

СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ ОПТИЧНИХ БІОСЕНСОРІВ У БІО-ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У даній роботі розглядаються сучасні досягнення оптичних біосенсорів у галузях біотехнології та медицини. Оптичні біосенсиори, завдяки своїй високій чутливості, швидкості виявлення та можливості моніторингу в реальному часі, стали важливими інструментами для ранньої діагностики захворювань, таких як рак та інфекційні патології.

Ключові слова: оптичні біосенсиори, біотехнологія, медицина, біомаркери, нанотехнології.

Abstract

This work examines the current achievements of optical biosensors in the fields of biotechnology and medicine. Optical biosensors, due to their high sensitivity, detection speed and real-time monitoring capability, have become important tools for the early diagnosis of diseases such as cancer and infectious pathologies.

Keywords: optical biosensors, biotechnology, medicine, biomarkers, nanotechnology.

Вступ

Сучасні досягнення в області оптичних біосенсорів суттєво змінили підходи до діагностики та лікування захворювань, а також до контролю якості в біотехнології. Ці пристрої поєднують високу чутливість і швидкість виявлення, відкривають нові можливості для ранньої діагностики різних патологій, зокрема інфекційних захворювань і раку. Завдяки використанню нанотехнологій та інноваційних оптичних методів, оптичні біосенсиори дозволяють здійснювати моніторинг біопроцесів в режимі реального часу, що є критично важливим для розвитку персоналізованої медицини. Окрім цього, їх застосування в біотехнології забезпечує покращення процесів виробництва і контролю якості, сприяючи розробці нових терапевтичних стратегій. У цьому контексті важливо дослідити поточні тенденції та досягнення у використанні оптичних біосенсорів, які не лише підвищують ефективність медичних досліджень, але й забезпечують високий рівень безпеки в харчовій промисловості та екологічному контролі.

Результати дослідження

Оптичні біосенсиори за останні роки здобули величезне визнання в галузі фармації завдяки їхній здатності забезпечувати швидке та точне виявлення численних патогенів. Дослідження [1] відзначають прогрес у розробці оптичних біосенсорів для діагностики патогенів, антитіл і біомаркерів. Особливо перспективними є біосенсиори на основі целюлози завдяки їхній біосумісності, що сприяє їхньому застосуванню в медицині та криміналістиці. Дослідження [2] оптичних біосенсорів дозволило моніторити рівні ліків та аналізувати біорідини. Зокрема, біосенсиори поверхневого плазмонного резонансу ефективно виявляють біомаркери діабету, гепатиту та раку. Розробка безміткових сенсорів на основі кремнію підвищує точність і чутливість аналізів, розширюючи їхнє біоаналітичне застосування. Дослідження [3] демонструють ефективність оптичних біосенсорів у виявленні специфічних молекул, зокрема неорганічного фосфату, серотоніну та С-реактивного білка. Вони також здатні моніторити рівень глюкози в слині й виявляти бактеріальні ендотоксини, що робить їх перспективними для діагностики та профілактики захворювань, зокрема сепсису.

В тканинній інженерії оптичні біосенсиори використовуються для моніторингу клітинної активності в реальному часі [4], що дозволяє вченим краще розуміти механізми, що лежать в основі регенерації тканин та впливу лікарських засобів. Ці технології також знаходять застосування в фармацевтичній індустрії для відкриття нових ліків, а в харчовій промисловості - для контролю якості та безпеки то-

варів, що підтверджує їх універсальність і ефективність. Крім того, оптичні біосенсиори активно використовуються в нанорозмірних біомедичних та оптичних приладах, що відкриває нові можливості для досліджень на молекулярному рівні. Однак незважаючи на значні досягнення, існують і певні виклики, з якими стикаються ці технології, зокрема в контексті їх впровадження в промислових процесах. Необхідно продовжувати дослідження для подолання цих проблем та вдосконалення існуючих рішень. Зокрема, оптичний біосенсор глюкози пропонує нові можливості для контролю рівня глюкози в продуктах, що є важливим для діабетиків та інших споживачів, які потребують моніторингу рівня цукру. Таким чином, оптичні біосенсиори відіграють важливу роль для забезпечення безпеки та якості продукції в багатьох галузях, сприяючи покращенню здоров'я населення та підтримці високих стандартів виробництва.

Традиційні методи виявлення інфекційних захворювань, які часто займають багато часу та ресурсів, можуть мати обмежену ефективність. На фоні цих проблем оптичні біосенсиори пропонують нові можливості для оперативної діагностики, що дозволяє швидко виявляти інфекції, викликані бактеріями та вірусами. Флуоресцентні біосенсиори показали свою ефективність у виявленні гормонів, нейромедіаторів та ключових метаболітів людини, що є важливими показниками для оцінки стану здоров'я. Дослідження [5] розглянули різні типи волоконно-оптичних датчиків і їх застосування в охороні здоров'я, включаючи виявлення інсектицидів, які можуть впливати на здоров'я людей та тварин. Наприклад, оптичні біосенсиори на основі графену та оксиду графену використовуються для виявлення пухлин і ранньої діагностики раку, що відкриває нові горизонти для боротьби з онкологічними захворюваннями.

Однією з ключових функцій оптичних біосенсорів є їх використання як імуносенсорів для виявлення антитіл і токсичних речовин. Дослідження [6, 7] показали, що сенсори ДНК здатні виявляти немакромолекулярні та білкові сполуки, що відкриває нові перспективи для розробки тестів на раннє виявлення хвороб. Наприклад, швидке оптичне виявлення без міток аутоімунних антитіл за допомогою рефлектометричної інтерференційної спектроскопії демонструє, як ці технології можуть забезпечити ефективну діагностику в клінічній практиці. Крім того, оптичні біосенсиори використовуються для вивчення біології розвитку рослин, моніторингу метаболітів та аналізу сигналів молекул. Вони також знаходять застосування у мікробіологічному аналізі для виявлення харчових патогенів та впровадження нових аналітичних методів. Наприклад, геномна ДНК людини була успішно виявлена за допомогою зіркоподібних наночастинок, що свідчить про високий рівень чутливості та точності сучасних біосенсорів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vivian Garzón, Daniel G. Pinacho, Rosa-Helena Bustos, Gustavo Garzón, Sandra Bustamante Optical biosensors for therapeutic drug monitoring Biosensors, 9 (4) (2019), p. 132.
2. Adrián Fernández Gavela, Daniel Grajales García, Jhonattan C Ramirez, and Laura M Lechuga. Last advances in silicon-based optical biosensors. sensors, 16(3):285, 2016.
3. Kim R. Rogers, Mohyee E. Eldefrawi, David P Richman A nicotinic receptor optical biosensor Biosensor Technology: Fundamentals and Applications, CRC Press (2017), pp.
4. Zaineb Gharsallah, Monia Najjar, Bhuvneshwer Suthar, Vijay Janyani High sensitivity and ultra-compact optical biosensor for detection of urea concentration Opt. Quant. Electron., 50 (6) (2018), p. 249.
5. Fatemeh Hakimian, Hedayatollah Ghourchian, Azam sadat Hashemi, Mohammad Reza Arastoo, Mohammad Behnam Rad Ultrasensitive optical biosensor for detection of mirna-155 using positively charged au nanoparticles Scientific reports, 8 (1) (2018), pp. 1-9.
6. Istvan Kurucz, Beatrix Peter, Aurel Prosz, Inna Szekacs, Robert Horvath, Anna Erdei Label-free optical biosensor for on-line monitoring the integrated response of human b cells upon the engagement of stimulatory and inhibitory immune receptors Sensors and Actuators B: Chemical, 240 (2017), pp. 528-535.
7. Kai Song, Xianggui Kong, Xiaomin Liu, Youlin Zhang, Qinghui Zeng, Tu. Langping, Zhan Shi, Hong Zhang Aptamer optical biosensor without bio-breakage using upconversion nanoparticles as donors Chem. Commun., 48 (8) (2012), pp. 1156-1158.

Науковий керівник: **Тимчик Сергій Васильович** канд. техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико електронних систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tymchyksv@ukr.net.

Oleksiy Mykhailovych Mormitko — graduate student of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Tymchyk Serhiy Vasyliovych** — candidate. technical of Sciences, associate professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tymchyksv@ukr.net.