

УДК 591.52:(574.522:575.826:594.125)

І.М. КОНОВЕЦЬ, М.Г. МАРДАРЕВИЧ, І.М. БАШИРОВА.

Інститут гідробіології НАН України,  
пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210, Україна

## ПОРІВНЯННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ЗЯБРОВОГО ЕПІТЕЛІУ ДВОСТУЛКОВИХ МОЛЮСКІВ *UNIO TUMIDUS* ТА *DREISSENA POLYMORPHA* ДО ПІДВИЩЕНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Досліджували резистентність зябрового епітелію *U. tumidus* та *D. polymorpha* до підвищеної температури у статичних та динамічних дослідах. Верхня границя температурної толерантності зябрового епітелію у обох видів становить приблизно 31°C. Проте за дії екстремальних температур *U. tumidus* виявився витривалішим у порівнянні з *D. polymorpha*.

*Ключові слова:* *Unio tumidus*, *Dreissena polymorpha*, зябровий епітелій, температурна резистентність

Відомо, що найбільший ефект роботи ферментативних систем має місце при певній оптимальній температурі, коли швидкість хімічних реакцій достатньо висока, а кількість, ферменту, що руйнується, не досягає помітної величини. З подальшим підвищенням температури починається деактивація самих ферментів, руйнування структурних елементів клітин і їх загибель. Динаміка цих процесів визначає термочутливість і температурну резистентність окремих клітин, тканин та організму тварин в цілому. Найменші видові особливості у перебігу цих процесів у кінцевому рахунку можуть бути визначальними у відмінностях у розповсюдженні систематично та екологічно близьких видів гідробіонтів у водоймах, де спостерігається дія граничних рівнів абіотичних факторів.

Температура водного середовища має велике значення у регуляції інтенсивності обміну, росту та дихання двостулкових молюсків, впливає на ембріональний та постембріональний розвиток тощо [5, 6]. Від впливу температури залежать їх реакції на інші фактори середовища [1]. Метою даної роботи стало дослідження резистентності зябрового епітелію *U. tumidus* та *D. polymorpha* до підвищеної температури у статичних та динамічних дослідах.

### Матеріал і методи дослідження

Молюсків відбирали у Київському водосховищі у літній період з біотопів, заселених обома досліджуваними видами. Перед проведенням експериментів тварин витримували у лоткових системах, оснащених пристроями примусової аерації та перемішування води, впродовж чотирьох тижнів з метою їх адаптації до умов акваріального комплексу. Годування проводили щоденно з розрахунку 7 мг дріжджів та 5 мг хлорели (суха маса) на один дм<sup>3</sup> середовища. Гідрохімічний режим контролювали щотижня загальноприйнятими методами [2].

Дослідження виживання тварин за дії граничних рівнів абіотичних факторів проводять на організменному рівні. Проте при вивченні реакції молюсків такий підхід пов'язаний з певними труднощами, а саме з неможливістю встановлення точного часу смерті за умов замикання тваринами стулків мушлі, необхідності використання додаткових факторів стресу (укол голкою, дотик до мушлі тощо). Тому резистентність двостулкових молюсків до підвищеної температури водного середовища вивчали на тканинному рівні. Для цього молюсків препарували, зябровий епітелій розрізали на шматочки розміром 20–25 мм<sup>2</sup>, які розміщували у термостатованих камерах для досліджень. Рух епітелію контролювали візуально за допомогою мікроскопа при 400-кратному збільшенні. Визначали час зупинки руху війок.

За даними [5], існує пряма залежність між розмірами особин та часом виживання при підвищенні температури та за умов аноксії. На нашу думку, це може бути пов'язане з більшим запасом енергетичних субстратів в тканинах більших за розміром особин та, відповідно, можливістю більш довготривалої підтримки життєдіяльності за рахунок переходу на гліколітичний шлях отримання енергії. Тому з метою визначення відповідності застосованої методики поставленим цілям експерименту вивчали взаємозв'язок між масою шматочків тканин

з'являється епітелію та часом припинення його функціонування за умов підвищеної температури у адаптованих до підвищеної температури (28°C, 14 діб) і неадаптованих особин *D. polymorpha*. Отримані дані свідчать про те, що між цими показниками не існує кореляційного зв'язку у всіх варіантах дослідів (рис. 1).

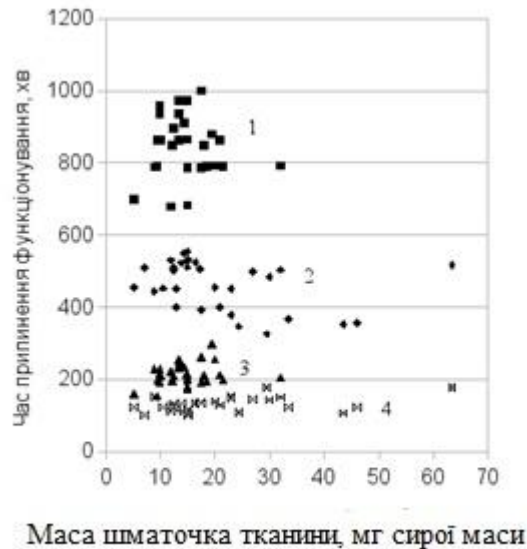


Рис. 1. Взаємозв'язок між масою шматочка тканини з'являється епітелію *D. polymorpha* та часом припинення його функціонування: 1 – температура 33°C, адаптовані особини; 2 – 35°C, адаптовані; 3 – 33°C, неадаптовані; 4 – 35°C, неадаптовані

Таким чином, час припинення функціонування мерехтливої епітелію не є функцією розміру тканини, що досліджується, і може адекватно відображати тканинну резистентність.

#### Результати досліджень та їх обговорення

З метою визначення резистентності з'являється тканини до підвищених температур проводили досліди за статичних і динамічних умов. Досліджували статичні температури 32, 35 та 38°C, серед яких температура 35°C виявилася оптимальною для проведення експерименту, оскільки досліди при найнижчій з них потребували періоду експозиції, близького до часового порогу дезактиваційних процесів у війчастому епітелію за контрольних умов. В той же час при найвищій серед досліджених температурі експерименту пригнічення функціональної активності з'являється епітелію відбувалось занадто швидко, що ускладнювало точну ресстрацію негативного ефекту.

На рисунку 2 наведені дані щодо часової залежності функціонування війчастого епітелію з'являється *U. tumidus* і *D. polymorpha* при 35°C. Розраховані величини ЛЧ<sub>50</sub> (час 50%-го пригнічення функціонування) становили відповідно 125 і 71 хв, що свідчить про значно більшу резистентність *U. tumidus* до дії підвищених температур водного середовища.

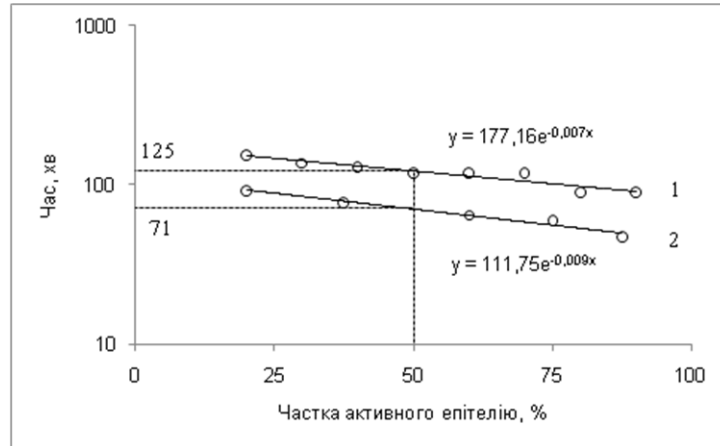


Рис. 2. Вплив температури 35°C на функціонування зябрового епітелію *U. tumidus* (1) та *D. polymorpha* (2)

Такий висновок, на перший погляд, є дещо неочікуваним, оскільки прийнято вважати, що *D. polymorpha* має Понто-Каспійське походження і *a priori* витривалий до підвищених температур. Проте існує думка й про те, що становлення цього виду мало місце на території, яка відповідає теперішнім Польщі, країнам СНД і Балканського півострова, а після закінчення льодовикового періоду в теперішній час він реколонізує історичний ареал [4]. Порівняно високу толерантність зябрового епітелію *U. tumidus* до дії підвищених температур можна пояснити її прихильністю до літоральних біотопів, де тимчасове підвищення температури може бути значним, особливо в умовах водойм лотичного типу. Одним з проявів пристосованості *U. tumidus* до таких умов можна вважати озлищення зябрового епітелію, яке ми спостерігали за дії високих температур. Це, в свою чергу, сприяє збереженню цілісності клітинних мембран епітелію завдяки протекторним властивостям слизового покриву.

Отримані дані підтверджуються результатами експериментів з динамічними температурами. Верхню границю резистентності *U. tumidus* і *D. polymorpha* визначали в експериментах зі швидкістю наростання температури 0,10 та 0,17°C/хв (рис. 3).

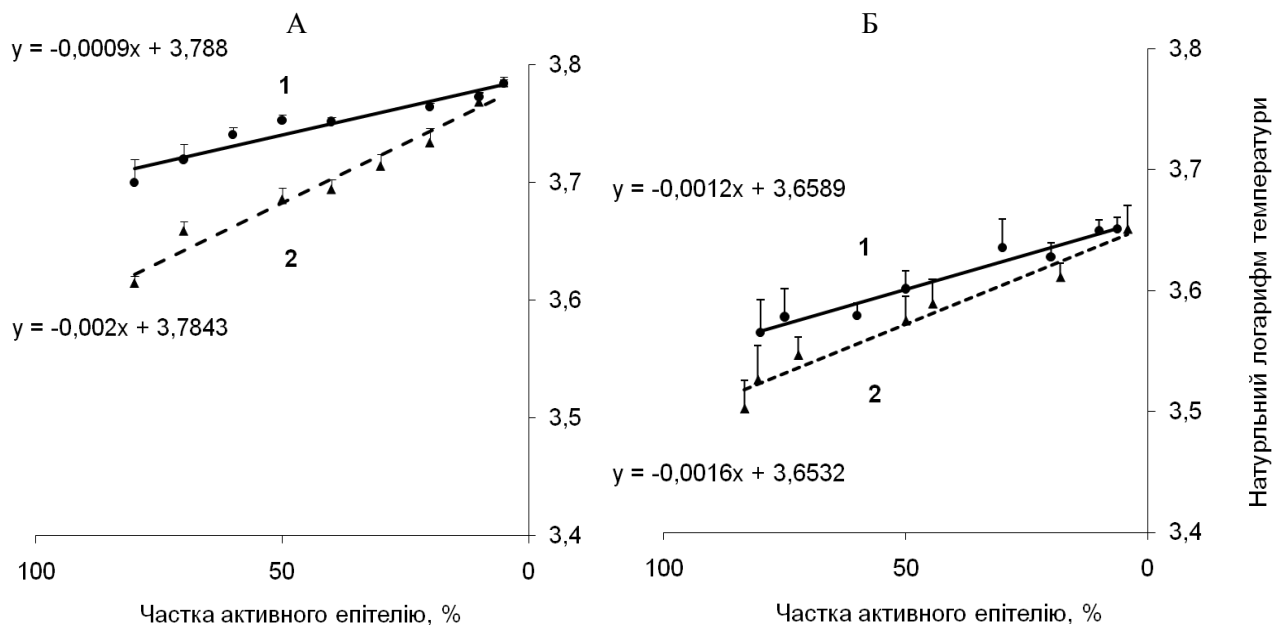


Рис. 3. Вплив температури на функціонування зябрового епітелію *U. tumidus* (А) та *D. polymorpha* (Б) при різних швидкостях її підвищення: 1 – 0,17°C/хв; 2 – 0,10°C/хв.

Розрахунки отриманих даних показують, що величина вітальної температури ( $LT_0$  – температура, при якій ще не спостерігається негативного впливу) знаходиться у прямій

кореляційній залежності від швидкості її збільшення (табл. 1.). Так, при швидкості підвищення температури 0,10°C/хв початок негативної дії на зябровий епітелій *D. polymorpha* спостерігається при 33,0°C, в той час як при 0,17°C/хв величина ЛТ<sub>0</sub> зростає до 34,5°C. Така ж тенденція характерна і для *U. tumidus*, проте зі значно вищими величинами ЛТ<sub>0</sub> – 36,1 і 40,5°C відповідно.

Таблиця

Величини ЛТ<sub>0</sub>, ЛТ<sub>50</sub> та ЛТ<sub>100</sub> для зябрового епітелію *U. tumidus* та *D. polymorpha* при різних швидкостях наростання температури

Вид	Швидкості наростання температури, С/хв					
	0,10			0,17		
	ЛТ <sub>0</sub>	ЛТ <sub>50</sub>	ЛТ <sub>100</sub>	ЛТ <sub>0</sub>	ЛТ <sub>50</sub>	ЛТ <sub>100</sub>
<i>U. tumidus</i>	36,1	39,9	44,1	40,5	42,3	44,3
<i>D. polymorpha</i>	33,0	35,7	38,7	34,5	36,6	38,9

Результати наших досліджень на *D. polymorpha* добре узгоджуються з даними, наведеними у роботі [5], отриманими на цільних організмах дрейсен, де при швидкостях нагрівання 0,10 та 0,15°C/хв величини ЛТ<sub>50</sub> становили близько 37,0 та 37,5°C. Дещо нижчі температури ЛТ<sub>50</sub> у наших дослідженнях можна пояснити більш швидким теплообміном між середовищем інкубування і тканиною у порівнянні з цільним організмом і, як наслідок, скорішим проявом несприятливої дії.

Як видно з таблиці, різниця між швидкостями наростання температури (0,10 та 0,17°C/хв) несуттєво позначається на отриманому значенні ЛТ<sub>100</sub> (температура, при якій спостерігається абсолютне припинення функціонування зябрового епітелію), проте існують значні міжвидові відмінності. Так, для *D. polymorpha* величина ЛТ<sub>100</sub> становить приблизно 39°C незалежно від швидкості нагрівання, а для *U. tumidus* – 44°C.

Як було показано раніше, величини ЛТ<sub>0</sub> є функцією швидкості підвищення температури для обох досліджених видів. Базуючись на цій закономірності можна вирахувати абсолютно вітальну температуру для зябрового епітелію *U. tumidus* та *D. polymorpha* шляхом екстраполяції логарифмованих величин ЛТ<sub>0</sub> на гіпотетичну нульову швидкість нагрівання (рис. 4).

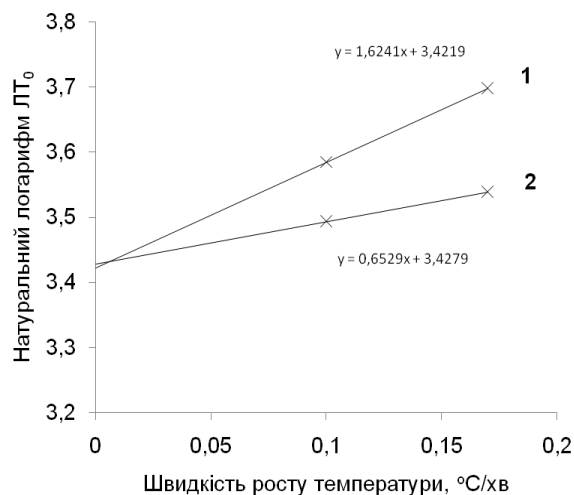


Рис. 4. Залежність між недіяльною температурою і швидкістю підвищення температури у *U. tumidus* (1) та *D. polymorpha* (2)

Розрахунки показують, що верхня границя температурної толерантності, при якій не слід очікувати прояву негативної дії на цю тканину, у обох видів майже збігається і становить приблизно 31°C. Отримана нами величина добре узгоджується з літературними даними щодо динаміки популяційних характеристик двостулкових молюсків у водоймах-охолоджувачах теплових електростанцій [3].

#### Висновки

Розрахункова верхня границя температурної резистентності зябрового епітелію у обох видів становить приблизно 31°C, що обумовлено, ймовірно, межею стійкості ферментативних систем та структурних компонентів клітин зябрового епітелію до шкодочинного впливу підвищених температур. Проте різниця між величинами абсолютно летального часу для зябрового епітелію *D. polymorpha* і *U. tumidus* за дії екстремально високої температури у статичних дослідах та абсолютно летальної температури у динамічних дослідах виявляється суттєвою, і свідчить про більшу температурну резистентність останнього виду.

1. Афанасьев С. А. Особенности популяции дрейссены в перифитоне водоема-охладителя АЭС / С. А. Афанасьев, А. А. Протасов // Гидробиологический журнал. – 1987, – Т. 23(6). – С. 44–52.
2. Арсан О. М. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.]; за ред. В. Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
3. Сеницына О. О. Некоторые популяционные характеристики двустворчатых моллюсков в Конинских озерах – охладительной системе двух тепловых электростанций / О. О. Сеницына, А. Крашевский, Б. Здановский // Вісник Житомир. держ. ун-ту ім. Івана Франка. – 2001. – 10. – С. 125–127.
4. Bobat A. Zebra Mussel and Fouling Problems in the Euphrates Basin / A. Bobat, M. O. Hengürmen, W. Zapletal // Turk. J. Zool. – 28 (2004). – P. 161–177.
5. McMahon R. F. The Physiological Ecology of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America and Europe. / R. F. McMahon // AMER. ZOOL. – 1996 – V.36. – P. 339–363.
6. Walz N. The energy balance of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* Pallas in laboratory experiments and in Lake Constance. III. Growth under standard conditions. / N. Walz // Arch. Hydrobiol. – 1978 – V.55. – P. 121–141.

И.Н. Коновец, М.Г. Мардаревич, И.Н. Баширова.

Институт гидробиологии НАН Украины

СРАВНЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ЖАБЕРНОГО ЭПИТЕЛИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *UNIO TUMIDUS* И *DREISSENA POLYMORPHA* К ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ.

Исследовали резистентность жаберного эпителия *U. tumidus* та *D. polymorpha* к повышенной температуре в статических и динамических экспериментах. Верхняя граница температурной резистентности жаберного эпителия у обоих видов составляет около 31°C. Однако при действии экстремальных температур *U. tumidus* выявился более устойчивым по сравнению с *D. polymorpha*.

Ключевые слова: *Unio tumidus*, *Dreissena polymorpha*, жаберный эпителий, температурная резистентность

I.M. Konovets, M.G. Mardarevich, I.M. Bashirova.

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine

COMPARISON OF THE RESISTANCE OF GILL EPITHELIUM OF BIVALVES *UNIO TUMIDUS* AND *DREISSENA POLYMORPHA* TO INCREASED TEMPERATURE OF WATER ENVIRONMENT.

The comparison of bivalve mollusks *Unio tumidus* and *Dreissena polymorpha* gill epithelium resistance to water environment increased temperature in static and dynamic experiments was investigated. Upper limit of temperature resistance of gill epithelium for both species is about 31°C. However *U. tumidus* is more resistant to the effect of extreme temperature in comparison with *D. polymorpha*.

Keywords: *Unio tumidus*, *Dreissena polymorpha*, gill epithelium, temperature resistance.