

УДК 543.55 / 543.64 / 544.65

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ БІОМАРКЕРІВ НА ЕЛЕКТРОДАХ, МОДИФІКОВАНИХ КОМПОЗИЦІЙНИМИ ПЛІВКАМИ НА ОСНОВІ СПРЯЖЕНИХ ПОЛІМЕРІВ ТА ВІДНОВЛЕНОГО ОКСИДУ ГРАФЕНУ

студ. П.Ф. Купрієнко¹, гр. МГТЕ-16
Науковий керівник Я.І. Курись²

¹Київський національний університет технологій та дизайну

²Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України

Моніторинг біомаркерів, які є індикаторами фізіологічних та патологічних біологічних процесів, має важливе значення, зокрема, для діагностики біологічного стану організму. Серед відомих біомаркерів, які відіграють важливу роль в галузі біомедицини, нейрохімії тощо, варто відзначити допамін (ДА), аскорбінову (АК) та сечову кислоти (СК), а також кофермент β -нікотинамідаденіндинуклеотид (NADH – у відновленій формі). Поряд з біомаркерами, важливим завданням також є надійне, чутливе та вибіркоче детектування нестероїдних протизапальних препаратів, зокрема широкорозповсюдженого анальгетика парацетамолу (ПЦ). Вольтамперометрія є поширеним методом дослідження й аналізу органічних сполук і, зокрема вважається одними з найпридатніших методів детектування ДА, АК, СК, NADH та ін., причому для одночасного виявлення таких біомаркерів, або детектування одного з них в присутності надлишку інших, перспективним є використання модифікованих електродів.

Враховуючи це, метою даної роботи було дослідження процесів електрохімічного окиснення ДА, АК, СК, NADH та ПЦ на електродах, модифікованих рядом азотвмісних органічних спряжених полімерів (N-СП) – полі-3-карбоксітіофену (ПЗКТ), полі-2-карбоксіпіролу (П2КП), полі-2-аміно-5-меркапто-1,3,4-тіадіазолу (ПАМТ), полі-2-амінотіазолу (ПАТ), а також гібридними плівками на їхній основі з електрохімічно відновленим оксидом графену (ЕВОГ) з метою з'ясування можливості їхнього застосування для електрохімічного детектування зазначених аналітів.

Електрохімічні дослідження проводили в неподіленій електрохімічній комірці із скловуглецевим (GC) робочим електродом, платиновою пружиною як допоміжним електродом та Ag/AgCl електродом порівняння. Модифікування GC-електроду плівками N-вмісних СП здійснювали по аналогії з відомими методиками шляхом електрохімічної полімеризації відповідних комерційно доступних мономерів із застосуванням потенціодинамічного режиму. Для модифікації GC-електроду плівкою ЕВОГ на його поверхню наносили колоїдний розчин оксиду графену (одержаного рідиннофазною ексофоліацією синтезованого за модифікованим методом Хаммерса оксиду графіту) з наступним висушуванням на повітрі та електрохімічним відновленням такої плівки у водному 0,5 М KNO₃ або 0,1 М KCl. При електрохімічному формуванні наноконпозиційних плівок ЕВОГ/СП проводили модифікування електроду ОГ з наступним його відновленням до ЕВОГ та осадженням шляхом електрополімеризації на такому модифікованому електроді шару відповідного полімеру.

В результаті проведеного методом циклічної вольтамперометрії дослідження електрохімічного окиснення ДА, АК, СК, ПЦ та NADH на немодифікованому GC-електроді, а також на електроді модифікованому плівками ЕВОГ, індивідуальними СП (П2КП, ПЗКТ, ПАМТ, ПАТ) та відповідними композитами ЕВОГ/СП виявлено, що

більшість використаних СП та нанокompatивів на їхній основі володіють електрокаталітичними властивостями в процесі окиснення зазначених біомаркерів.

Показано, що індивідуальні плівки ПАТ, а також композити ЕВОГ/ПАТ та ЕВОГ/П2КП можна розглядати як перспективні матеріали для електрохімічного детектування ПЦ, в тому числі за наявності в електроліті інших інтерферуючих сполук. Зокрема, композит ЕВОГ/П2КП дає можливість електрохімічно визначати ПЦ в області концентрацій аналіту принаймні 0,05÷5мМ (рис. 1), в тому числі в присутності АК, СК, ДА та NADH.

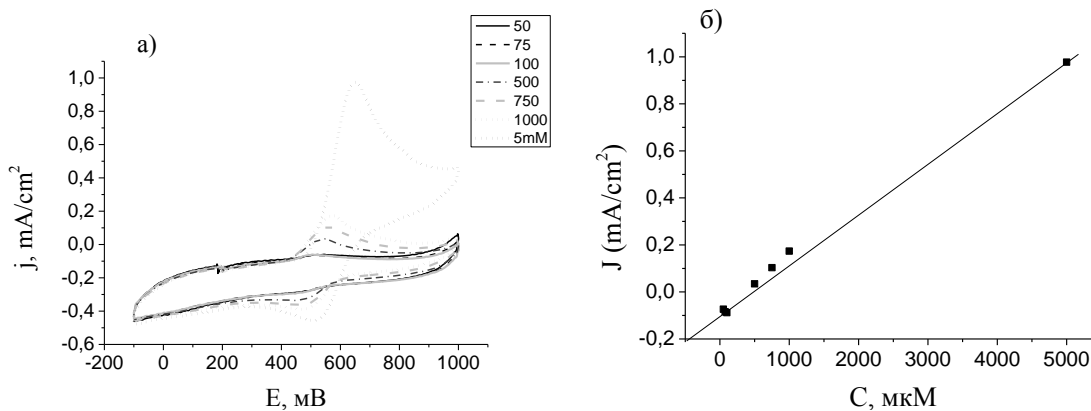


Рисунок 1- а) циклічні вольтамперограми ($v = 50$ мВ/с), що відповідають окисненню ПЦ (50, 75, 100, 500, 750, 1000 та 5000 мкМ) в 0,1 М КСІ на GC-електроді модифікованому композитом ЕВОГ/П2КП; б) залежність густини струму піку окиснення ПЦ від його концентрації в електроліті.

Встановлено, що модифікування GC-електроду гібридним композитом на основі ПЗКТ та ЕВОГ забезпечує електрохімічне детектування ДА у мікромольній області концентрацій аналіту в присутності надлишку АК та СК (рис. 2), що важливо для можливого застосування такого гібридного матеріалу в електроаналізі допаміну у фізіологічних розчинах. Селективність GC/ЕВОГ/ПЗКТ електроду може бути пов'язана з наявністю від'ємних зарядів на ПЗКТ, що сприяє адсорбції позитивно зарядженого ДА на відміну від негативно заряджених АК і СК.

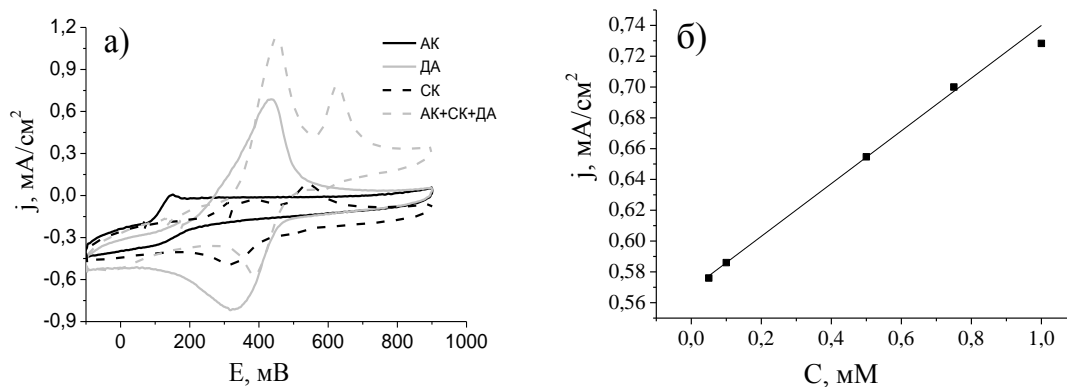


Рисунок 2 - а) циклічні вольтамперограми ($v = 50$ мВ/с), що відповідають процесам окиснення АК (5мМ), ДА (1мМ), СК (8мМ) та їх суміші на GC/ЕВОГ/ПЗКП електроді в 0,2М фосфатному буферному розчині (рН 6,8); б) залежність густини струму піку окиснення ДА від його концентрації в електроліті.