

## ФЕРМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Замяткина А.С., Замяткина Е.С., студентки 2 курса факультета  
ветеринарной медицины и биотехнологии  
Научный руководитель – Федорова И.Л.,  
кандидат химических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** ферментные электроды; определение органических соединений*

*Работа посвящена применению ферментных электродов для определения органических соединений.*

Ферменты – уникальные катализаторы, белки, которые обладают высокой селективностью и большой каталитической активностью. Практическому применению методов ферментативного анализа препятствует дороговизна чистых ферментов, невозможность их многократного использования в виду сложности отделения от реагентов и продуктов реакции, их неустойчивость при хранении и различных воздействиях, тепловых и химических.

Решить эти проблемы помогают иммобилизованные ферменты. Существуют два основных способа иммобилизации ферментов: физический и химический. Отличительным признаком химических методов иммобилизации является то, что при химическом воздействии на структуру фермента в его молекуле образуются новые ковалентные связи. Препараты иммобилизованных ферментов, которые получены с применением химических методов, обладают двумя важными достоинствами. Во-первых, ковалентная связь фермента с носителем обеспечивает высокую прочность полученного конъюгата. При варьировании условий, таких как температура и pH, фермент с носителя не десорбируется и не загрязняет продукты катализируемой им реакции. Это важно при реализации процессов пищевого и медицинского назначения и для обеспечения воспроизводимых

результатов в аналитических системах. Во-вторых, химическая модификация ферментов приводит к существенным изменениям их свойств, таких как субстратная специфичность, каталитическая активность и стабильность [1].

Биохимический сенсор состоит из физико-химического детектора – датчика (электрохимического и др.) и слоя иммобилизованного фермента, который закреплен чаще всего на его поверхности. Многие биосенсоры имеют полупроницаемую мембрану. Принцип их действия основан на проникновении субстрата в тонкий слой биокатализатора, в котором протекает ферментативная реакция, и на определении продукта или субстрата ферментативной реакции тем или иным датчиком. При использовании электрохимических датчиков, в зависимости от измеряемой величины (потенциал или ток) биохимические сенсоры подразделяются на потенциометрические и амперометрические. Потенциометрические обладают линейной зависимостью потенциала от логарифма концентрации определяемого вещества, а в амперометрических – аналитическим сигналом является ток электрохимической реакции, который зависит от концентрации определяемого соединения.

Амперометрические датчики с ферментными электродами являются наиболее распространенными среди биохимических сенсоров. Ферментные электроды позволяют определить концентрацию не только субстратов, но и веществ, которые являются ингибиторами или активаторами каталитических реакций [1].

Использование биосенсоров для определения некоторых органических соединений является перспективным. Первым биосенсором явился ферментный электрод для определения глюкозы. На сегодняшний день для определения глюкозы создано наибольшее число различных биодатчиков и соответствующих приборов-анализаторов, что связано с необходимостью контроля за содержанием сахара в биологических жидкостях не только для диагностирования, но и для лечения целого ряда заболеваний.

Электроды на глюкозу составляют наибольшую группу амперометрических датчиков. С помощью ферментных электродов определяют мочевую кислоту, холестерин, этанол в крови, лактат-ионы, хлорофос, прозерин.

Современные ферментные электроды позволяют с высокой чувствительностью и селективностью определять микроколичества многих органических соединений в сточных и природных водах, почве и других объектах окружающей среды, а также в пищевых и сельскохозяйственных продуктах. Они очень перспективны в биохимическом анализе, микробиологии, иммунологии, медицине, фармакологии, экологии и сельском хозяйстве [2-10].

### Библиографический список:

1. Будников, Г.К. Амперометрические датчики на основе иммобилизованных ферментов / Г.К.Будников, Э.П.Медянцева, С.С.Бабкина// Успехи химии.- 1991. – Т. 60, вып. 4.- с. 881-910.

2. Костин, В.И. Экологическая оценка ферментативной активности почвы агрофитоценоза сахарной свёклы при совместном применении гербицидов и мелафена/ В.И.Костин, В.А.Ошкин, И.Л.Федорова // В сборнике: Современные проблемы эволюции и экологии. XXX Любимцевские чтения-2016. – 2016. – С.372-375.

3. Изменение активности ферментов в семенах подсолнечника под влиянием магнитоплазменной обработки / В.Ф.Путько, И.Л.Федорова, С.Н.Решетникова, С.Н.Сергаченко// В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития. Материалы XIII Международной научно- практической конференции, посвященной 80-летию Ульяновского ГАУ. Редколлегия: И.И. Богданов [и др.]. - Ульяновск, 2023. - С. 77-83.

4. Влияние магнитоплазменной обработки на активность ферментов и прорастание *TRITICUM AESTIVUM*/ В.Ф.Путько, И.Л.Федорова, С.Н.Решетникова, С.Н.Сергаченко// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2024. - № 1 (45). – С. 61-71.

5. Инверсионная вольтамперометрия биологически активных органических соединений в виде комплексов «гость-хозяин» на электродах, модифицированных краун-эфиром/ Л.Г.Шайдарова, И.Л.Федорова, Н.А.Улахович, Г.К.Будников// Журнал аналитической химии. – 1998. – Т.53. №1. – С.61-68.

6. Федорова, Ирина Леонидовна. Модифицированные краун-соединениями электроды для вольтамперометрии комплексов гость-

хозяин: автореф. дис. ... канд. химических наук: 02.00.02 / И.Л.Федорова.- Казань: КГУ им.В.И.Ульянова-Ленина, 1996. – 19 с.

7. Шайдарова, Л.Г. Определение переходных металлов методом инверсионной вольтамперометрии с модифицированными азакраун-соединениями электродами / Л.Г.Шайдарова, Н.А.Улахович, И.Л.Федорова // Журнал аналитической химии. – 1996. – Т.51, № 7. – С. 746-752.

8. Аналитические возможности экстракционной вольтамперометрии в определении токсичных металлов / Улахович Н.А., Гиматова Е.С., Пестова Н.Ю., Федорова И.Л.// В кн.: Труды Ульяновского научного центра «Ноосферные знания и технологии». – Ульяновск, 2002. – Т. 5, Вып. 1. – с. 144-147.

9. Амперометрический иммуноферментный электрод на основе иммобилизованной холинэстеразы/ Медянцева Э.П., Бабкина С.С., Будников Г.К., Федорова И.Л., Ибрагимова Н.Н.//Журнал аналитической химии. – 1992. – Т.47, № 6. – С. 1101-1106.

10. Авторское свидетельство SU 1707522 A1. Ферментный электрод для иммуноферментного анализа/ / Медянцева Э.П., Бабкина С.С., Будников Г.К., Федорова И.Л., Ибрагимова Н.Н., Винтер В.Г., Бочкарев Г.Ю. – Заявка № 4766894 от 05.07.1989; опубл. 23.01.1992.

## ENZYME ELECTRODES FOR THE DETERMINATION OF ORGANIC COMPOUNDS

**Zamyatkina A.S., Zamyatkina E.S.**  
**Scientific supervisor – Fedorova I.L.**  
**Ulyanovsk SAU**

**Keywords:** *enzyme electrodes; determination of organic compounds.*

*The work is devoted to the use of enzyme electrodes for determination of organic compounds.*