

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Кунденко О. М., Замула О. П.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведено аналіз та розрахунки ефективності впливу дії інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти.

Постановка проблеми. Наукові дослідження, вирішення практичних завдань, військова справа – ці та інші галузі людської діяльності зуміли застосувати ІЧ-випромінювання. Завдяки дослідженню спектрів ІЧ-випромінювання, вдалося вивчити структуру атомів, молекул, здійснити якісний аналіз сумішей речовин, що мають складний молекулярний склад.

Наприклад, за допомогою ІЧ-спектроскопії можна вивчити склад моторного палива. Фотографія, отримана в ІЧ-діапазоні, має переваги в порівнянні зі звичайним знімком через коефіцієнти відбиття, розсіювання і пропускання. Інфрачервоні знімки дозволяють побачити деталізацію, недоступну на звичайних фото.

При впливі ІЧ-випромінювання на біологічні об'єкти відбувається зміна як структури об'єкта, так і характеристик випромінювання – об'ємної, умовної і поверхневої щільності енергії випромінювання, а також його номерізаційних характеристик.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інфрачервоне випромінювання в спільному спектрі оптичних випромінювань закладено в зоні від 780 до 10^6 нм, і ділиться на три основні участки: ІЧ-А з діапазоном від 780 нм до 1400 нм; ІЧ-В - від 1400 нм до 3000 нм і ІЧ-С – від 3000 до 1 мм. Фізична суть ІЧ-випромінювання складається з того, що поява цього випромінювання обумовлено обертними і коливальними рухами молекул, які викликаються нагрівом тіл і описуються законами теплового випромінювання.

Одночасно з випусканням випромінювання кожне тіло поглинає падаючі випромінювання, так що в природі весь час має місце променевий теплообмін. В результаті теплообміну в системі тіл з любых об'єктів незалежно від їх стану і стану їх поверхні з плином часу встановлюється рівноважна температура T . В результаті теплове випромінювання може вважатися рівноважним.

Мета статті. Провести аналіз та розрахунки ефективності дії інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти.

Основні матеріали дослідження. Спектральні випромінювальні властивості будь-яких об'єктів можна характеризувати спектральною щільністю енергетичної світності $M_{\lambda T}$, а поглинання об'єктом опромінення конкретного випромінювання – спектральним коефіцієнтом поглинання $\alpha_{\lambda T}$. Цей коефіцієнт показує, яка частина падаючого на об'єкт потоку випромінювання $\Phi_{e\lambda}$ при температурі T і даній довжині хвилі поглинається [1]. Закон Кірхгофа встановлює кількісний зв'язок між випусканням і поглинанням енергії випромінювання: для певної довжини хвилі

випромінювання при даній температурі відношення спектральної щільності енергетичної світності до спектрального коефіцієнта поглинання є величина постійна для будь-яких тіл незалежно від їх природи і форми.

$$\frac{M_{1\lambda T}}{\alpha_{1\lambda T}} = \frac{M_{2\lambda T}}{\alpha_{2\lambda T}} = \dots = M_{e\lambda T}, \quad (1)$$

де $M_{e\lambda T}$ – спектральна щільність енергетичної світності абсолютно чорного тіла.

Для інтегрального випромінювання, яким, як правило, характеризуються ІЧ-випромінювання, закон Кірхгофа представляється у вигляді:

$$\frac{M_{1e}(T)}{\alpha_1(T)} = \frac{M_{2e}(T)}{\alpha_2(T)} = \dots = M_{e\lambda T}(T), \quad (2)$$

де $M_{1e}(T), M_{2e}(T) \dots M_{e\lambda T}(T)$ – енергетична світність реальних тіл і абсолютно чорного тіла;

$\alpha(T)$ – інтегральний коефіцієнт поглинання при температурі T .

Закон Планка визначає розподілення енергії в спектрі випромінювання:

$$M_{e\lambda T}(\lambda_1 T) = C_1 \lambda^{-5} \left(e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}, \quad (3)$$

де C_1 – постійна, рівна $3,74 \cdot 10^{-16}$ Вт·м²;

C_2 – постійна, рівна $1,438 \cdot 10^{-2}$ м·К;

e – основа натурального логарифма.

Закон Віна визначає положення максимуму кривих розподілення спектральної щільності світності абсолютно чорного тіла при різних температурах

$$\lambda_{\max} - T = 2898 \text{ мкм}\cdot\text{К}, \quad (4)$$

де λ_{\max} – довжина хвилі, відповідна максимуму випромінювання, мкм.

Закон Стефана-Больцмана описує залежність повної енергетичної світності $M_{e\lambda T}$ абсолютно чорного тіла від його абсолютної температури

$$M_{e\lambda T} = \sigma T^4, \quad (5)$$

де σ – постійна Стефана-Больцмана, дорівнює $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт·м⁻²·К⁻⁴.

Теплове випромінювання реального тіла може бути записано з допомогою інтегрального ε_T чи спектрального $\varepsilon_{\lambda T}$ коефіцієнтів випромінювання:

$$M_e = \varepsilon_T \cdot M_{eAЧТ}, \quad (6)$$

$$M_{e\lambda} = \varepsilon_{\lambda T} \cdot M_{e\lambda AЧТ}. \quad (7)$$

Організм можна визначити як фізико-хімічну систему, існуючу в навколишньому середовищі в стаціонарному становищі [1]. Саме ця здатність живих систем збереже стаціонарне становище в умовах безперервно змінливого середовища і забезпечить їх виживання. Для забезпечення стаціонарного стану у всіх організмів від морфологічно самих простих до найбільш складних – виробились різноманітні анатомічні, фізіологічні і поведінкові пристосування, які служать одній меті – збереженню сталості внутрішнього середовища. Координаційна діяльність організму заснована на безперервному притоці інформації з зовнішнього і внутрішнього середовища. Тварини мають дві різні, але взаємозв'язані системи координації – нервову і ендокринну. Від їх діяльності залежить стабільність внутрішнього середовища організму. Нервова система передає сигнали у вигляді нервових імпульсів, ендокринна використовує для цього речовини, які переносяться кров'ю [1]. При очевидній різниці в механізмі передачі інформації, єдиним для обох систем являється звільнення хімічних речовин у вигляді засобів комунікації між клітинами. Поглинання і розсіювання теплового випромінювання визначається, головним чином, наступними процесами:

1) резонансним поглинанням випромінювання молекулами речовини, молекулами структурної і зв'язаної з речовиною води;

2) розсіюванням, обумовленим флуктаціями щільності чи концентрації речовини, а також розсіюванням на молекулах білків чи іонах;

3) розсіюванням випромінювання на зважених колоїдних частинах пігменту та ін.;

4) розсіюванням на інших оптичних неоднорідностях – капілярах і порах.

Інформацію про температуру навколишнього середовища гіпоталамус отримує від периферичних термоцентрів, які знаходяться у шкірі, вони приймають зміни навколишньої температури і посилають імпульси в гіпоталамус ще до того, як зміниться температура внутрішніх областей тіла. Існують терморекцептори двох типів – холододові і теплові. При відповідній стимуляції ці рецептори генерують імпульси в відходячих від них аферентних нервових волокнах. Одна частина імпульсів йде у гіпоталамус, а друга – в сенсорні зони кори, де виникають температурні відчуття, відповідні силі і тривалості стимуляції, а також числу збуджених рецепторів. Це дозволяє організму швидко і точно регулювати температуру внутрішніх областей тіла. В той же час інші фактори, змінюючи цю температуру (такі як інтенсивність обміну чи хворобливий стан), будуть безпосередньо впливати на неї, і зміни будуть знайдені рецепторами гіпоталамуса.

Випромінювання терморегуляторної активності

гіпоталамуса показало, що існують два різних центра терморегуляції – центр тепловіддачі і центр теплопродукції [2]. Первинний вплив ІЧ-випромінювання на біологічні об'єкти починається з ефектів, які відбуваються в шкірі тварини. Глибина проникнення випромінювання найбільша в області ІЧ-А і зменшується при збільшенні довжини хвилі. Волосяне покриття, роговий шар шкіри і епідерміс прозорі для ІЧ-випромінювання. Температура тих шарів шкіри, в яких випромінювання поглинається, підвищується, що приводить до подразнення розміщених у шкірі рецепторів. Сигнали рецепторів передаються в центральну нервову систему і збуджується механізм терморегуляції. Збільшується прилив крові і постачання тканини киснем, що веде до активізації процесу обміну речовин. Ефект ІЧ-випромінювання залежить від його інтенсивності і тривалості впливу. Безперервне обігрівання (1 год опромінення, 30 хв - перерва) обумовлює зміцнення синтезу білків, показників кліткового і гормонального захисту організму [2].

Висновки. При цілодобовому безперервному опроміненні ІЧ-випромінювання надає негативний вплив на біологічні організми – поросят, телят.. При цьому пригнічуються функції важливих систем організму, порушується терморегуляція, знижується резистентність, погіршуються біохімічні і імунологічні показники.

Список використаних джерел

1. Разработка и внедрение технологий и технических средств рационального использования оптического излучения на фермах и комплексах крупного рогатого скота: монография / Н. П. Кунденко, П. В. Гаврилов, А. Н. Кунденко. – Х.: ТОВ "Планета-прінт", 2017. – 231 с.
2. Кунденко М. П. Оцінка впливу інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти / М. П. Кунденко, О. А. Прудка, І. М. Шинкаренко // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – Харків, 2016. - № 1 (4). – С. 59 – 61.

Анотація

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Кунденко А. Н., Замула А. П.

Проведен анализ и расчеты эффективности воздействия инфракрасного излучения на биологические объекты.

Abstract

EFFICIENCY OF IMPACT INFRARED RADIATION ON BIOLOGICAL OBJECTS

O. Kundenko, O. Zamula

An analysis and calculations of the efficiency of exposure of biological objects to infrared rays were carried out.