

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ МИКРОСЕНСОР НА ПЕРОКСИД ВОДОРОДА ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Большаков И.А.¹, Карякина Е.Е.², Карякин А.А.²

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, кафедры химической энзимологии, аналитической химии, ФНМ МГУ имени М.В. Ломоносова

Определение пероксида водорода является важной аналитической задачей для клинической диагностики и контроля состояния окружающей среды. По данным современных медицины и биологии H_2O_2 в силу своей относительной устойчивости в сравнении с другими метаболитами может выступать в роли маркера процессов воспаления в организме человека и животных. Обзор рынка сенсоров на пероксид водорода показывает, что существующие коммерческие решения ориентированы на использование в промышленном производстве и мало пригодны для использования в клиническом анализе.

Целью данной работы было создание высокоэффективных амперометрических микросенсоров для определения пероксида водорода непосредственно в клеточных культурах и живых тканях. Впервые предлагается использовать электрохимические сенсоры для создания новых методов малоинвазивной клинической диагностики.

Разработана конструкция микроэлектрода на основе коммерчески доступного медно-серебряного коаксиального кабеля: внутренний золотой дисковый микроэлектрод имеет диаметр 125 мкм, внешний диаметр микроэлектрода с хлоридсеребряным электродом сравнения не превышает 1,2 мм (рис. 1). Таким образом, один микроэлектрод функционирует по двухэлектродной схеме, что существенно упрощает имплантацию микросенсора в живой организм.

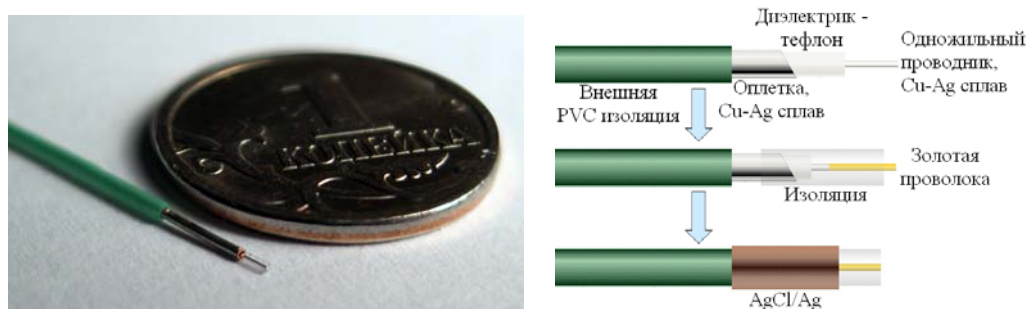


Рис. 1. Фотография микроэлектрода и схема его изготовления.

Созданы микросенсоры для определения пероксида водорода на основе микроэлектродов, электрохимически модифицированных берлинской лазурью и покрытых биосовместимыми полиэлектролитными мембранами. Методами атомно-силовой микроскопии и сканирующей электрохимической микроскопии изучен характер

морфологии пленки электрокатализатора на поверхности электродов в зависимости от условий осаждения [1].

Микросенсоры имеют рекордные аналитические характеристики в модельных растворах: линейный диапазон определяемых концентраций от $5 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ М пероксида водорода (рис. 2), коэффициент чувствительности в режиме при постоянном перемешивании составляет $1 \text{ А} \cdot \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, общее время отклика 20-30 секунд.

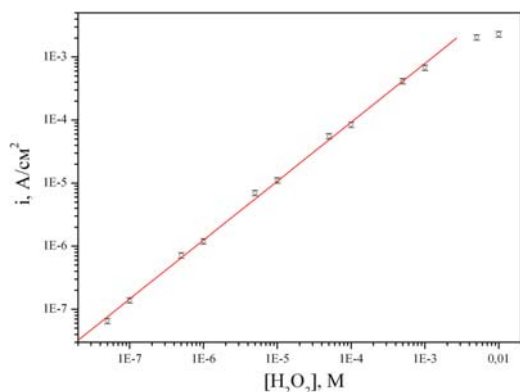


Рис. 2. Градуировочный график определения пероксида водорода. Рис. 3. Процесс введения микросенсора в ткань легкого мыши.

Достигнутая стабильность микросенсоров позволила провести испытания *in vitro* и *in vivo*. Совместно с Институтом физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского проведены эксперименты по определению содержания пероксида водорода в культурах клеток для оценки окислительного стресса.

Совместно с Центральным НИИ туберкулеза РАМН разработаны новые подходы к диагностике степени тяжести туберкулеза для развития персонифицированной терапии. Проведены эксперименты по определению пероксида водорода в тканях легких живых объектов (мышей, морских свинок, рис. 3).

Авторы благодарят д.б.н., проф. Константинова А.А., к.б.н. Выгодину Т.В., д.м.н. Романова В.В., академика РАМН Чучалина А.Г. за возможность совместной научной работы, а также грант МНТЦ-32-09 и Госконтракт ФЦП № П959 за финансовую поддержку.