



УДК 594.3:591.122/127:543.395 (477.282)
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.5.2023.2>

**ВПЛИВ СИНТЕТИЧНИХ МИЮЧИХ ЗАСОБІВ НА ЛЕГЕНЕВЕ Й ПОВЕРХНЕВЕ
ДИХАННЯ АЛОВИДІВ *PLANORBARIUS* (SUPERSPECIES) *CORNEUS*
SENSU LATO (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE)
ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

Л. Є. Астахова¹

Однією з екологічних проблем сьогодення є зростання токсичного впливу синтетичних миючих засобів на гідросферу Землі. Ці поллютанти добре розчиняються у воді й повільно розкладаються, тому здатні тривалий час зберігатись у гідроекосистемах. У водоймах України останнім часом рівень забруднення поверхневих вод синтетичними поверхнево-активними речовинами значно зріс, що зумовлює необхідність вивчення їхнього впливу на біоту. Як індикаторні об'єкти для визначення ступеня забруднення природних вод ксенобіотиками можуть бути використані молюски, зокрема витушка рогова як один із найпоширеніших і найчисельніших видів у гідромережі України. Цей молюск представлений надвидовим комплексом *Planorbarius* (superspecies) *corneus sensu lato*, який включає в себе два генетичні аловиди-вікаріанти – «західний» і «східний», що відрізняються один від одного морфологічними, анатомічними, хорологічними й екологічними особливостями. З метою з'ясування рівня токсичного впливу синтетичних миючих засобів на гідробіонтів вивчено вплив різних концентрацій (10, 20, 30, 40, 50 мг/дм³) цих ксенобіотиків на показники легеневого та поверхневого дифузного дихання аловидів *Planorbarius* (superspecies) *corneus sensu lato*.

Для аловидів витушки рогової характерний комбінований бімодальний спосіб дихання. За легеневого дихання вони споживають кисень атмосферного повітря, а за поверхневого дифузного – кисень, розчинений у воді, який надходить перкутанно крізь тонкостінні мембрани епітеліальних клітин покривів тіла й адаптивної зябри. У піддослідних м'якунів за впливу застосованих концентрацій детергентів спостерігався стрімкий розвиток патологічного процесу їх отруєння, який представлений 5-ма фазами – латентною, стимулюючою, депресивною, сублетальною та летальною. З'ясовано, що значення досліджуваних показників обох способів дихання у «східного» аловиду були статистично вірогідно меншими порівняно з такими в аловиду «західного» ($p \leq 0,05-0,001$). Це свідчить про вищу чутливість і нижчу витривалість першого з них щодо дії використаних поллютантів.

Ключові слова: витушки, детергенти, респірація, річкова система України.

¹ кандидат біологічних наук,
доцент кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття
(Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир)
e-mail: lastahovazt@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1159-525X

INFLUENCE OF SYNTHETIC DETERGENTS ON THE PULMONARY AND DIRECT SURFACE RESPIRATION OF *PLANORBARIUS* (SUPERSPECIES) *CORNEUS SENSU LATO* ALLOSPECIES (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE) OF THE HYDROLOGICAL NETWORK OF UKRAINE

L. Ye. Astakhova

*One of today's environmental problems is the growing toxic effect of synthetic detergents on the Earth's hydrosphere. These pollutants dissolve well in water and decompose slowly, so they can persist for a long time in hydroecosystems. Recently, the level of surface water pollution by synthetic surface-active substances has increased significantly in the reservoirs of Ukraine, which makes it necessary to study their impact on biota. Molluscs can be used as indicator objects to determine the degree of contamination of natural waters with xenobiotics, in particular, the horned clam as one of the most common and numerous species in the water network of Ukraine. This mollusc is represented by the superspecies complex *Planorbarius* (superspecies) *corneus sensu lato*, which includes two genetic vicariant allospecies – “western” and “eastern”, which differ in morphological, anatomical, chorological and ecological features. In order to find out the level of toxic effects of detergents on hydrobionts, the influence of different concentrations (10, 20, 30, 40, 50 mg/dm³) of these xenobiotics on the indicators of pulmonary and surface diffuse respiration of allospecies *P. corneus s. lato*. A combined bimodal way of breathing is characteristic of horned oysters. During lung breathing, they consume oxygen from the atmospheric air, and during superficial diffuse breathing, they consume oxygen dissolved in water, which enters percutaneously through the thin-walled membranes of the epithelial cells of the body coverings and adaptive gills. Under the influence of the applied concentrations of detergents, a rapid development of the pathological process of their poisoning, which is represented by 5 phases – latent, stimulating, depressive, sublethal and lethal, was observed in the experimental molluscs. It was found that the values of the investigated indicators of both methods of breathing in the “eastern” allospecies were statistically significantly lower compared to those in the “western” allospecies ($p \leq 0,05-0,001$). This indicates the higher sensitivity and lower endurance of the first of them to the effect of the used pollutants.*

Key words: *Planorbarius, detergents, respiration, river system of Ukraine.*

Вступ

Натепер якість середовища поверхневих вод України суттєво погіршилась через надходження неорганічних і органічних сполук, які порушують структурну цілісність водних екосистем. До числа одних із найпоширеніших забруднювачів водного середовища відносять різні синтетичні миючі засоби (далі – СМЗ). Джерелами забруднення водойм цими поліювантами є господарсько-побутові (використання СМЗ у побуті) та промислові стічні води (хімічне, нафтове, текстильне виробництво), а також стоки із сільськогосподарських угідь (застосування у складі пестицидів) (Романенко, 2001). До складу цих детергентів входять від 15 до 25% синтетичних поверхнево-активних речовин (далі – СПАР), для них характерні емульгувальні, диспергувальні й освітлювальні властивості. ПАР добре розчиняються у воді й повільно розкладаються, тому здатні тривалий час зберігатись у гідросфері (Стадниченко, 2005). Після потрапляння у водне середовище вони включаються у трофічні ланцюги

та колообіг речовин, водночас зазнають біологічного окиснення, їх концентрація у воді зменшується. Ці забруднювачі здійснюють багатовекторний вплив на водні екосистеми, а саме: змінюють фізико-хімічні властивості води (зумовляють специфічний запах, змінюють співвідношення катіонів і аніонів, погіршують кисневий режим), накопичуються в донних відкладах і спричиняють пряму токсичну дію на гідробіонтів, порушують у них перебіг фізіологічного-біохімічних процесів (Савлущинська та ін., 2013; Chandanshive, 2013; Mathew et al., 2013; Mousavi & Khodadoost, 2019; Logeswari et al., 2021; Toledo, 2021; Borah, 2022;). Відомо, що за дії визначених концентрацій СМЗ у прісноводних молюсків змінюються значення низки фізіологічних показників – фільтраційних (Уваєва, 2012, 2018), дихальних (Бабич і Стадниченко, 2022), гематологічних (Стадниченко і Янович, 2004; Бабич та ін., 2021), трофіологічних (Стадниченко, 2005). Також ці токсиканти спричиняють на водних тварин мутагенний, ембріотоксичний і гона-

дотоксичний вплив (Дудник і Євтушенко, 2013).

СМЗ у своєму складі містять аніоанактивні ПАР (алкілсульфонати й алкіларілсульфонати), гранично допустима концентрація (далі – ГДК) яких у природних водах становить 0,5 мг/дм³. Однак їх рівень у гідромережі України може сягати більших значень. Для оцінки шкідливого впливу токсичних речовин на якість водного середовища досить широко застосовують експериментальний метод – біотестування (Дідух, 2012). Як тест-об'єкти можуть бути використані різні гідробіоти та кількісні зміни їхніх життєво важливих функцій. Найчастіше біоіндикаторними видами слугують молюски, які є резистентними до токсичних речовин і здатні накопичувати їх у своєму тілі. М'якуни родини витушкові (Planorbidae) є постійними мешканцями прісних водойм, у яких часто формують масові поселення. Витушка рогова представлена надвидовим комплексом *Planorbarius (superspecies) corneus sensu lato*, що включає в себе два генетичні аловіди-вікаріанти – «західний» і «східний». Вони відрізняються один від одного морфологічними, анатомічними, хорологічними й екологічними особливостями та просто-риво розмежовані зоною інтрогресивної гібридизації (Гарбар, 2009; Гарбар та ін., 2020). Натепер мало відомостей про вплив СМЗ на дихальну функцію цих м'якунів, тому вивчення даного питання потребує детального дослідження.

Мета роботи полягала в з'ясуванні впливу поширених в Україні СМЗ – фосфатного «Savex» та безфосфатного «LOSK» – на показники легеневого та поверхневого дифузного дихання «західного» та «східного» аловидів *P. corneus s. lato*. На основі отриманих результатів важливо оцінити доцільність використання цих молюсків як біоіндикаторних об'єктів для визначення рівня токсичного забруднення водних екосистем СМЗ.

Матеріал і методи

Матеріалом дослідження слугували особини *P. corneus s. lato*, зібрані вручну в липні – серпні 2020 р.: з них 231 екз. аловиду «західного» з р. Інгул (м. Кропивницький Кіровоградської обл.: 48°34'05.9»N, 32°14'16.2»E) і 233 екз. аловиду «східного» з р. Конка (с. Козачі Лагери Херсонської обл.: 46°42'41.7»N, 32°59'01.2»E). Визначення видової належності м'якунів здійснено на основі дослідження конхіологічних особливостей згідно з (Гарбар, 2009).

У лабораторних умовах молюски підлягали 14-добовій акліматизації, об'єм акваріумів становив 30 л, щільність посадки м'якунів – 4 екз./л, температура води – 20–22 °С, її рН – 7,5–7,8, оксигенізація – 7,6–8,6 мг O₂/дм³. Оновлення середовища здійснювали через добу. Щоденний раціон тварин складався із суміші *Cladophora sp.* та *Myriophyllum spicatum L.*, узятих із місць збору м'якунів. Після закінчення акліматизації гідробіотів використовували для токсикологічних досліджень.

Основний і орієнтовний токсикологічні експерименти поставлені за стандартною методикою (Бабич і Пінкіна, 2021). За токсиканти взяті такі СМЗ: безфосфатний «LOSK» (Henkel, Польща) і фосфатний «Savex» («Фикосота» ООД, Болгарія) у концентраціях 10, 20, 30, 40, 50 мг/дм³. Тривалість експозиції – 7 діб.

Значення показників легеневого дихання аловидів *P. corneus s. lato* визначали за методикою, описаною в публікації (Uvayeva et al., 2022), за якою здійснювали цілодобові спостереження за тваринами як піддослідної, так і контрольної груп. В особин, у яких попередньо пронумерували черепашки, рахували добову кількість вдихів, їх тривалість і об'єм кожного з них. Тривалість вдиху реєстрували від миті спливання м'якунів під плівку поверхневого натягу води та перфорації її за допомогою пневмостома (для надходження атмосферного повітря в легенеvu порожнину) до миті повернення їх у товщу води. Також у цих особин одразу визначали об'єм їхнього вдиху. Для цього м'якунам гострою та довгою голкою швидко завдавали один за одним кілька різких уколів у м'яз ноги, водночас рахували кількість повітряних пухирців, які виділялися з їхніх легень у відповідь на спричинене подразнення. Такі операції здійснювали доти, доки очікувана реакція більше не відбувалась.

Інтенсивність поверхневого дифузного дихання з'ясовували непрямым методом, а саме: встановленням часу, протягом якого молюски виживали за відсутності в них можливості здійснення легеневого дихання. Для цього піддослідних особин поміщали на дно акваріумів у замкнених водонепроникних ємностях, які були виготовлені із сітчастої капронової делі та з умонтованими в їхнє дно металевими тягарями. Тварини були вимушені перебувати на дні акваріума та дихати лише розчиненим у воді киснем.

Цифрові результати досліджень опрацьовано методами базової варіаційної статистики (Hill & Lewicki, 2007).

Результати

Установлено, що значення показників як легеневого, так і поверхневого дифузного дихання аловидів витушки змінюються у прямій залежності від концентрації використаних токсикантів, статистично вірогідно зростають у межах останніх від 10 до 30 мг/дм³ включно та різко знижуються за їх 40 і 50 мг/дм³ (табл. 1). У піддослідних особин за впливу застосованих концентрацій детергентів спостерігався стрімкий розвиток патологічного процесу – отруєння. За концентрації 10 мг/дм³ використаних безфосфатних і фосфатних СМЗ значення показників обох способів дихання в аловидів *P. corneus s. lato* як піддослідної, так

і контрольної груп були досить близькими. Це характерно для латентної фази процесу отруєння – найпершої за проявом у часі та найтривалішої за перебігом реакції-відповіді піддослідних тварин на дію токсиканта. У м'якунів також не спостерігались зміни в їхній руховій і кормовій активності за впливу вищезазначеного токсичного середовища.

З підвищенням рівня концентрації СМЗ від 10 до 20 мг/дм³ у витушок неоднаковою мірою збільшувалися значення показників їхнього легеневого та поверхневого дихання. Добова кількість «вдихів», їхня тривалість і об'єм кожного з них за вищезазначених умов зросли в піддослідних м'якунів у середньому лише в 1,1 раз, а інтервал між «вдихами» – в 1,1–1,2 раза ($p \leq 0,05$). За рівня концентрації 30 мг/дм³

Таблиця 1
Вплив різних СМЗ на показники легеневого та поверхневого дихання аловидів *P. corneus s. lato*

| СМЗ | Концентрація, мг/дм ³ | n, екз. | Показники легеневого дихання | | | | Показник дифузного дихання, год |
|---|----------------------------------|---------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | | | Кількість «вдихів» за добу | Інтервал між «вдихами», год | Тривалість «вдиху», год | Об'єм «вдиху», кількість пухирців | |
| | | | M ± m | M ± m | M ± m | M ± m | |
| Аловид «західний» (р. Інгул, м. Кропивницький Кіровоградської обл.) | | | | | | | |
| "Savex" | 0 | 20 | 16,59 ± 1,24 | 56,61 ± 1,23 | 22,06 ± 1,31 | 20,12 ± 1,11 | 48,21 ± 2,39 |
| | 10 | 19 | 17,10 ± 1,18 | 54,75 ± 1,12 | 22,71 ± 1,24 | 20,89 ± 1,13 | 49,09 ± 2,12 |
| | 20 | 18 | 18,12 ± 1,25 | 49,43 ± 1,35* | 24,51 ± 1,19 | 22,74 ± 1,25* | 51,52 ± 3,25 |
| | 30 | 18 | 20,64 ± 1,31* | 38,87 ± 1,41** | 27,54 ± 1,23* | 29,58 ± 1,18** | 56,19 ± 2,82* |
| | 40 | 19 | 13,15 ± 1,32* | 86,58 ± 1,24** | 15,48 ± 1,29** | 12,16 ± 1,41** | 23,46 ± 2,17** |
| | 50 | 20 | 12,15 ± 1,28* | 90,71 ± 1,16** | 13,66 ± 1,38** | 11,67 ± 1,16** | 21,51 ± 3,74** |
| "LOSK" | 0 | 20 | 16,64 ± 1,22 | 56,17 ± 1,25 | 22,21 ± 1,32 | 20,63 ± 1,26 | 48,33 ± 2,51 |
| | 10 | 20 | 17,49 ± 1,36 | 52,31 ± 1,22 | 22,88 ± 1,24 | 21,38 ± 1,33 | 49,62 ± 3,78 |
| | 20 | 19 | 18,83 ± 1,21 | 47,24 ± 1,05* | 25,09 ± 1,25* | 23,46 ± 1,42* | 51,93 ± 3,64 |
| | 30 | 20 | 21,12 ± 1,17* | 39,13 ± 1,25** | 28,14 ± 1,10* | 30,33 ± 1,25** | 57,04 ± 3,15* |
| | 40 | 19 | 13,57 ± 1,30* | 84,29 ± 1,36** | 16,82 ± 1,28** | 13,31 ± 1,31** | 24,77 ± 2,13** |
| | 50 | 19 | 12,91 ± 1,32* | 86,62 ± 1,23** | 14,25 ± 1,11** | 12,44 ± 1,24** | 22,16 ± 3,62** |
| Аловид «східний» (р. Конка, с. Козачі Лагері Херсонської обл.) | | | | | | | |
| "Savex" | 0 | 20 | 14,35 ± 1,31 | 73,51 ± 1,29 | 19,38 ± 1,25 | 17,16 ± 1,06 | 40,31 ± 2,82 |
| | 10 | 19 | 14,84 ± 1,45 | 70,62 ± 1,05 | 20,02 ± 1,21 | 18,12 ± 1,12 | 41,47 ± 3,13 |
| | 20 | 20 | 15,55 ± 1,24 | 61,46 ± 1,11* | 22,16 ± 1,25* | 20,29 ± 1,36* | 43,28 ± 2,64 |
| | 30 | 20 | 17,21 ± 1,06* | 52,22 ± 1,27** | 25,26 ± 1,41** | 25,78 ± 1,16** | 47,12 ± 3,02* |
| | 40 | 19 | 10,71 ± 1,19* | 112,16 ± 1,13** | 12,37 ± 1,15** | 10,26 ± 1,23** | 18,05 ± 2,89** |
| | 50 | 19 | 9,43 ± 1,02** | 128,41 ± 1,34** | 10,44 ± 1,12** | 9,14 ± 1,48** | 17,34 ± 2,66** |
| "LOSK" | 0 | 20 | 14,49 ± 1,05 | 72,02 ± 1,41 | 19,81 ± 1,31 | 17,59 ± 1,03 | 40,42 ± 2,21 |
| | 10 | 20 | 15,14 ± 1,17 | 68,72 ± 1,29 | 20,68 ± 1,05 | 18,72 ± 1,32 | 41,63 ± 3,18 |
| | 20 | 19 | 16,17 ± 1,18 | 57,16 ± 1,28* | 23,08 ± 1,21* | 21,11 ± 1,38* | 43,94 ± 2,72 |
| | 30 | 19 | 18,04 ± 1,11* | 49,41 ± 1,30** | 26,15 ± 1,02** | 26,44 ± 1,47** | 48,14 ± 3,15* |
| | 40 | 18 | 11,14 ± 1,18* | 108,13 ± 1,10** | 13,11 ± 1,22** | 10,88 ± 1,24** | 19,16 ± 3,72** |
| | 50 | 20 | 10,12 ± 1,16* | 123,46 ± 1,25** | 11,38 ± 1,22** | 9,82 ± 1,39** | 18,21 ± 2,48** |

Примітки: M ± m – значення індексу та стандартна похибка до нього; * – статистично значима різниця ($p \leq 0,05$); ** – висока статистично значима різниця ($p \leq 0,001$).

застосованих полютантів у тварин спостерігалось подальше підвищення значень перших трьох вищезгаданих показників їх легеневої активності в 1,2–1,3, а останнього – в 1,2–1,3 раза відповідно ($p \leq 0,05–0,001$). Значення показників дифузного дихання в обох досліджуваних аловидів зросло в 1,1–1,2 раза. Також у піддослідних об'єктів у межах концентрацій токсиканта 20–30 мг/дм³ відмічено посилену активність рухової та кормової поведінки. Такі ознаки характерні для наступної фази отруєння – стимуляції. Водночас піддослідні молюски зберігали свою життєспроможність через максимальне можливе піднесення ними рівня їхньої фізіологічної активності.

Збільшення концентрацій застосованих СМЗ до рівня 40 і 50 мг/дм³ спричинило у витушок розвиток гострого отруєння, яке проявлялось у них стрімким перебігом однієї за одною кінцевих фаз патологічного процесу. Найтривалішої з них депресивної та значно швидкоплинніших двох останніх – сублетальної та летальної. За депресивної фази в піддослідних тварин порівняно з контролем скорочувалися значення показників обох властивих їм способів дихання – добової кількості «вдихів» в 1,2–1,3, інтервалу між «вдихами» – в 1,5, тривалості й об'єму останніх – в 1,3–1,6 і в 1,5–1,7 раза відповідно ($p \leq 0,05–0,001$). Виживаність особин, які не мали змоги здійснювати легеневе дихання, в аловиду «західного» зменшувалась у 2,0–2,1, а в аловиду «східного» – у 2,1–2,2 рази ($p \leq 0,001$). На сублетальній фазі спостерігалось часткове відмирання піддослідних тварин, а летальна фаза завжди супроводжувалась 100%-ою смертністю їх особин унаслідок задухи, яка була спричинена руйнацією легеневого та покривного респіраторного епітелію молюсків.

Обговорення

Генетичні аловиди-вікаріанти *P. corneus* s. lato як представники легеневих черевоних молюсків (Pulmonata) належать до групи тих гідробіонтів, які відзначаються бімодальним способом дихання. Значну частину необхідного для забезпечення своєї життєдіяльності кисню вони отримують через легені (кисень атмосферного повітря), друга ж його частина (розчинений у воді кисень) поглинається ними дифузно – через покриви тіла.

Легенева порожнина в цих тварин розміщена між середньою лінією нирки та попе-

речною мантийною складкою, яка утворює дно їхньої надпотиличної порожнини. Стеля легеневої порожнини густо пронизана кровоносними судинами – розгалуженнями легеневої вени. Легенева порожнина сполучається з навколишнім середовищем через рухомий дихальний (пневмостомальний) сифон, розміщений на правому боці їхнього тіла. Він утворений заокруглено-трикутною складкою мантиї, бічні краї якої піднесені догори та загорнуті на спинний бік тіла цих тварин. В основі дихального сифону міститься масивне залозисте поле – ділянка, утворена потужним шаром залозистого епітелію. Його слизовий секрет слугує не тільки для зволоження безпосередньо внутрішньої поверхні пневмостомального сифону, але й для зволоження стінок легеневої порожнини (Babych et al., 2023).

Отримані значення досліджуваних показників обох способів дихання «західного» і «східного» аловидів за впливу вжитих до них безфосфатних і фосфатних миючих засобів свідчать, що аловид «східний» більш чутливий до дії на нього цих токсикантів порівняно з аловидом «західним». Це може бути наслідком поширення їх у різних умовах існування. Адже в межах ареалу аловиду «західного» кількість посушливих діб на рік не перевищує 1%, тоді як на півночі ареалу аловиду «східного» цей показник становить 1–10%, а в південніших його ділянках він нерідко перевищує 10% його значення. Посилені з кожним роком кліматичні зрушення в Україні можуть відбитися на значеннях показників природних умов обох аловидів витушки рогової та призвести до суттєвого скорочення та фрагментування їх площ.

Висновки

Показники легеневого та поверхневого дифузного дихання спричиняють в аловидів *P. corneus* s. lato чітку залежність від ужитих концентрацій СМЗ у середовищі перебування піддослідних тварин. Токсикорезистентність аловиду «східного» щодо застосованих до нього токсикантів є нижчою порівняно з характерною для аловиду «західного». Тому він більш схильний регресувати в умовах посиленого забруднення навколишнього середовища.

Аловиди витушки рогової можуть бути рекомендовані як індикаторні об'єкти для використання їх у системі біомоніторингу, функціями-мішенями варто розцінювати показники як легеневого, так і поверхневого дифузного дихання цих м'якунів.

Список використаної літератури

- Бабич Ю., Пінкіна Т. Вплив іонів важких металів на екотоксикологічні показники витушки рогової (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Vulinidae). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2021. Вип. 84. С. 76–83. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2021.84.07>
- Бабич Ю.В., Стадниченко А.П. Вплив фосфатного миючого засобу «Savex» на показники легеневого дихання аловидів *Planorbarius corneus* s. lato (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Planorbidae) гідромережі України. *Біологічні дослідження – 2022* : зб. наук. пр. Житомир : ПП «Євро-Волинь», 2022. С. 79–81.
- Бабич Ю.В., Ковалевська О.О., Залужний В.Я., Махневич Д.С., Стадниченко А.П. Вплив різних концентрацій СМЗ «Вухатий нянь» на стабільність гомеостазу внутрішнього середовища «західного» аловиду витушки (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Vulinidae). *Актуальні питання біологічної науки* : зб. статей. Ніжин : НДУ імені Миколи Гоголя, 2021. С. 85–87.
- Гарбар Д.А. Молюски роду *Planorbarius* (Gastropoda, Pulmonata, Vulinidae) фауни України: аналіз морфологічних, каріологічних і генетичних ознак : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2006. 21 с.
- Гарбар Д.А. Конхіологічні особливості *Planorbarius corneus* s. lato (Gastropoda, Pulmonata) фауни України. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2009. Т. 26. С. 56–61
- Гарбар О.В., Бабич Ю.В., Стадниченко А.П., Гарбар Д.А. Біокліматичні особливості екологічних ніш та моделювання динаміки ареалів аловидів *Planorbarius corneus* в умовах змін клімату. *Біологічні дослідження – 2020* : зб. наук. праць. Житомир : О.О. Євенок, 2020. С. 150–153.
- Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Київ : Наукова думка, 2012. 360 с.
- Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування: навч. посіб. Київ : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2013. 297 с.
- Романенко В. Д. Основи гідроекології. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
- Савлущинська М.О., Горбатюк Л.О., Платонов О.М., Пасічна О.О., Бурмістренко С.П., Куця І.Г., Каглян Н.М., Арсан О.М. Фосфор мийних засобів та його вплив на водяні організми (огляд). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія*. 2013. Т. 56, № 3. С. 119–125.
- Стадниченко А.П. Вплив поверхнево-активних речовин і трематодної інвазії на живлення і травлення рогової витушки (Mollusca: Pulmonata: Vulinidae). *Вісник Державного агроекологічного університету*. 2005. № 2(15). С. 120–125.
- Стадниченко А.П., Янович Л.М. Вплив поверхнево-активних речовин на вміст глюкози у різних органах перлівниці (Mollusca: Unionidae). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2004. Вип. 15. С. 1–3.
- Уваєва О.І. Вплив безфосфатного детергента на фільтраційну роботу калюжниці болотяної. *Екологічні науки*. 2018. Т. 2, № 1 (20). С. 86–91.
- Уваєва О.І. Порушення очищувальної роботи *Viviparus contectus* (Mollusca: Opisthobranchia: Viviparidae) за сумісної дії детергентів та трематодної інвазії. *Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Біологічні науки*. 2012. Т. 27, № 2. С. 45–49.
- Babych Yu., Kyrychuk G., Romaniuk R., Stadychenko A., Uvayeva O. Impact of some mineral fertilizers on the pulmonary and direct surface respiration of the allospecies of *Planorbarius corneus* superspecies (Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) from the Ukrainian water bodies. *Folia Malacologica*. 2023. V. 31, № 1. P. 9–18. <https://doi.org/10.12657/folmal.031.002>
- Borah S. Adverse Effects of Different Detergents on Fish: A Review. *Research & Reviews: Journal of Ecology and Environmental Sciences*. 2022. Vol. 10, № 2. P. 1–15. <https://doi.org/10.4172/2347-7830.10.02.001>
- Chandanshive N.E. Studies on toxicity of detergents to *Mystus montanus* and change in behaviour of fish research journal of animal. *Veterinary and fishery science*. 2013. Vol. 1, № 9. P.14–19.
- Hill T., Lewicki P. Statistics. Methods and Applications. StatSoft, Tulsa, 2007.
- Logeswari D., Kandhasamy K., Majeeth F. A., Rajasekara P. M., Sharmila B. G. Effect of sub-lethal concentrations of commercial detergents on the protein content of selective freshwater fishes. *Bulletin of Pure & Applied Sciences- Zoology*. 2021. Vol. 40a, №1. P. 127–139. <https://doi.org/10.5958/2320-3188.2021.00016.4>
- Mathew E., Sunitha P.T, Thomas P.L. Effect of different concentration of detergent (Surf) on dissolved oxygen consumption in *Anabas testudineus*. *IOSR journal of environmental science, toxicology and food technology*. 2013. Vol. 5, № 3. P. 1–3. <https://doi.org/10.9790/2402-0530103>

Mousavi S.A., Khodadoost F. Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. Vol. 26. P. 26439–26448. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05802-x>

Toledo N.A.B., Contreras C.H., Corredor C.A.A., Pérez C.A.R. Effect of biodegradable detergents on water quality. *Natural Volatiles and Essential Oils*. 2021. Vol. 8, № 5. P. 12080–12095.

Uvayeva O.I., Stadnychenko A.P., Babych Yu.V., Andriychuk T.V., Maksymenko Yu.V., Vyskushenko D.V., Ignatenko O.O., Pinkina T.V. Influence of some heavy metals to the pulmonary and direct diffusive respiration of the great ramshorn *Planorbarius corneus* allospecies (Mollusca: Gastropoda: Planorbidae) from the Ukrainian river system. *Ecologica Montenegrina*. 2022. V. 52. P. 49–59. <https://dx.doi.org/10.37828/em.2022.52.9>

References (translated & transliterated)

Babych, Ju., & Pinkina, T. (2021). Vplyv ioniv vazhkykh metaliv na ekotoksikologichni pokaznyky vytushky roghovoji (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae) [Influence of heavy metal ions on ecotoxicological indicators of *Planorbarius corneus* (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae)] *Visnyk Ljvivskogo universytetu. Serija biologichna [Visnyk of the Lviv University. Series Biology]*. 84, 76–83. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2021.84.07> [in Ukrainian].

Babych, Ju.V., & Stadnychenko, A.P. (2022). Vplyv fosfatnogho myjuchoho zasobu «Savex» na pokaznyky leghenevogho dykhanja aloydiv *Planorbarius corneus* s. lato (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Planorbidae) ghidromerezhi Ukrainy [The influence of the phosphate detergent “Savex” on the parameters of pulmonary respiration of allospecies *Planorbarius corneus* s. lato (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Planorbidae) of the water network of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats “Biologichni doslidzhennia – 2022” [Collection of scientific works “Biological research – 2022”]*. Zhytomyr, 79–81 [in Ukrainian].

Babych, Ju.V., Kovalevsjka, O.O., Zaluzhnyj, V.Ja., Makhnevych, D.S., & Stadnychenko, A.P. (2021). Vplyv riznykh koncentracij SMZ «Vukhatyj njanj» na stabilnistj ghomeostazu vnutrishnjogho seredovyshha «zakhidnogho» aloydu vytushky (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae) [The effect of different concentrations of the “Eared Nanny” SMZ on the stability of the internal environment of the “western” allospecies mollusc (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae)] *Zbirnyk statej “Aktualjni pytannja biologichnoji nauky” [Collection of articles “Current issues of biological science”]*. Nizhyn, 85–87 [in Ukrainian].

Gharbar, D.A. (2009). Konkhiologichni osoblyvosti *Planorbarius corneus* s. lato (Gastropoda, Pulmonata) fauny Ukrainy [Conchological features of *Planorbarius corneus* s. lato (Gastropoda, Pulmonata) of Ukraine fauna]. *Naukovyj visnyk Uzhghorodskogo universytetu. Serija Biologhija [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Biology]*. 26, 56–61 [in Ukrainian].

Gharbar, O.V., Babych, Ju.V., Stadnychenko, A.P., & Gharbar, D.A. (2020). Bioklimatychni osoblyvosti ekologichnykh nish ta modeljuvannja dynamiky arealiv aloydiv *Planorbarius corneus* v umovakh zmin klimatu [Bioclimatic features of ecological niches and modeling of the dynamics of allospecies *Planorbarius corneus* under conditions of climate change]. *Zbirnyk naukovykh prats “Biologichni doslidzhennia – 2020” [Collection of scientific works “Biological research – 2020”]*. Zhytomyr, 150–153 [in Ukrainian].

Didukh, Ja.P. (2012). Osnovy bioindykacii [Basics of bioindication]. Naukova dumka. Kyiv. 360 [in Ukrainian].

Dudnyk, S.V., & Jevtushenko, M.Ju. (2013). Vodna toksykologhija: osnovni teoretychni polozhennja ta jikhnje praktychne zastosuvannja [Aquatic toxicology: basic theoretical principles and their practical application]. Publishing House of the Ukrainian Phytosociological Center. Kyiv. [in Ukrainian].

Romanenko, V.D. (2001). Osnovy ghidroekologhiji [Basics of hydroecology]. Obereghy. Kyiv. 728 [in Ukrainian].

Savluchynsjka, M.O., Ghorbatjuk, L.O., Platonov, O. M., Pasichna, O.O., Burmistrenko, S.P., Kuklja, I.Gh., Kaghlan, N.M., & Arsan, O.M. (2013). Fosfor myjnykh zasobiv ta jogho vplyv na vodjani orghanizmy (oghljad) [The influence of phosphorus from detergents on aquatic animals (a review)]. *Naukovi zapysky Ternopiljskogo nacionalnogho pedagoghichnogho universytetu imeni Volodymyra Ghnatjuka [Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University]*. 56 (3), 119–125 [in Ukrainian].

Stadnychenko, A.P. (2005). Vplyv poverkhnevo-aktyvnykh rehovyn i trematodnoji invaziji na zhyvlennja i travlennja roghovoji vytushky (Mollusca: Pulmonata: Bulinidae) [The effect of surface-ac-

tive substances and trematode infestation on feeding and digestion of the horned snail (Mollusca: Pulmonata: Bulinidae)]. *Visnyk Derzhavnogho aghroekologhichnogho universytetu [Bulletin of the State Agroecological University]*. 2(15), 120–125 [in Ukrainian].

Uvajeva, O.I. (2018). Vplyv bezfosfatnogho deterghenta na filjtracijnu robotu kaljuzhnyci bolot-janoji [The effect of phosphate-free detergent on the filtration performance of a marsh pond]. *Ekologhichni nauky [Environmental sciences]*. 2 (1), 86–91 [in Ukrainian].

Uvajeva, O.I. (2012). Porushennja ochyshhuvaljnoji roboty *Viviparus contectus* (Mollusca: Opisthobranchia: Viviparidae) za sumisnoji diji deterghentiv ta trematodnoji invaziji [Violation of the cleaning work of *Viviparus contectus* (Mollusca: Opisthobranchia: Viviparidae) under the combined action of detergents and trematode infestation]. *Naukovyj visnyk Volyns'koghho nacional'noghho universytetu im. Lesi Ukrajin'ky [Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin]*. 27 (2), 45–49 [in Ukrainian].

Babych, Yu., Kyrychuk, G., Romaniuk, R., Stadnychenko, A., & Uvayeva, O. (2023). Impact of some mineral fertilizers on the pulmonary and direct surface respiration of the allospecies of *Planorbarius corneus* superspecies (Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) from the Ukrainian water bodies. *Folia Malacologica*. 31 (1), 9–18. <https://doi.org/10.12657/folmal.031.002> [in English].

Borah, S. (2022). Adverse Effects of Different Detergents on Fish: A Review. *Research & Reviews: Journal of Ecology and Environmental Sciences*. 10 (2), 1–15. <https://doi.org/10.4172/2347-7830.10.02.001> [in English].

Chandanshive, N.E. (2013). Studies on toxicity of detergents to *Mystus montanus* and change in behaviour of fish research journal of animal. *Veterinary and fishery science*. 1 (9), 14–19 [in English].

Hill, T., & Lewicki, P. (2007). *Statistics. Methods and Applications*. Tulsa. StatSoft [in English].

Logeswari, D., Kandhasamy, K., Majeeth, F. A., Rajasekara, P. M., & Sharmila, B.G. (2021). Effect of sublethal concentrations of commercial detergents on the protein content of selective freshwater fishes. *Bulletin of Pure & Applied Sciences- Zoology*. 40a (1), 127–139. <https://doi.org/10.5958/2320-3188.2021.00016.4> [in English].

Mathew, E., Sunitha, P.T., & Thomas, P.L. (2013). Effect of different concentration of detergent (Surf) on dissolved oxygen consumption in *Anabas testudineus*. *IOSR journal of environmental science, toxicology and food technology*. 2013. 5(3), 1–3. <https://doi.org/10.9790/2402-0530103> [in English].

Mousavi, S.A., & Khodadoost, F. (2019). Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 26, 26439–26448. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05802-x> [in English].

Toledo, N.A.B., Contreras, C.H., Corredor, C.A.A., & Pérez, C.A.R. (2021). Effect of biodegradable detergents on water quality. *Natural Volatiles and Essential Oils*. 8 (5), 12080–12095 [in English].

Uvayeva, O.I., Stadnychenko, A.P., Babych, Yu.V., Andriychuk, T.V., Maksymenko, Yu.V., Vyskushenko, D.V., Ignatenko, O.O., & Pinkina, T.V. (2022). Influence of some heavy metals to the pulmonary and direct diffusive respiration of the great ramshorn *Planorbarius corneus* allospecies (Mollusca: Gastropoda: Planorbidae) from the Ukrainian river system. *Ecologica Montenegrina*. 52, 49–59. <https://dx.doi.org/10.37828/em.52.9> [in English].

Отримано: 03.09.2023

Прийнято: 01.10.2023