

*Хоменко Ж. М., канд. техн. наук., старш. викладач
Державний університет "Житомирська політехніка"*

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН І ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ В СПЕКТРОФОТОМЕТРІЇ

Спектрофотометричні дослідження базуються на реєстрації відбитого або пропущеного випромінювання, що зазнало взаємодії з біологічною тканиною чи середовищем у широкому діапазоні довжин хвиль. Результатом цього дослідження є набір спектрів пропускання та відбиття, за якими визначають коефіцієнти відбивання та пропускання та розраховують оптичні параметри досліджуваного зразку. Реєстроване послаблене випромінювання містить в собі інформацію про властивості біооб'єкту, перш за все про поглинання і розсіювання випромінювання в тканині. У сучасній технічній реалізації метод дозволяє кількісно оцінювати такі оптичні параметри, як коефіцієнт поглинання μ_a і транспортний коефіцієнт розсіювання μ'_s , які відображають, відповідно, компонентний склад хромофорів і величину інтегрального поглинання, структурні особливості (розміри і кількість розсіювачів) біологічної тканини.

У клінічній медичній практиці спектрофотометрія застосовується при діагностиці функціонального стану біотканин і органів. Метод володіє такими перевагами, як неінвазивний, значна глибина проникнення зондуючого випромінювання в червоному та близькому інфрачервоному діапазоні довжин хвиль, відносна простота технічної реалізації, можливість динамічних багатоканальних спостережень з високим тимчасовим (близько 10 мс) і задовільним просторовим дозволом (близько 1-5 мм).

Основна перевага сучасних спектрофотометричних приладів, до яких відносяться і тканинні оксиметри, наприклад, «OxiplexTS» (ISS, Inc., США) - можливість поділу ефектів поглинання і розсіювання, і визначення абсолютних значень коефіцієнта поглинання μ_a (1/см) і транспортного коефіцієнта розсіювання μ'_s (1/см). Метою даної роботи було вивчення оптичних властивостей різних біологічних тканин за допомогою сучасного спектрофотометричного приладу і визначення взаємозв'язку реєстрованих оптичних параметрів з властивостями біотканин.

Поглинаючі властивості біоткани визначаються концентраціями хромофорів в біотканині і їх індивідуальними властивостями - молярними коефіцієнтами екстинкції ε_i і описуються величиною коефіцієнта поглинання μ_a на довжині хвилі λ (1).

Основні хромофори, їх молярні коефіцієнти екстинкції ε_i і концентрації хромофорів C_i відомі з

$$\mu_a^{\lambda_j} = \sum_i^n \varepsilon_i^{\lambda_j} \cdot C_i, \quad i=1..n \quad (1)$$

літературних даних, а коефіцієнт поглинання μ_a вимірюється.

Розсіюючі властивості біотканин визначаються їх структурними особливостями, розмірами і кількістю розсіювачів і описуються значеннями транспортного коефіцієнта розсіювання μ'_s і фактора анізотропії розсіювання g . У біологічних тканинах центрами розсіювання є клітини і клітинні органели, розміри яких варіюють в діапазоні від декількох десятків нанометрів до сотень мікрон. Наприклад, мітохондрії є одними з центрів розсіювання світла для тканин тваринного походження. У неінвазивної та малоінвазивної спектрофотометрії біологічних тканин широко використовується коефіцієнт поглинання μ_a і практично не використовуються коефіцієнт розсіювання μ_s і транспортний коефіцієнт розсіювання $\mu'_s = \mu_s(1-g)$. Аналіз прямих і обернених задач з використанням коефіцієнта розсіювання μ_s вимагає додаткових теоретичних і експериментальних досліджень.

Для виявлення залежності параметрів розсіювання від властивостей середовища було проведено розрахунок транспортного коефіцієнта розсіювання μ'_s і фактора анізотропії розсіювання g для спрощеної моделі біоткани у вигляді сукупності однорідних сферичних частинок з розмірами більше довжини хвилі λ зондуючого випромінювання (червоного і ближнього інфрачервоного діапазонів).

Таким чином, експериментальні дослідження оптичних властивостей біологічних тканин спільно з теоретичними дослідженнями і моделюванням, дозволять наблизитися до вирішення обернених задач розсіювання, пов'язаних з визначенням розмірів частинок і щільності їх упаковки в біологічній тканині за умови відомого відсоткового вмісту води (заданого або вимірюваного) в тканині на певних довжинах хвиль