

УДК 594.381.5: 574.64

**ВМІСТ КСАНТОФІЛІВ В ОРГАНІЗМІ *LYMNÆA STAGNALIS* ЗА
ДІЇ ВИСОКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ СЕЧОВИНИ**

Л. В. Музика, Г. Є. Киричук

Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

В умовах збільшення антропогенного навантаження на водні екосистеми все більшої актуальності набувають дослідження механізмів адаптації водних тварин до дії полютантів, особливе місце серед яких займає сечовина, яка широко використовується у сільському господарстві як азотне добриво для підвищення родючості ґрунту та в значних кількостях надходить у природні води з господарсько-побутовими стічними водами та поверхневими стоками. Окрім цього, сечовина утворюється в результаті природних біохімічних процесів у водоймі [2].

Відомо, що продукт ферментативного гідролізу сечовини – аміак здатний впливати на якість води, погіршувати кисневий режим у водоймі та викликати окислювальний стрес у гідробіонтів, обумовлений продукцією активних форм кисню ($O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 , $ROO^{\cdot-}$, $\cdot OH$), що може призвести до порушення цілісності клітинних мембран, інактивації ферментів, метаболічних дисфункцій, патологічного пошкодження та загибелі клітин [1]. Ксантофіли, як компонент неспецифічної антиоксидантної системи, беруть участь у гасінні синглетного кисню, ефективно нейтралізують вільні радикали та забезпечують імунітет гідробіонтів, у зв'язку з чим виступають одним із механізмів адаптації цих тварин до дії несприятливих екологічних чинників [3].

Тому, зважаючи на актуальність та малодослідженість теми, вивчення вмісту ксантофілів в організмі прісноводних молюсків за дії сечовини є актуальним та стало метою нашого дослідження.

Об'єкт дослідження: 120 екз. *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758), зібраних у жовтні–листопаді 2013 року в о. Мельком (с. Сонячне, Житомирська обл.). Для аклімації до лабораторних умов тварин утримували упродовж 14 діб в акваріумах з відстояною протягом доби аерованою водопровідною водою ($t=18-20^{\circ}C$; $pH=7,3-7,7$; $O_2=8,5-8,9$ мг/дм³). Як токсикант використано сечовину в концентраціях, що відповідали 5 та 10 ГДК_{рибогосп.} Експозиція – 2, 7, 14 та 21 доба. Контролем слугували *L. stagnalis*, яких утримували у воді з вище наведеними характеристиками без додавання токсиканту.

Для кожного екземпляра вимірювали морфометричні параметри та визначали загальну масу тіла й органів за допомогою електронних ваг (з точністю до 0,01 г). Для експерименту відібрано лише неінвазованих особин. В біохімічному дослідженні використано гепатопанкреас, мантию, ногу та гемолімфу.

Сумарний вміст ксантофілів визначали за методикою [4]. Усього виконано 480 біохімічних аналізи.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики із застосуванням t-критерію Ст'юдента в пакеті Microsoft Office Excel. Розбіжності вважали статистично вірогідними при $p \leq 0,001-0,05$.

У процесі виконання експерименту норми біоетики порушені не були.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що сечовина в концентрації, що відповідала 5 ГДК_{рибогосп.} на кінець другої доби експозиції викликала зменшення вмісту ксантофілів у гемолімфі досліджуваних тварин на 46,5 % ($p < 0,05$). Разом з цим, у гепатопанкреасі та нозі *L. stagnalis* відмічено суттєве збільшення показників (в 2,63–2,86 рази ($p < 0,001-0,01$)), а в мантиї не встановлено статистично достовірних відмінностей від контролю (рис. 1).

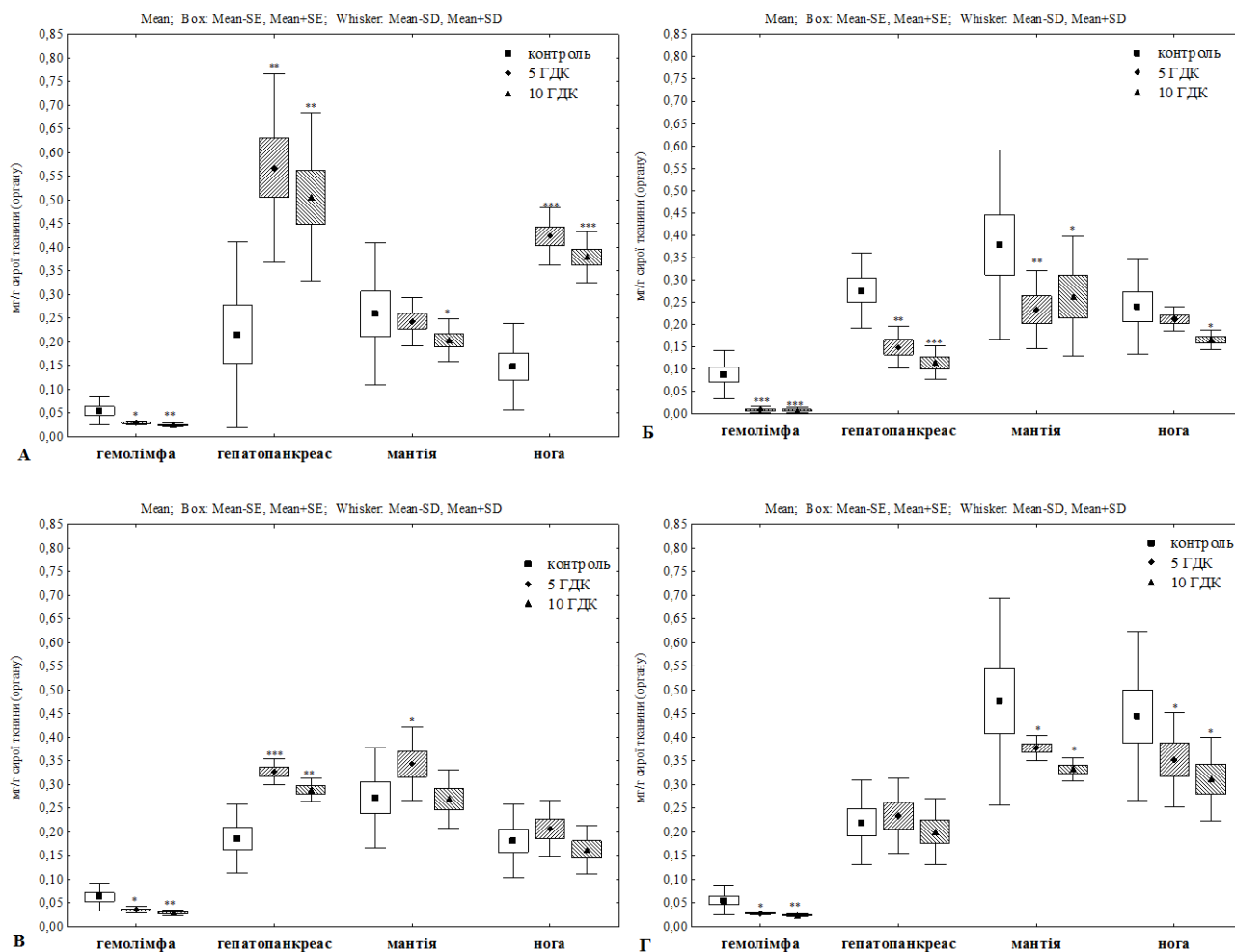


Рис.1. Вплив сечовини (5–10 ГДК) на вміст ксантофілів ($M \pm m_x$, $n=10$) в організмі *L. stagnalis*: А – експозиція 2 доби; Б – експозиція 7 діб; В – експозиція 14 діб; Г – експозиція 21 доба; * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$.

За умови підвищення концентрації токсиканту (10 ГДК) зафіксовано зменшення вмісту ксантофілів у гемолімфі та мантії (на 21,5–55,01 %) та його збільшення в 2,34–2,56 рази ($p < 0,001$ –0,01) в гепатопанкреасі та нозі досліджуваних молюсків.

Пролонгування токсичної дії до 7 діб посилило інгібуючий вплив сечовини на метаболізм *L. stagnalis*. Так, незалежно від концентрації токсиканту відмічено зменшення вмісту каротиноїдів в усьому тілі молюсків на 11,38–90,99 % ($p < 0,001$ –0,05). При цьому, найсуттєвіше відхилення зареєстровано у гемолімфі, а найменше – у нозі.

Зі збільшенням контакту молюсків з токсикантом (5 та 10 ГДК) до 14 діб спостерігалось зменшення вмісту сумарних ксантофілів (на 43,54–53,89 %) у гемолімфі та їх збільшення на 55,65–76,28 % у гепатопанкреасі. Разом з тим, у нозі та мантії дія сечовини в концентрації, що відповідала 5 ГДК обумовлювала зростання показників на 14,22 та 26,42 %, однак зі збільшенням токсичного навантаження (10 ГДК) для цих органів не встановлено статистично достовірних відмінностей від контролю. Таке збільшення вмісту ксантофілів за дії 5 ГДК токсиканту (експозиція – 14 діб) у всіх досліджених органах,

імовірно, відповідає другій фазі адаптаційного процесу, пов'язаній із активізацією захисних сил організму та мобілізацією ресурсів, необхідних для життєзабезпечення та виживання моллюсків у токсичному середовищі.

Найтриваліша експозиція (21 доба) викликала однотипову реакцію досліджуваних тканин і органів на дію сечовини незалежно від її концентрації. Так, зареєстровано зменшення показників на 48,56–56,14 % у гемолімфі, на 20,74–30,17 % у мантиї та на 20,58–29,83 % у нозі. Разом з тим, у гепатопанкреасі показники контрольної та дослідної груп були величинами одного порядку.

Отже, зміни вмісту ксантофілів в організмі *L. stagnalis* у відповідь на вплив сечовини є компонентом адаптації цих тварин, направленої на підтримання адаптивного рівня функціонування організму. Зміни вмісту каротиноїдів за дії сечовини характеризуються дозо-та часозалежною динамікою та є органоспецифічними. Найнижчими показниками вмісту ксантофілів як в нормі, так і за дії токсичного агента (незалежно від концентрації та тривалості дії) характеризується гемолімфа тварин. Найвищі показники варіювали між органами залежно від концентрації сечовини та тривалості експозиції тварин у токсичних розчинах.

Література

1. Anti-oxidative defences are modulated differentially in three freshwater teleosts in response to ammonia-induced oxidative stress / Sinha A. K. et al. 2014. *PLoS One*. 9(4). e95319.
2. Changes in the structure of phytoplankton under the influence of urea / Klochenko P. D., Sakevich A. I., Usenko O. M., Shevchenko T. F. *Hydrobiol J*. 2000. 36. P. 62–74.
3. Maoka T. Carotenoids as natural functional pigments. *Journal of natural medicines*. 2019. 74(1). P. 1–16.
4. Taylor S. L., Lamden M. P., Tappel A. L. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis. *Lipids*. 1976. 11(7). 530–538.