

### Список литературы

1. Lockey K.H., Oraha V.S. // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 1990. – Vol. 95. – Issue 4. – P. 721–744.
2. Genin E., Jullien R., Perez F., Fuzeau-Braesch S. // *Journal of chemical ecology*, 1986. – Vol. 12. – №6. – P. 1213–1238.
3. Lockey K.H. // *Insect Biochemistry*, 1976. – Vol. 6. – P. 457–472.
4. Page M., Nelson L.J., Haverty M.I., Blomquist G.J. // *Journal of Chemical Ecology*, 1990. – Vol. 16. – №4. – P. 2835–2858.
5. Крюков В.Ю., Леднёв Г.Р., Дубовский И.М., Серебров В.В., Левченко М.В., Ходырев В.П., Сагитов А.О., Глунов В.В. // *Евразийский энтомол. Журнал*, 2007. – Vol. 6. – №2. – С. 195–204.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ МЕТОДОМ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

А.В. Гераскевич

Научный руководитель – д.х.н., профессор Е.И. Короткова

Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30

Гидроксильный радикал является одной из наиболее опасных активных форм кислорода в организме человека ввиду своей высокой реакционной способности и играет ключевую роль в повреждении липидов, нуклеиновых кислот и белков [1]. ОН-радикалы выступают в качестве основных маркеров окислительного стресса, который имеет особое значение в развитии ряда патологий, в том числе и раковых заболеваний [2, 3]. По изменению уровня гидроксильных радикалов в биологических объектах, таких как сыворотка крови или клеточные культуры, можно судить не только об уровне окислительного стресса, но и об эффективности действия антиоксидантных препаратов.

В настоящее время имеется недостаточно простых и эффективных способов селективной детекции ОН-радикалов. Особую проблему для определения гидроксильных радикалов представляет их короткое время свободного существования менее  $10^{-9}$  с. Наиболее часто используемые методы электронного парамагнитного резонанса и флуориметрии являются сложными в исполнении и дорогостоящими. В связи с этим определенные перспективы представляют электрохимические методы анализа ввиду своей высокой чувствительности, экспрессности и простоты в аппаратном оформлении. В частности, метод импедансной спектроскопии является весьма информативным для исследования биологических объектов, где концентрации определяемых веществ составляют примерно

$10^{-9}$  моль/дм<sup>3</sup>. Данный метод позволяет получить точную информацию об электрохимических процессах, происходящих вблизи рабочего электрода и на его поверхности, с меньшими помехами из-за низкого электрического воздействия [4]. Вследствие этого целью работы является создание электрохимического сенсора для количественного определения гидроксильных радикалов в биологических объектах методом импедансной спектроскопии.

В качестве рабочего электрода использовался графитовый электрод, импрегнированный парафином и полиэтиленом для заполнения пор и уменьшения фонового тока. Данный электрод также является наиболее подходящим для закрепления различных химических модификаторов.

В качестве модификатора, селективно взаимодействующего с ОН-радикалами, был выбран 1-гексантиол, способный образовывать самоорганизующийся монослой на поверхности сенсора. Однако выбранный реагент не закрепляется на графитовом электроде напрямую. В связи с этим поверхность электрода предварительно покрывалась пленкой золота. Таким образом, образование самоорганизующегося монослоя алкантиола происходит за счет хемосорбции атома серы на золоте.

Электроосаждение золота на импрегнированный графитовый электрод проводилось в области потенциалов от  $-0,55$  В до  $0,05$  В в течение 120 секунд из раствора  $\text{AuCl}_3$  концентрацией  $82,4$  мкМ. Для образования самоорганизующе-

гося монослоя алкантиола модифицированный электрод опускался в раствор 1-гексантиола концентрацией 2 мМ на сутки.

Исследование характеристик полученного электрохимического сенсора методом импедансной спектроскопии проводилось после каждого этапа модификации. Так, установлено, что полученные импедансные спектры рабочего электрода, модифицированного золотом, а впоследствии и алкантиолом, соответствуют модели Рэндлса. Сопротивление переноса заряда, рассчитанное из эквивалентной схемы, составляет 45 Ом для

графитового электрода, модифицированного золотом. Однако после обработки 1-гексантиолом происходит увеличение сопротивления переноса заряда до 2400 Ом, что указывает на образование монослоя алкантиола на поверхности электрода.

Таким образом, были определены оптимальные условия создания электрохимического сенсора для детекции ОН-радикалов. В дальнейшем планируется исследование характеристик полученного сенсора и проверка его работы на модельных растворах.

### Список литературы

1. *Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты.* – М.: Фирма «Слово», 2006. – 556 с.
2. *Babbs C.F. // Free Radical Biology and Medicine, 1990. – Vol. 8. – №2. – P. 191–200.*
3. *Vera-Ramirez L. et al. // Critical reviews in oncology/hematology, 2011. – Vol. 80. – №3. – P. 347–368.*
4. *Zhu A. et al. // Chemical Communications, 2011. – Vol. 47. – №14. – P. 4279–4281.*

## ОКИСЛЕНИЕ 5-ГИДРОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛА НА Ag, Au, Pd и Pd-Au КАТАЛИЗАТОРАХ: ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ НОСИТЕЛЯ

Д.Ю. Герман<sup>1</sup>, Е.Н. Колобова<sup>1</sup>, Е.Г. Пакриева<sup>1</sup>, S.A.C. Carabineiro<sup>2</sup>, A. Villa<sup>3</sup>, L. Prati<sup>3</sup>  
Научный руководитель – д.х.н., профессор А.Н. Пестряков

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г.Томск, проспект Ленина, 30

<sup>2</sup>Centro de Química Estrutural  
Instituto Superior Técnico Universidade de Lisboa  
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

<sup>3</sup>Dipartimento di Chimica  
Università degli Studi di Milano  
Via Festa del Perdono 7-20122 Milano, Italy, dyg1@tpu.ru

С ростом численности населения планеты увеличивается потребление ископаемых ресурсов. В связи с этим, всё больший интерес привлекают альтернативные источники химических веществ. Одних из таких источников является соединение-платформа 5-гидроксиметилфурфурол (НМФ). Одним из основных продуктов, получаемых в процессе окисления НМФ, является 2,5-фурандикарбоновая кислота (FDCA). Это вещество широко используется в фармацевтике и в производстве янтарной кислоты, а главное, является потенциальным мономером для производства полиэтиленфураноата, биополиэфира, предназначенного для замещения полиэтилентерефталата [1].

Наибольшую активность в процессах окисления НМФ с использованием молекулярного

кислорода проявляют катализаторы на основе палладия, платины или золота. Однако каталитическая активность подобных нанесенных катализаторов сильно зависит от различных факторов, таких как дисперсия металла, метод приготовления, свойства носителя, взаимодействие металл-носитель и т.д., поэтому данное исследование требует дальнейшего изучения. Целью настоящей работы является изучение активности моно- и биметаллических катализаторов в процессе окисления НМФ.

Окисление НМФ проводили в реакторе периодического действия при температуре 60 °С и давлении 3 атмосферы O<sub>2</sub>. В качестве растворителя использовали H<sub>2</sub>O. Анализ пробы проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1260, оснащённом УФ и