

НАНОФОТОННИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІЦИКЛІЧНИХ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ В ВОДІ

Сушко О.А., Білаш О.М., Рожницький М.М.

*Харківський національний університет радіоелектроніки
Науково-дослідницько-учбовий центр нанофотонних пристроїв та технологій
61166, Харків, пр. Леніна 14, rzh@kture.kharkov.ua*

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) – група органічних речовин, для яких характерна наявність в хімічній структурі трьох або більше бензольних кілець. Серед речовин-екотоксикантів ПАВ займають одне з провідних місць за нанесенням шкоди навколишньому середовищу. Ці речовини знаходяться в повітрі, ґрунті, воді завдяки природним та антропогенним факторами. В середньому у питній воді знаходиться бензо[а]пірену близько 0,3 – 2,0 нг/л.

ПАВ проявляють токсичні та канцерогенні властивості. Наприклад, такі сполуки, як бенз[а]антрацен, бензо[а]пірен (БП) та овален, мають ярко виражені канцерогенні, мутагенні та тератогенні властивості. При потраплянні в організм ПАВ під дією ферментів утворюють епоксисполуки, які вступають в реакцію з гуаніном та перешкоджають синтезу ДНК, що приводить до різного роду мутацій, які сприяють розвитку ракових захворювань, таких як карциноми і саркоми. Встановлено, що ПАВ запускають апоптоз – процес загибелі яйцеклітин.

Найбільш шкідливий з ПАВ є БП, він має пряму пошкоджуючу дію і навіть в невеликих концентраціях, потрапляючи в організм, викликає переродження нормальних клітин. БП використовують в якості індикатора ПАВ. Згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10, що був затверджений наказом МОЗ України 12.05.2010 № 400, гранично допустима концентрація БП у водопровідній воді 0,005 мкг/дм³.

Для швидкої оцінки ступеню забруднення водного зразку необхідно проводити одночасно визначення індивідуальних ПАВ в суміші з високою селективністю. Традиційні методи в даному випадку є малоефективними в силу складності, тривалості пробопідготовки та аналізу, вартості реактивів та обладнання (високоєфективна рідинна хроматографія), низької межі визначення (імуно-хімічні та біологічні методи), невисокою селективністю (електрохімічні методи). При цьому виникає інтерес до розробки простих та експресних методів прямого визначення ПАВ, до яких можна віднести нанофотонний метод визначення ПАВ. Нанофотонний метод представляє комбінацію відомого електрохемілюмінесцентного методу визначення з використанням сучасних нанотехнологій та наноматеріалів – напівпровідникових квантових точок (КТ).

Сутність нанофотонного методу при його застосуванні у нанофотонних сенсорах полягає в особливостях КТ, що переводяться у іонні форми при відповідних електрохімічних процесах та реагують з протилежно зарядженими формами аналізу – індивідуальними ПАВ, внаслідок чого випромінюється аналітичний сигнал – квант світла. Число квантів, випромінених за визначений час, є мірою вмісту аналіту.

Перевагами даного методу є його низька межа визначення – можливість визначати ПАВ в слідових концентраціях, висока чутливість, простота проведення пробопідготовки та аналізу, висока ефективність та селективність. Підвищити селективність запропонованого методу можна за рахунок наступних методів: хімічного методу, який полягає в розділенні часток дослідного зразка за допомогою методу електрофорезу чи гельфільтрації; механічного методу, який передбачає фільтрацію, використання високоякісних систем для розділення компонентів зразка по розмірам; фізичного методу, який базується на підборі специфічної КТ під молекулу-аналіт, змінюючи параметри КТ; електрохімічного методу, що полягає в використанні вольтамперометрії при проведенні аналізу. Метод може бути реалізованим за допомогою відповідного нанофотонного сенсору, розробка якого буде становити подальші етапи нашої роботи.

Робота виконана в рамках міжнародного проекту УНТЦ № 5067 (керівник проекту проф. М.М. Рожницький).