

АНАЛІЗ РОЗСІЯННЯ СВІТЛА В ЦИТОПЛАЗМІ КРИШТАЛИКА ОКА

Досліджується кутовий розподіл інтенсивності лазерного випромінювання, розсіяного цитоплазмою ядра волових кришталіків, та його залежність від температури. Проведено аналіз цих залежностей за допомогою теорії розсіяння Релея–Ганса–Дебая. Показано, що в дорослих кришталіках інтенсивність розсіяного випромінювання зростає при охолодженні, а кутовий розподіл має вигляд, характерний для розсіяння в колоїдному розчині в околі критичної точки.

The angular distribution of the intensity of laser light scattered on bovine lens nuclear cytoplasm and its temperature dependence is investigated. The Rayleigh Gans Debye scattering theory is adopted to analyze these dependencies. It is shown that the intensity of light scattered in adult bovine lenses increases during the cooling, and the angular dependence of scattering intensity is characteristic for the scattering in the colloid solution near the critical point.

В кришталіках ока молодих телят при охолодженні відбувається явище так званої температурної катаракти [1], причиною якої є фазові перетворення в цитоплазмі кришталіка. В кришталіках дорослих тварин помутніння візуально не спостерігається. Мета даної роботи – показати, що в кришталіках дорослих тварин інтенсивність розсіяного світла теж зростає при охолодженні, і це зростання також можна пояснити фазовими перетвореннями в цитоплазмі кришталіка.

В рамках теорії Релея–Ганса–Дебая було показано, що залежність інтенсивності розсіяного світла від хвильового вектора розсіяння

$$K = \frac{4\pi n}{\lambda} \sin \frac{\Theta}{2},$$

де n – показник заломлення середовища, Θ – кут розсіяння, описується виразом

$$I(K) = I_0 \frac{k_0^4}{16\pi^2 R^2} \left| \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_f}{\varepsilon_f} \right|^2 N V_p^2 P(K) S(K), \quad (1)$$

де I_0 – інтенсивність падаючого світла, $k_0 = 2\pi/\lambda$, λ – довжина хвилі опромінюючого світла, R – відстань від зразка до фотоприймача, ε_p , ε_f – діелектричні константи частки та навколишнього середовища, N – кількість розсіюючих часток, V_p – об'єм частки, $P(K)$ – форм-фактор, що описує інтерференцію полів, розсіяних різними об'ємними елементами однієї частки, $S(K)$ – структурний фактор, що описує інтерференцію по-

лів, розсіяних різними частками [2].

У випадку розсіяння на сферичних частках із радіусом a форм-фактор записується у вигляді

$$P(K) = 9 \frac{[Ka \cos(Ka) - \sin(Ka)]^2}{(Ka)^6}, \quad (2)$$

а структурний фактор визначається як

$$S(K) = 1 + 4\pi\rho \int_0^\infty (g(r) - 1) \frac{\sin(Kr)}{Kr} r^2 dr, \quad (3)$$

де ρ – густина часток (кількість в одиниці об'єму), $g(r)$ – кореляційна функція взаємодії часток. Кореляційну функцію можна записати у вигляді

$$g(r) = \exp(br^{-7} - cr^{-13}), \quad (4)$$

де b , c – константи.

При зменшенні температури розсіюючого середовища до критичної точки спостерігається різке збільшення довжини кореляції ξ , яка описує відстань між двома взаємодіючими частками [2]. Структурний фактор при цьому описується виразом Орнштейна–Церніке

$$S(K) = \frac{A\xi^2}{1 + \xi^2 K^2}, \quad A = \text{const}. \quad (5)$$

Дослідження кутової залежності розсіяного світла проводилось на препаратах ядра волових кришталіків. Методика приготування зразків та проведення вимірювань описані в статті [3]. На рис.1 показано результат вимірювання для одного із зразків при температурі 28°C. Як видно з рисунка, кутова залежність розсіяного світла лі-

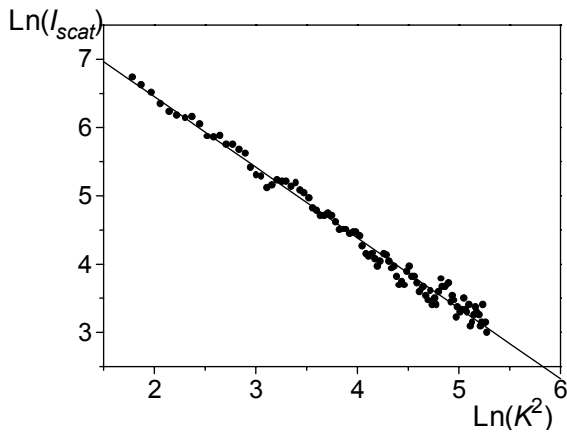


Рис.1. Кутовий розподіл інтенсивності розсіяного світла в цитоплазмі ядра волового кришталика з масою $m = 2,73$ г при температурі 28°C . Суцільна пряма – результат лінійної апроксимації.

нійна в логарифмічній шкалі. Результати апроксимації даних лінійними залежностями $y = ax + b$ у залежності від температури наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати лінійної апроксимації.

t	a	b
20°C	-1,20059	9,90061
21°C	-1,21011	9,81607
22°C	-1,19133	9,64158
23°C	-1,12429	9,25567
24°C	-1,09295	9,06808
25°C	-1,07623	8,90166
26°C	-1,06446	8,75859
27°C	-1,04761	8,62517
28°C	-1,03269	8,49946

Комп'ютерне моделювання розсіяння за допомогою виразів (1–5) показує, що кутовий розподіл розсіяного світла буде лінійним у логарифмічній шкалі тільки в тому випадку, коли структурний фактор має вигляд (5), характерний для розсіяння в колоїдних системах при наближенні температури до критичного значення.

Збільшення нахилу до 1,2 при охолодженні свідчить про те, що збільшується вклад в загальне розсіяння сферичних часток, що являють собою крапельки нової фази. Розсіяння на таких частках описується структурним фактором (3).

Отже, в кришталиках дорослих тварин при пониженні температури розсіяння також зростає, хоча це не призводить до візуального помутніння в цитоплазмі кришталика.

Автор виражає щирю вдячність професору Броніславу Гжегожевському, під керівництвом якого були виконані експериментальні вимірювання в лабораторії кафедри біофізики Медичного Університету м.Бидгощ (Польща), а також магістру Асі Цивінській за допомогу в приготуванні досліджуваних зразків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Siezen R. J., Fisch M. R., Slingsby C., Benedek G. B.* Opacification of γ -crystallin solutions from calf lens in relation to cold cataract formation // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 1985. - **82**. - P.1701-1705.
2. *Dhont J. K. G.* An Introduction to Dynamics of Colloids. - Amsterdam: Elsevier, 1996.
3. *Рудейчук В., Гжегожевський Б.* Фазовий перехід у ядрі зрілих волових кришталиків // Науковий вісник ЧДУ. Вип.86: Фізика. Електроніка. - Чернівці: ЧДУ, 2000. - С.37-40.