

ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Прудка О. А., Кунденко М. П., Шинкаренко І. М.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка**Запропоновано результати дослідження впливу різних областей спектра інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти тварин.*

Постановка проблеми. Біологічні об'єкти часто зіштовхуються з проблемою різних захворювань. Сучасна наука пропонує безліч способів лікування хімічними препаратами, які мають не сприятливий вплив на самі біологічні об'єкти. Такі препарати можуть викликати зміну структури організму і подальшої життєдіяльності, що є неприпустимим для отримання біологічно чистої продукції.

Щоб уникнути вище сказаного проводяться роботи по лікуванню біологічних об'єктів інфрачервоним випромінюванням, яке не має згубного впливу на організм і тим часом ефективно позбавляє біологічні об'єкти від шкідливих захворювань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За допомогою інфрачервоного випромінювання проводиться успішна терапія надзвичайно широкого кола захворювань. Комбінування лімфоімуностимуляції з випромінюванням інфрачервоного лазера посилювало лікувальний ефект [1].

Випромінювання лазерів інфрачервоного і ультрафіолетового діапазону здатне впливати на емаль зубів. Використання інфрачервоного лазера в лікувальних цілях (довжина хвилі-940 нм, середня потужність 4 мВт) призводило до поліпшення самопочуття 65-90 % пацієнтів із захворюваннями рухової системи, шкіри, периферичної циркуляції крові [2]. За допомогою інфрачервоного лазера проводиться термопунктура при лікуванні урологічних та гінекологічних захворюваннях (цисталгія, алгодісменорея, енурез) [3]. Використання arsenid-hallium інфрачервоного лазера призводить до позитивного ефекту при лікуванні проникаючого туберкульозу легенів.

Проводилось лікування пацієнтів, які страждають на запалення м'яких тканин (тендит, урсит, ентезит), за допомогою інфрачервоного і гелій-неонового лазера. За допомогою апарату "УЗОР" (890 нм, 1500 МГц, середня потужність 2 МВт) проводилася лазерна акупунктура при лікуванні бронхіальної астми та обструкційного бронхіту. CO₂-лазер (10,6 мкм, 4 Вт) використовується для видалення верхнього шару слизової оболонки і коагуляції судин. CO₂-лазер використовується також для надрізів і видалення наскірних пухлин, для випарювання певного типу пухлин - xanthelasma, synringomas. Після застосування "ГЧ-гармати" IRS Medtec 100 у 70 % пацієнтів з остеоартрозом припинялися больові відчуття [4].

Про можливість сприйняття біологічними об'єктами інфрачервоних променів відомо мало. Розглянемо окремих клас біологічних об'єктів - комахи. Чутливість ока комахи досить різко спадає в червоній області спектра. Більшість комах погано бачить при червоному освітленні, що часто використовується

експериментаторами для нічних спостережень. Інфрачервоне випромінювання, якщо воно сприймається комахою, має, швидше за все, діяти не на зорові, а на якісь інші рецептори.

Передбачалося, зокрема, що златки і вусачі знаходяться в польоті зону колишньої лісової пожежі, користуючись тим, що вигорівша частина лісу набагато більше прогривається сонцем і є потужним джерелом інфрачервоного випромінювання.

Була висунута також гіпотеза про роль інфрачервоного випромінювання в зближенні осіб жіночої та чоловічої статі у нічних метеликів. Температура тіла у метелика, що летить помітно вище температури навколишнього повітря і, таким чином, воно є джерелом інфрачервоних променів. Потік цих променів, що випускаються тілом метелика, ритмічно переривається з певною частотою помахами крил. Передбачається, що самець знаходить і відрізняє самку, свого виду, сприймаючи модульовані, таким чином, інфрачервоні промені [5].

Мета статті. Провести теоретичне дослідження впливу променів інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти.

Основні матеріали дослідження. Інфрачервоне випромінювання - електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла (з довжиною хвилі $\lambda = 0,74$ мкм) і мікрохвильовим випромінюванням ($\lambda \sim 1-2$ мм). Оптичні властивості речовин в інфрачервоному випромінюванні значно відрізняються від їхніх властивостей у видимому випромінюванні.

При розгляді оптичних властивостей речовин у видимому і інфрачервоному випромінюванні, варто зауважити, що присутня значна різниця. Всю спектральну область інфрачервоного випромінювання ділять на три складові:

- короткохвильова область: $\lambda = 0,74-2,5$ мкм;
- середньохвильова область: $\lambda = 2,5-50$ мкм;
- довгохвильова область: $\lambda = 50-2000$ мкм.

Довгохвильову околицю цього діапазону іноді виділяють в окремий діапазон електромагнітних хвиль - терагерцеве випромінювання (субміліметрове випромінювання).

Інфрачервоне випромінювання також називають "тепловим" випромінюванням, так як інфрачервоне випромінювання від нагрітих предметів сприймається шкірою людини як відчуття тепла. При цьому довжини хвиль, що випромінюються тілом, залежать від температури нагрівання: чим вище температура, тим коротше довжина хвилі і вище інтенсивність випромінювання. Спектр випромінювання абсолютно чорного тіла при відносно невисоких (до декількох тисяч

Кельвінів) температурах лежить в основному саме в цьому діапазоні. Інфрачервоне випромінювання випускають збуджені атоми або іони.

Крім перенесення тепла, інфрачервоне випромінювання може також впливати на різні тканини організму. Як і будь-яка речовина, тіло живих істот володіє певними оптичними властивостями. Залежно від довжини хвилі одна частина випромінювання, що потрапляє на поверхню тіла, відбивається, інша розсіюватись, третя поглинається поверхнею шкірних покривів, а четверта проникає вглиб до різних тканин організму, викликаючи в них різні оптико-хімічні процеси.

Найбільший коефіцієнт відображення мають світлі ділянки шкіри. Сильно опушені шерстю або пір'ям крім відображення мають також підвищений коефіцієнт розсіювання. Частина, що залишилася проникає глибше. Наприклад, у новонароджених поросят, глибина проникнення випромінювання в підшкірні шари максимальна для ближнього інфрачервоного спектра і для червоного світла.

Так при довжині хвилі 0,7 мкм (червоне світло) проникнення до 2 - 3 см, а максимальна глибина - до 6 - 7 см, відзначається в діапазоні 0,95 мкм.

У середньому діапазоні глибина проникнення поступово падає, виділяючись окремими піками, а при довжині хвилі понад 3 мкм все інфрачервоне випромінювання поглинається тільки верхніми шарами шкіри. Але і в поверхневих шарах шкіри воно перетворюється в тепло, поступово передаючи його всьому організму.

Однак це не все, на що здатні інфрачервоні промені. При їх правильному дозуванні вони покращують циркуляцію крові в шарах проникнення, а також прискорюють метаболізм, тим самим сприяючи нарощування м'язової маси тварин. У судин підвищується проникність стінок, в результаті швидше відбувається видалення токсинів, збільшується швидкість проникнення поживних речовин до життєво важливих органів. Все це прискорює розвиток тварин до товарних кондицій, збільшує несучість у птиці, а в цілому зменшує собівартість продукції.

Крім цього, інфрачервоне випромінювання має деяку антисептичну дію навіть в товщі тканин, а на поверхні шкіри знищує практично всі мікроорганізми. Особливо ефективно воно проти різних грибків, які перебувають на елементах конструкції кліток або загороди для тварин. Тому використання інфрачервоних приладів зменшує захворюваність серед біологічних об'єктів.

В даний час проблема виявлення молекулярних механізмів дії інфрачервоного випромінювання є досить актуальною через свою величезну теоретичну і практичну значущість, так як молекулярну мішень фотонів інфрачервоного випромінювання до сих пір не виявлено.

Відомо, що нагріті тіла здатні випромінювати енергію в інфрачервоній області спектра. Земна атмосфера в діапазонах довжин хвиль від 3 до 5 і від 8 до 14 мкм прозора для цього інфрачервоного випромінювання, яке поширюється, як фотони або кванти енергії.

На рис. 1 показано спектральний розподіл соняч-

ного випромінювання, яке досягає земної поверхні в сонячний день. Для порівняння наведено також розподіл випромінювання людського тіла (при температурі шкірного покриву 32°C) у зовнішнє середовище з температурою 20°C.

По-перше, слід зазначити значну відмінність величин сумарної енергії, яка визначається площею під кривими спектральних залежностей. Для сонячного випромінювання вона досягає приблизно 800 ккал/м²/год. на поверхні перпендикулярній до сонячних променів, тоді як повне випромінювання людського тіла, виміряне в лабораторних умовах, становить не більше ніж 20 ккал/м²/год.

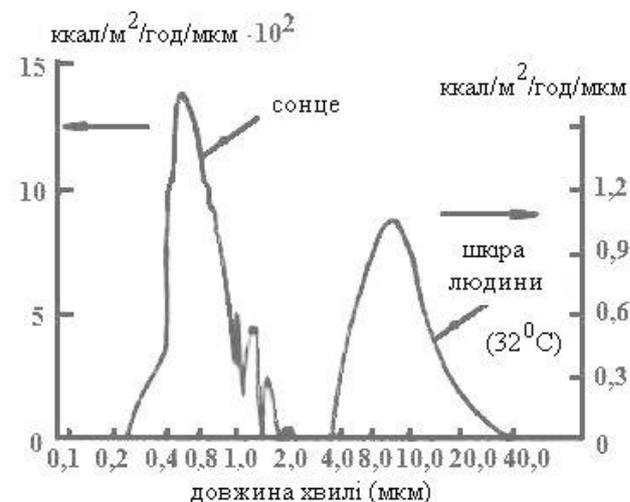


Рисунок 1 - Спектральний розподіл сонячного випромінювання, яке досягає земної поверхні в ясний день (сонце знаходиться в зеніті), і випромінювання шкіри людини (T = 32 °C) в навколишнє середовище, що знаходиться при T = 20 °C

По-друге, слід зазначити, що розглянуті спектральні криві лежать в абсолютно різних областях спектру і практично не перекриваються.

Основний внесок в сонячну енергію, яка досягає земної поверхні, вносить випромінювання з довжинами хвиль в інтервалі від 0,3 мкм до 2,8 мкм. При цьому, значна частина ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання Сонця або поглинається, або розсіюється атмосферою.

Принципово важливо, що всі процеси енергетичного обміну в клітинах, частина якого трансформується в теплове інфрачервоне випромінювання людського тіла, відбуваються в діапазоні енергій, що відповідає саме цьому спектральному діапазону інфрачервоного випромінювання.

Істотний прогрес в вивченні функцій мозку був досягнутий завдяки застосуванню термоенцефалографії, що заснована на реєстрації інфрачервоного випромінювання глибоких зон мозку з хорошими часовими і просторовими характеристиками.

Описано чотири типи впливу інфрачервоного випромінювання на живі об'єкти: електромеханічний, фотоабляція, тепловий і фотохімічний вплив.

Для електромеханічного впливу необхідна висока щільність енергії променя (109 - 1012 Вт/см²), що по-

дається короткими наносекундними імпульсами. Таке випромінювання викликає руйнування тканини, що приводить до збільшення обсягу плазми з великою кількістю електронів. Розширення плазми (схожість з вибуху) викликає розрив тканини. Вищеописаний ефект використовується при літотрипсії в жовчних протоках, в офтальмології для руйнування задньої капсули при вторинній катаракті.

На відміну від умовного фізичного розподілення інфрачервоного діапазону на короткохвильовий (0,74-2,5 мкм), середньохвильовий (2,5-50 мкм) і довгохвильовий (50-2000 мкм) діапазон, в фізіології прийнята дещо інша, міжнародна кваліфікація за ступенем впливу на організм. Ось як вона виглядає:

- Зона А - ближня, 0,7- 1,4 мкм, найбільш активний вплив;

- Зона В - середня, 1,4-3 мкм, середній за активністю вплив;

- Зона С - далека, більше 3 мкм, малий вплив.

Установлено, що процедури впливу інфрачервоного випромінювання прискорюють процес одужання хворих на грип і можуть служити мірою профілактики простудних захворювань.

Переважає терапія з використанням інфрачервоного випромінювання перед іншими тепловими методами лікування в більш глибокому прогріванні. Крім того, відсутній контакт між джерелом тепла і органом, чим усувається реакція тканин і їх забруднення, що особливо важливо при відкритих пошкодженнях. Можливо також інфрачервоне опромінення через тонкі пов'язки, так як воно проникає через звичайні перев'язувальні матеріали.

Дуже важливе значення набуває останнім часом термографія, заснована на реєстрації за допомогою електронно-оптичних перетворювачів інфрачервоного випромінювання, що випускається тканинами людей і тварин. Інфрачервоне випромінювання несе з собою інформацію про тканини які знаходяться під шкірою і дозволяє бачити деталі, які не розрізняються при візуальному огляді. Добре видно на інфрачервоних знімках або на телекранах місця знаходження вен, які близько розташовані під шкірою, так як температура крові трохи вище температури оточуючих судини тканин, і вони створюють більш інтенсивне інфрачервоне випромінювання. Знімки вен дозволяють виявляти місця закупорки судин, оскільки місця запалення мають температуру вищу, ніж навколишні тканини. Сучасні методи реєстрації інфрачервоного випромінювання дозволяють виявляти місця локалізації тромбів або злоякісних пухлин, навіть якщо їх температура перевищує навколишню температуру на соті долі градуса.

Виведення інформації на комп'ютер дає можливість за лічені секунди отримати своєрідну термограму-силует досліджуваної ділянки органу з цифрами, які відповідають температурі всередині тканин.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що правильне дозуванні інфрачервоного випромінювання поліпшує циркуляцію крові в шарах проникнення, а також прискорює метаболізм, тим самим, сприяючи нарощуванню м'язової маси тварин. У судин підвищується проникність стінок, в результаті швидше відбувається видалення токсинів, збільшу-

ється швидкість проникнення поживних речовин до життєво важливих органів. Все це прискорює розвиток тварин до товарних кондицій, збільшує несучість у птиці, а в цілому зменшує собівартість продукції.

Крім цього, інфрачервоне випромінювання має деяку антисептичну дію навіть в товщі тканин, а на поверхні шкіри знищує практично всі мікроорганізми. Особливо ефективно воно проти різних грибків, які перебувають на елементах конструкції клітини або загороди для тварин.

Тому використання інфрачервоних приладів зменшує захворюваність серед молодняка і дорослих біологічних об'єктів.

Список використаних джерел

1. Касымов А. Л. Влияние региональной лимфоиммуностимуляции и инфракрасной магнитолазерной терапии на структуру лимфатических узлов малого сальника после операции на желудке / А. Л. Касымов, В. А. Хакимов // Хирургия. - 1997. - № 6: 0023-1207. - С. 37-40.

2. Sieron J. Folia Phoniatica et Logopaedica / J. Sieron, K. P. Westphal, H. S. Johannsen. - 1995 - Apraxie des Kehlkopfes. - P. 47, 33-37.

3. Кульчавеня Е. В. Туберкулез половых органов у мужчин в Западной Сибири / Е. В. Кульчавеня, В. Т. Хомяков, И. И. Жукова // Хирургия. - 2004. - № 4. - С. 34-37.

4. Lewith G. T. A randomised trial to evaluate the effect of infra-red stimulation of local trigger points, versus placebo, on the pain caused by cervical osteoarthritis / G. T. Lewith, D. Machin. - 1981. - № 6(4). - P. 277-284.

5. Callahan P. S. A vector analysis of the infrared emission of night flying moths, with a discussion of the system as a directional homing device. / P.S. Callahan, F. Lee // Ann. Entomol. - 1974. - Soc. Am. 67. - P. 341-355.

Аннотация

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Прудка О. А., Кунденко Н. П., Шинкаренко И. Н.

Предложены результаты исследования влияния различных областей спектра инфракрасного излучения на биологические объекты животных.

Abstract

ASSESSMENT OF INFRARED RADIATION ON BIOLOGICAL OBJECTS

O. Prudka, M. Kundenko, I. Shinkarenko

Results of the study suggested the influence of various regions of the spectrum of infrared radiation on biological objects animals.