

УДК 544.6:57

БІОСЕНСОРИ: ПРИНЦИП ДІЇ, НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ, ЗАСТОСУВАННЯ

Студ. І.І. Петриченко, гр. ББТ-17

Науковий керівник доц. О.В. Кислова

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою нашої роботи було дослідження та порівняння різних видів біосенсорів, принципів їх дії, переваг та недоліків.

Завдання. Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- ознайомитися з сучасними видами біосенсорів;
- проаналізувати їх принцип дії, експериментальні можливості, специфіку застосування.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є різні види біосенсорів, предметом дослідження є їх порівняльна характеристика та аналіз принципу роботи.

Методи та засоби дослідження. Для досягнення поставлених задач були використані наступні методи: пошук та аналіз інформації, порівняльна характеристика переваг та недоліків різних біосенсорів.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Серед сучасних біосенсорів найвищою специфічністю та чутливістю характеризуються ферментативні біосенсори, дія яких заснована на фермент-субстратній взаємодії.

Результати дослідження. Біосенсор - це аналітичний прилад, що містить в своєму складі біологічний чутливий елемент (фермент, антитіло, ДНК, клітинні органели, клітини чи шматочки тканин), поєднаний з перетворювачем (електрохімічним, оптичним, калориметричним чи акустичним). Вимірювання концентрації мішені аналізатор виконує кількісним перетворенням параметрів реакції у кількісний електричний чи оптичний сигнал. Біосенсори були комерційно-доступними для застосування в клінічному аналізі з 1970 року, проте їх використання не було поширеним. Сучасні технологічні розробки допомагають використати їх потенційні можливості в повній мірі та зробити їх доступними для пересічних споживачів. Біосенсори виходять за межі лабораторій, що призводить до кардинальних змін в проведенні клінічних аналізів [1,2].

В біосенсорах використовуються перетворювачі різних типів. *Електрохімічні перетворювачі* здатні генерувати в ході реакції досліджуваної речовини з біоматеріалом на поверхні електроду потенціал або електричний струм, тому відповідно до принципів вимірювання їх поділяють на потенціометричні або амперометричні (вольтамперометричні). *Потенціометричні сенсори* містять іоноселективні електроди, газочутливі електроди та польові транзистори. Різниця потенціалів формується безпосередньо на чутливому елементі, не виникає струм крізь мембрану і тому рівень дифузії є незначним. *Амперометричні біосенсори* вимірюють електричний струм, коли напруга виникає між робочим електродом та електродом порівняння. *Кондуктометричні біосенсори* фіксують зміну електричного опору. В цих приладах використовують дві пари ідентичних електродів. Мембрана, що містить іммобілізований фермент, розташовується між однією парою електродів, а між іншою знаходиться "чиста" мембрана. Зміна електричного опору пропорційна концентрації біологічного матеріалу [1,2].

В *оптичних біосенсорах* світлочутливі діоди та фотодетектори використовуються в поєднанні з волоконною оптикою для визначення поглинання, люмінесценції та флуоресценції біологічних компонентів, що розташовані на кінці оптоволоконна. Оптичні біосенсори дають змогу працювати з непрозорими та забарвленими розчинами, які неможливо виміряти спектрофотометричними методами [3].

Залежно від біологічної реакції, покладеної в основу функціонування біосенсорів, розрізняють наступні види цих приладів [2,4].

Ферментативні біосенсори засновані на дослідженні ферментативних реакцій, в результаті яких взаємодія між ферментом та його субстратом призводить до витрати субстрату та утворення електроактивних продуктів та дає можливість визначати концентрації речовин.

Імуносенсори характеризуються високою специфічністю взаємодії антиген-антитіло. Найменші хімічні зміни в молекулярній структурі антигену можуть значно зменшити спорідненість до антитіла. На визначення антигену-аналіту потрібно 2-3 хв. Лімітуючим фактором в створенні дешевих біосенсорів є те, що цілий прилад може бути використаний лише тільки раз. На практиці впроваджуються імуносенсори, в яких використовуються змінні чіпи з біологічним матеріалом.

Біосенсори, що містять *інтактні клітини*, застосовуються для визначення амінокислот (наприклад, аргініну), пестицидів та різноманітних інгібіторів. Майже всі відомі цілоклітинні біосенсори містять прості бактеріальні чи водорослеві клітини; тваринні та рослинні клітини більш складні і набагато менш стійкі *in vitro*. Суттєвими недоліками клітинних біосенсорів є швидка загибель клітин, що витрачають електрони, отримані в процесі життєдіяльності, на ініціацію сигналу та втрата переносників сигналу - медіаторів через дифузію. Біосенсори, які містять однопозитивні молекули ДНК звичайно називають "*ДНК-зондами*" чи "*ДНК-пробами*".

Біосенсори характеризуються невисокою вартістю, малими габаритними розмірами, стабільністю сигналу, зручністю в експлуатації. До недоліків біосенсорів слід віднести чутливість до коливань температури та значень рН, а також обмеження при роботі з біологічним матеріалом [2,4].

Висновки. Біосенсори – це надзвичайно чутливі та специфічні прилади, в складі яких може бути використаний найрізноманітніший біологічний матеріал, від простої біомолекули до цілого організму. У створенні біосенсорів використовуються різноманітні фізико-хімічні методи, що включають у себе електрохімію, хімію полімерів, волоконну оптику, імунологію, біохімію та молекулярну біологію. Вони можуть бути використані в медицині для самообстеження та самоконтролю пацієнтами, моніторингу навколишнього середовища, контролю за якістю харчових продуктів, проведення складних аналізів *in vivo*.

Отже, біосенсори є надзвичайно вдалим досягненням сучасної науки і перед цією галуззю лежить необмежене поле діяльності. Рівень специфічності та в багатьох випадках і чутливості розпізнавання та вимірювання, що був досягнутий в біосенсорах, набагато перевищує той, що існує в переважній більшості хімічних сенсорів.

Ключові слова: біосенсори ферментативні, імунні, електрохімічні перетворювачі, оптичні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bunyakul N. Combining Electrochemical Sensors with Miniaturized Sample Preparation for Rapid Detection in Clinical Samples / N.Bunyakul, A.Baeumner // Sensors. – 2015. – № 15(1). – P. 547-564.
2. Byfield M.P., Abusknesha R.A. Biochemical aspects of biosensors / M.P. Byfield, R.A. Abusknesha // Biosensors and Bioelectronics. – №4,1996. – P.373-396.
3. Rogers K. Recent advances in biosensor techniques for environmental monitoring / K. Rogers // Analytica Chimica Acta, – 2006. – Vol. 568, № 1-2. – P. 222-231.
4. Castillo J. Biosensors for life quality: Design, development and applications / J.Castillo, S.Gaspar, S.Leth, M.Niculescu, A.Mortari // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2004. – Vol. 102, № 2. – P. 179-194.