

*Аміна Пальченко*

## СУЧАСНІ ОПТИЧНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ В МЕДИЦИНІ

**Анотація.** У статті розглядаються основні принципи роботи оптичних методів діагностики в медицині, їхні переваги та недоліки, а також перспективи розвитку. Особлива увага приділяється таким технологіям, як звичайна мікроскопія, світлова мікроскопія, флуоресцентна мікроскопія, електронна мікроскопія, конфокальна мікроскопія. Проведено аналіз їхніх можливостей у виявленні ранніх стадій різних захворювань, моніторингу лікування.

**Ключові слова:** Оптичні методи, мікроскопія, світлова мікроскопія, флуоресцентна мікроскопія, електронна мікроскопія, конфокальна мікроскопія.

Використання спектрофотометричних методів у біології та медицині базується на широкому спектрі явищ, пов'язаних із взаємодією світла з біологічними об'єктами. Оптичне випромінювання, аналогічно звичайному світлу, може відбиватися, поглиблюватися, розсіюватися біологічним середовищем. Кожен з цих процесів містить інформацію про мікро- та макроструктуру цього середовища, а також про рух і форму окремих його складових.

Червоне, інфрачервоне та ультрафіолетове світло володіють здатністю викликати фотобіохімічні реакції. Наприклад, фотосинтез рослин і бактерій, а також механізм зору, є яскравими прикладами взаємодії біологічних об'єктів з цими ділянками спектру. Високоінтенсивне світлове випромінювання в ультрафіолетовому, видимому червоному та інфрачервоному діапазонах довжин хвиль може мати руйнівний (деструктивний) вплив на біологічні об'єкти.

Традиційні методи контролю та вимірювань оптичних характеристик не повністю відповідають сучасним вимогам спектроскопії світлорозсіювальних об'єктів. Тому вони вимагають подальших наукових досліджень, нових розробок і значного вдосконалення, включаючи автоматизацію та інтелектуалізацію [1].

Сучасні методи оптичної спектроскопії, які використовуються у медицині для діагностики, займають провідне місце поряд з такими техніками, як рентгенівське, акустичне, ядерне магнітне резонансне, радіонуклідне та

ендоскопічне дослідження. Вони мають численні переваги, такі як неінвазивність, відсутність побічних ефектів, безконтактність, що гарантує безпеку пацієнтів, а також висока чутливість та роздільна здатність. Фізична основа цих методів полягає у взаємодії світла з матеріалами. Аналіз цієї взаємодії дозволяє отримувати різноманітну інформацію про структуру, біохімію, морфологію та фізіологію, зокрема через поглинання, розсіювання та відбивання оптичного випромінювання.

Розглянемо певні методи оптичних досліджень, які набули практичного застосування в останні роки та інтегруються в сучасну медичну діагностику [2].

*Мікроскопія.* Винахід мікроскопів зробив значний внесок у сучасну медицину. Про клітини нічого не було відомо до появи мікроскопів. До того часу твердо вважалося, що отруйні гази та злі духи викликають хвороби. Винахід мікроскопів призвів до розпізнавання мікроорганізмів та інших бактерій, завдяки чому були розроблені відповідні методи лікування.

*Світлова мікроскопія.* За допомогою світлової мікроскопії невеликі зразки стають видимими, створюючи зображення, щоб зрозуміти, як структура взаємодіє зі світлом. Деякі параметри, такі як відображення, поглинання та розсіювання зразка, виявляються.

Цей метод особливо ефективний для вивчення прозорих або напівпрозорих зразків, які пропускають світловий пучок. За допомогою сучасних мікроскопів можна досліджувати частинки розміром від 200 нанометрів при максимальному збільшенні до 3000 разів. Цей підхід дозволяє ретельно розглядати як загальну структуру клітини, так і процеси її життєдіяльності, такі як переміщення, поділ, рухомість цитоплазми та інші. Використання оптичного мікроскопа дозволяє виявляти зміни в клітинах, вивчати різноманітні штами вірусів. Проте слід зазначити обмеження в роздільній здатності, оскільки частинки розміром менше 200 нанометрів стають недоступними для дослідження [4].

*Флуоресцентна мікроскопія.* Флуоресцентна мікроскопія, показана на (рис.1), є передовим методом для неінвазивної візуалізації різноманітних живих

біологічних об'єктів, починаючи від субклітинних структур і закінчуючи клітинами, тканинами та ембріонами. Цей вид мікроскопії виявляється високоефективним для докладного спостереження клітин у живому стані. Зображення на рис. 1 отримано з використанням скануючого флуоресцентного мікроскопа.

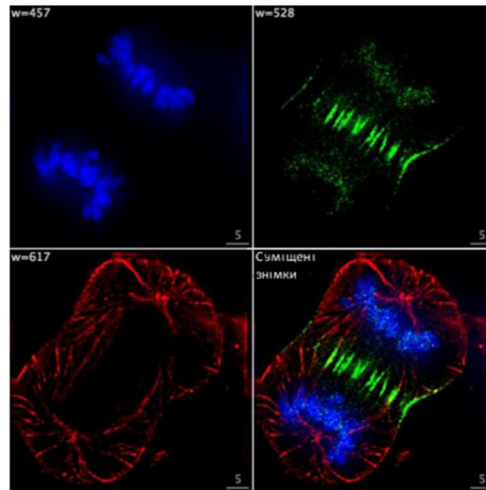


Рис. 1. Поділ ракової клітини людини

Флуоресцентний світловий мікроскоп проливає світло, додаючи до зразка молекулу барвника. Він використовує джерело світла високої інтенсивності та стимулює молекулу барвника, коли поглинає світлову енергію. Потім захоплена енергія вивільняється у вигляді світла. Вивільнена освітлена енергія має велику довжину хвилі і, таким чином, створює зображення, помічене флуорохромом. Мікроскоп розкриває клітини на світло для формування зображення [3].

Застосування флуоресцентного світлового мікроскопа використовується для перегляду бактеріальних клітин і ідентифікації конкретних антитіл проти бактеріальних збудників. Флуоресцентний мікроскоп також розпізнає та спостерігає мікроорганізми та визначає різницю між живими та мертвими бактеріями.

*Електронна мікроскопія.* Електронна мікроскопія (ЕМ) — це техніка для отримання зображень високої роздільної здатності біологічних і небіологічних зразків. Він використовується в біомедичних дослідженнях для вивчення

детальної структури тканин, клітин, органел і макромолекулярних комплексів. Висока роздільна здатність ЕМ - зображень є результатом використання електронів (які мають дуже короткі довжини хвилі) як джерела світлового випромінювання. Електронна мікроскопія використовується в поєднанні з різними допоміжними методами (наприклад, тонкі зрізи, імунологічне мічення, негативне фарбування), щоб відповісти на конкретні запитання. ЕМ-зображення, які зображенні на рис. 2 надають ключову інформацію про структурну основу клітинної функції та захворювання клітини.

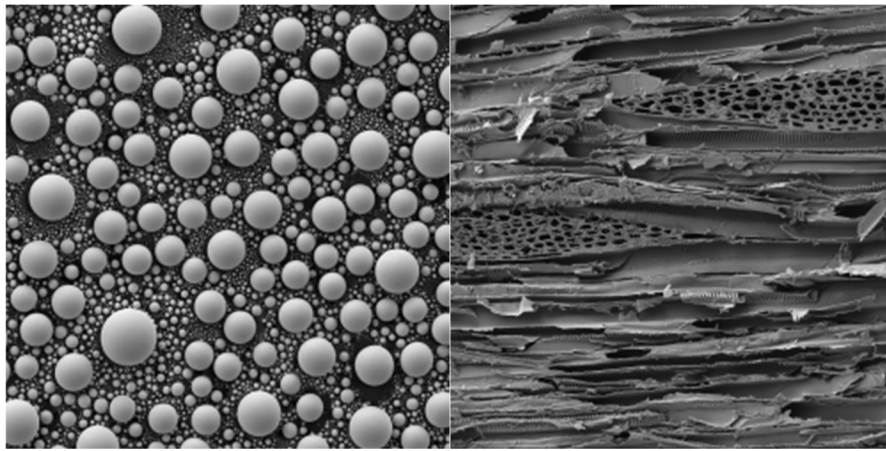


Рис. 2. Електронні мікрофотографії поперечних зрізів селекції деревних рослин та ряду наноструктурованих матеріалів

*Конфокальна мікроскопія.* Конфокальна мікроскопія пропонує кілька переваг порівняно зі звичайною оптичною мікроскопією, включаючи можливість контролювати глибину різкості, усунення або зменшення фонової інформації далеко від фокальної площини (що призводить до погіршення зображення), а також можливість збирати серійні оптичні зрізи з товстих зразків, наприклад які зображено на рис 3. Основним ключем до конфокального підходу є використання методів просторової фільтрації для усунення розфокусованого світла або відблисків у зразках, товщина яких перевищує безпосередню площину фокусування [5]. Останніми роками відбувся величезний вибух популярності конфокальної мікроскопії, частково завдяки відносній легкості, з якою можна отримати зображення надзвичайно високої якості зі зразків, підготовлених для

звичайної флуоресцентної мікроскопії, і зростаючій кількості застосувань у клітинній біології, які покладаються на зображення як фіксованих, так і живих клітин і тканин. Насправді конфокальна технологія виявляється одним із найважливіших досягнень, коли-небудь досягнутих в оптичній мікроскопії, адже порівнюючи зі звичайними мікроскопами зображення є більш чіткими, готові зображення можна побачити на рис 4.

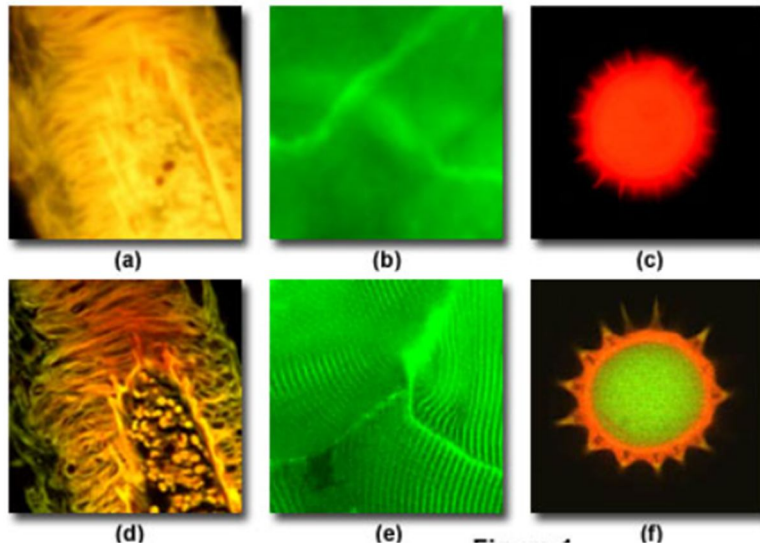


Рис. 3. Зображення отримані при роботі з конфокальною мікроскопією

Зараз ці мікроскопи використовуються для рутинних досліджень молекул, клітин і живих тканин, які були неможливі лише кілька років тому.

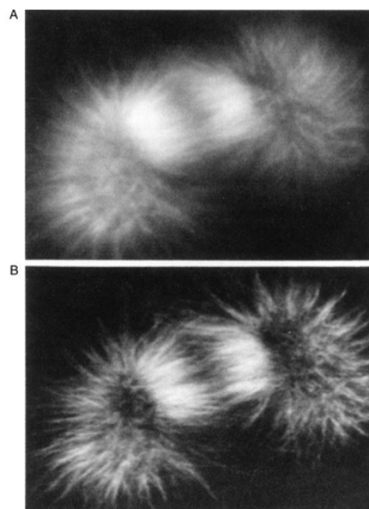


Рис. 4. Порівняння зображень звичайного світлового мікроскопу (А) та конфокального (В)

Отже, з усього вище сказаного можна вважати, що оптичні методи дослідження – це могутній інструмент контролю стану здоров'я людини та розширення, вдосконалення методів медичної діагностики та лікування [5].

**Список використаних джерел:**

1. Прімін Михайло Андрійович. Сучасні сенсорні системи та інформаційні технології в медицині, біології та техніці. Перспективи розвитку: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 14 квітня 2021 року. Вісник НАН України, 2021, 5: 47-53.
2. Личковський Е.І. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія. - Вінниця: Нова Книга, 2014.-С.383-388.
3. «Методи та засоби діагностики. Сучасні оптоелектронні діагностичні прилади»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 - «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. М.Ф. Богомолів, В.В. Шликов, В.Б. Максименко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 125 с.
4. StudFils: веб-сайт. URL:<https://studfile.net/preview/1554485/page:98/>
5. Думенко В.П. Застосування методу Монте-Карло для аналізу оптичних характеристик біологічного середовища / В. П. Думенко, С. В. Павлов, Т. І. Козловська // Оптико-електронні інформаційноенергетичні технології. – 2008. – №2 (16). – С.

**MODERN OPTICAL METHODS OF DIAGNOSTICS IN MEDICINE**

**Abstract.** *The article discusses the main principles of optical diagnostic methods in medicine, their advantages and disadvantages, as well as development prospects. Special attention is paid to such technologies as conventional microscopy, light microscopy, fluorescence microscopy, electron microscopy, confocal microscopy. An analysis of their capabilities in detecting the early stages of various diseases, monitoring treatment and conducting minimally invasive procedures was carried out.*

**Keywords:** *optical methods, microscopy, light microscopy, fluorescence microscopy, electron microscopy, confocal microscopy.*

*Науковий керівник: Вікторія Думенко, канд. техн. наук, доцент.*