

УДК 57.013+577.16

**С.А. ПЕТРОВ**, д. б. н., професор,  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65058, Україна  
ORCID 0000-0001-9390-4006

**О.К. БУДНЯК**, к. б. н., доцент,  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65058, Україна  
ORCID 0000-0002-8256-4664

**Ю.В. КАРАВАНСЬКИЙ**, ст. викл.,  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65058, Україна,  
e-mail: biochem\_bio\_onu@ukr.net

## ВПЛИВ ТІАМІНУ ТА ЙОГО ПОХІДНИХ НА ВИЖИВАНІСТЬ ПРЕДЛИЧИНОК *Danio rerio* ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР

---

*Наведено результати дослідження дії тіаміну та його катаболітів — тіаміндисульфїду, тіохрому та 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу на виживаність предличинок *Danio rerio*. Встановлено відсутність впливу тіаміну та його катаболітів на розвиток ікри при температурах середовища у діапазоні 23—28 °С. При температурах 29 та 30 °С більш позитивний ефект на виживання предличинок мав 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол, децю нижчий — тіамін. Ефект інших катаболітів був незначним або відсутнім.*

**Ключові слова:** тіамін, похідні тіаміну, *Danio rerio*, температура.

Вплив вітамінів здебільше вивчали здебільшого на хребетних тваринах і людині [4]. У більшості публікацій констатуються лише факти їх коферментної дії. Проте у літературі накопичені дані, які доповнюють наші уявлення про функції вітамінів не лише як коферментів. Ще менше публікацій містять дані про механізми дії метаболітів вітамінів на окремі процеси, оскільки вважалось, що їх дія на організм незначна або відсутня. Існують публікації стосовно ролі жиророзчинних вітамінів як регуляторів метаболізму [8, 13], вітаміну С як речовини, що бере участь у енергетичних процесах клітин [9], як нейропротектора за дії метилмеркуриду [11].

---

Ц и т у в а н н я: Петров С.А., Будняк О.К., Караванський Ю.В. Вплив тіаміну та його похідних на виживаність предличинок *Danio rerio* за різних температур. *Гідробіол. журн.* 2021. Т. 57. № 1. С. 80—84.

Відомо, що тіамін (вітамін B<sub>1</sub>) діє через свої фосфорильовані форми, зокрема як кофермент у вигляді тіаміндифосфату та тіамінтрифосфату у вигляді макроерга [4]. Досліджено функції аденильованого тіамінтрифосфату [7]. Нами досліджено дію тіохрому та тіаміну на процеси розмноження деяких тварин, у тому числі *Danio margaritatus* [10]. Встановлено, що тіохром позитивно впливає на цей процес у риб.

Однією з проблем при ставковому вирощуванні риб є вплив високих температур внаслідок глобальних процесів потепління клімату. Модифікуюча роль тіаміну та його похідних на процеси розмноження риб за різних температурних умов вивчена недостатньо, тому метою роботи було вивчення впливу тіаміну, 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу, тіаміндисульфіді і тіохрому на виживання предличінок *Danio rerio* за різних температур водного середовища.

### Матеріал і методика досліджень

*Danio rerio* є широко поширеним тест-організмом, який використується у біологічних дослідженнях. В експерименті використовували лабораторну популяцію (лінію) цього виду, що не містила трансгенних елементів і фенотипічно відповідала природній. Плідники утримувались в акваріумах об'ємом 200 л за наступних параметрів середовища: рН — 7,8, GH — 14°, температура — 26 °С, воду цілодобово аерували і фільтрували, щотижня підмінювали 10 % об'єму. Риб годували живим мотилем (*Chironomus plumosus*).

Для проведення нересту використовували ємності розміром 50×50×25 см, на дні яких розміщували захисну сітку для запобігання поїдання ікри плідниками, над сіткою розміщували синтетичний субстрат у вигляді пучка ниток. Ємності заповнювали водою і підтримували наступні характеристики: рН — 7,0, GH — 10°, температура 26 °С.

Після нересту риб запліднену ікру по 100 поміщали у пластикові контейнери об'ємом 100 мл, заповнені розчином досліджуваних речовини з концентрацією: тіаміну, тіаміндисульфіді, тіохрому — 0,75 мг/дм<sup>3</sup>, 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу — 0,375 мг/дм<sup>3</sup>. У контрольних контейнерах ікру утримували у чистій воді.

Дослідні і контрольні ємності поміщали в термостат із температурою 23, 25, 27, 28, 29 і 30 °С. Життєздатність предличінок визначали на стадії викльову.

Отримані дані обробляли статистично із використанням методів непараметричної статистики, а саме критерію Краскела — Уолліса та критерію Манна — Уїтні для визначення відмінностей у парних порівняннях [2].

### Результати досліджень та їх обговорення

За дії температур у діапазоні від 23 до 28 °С істотних відмінностей у досліджуваних показниках між контрольним і дослідними варіантами не виявлено (табл. 1).

Більш високу виживаність предличинок *Danio rerio* відмічено при 29 °С за дії 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу, менш ефективними були тіамін і тіамін дисульфід. За дії тіохрому різниця з контролем була на межі достовірності. При 30 °С картина була аналогічною: найсильнішою стимулюючою дією характеризувався 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол, дещо меншою — тіамін, у той же час дія тіохрому, а тіамін дисульфід був неефективним.

Отримані дані свідчать про стимулюючу дію тіаміну та його похідних, особливо тіамін дисульфід, на розвиток ікри *Danio rerio*. Отримані дані можна пояснити наступним чином. Добре відомо, що в організмі переважної більшості риб присутня тіаміназа [1], що має достатньо високу активність, її біологічне значення і функції були невідомими. Також нез'ясованими залишались функції катаболітів, які утворюються при тіаміназному розщепленні тіаміну, зокрема, 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу.

Таблиця 1

Виживаність предличинок *Danio rerio* за дії тіаміну та його похідних (%)

Температура (°С)	Медіани і проценти	Контроль	Т	ТДС	ТХ	ТЗ
23	Медіана	81,0	80,0	81,0	80,0	77,0
	25-й	78,0	80,0	79,0	79,0	70,0
	75-й	87,0	83,0	81,0	84,0	81,0
25	Медіана	79,0	81,0	79,0	75,0	77,0
	25-й	77,0	76,0	75,0	72,0	75,0
	75-й	83,0	84,0	81,0	76,0	81,0
27	Медіана	78,5	79,5	81,0	79,0	80,0
	25-й	77,0	77,3	73,0	74,8	79,3
	75-й	81,0	82,5	81,0	79,8	81,8
28	Медіана	80,0	75,0	80,0	79,5	74,0
	25-й	73,3	70,3	75,5	77,3	70,0
	75-й	82,8	78,8	83,0	80,0	76,8
29	Медіана	69,0	79,5*	77,5*	75,0	81,0*
	25-й	63,5	70,5	72,8	70,5	77,5
	75-й	73,3	82,0	84,0	79,3	85,0
30	Медіана	68,5	76,0*	71,5	74,5*	80,0*
	25-й	65,0	72,3	67,0	70,3	78,3
	75-й	69,8	80,3	73,8	83,8	81,0

П р и м і т к а. Т — тіамін; ТДС — тіамін дисульфід; ТХ — тіохром; ТЗ — 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол; \* відмінності з контролем достовірні,  $p \leq 0,05$ .

Температури 29 °C і вище є стресовими для *Danio rerio*, що викликає в їх організмі стан оксидативного стресу [6]. Наші дослідження останніх років свідчать, що і продукт тіаміназного процесу 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол мають виражені антиоксидантні властивості. Тіамін здатен нейтралізувати супероксидні радикали, перетворюючись на тіамін дисульфід, а 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол — на 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол-дисульфід. Тіохром є продуктом окиснення тіаміна тіаміндегідрозом. Його антиоксидантні властивості незначні і реалізуються за рахунок переходу тетрагідротіохрому, якого в клітинах лише сліди, в тіохром.

Тіаміндисульфід теж є продуктом окиснення тіаміну і сам по собі не може виступати антиоксидантом, але у клітинах відбувається ферментативний процес перетворення незначної кількості тіаміндисульфід у тіамін, що частково зменшує дефіцит останнього.

Це пояснює більш виражений стимулюючий ефект 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу і тіаміну у порівнянні з тіохромом і тіаміндисульфідом. Аналогічні результати отримані в експериментах з деякими безхребетними [9].

### Висновки

У процесі розвитку ікри *Danio rerio* при температурах від 23° до 28 °C істотного впливу тіаміну та його катаболітів (тіамін дисульфід, тіохрому та 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазолу) на виживаність предличінок не виявлено.

За дії температур 29 і 30 °C 4-метил-5- $\beta$ -оксиетилтіазол та тіамін істотно підвищували виживаність, особливо перший. Ефект тіаміндисульфід та тіохрому був значно слабшим.

### Список використаної літератури

1. Донченко Л.В., Надикта В.Д. Безопасность пищевой продукции (Учебник). М.: ДеЛи Принт, 2007. 539 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.
3. Пархоменко Ю.М., Степура И.И., Донченко Г.В., Степура В.И. Окисленные производные тиамин: образование, свойства, биологическая роль. *Укр. біохім. журн.* 2012. Т. 84, № 6. С. 5—24.
4. Петров С.А., Запорожченко О.В., Будняк О.К. та ін. Вітамінологія. Підручник. Одеса: ВМВ, 2014. 228 с.
5. Филиппова Л.Б. Распределение в нейроструктурах головного мозга и обмен в организме [35S] тиамин и [35S] геминейрина при острой алкогольной интоксикации: Дис. ... канд. биол. наук. Одесса, 1979. 140 с.
6. Bettendorff L., Wirtzfeld B., Makarchikov A.F. et al. Discovery of a natural thiamine adenine nucleotide. *Nat. chem. biology.* 2007. Vol. 3. P. 211—212.
7. Craig T.A., Sommer S., Sussman C.R. et al. Expression and regulation of the vitamin D receptor in the zebrafish, *Danio rerio*. *J. Bone Miner Res.* 2008. Vol. 23, N 9. P. 1486—1496.
8. Kirkwood J.S., Lebold K.M., Miranda C.L. et al. Vitamin C deficiency activates the purine nucleotide cycle in zebrafish. *J. Biol. Chem.* 2012. Vol. 287, N 6. P. 3833—3841.
9. Mehrad B., Hojatollah J., Majid T. Impact of different dietary vitamin C contents on growth, survival, fecundity and egg diameter in the zebrafish, *Danio rerio* (Pisces, Cyprinidae). *Animal Biol. Animal Husbandry.* 2011. Vol. 3, N 1. P. 18—25.

10. Petrov S.A., Zamorov V.V., Ustyanskaya O.V. et al. Administration of thiamine and thiochrome enhanced reproduction of *Chlorella*, *Drosophila melanogaster*, and *Danio*. *J. Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo)*. 2016. Vol. 62, N 1. P. 6—11.

11. Puty B., Maximino C., Brasil A. et al. Ascorbic acid protects against anxiogenic-like effect induced by methylmercury in zebrafish: action on the serotonergic system. *Zebrafish*. 2014. Vol. 11, N 4. P. 365—370.

12. Sfakianakis D.G., Leris I., Kentouri M. Effect of developmental temperature on swimming performance of zebrafish (*Danio rerio*) juveniles. *Environ. Biol. Fish.* 2011. Vol. 90. P. 421—427.

13. Wang W.D., Hsu H.J., Li Y.F., Wu C.Y. Retinoic acid protects and rescues the development of Zebrafish embryonic retinal photoreceptor cells from exposure to paclitaxel. *Int. J. Molec. Sci.* 2017. Vol. 18, N 1. P. 130.

Надійшла 25.08.2020

S.A. Petrov, Dr. Sci. (Biol.), Professor,  
Odesa I.I. Mechnikov National University,  
2 Dvoryanska St., Odesa, 65082, Ukraine  
ORCID 0000-0001-9390-4006

O.K. Budnyak, PhD (Biol.), Associate Prof.,  
Odesa I.I. Mechnikov National University,  
2 Dvoryanska St., Odesa, 65082, Ukraine  
ORCID 0000-0002-8256-4664

Yu. V. Karavansky, Senior Lecturer,  
Odesa I.I. Mechnikov National University,  
2 Dvoryanska St., Odessa, 65082, Ukraine,  
e-mail: biochem\_bio\_onu@ukr.net

#### EFFECT OF THIAMINE AND ITS METABOLITES ON SURVIVAL OF DANIO RERIO PRELARVAE AT DIFFERENT TEMPERATURES

The effect of thiamine and its catabolites — thiamine disulfide, thiochrome and 4-methyl-5- $\beta$ -oxyethylthiazole on the survival of *Danio rerio* embryos was studied. No effect of the considered compounds was revealed at temperature diapason 23—28 °C. At temperature of 29 and 30 °C, 4-methyl-5- $\beta$ -oxyethylthiazole had the greatcaused maximal protective effect, followed by thiamine. The effect of other catabolites was considerably lesser.

**Keywords:** thiamine, *Danio rerio*, metabolites of thiamine.