которая позволяет определить индивидуальные соединения в объектах сложного состава. Однако, у данной спектроскопии существует недостаток, а именно, слабая интенсивность рамановского сигнала.

Для увеличения интенсивности сигнала рамановского рассеяния был применен простой подход к самоорганизации наночастиц золота без функционализации или использования ковалентных линкернов, согласно методике, описанной в предыдущих исследованиях [4]. Синтез золотых наночастиц осуществляли с использованием классических методов Френса-Туркевича [5] и Парка [6]. В методе Парка для роста наночастиц синтезированных по способу Френса-Туркевича применялось мягкое восстановление аскорбиновой кислотой тетрахлороаурата (III) водорода в присутствии нитрата серебра ($AgNO_3$).

На рисунке представлены вольтамперограммы электроокисления афлатоксинов В1 и М1 на модифицированном электрохимическом сенсоре на выбранном фоновом электролите. Аналитические сигналы хорошо разделимы и воспроизведены.

Синтезированные коллоиды золота исследовали методами УФ-видимой спектроскопии, динамического светорассеяния (DLS), морфологию оценивали по сканирующей электронной (СЭМ) и атомно-силовой (АСМ) микроскопиям. Согласно данным спектроскопии в УФ-видимой области, обнаружено, что средний диаметр наночастиц составляет от 14 до 99 нм. По данным DLS средний размер находится в диапазоне от 21 до 96 нм, а дзета-потенциал составляет от -30 до -25 мВ, т. е. полученные коллоиды стабильны. АСМ и СЭМ позволили заметить равномерность покрытия подложек плотно упакованными сферическими наночастицами золота (на отдельных участках хорошо видна гексагональная упаковка сфер). Большая часть покрытия является монослойным, что согласуется с задачами данной работы.

Процесс самосборки наночастиц золота на границе раздела двух несмешивающихся фаз осуществляли согласно методике [4]. Для этого 1 мМ раствор тетратиафульвалена (ТТФ) в органической фазе смешивали с раствором наночастиц, что приводит к образованию непрерывной пленки золота на границе раздела фаз. Полученные сборки наночастиц золота способны к процессу самовосстановления после повторного диспергирования. Далее полученные пленки переносили на твердые подложки (ИТО,