



УДК 543+544.6+543.9

## ВИКОРИСТАННЯ БІОСЕНСОРІВ В МЕДИЧНІЙ ТА ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТЯХ

Студ. О.І. Ніколаєва, гр. ББТск-16<sup>1</sup>

Науковий керівник с.н.с. Л.В. Шкотова<sup>2</sup>

Науковий керівник доц. І.М. Волошина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет технологій та дизайну

<sup>2</sup>Інститут молекулярної біології і генетики НАН України

**Мета і завдання.** Визначити та проаналізувати переваги й недоліки біосенсорів розроблених на основі нанометалів, дослідити їх практичне використання в медичній та харчовій промисловості.

**Об'єкт та предмет дослідження.** В останні десятиліття зацікавленість у застосуванні наноматеріалів при створенні сенсорів нового покоління пов'язана з їх фізичними та хімічними властивостями, високою біосумісністю, що дають змогу створювати сенсори з високою чутливістю та селективністю. Наноматеріали функціонують за принципом «електричного дроту», вони зменшують дистанцію для переносу та покращують трансфер електронів між редокс-центрами ензиму та поверхнею електрода з одночасним збереженням біологічної активності фермента, вони дозволяють розробляти стабільні сенсори. Однак розроблені сенсорні системи мають або невисоку чутливість, або матеріали що застосовані при розробці мають високу собівартість та вимагають застосування складних методів нанесення. Тому вкрай важливо розробити біосенсори, які не тільки мають високу чутливість, селективність і надійність, але також є простими, економічними і екологічними.

**Методи та засоби дослідження.** Вольтамперометрія, трансмісійна (просвічувана) електронна мікроскопія (ТЕМ), рентгенівська фотоелектронна спектроскопія (XPS), спектрофлуорофотометрія, ультрафіолетова спектрометрія, спектроскопія, система виявлення повного внутрішнього відображення (TIRS); електрохімічний аналізатор, робочий електрод, платиновий допоміжного електрода та Ag/AgCl електрод порівняння.

**Наукова новизна та/або практичне значення отриманих результатів.** Контроль та оптимізація біотехнологічних процесів вимагають швидкої та достовірної інформації щодо концентрації субстратів та продуктів реакції. Крім того, завжди необхідні недорогі прилади для контролю якості отриманих продуктів, тому створення біосенсорних пристроїв та аналітичних приладів на їх основі є актуальним.

Найважливішими з характерних ознак біосенсорів є їхня висока чутливість та селективність, простота у використанні та швидкість аналізу, а також широкий діапазон речовин, що можуть бути детектовані. Це визначає можливість, а скоріше, необхідність, їхнього застосування практично в усіх галузях людської діяльності, включаючи медицину, фармацевтичне, харчове, біотехнологічне та хімічне виробництва, сільське господарство, охорону довкілля, тощо. Порівняно з існуючими аналітичними методами вони можуть забезпечити швидкий, надійний, чутливий та дешевий аналіз різноманітних сполук. Імобілізація в комплексі з гелем та наночастинками такими як цинк, платина паладій, золото широко застосовуються. Золоті наночастинки (GNPs) використовують для модифікації поверхні електрода, що покращує перенос електронів від активного центру ферменту до електрода. GNPs мають високу біоспорідненість та високу поверхневу енергію, тому фермент зберігає свою біологічну активність тривалий час. Часто активний сайт ферменту може бути екранований тоді вільний обмін електронами між ферментом та реактивом буде обмежений, що призведе до зменшення сигналу. Імобілізація з застосуванням наночастинок дає ферменту більш вільну орієнтацію та зменшує екрануючий вплив на проходження реакції.

Існує тренд, що полягає в комбінації двох, або навіть більше різних наноматеріалів (AuPd, PtAu, PdPt) що підсилюють властивості переносу електронів кожного з них.



Електрокаталітичні властивості платинової групи металів широко відома та добре вивчена. Було виявлено, що їх бінарні сплави з іншими перехідним металами суттєво покращують каталітичні та селективні властивості біосенсорів. Створюють та активно застосовують суміш наночастинок таких як Pt/Pd. Метали наночастинок-ядер і наночастинок, що утворюють оболонку структурованих агломератів, мають переважно найбільшу різницю величин електродних потенціалів, що також збільшує активність металів в колоїдному розчині у складі електрохімічних пар. Кожна електрохімічна пара – це наноджерело струму.

В роботі досліджено та проаналізовано прості та швидкі, екологічні та економічні методи виготовлення біосенсорів. Показано, що нанокompозити можуть виступати в якості платформи для створення електрохімічних біосенсорів нового покоління.

#### **Результати дослідження.**

В останні роки зацікавленість в біосенсорах значно зросла через велику значимість їх застосування в клінічній діагностиці, фармацевтичному аналізі та харчовій промисловості. Класичні методи аналізу хімічних сполук вимагають значних витрат часу, досвідчених операторів, спеціальної підготовки проби, дорогого та громіздкого обладнання. Причому жоден з таких приладів не є мобільним і здатним до автоматизації. В зв'язку з цим, останніми роками більш пильну увагу приділяють розробці експресних та дешевих методів моніторингу тих чи інших речовин, що характеризуються високою доступністю, чутливістю, селективністю.

Саме тому, розробка біосенсорів є важливим напрямом біотехнології впродовж останніх десятиріч. Часто при розробці біосенсорів виникає необхідність підвищення чутливості та селективності ензимних мембран, зниження мінімальної концентрації, що вимірюється біосенсором, можливості проводити аналізи в широкому діапазоні концентрацій та за низького робочого потенціалу. Головну роль у вирішенні цих завдань відіграє залучення наноматеріалів та нанотехнологій.

Модифіковані електроди на основі нанометалів інтенсивно застосовують при визначенні клінічних маркерів. Композиційні наноматеріали, становлять значний інтерес завдяки їх оптичним, електрохімічним та каталітичним властивостям.

**Висновки.** На сьогодні для перевірки якості сировини у процесі виробництва використовують зовсім небагато біосенсорів. Головна їхня перевага – це швидкий відгук та висока специфічність, а також низька ціна та легкість оброблення даних. Тому біосенсори для контролю якості продуктів харчування та для медичної діагностики активно розробляються вченими. Великий прогрес в останні роки в цьому напрямі став можливий завдяки сучасним досягненням в галузі нанотехнологій та мікромеханіки.

**Ключові слова:** електрохімічні методи, біосенсори, нанометали, нанокompозит.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Qitong Huang, Xiaofeng Lin, Jie-Ji Zhu, Qing-Xiao Tong. Pd-Au@carbon dots nanocomposite: Facile synthesis and application as an ultrasensitive electrochemical biosensor for determination of *colitoxin* DNA in human serum. *Biosensors and Bioelectronics* 94. – 2017, doi: 10.1016/j.bios.2017.03.048.
2. Ziping Liu, Hua Liu, Lei Wang and Xingguang Su. A label-free fluorescence biosensor for highly sensitive detection of lectin based on carboxymethyl chitosan-quantum dots and gold nanoparticles. *Analytica Chimica Acta*. 2016, doi: 10.1016/j.aca.2016.05.025.
3. Chi-Hao Chen, Ying-Cih Chen, Meng-Shan Lin. Amperometric determination of NADH with Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanosheet modified electrode. *Biosensors and Bioelectronics* 42. – 2013, 379–384.
4. Shkotova L.V., Voloshina I.M., Kovalchuk V.V., Zhybak M.T. Dzyadevych S.V. Amperometric glucose biosensor with the IrNPs/Ludox-modified enzyme matrix // *Biopolymers & Cell* 34. – 2018, 367 – 373. <http://dx.doi.org/10.7124/bc.000984>.