

УДК 591.5:594.32:895.122

## СПРЯЖЕНИЙ ВПЛИВ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПЛЮМБУМ НІТРАТУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА І ТРЕМАТОДНОЇ ІНВАЗІЇ НА ВМІСТ ЗАГАЛЬНОГО БІЛКА У ГЕМОЛІМФІ *VIVIPARUS VIVIPARUS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, VIVIPARIDAE)

Стадниченко А. П., Мороз Г. М., Мороз О. М.

*Спряжений вплив різних концентрацій плюмбум нітрату водного середовища і трематодної інвазії на вміст загального білка в гемолімфі Viviparus viviparus (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia, Viviparidae). — А. П. Стадниченко, Г. М. Мороз, О. М. Мороз. — Встановлено, що у V. viviparus (Linnaeus, 1758) з р. Уборть (Українське Центральне Полісся) вміст загального білка у гемолімфі становить у нормі 7,5 – 7,9%. У особин, інтенсивно заражених «зрілими» редіями Echinoparyphium petrowi Nevostrujeva, значення цього показника знижується до 5,3 – 6,8%. У токсичних середовищах як у вільних від інвазії, так і у заражених цим паразитом особин зі зростанням концентрації токсиканта відбувається прогресуюче скорочення рівня вмісту загального білка в їх гемолімфі. Причому, при наявності інвазії цей процес здійснюється більш стрімко.*

**Ключові слова:** *Viviparus viviparus*, трематодна інвазія, плюмбум нітрат, гемолімфа, загальний білок.

**Адреса:** Житомирський державний університет імені Івана Франка, 10008, вул. В. Бердичівська, 40, Житомир, Україна.

*Joint influence of lead nitrate in various concentration and trematode invasion on the general albumen content in the haemolymph of Viviparus viviparus (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia, Viviparidae). — A.P. Stadnychenko, G.M. Moroz, O.M. Moroz. — The article deals with the joint influence of the lead nitrate in various concentrations and impact of trematodes on the general albumen in haemolymph of Viviparus viviparus (Linnaeus, 1758). The results of researches shows that both these loads, depending on the level of their expressiveness, put pressure on the physiological status of these mollusks, especially on the content in general albumen their haemolymph. In the normal conditions noninfected V. viviparus from the river Ubort (Ukrainian Central Polissya Area) have 7,5–7,9% general albumen in their haemolymph. The intensive influence of these two factors on the mollusks be accompanied by the general albumen content decreases to level 5,3 – 6,8%. In toxical environment and highly degree of trematode invasion the general albumen content of the V. viviparus haemolymph progressively have been reduced. In the case of heavy invasion this process develops more precipitantly.*

**Key words:** *Viviparus viviparus*, trematode invasion, lead nitrate, haemolymph, general albumen.

**Address:** Zhytomyr Ivan Franko State University 40, Velyka Berdychivska Str. Zhytomyr, Ukraine, 10008

### Вступ

У сьогоднішній день забруднення природного водного середовища різними за своєю природою, походженням і концентраціями токсикантами досягло колосальних масштабів. За об'ємами надходження у гідромережу одними з найпріоритетніших з них, за об'ємами надходження у середовище, наразі є іони важких металів [3; 5; 9; 15; 20]. До них належить і плюмбум.

Природними джерелами надходження його у поверхневі води є процеси розчинення в них екзогенних (англезит, церусит та ін.) і ендегенних (галеніт) мінералів [5]. Значні кількості плюмбума потрапляють у довкілля, у тому числі і у поверхневі води, через спалювання вугілля різного походження, застосування тетраетилсвинцю як детонатора у моторному паливі, винесення сполук плюмбума у водні об'єкти з недостатньо очищеними (або цілком неочищеними) стічними водами рудозбагачувальних

фабрик, металургійних заводів, низки хімічних виробництв, шахт тощо.

Частина плюмбума, потрапивши у водні басейни, підпадає адсорбції завислими у воді речовинами і осідає разом із ними на поверхні донних відкладень. Іони цього металу з товщі води дифундують в організми різних гідробіонтів, накопичуючись там, що спричиняється до пониження концентрації цього поллютанта у природному водному середовищі.

Плюмбум відзначається отруйними властивостями і є небезпечним для тваринних організмів, у тому числі і для людини. Тому вміст його у водному середовищі регламентується системою ГДК. Санітарно-токсикологічний лімітуючий показник шкочочинності іонів плюмбума становить 0,03 мг/дм<sup>3</sup>, а показник шкочочинності токсикологічний (рибогосподарський) – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> [5]. У річкових водах Середньої і Східної Європи концентрація плюмбума коливається від десятих долей до одиниць мікрограмів на 1 дм<sup>3</sup>. І навіть у водоймах і водотоках, які прилягають до районів

поліметалічних руд, концентрація його рідко коли сягає десятків міліграмів на 1 дм<sup>3</sup>. Проте, виходячи із діючих у сьогоднішнього значень ГДК<sub>риб.</sub>, навіть води такого рівня забруднення можуть виявитися небезпечними для гідробіонтів.

**Мета даного дослідження** – з'ясування постановкою гострих токсикологічних дослідів тих зрушень у вмісті загального білка у гемоцелі *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) у нормі і зараженої трематодами, котрі викликаються відносно невисокими концентраціями п्लомбум нітрату водного середовища. На сьогодні нам відоме єдине дослідження такого роду [13] здійснене щодо цього молюска. Авторами його були застосовані лише високі концентрації (50, 350, 650 мг/дм<sup>3</sup>) згаданого вище токсиканта.

### Матеріал та методи

Матеріалом дослідження слугували 436 екз. *V. viviparus*, зібраних вручну у р. Уборть (Українське Центральне Полісся) поблизу с. Майдан-Копищенський (Житомирська обл.) у вересні-жовтні 2015 р. Видову належність молюсків встановлено за [14]. Мірні конхіологічні ознаки визначено застосуванням електронного штангенциркуля. Доставлених у лабораторію тварин, згідно діючих у наш час вимог [16], було піддано 15-добовій аклімації. Її умови: вода – з водогінної мережі Житомира (відстояна протягом доби); її температура – 20–22°C; рН – 7,96–8; оксигенізація – 8,0–8,1 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; щільність посадки тварин – 3 екз./дм<sup>3</sup>. Щодоби 1/3 об'єму води заміняли свіжою. Молюсків підгодовували дрібно розтертим сухим кормом для риб (дафнії, яйця артемії).

У токсикологічному експерименті, поставленому за [1], як токсикант використано п्लомбум нітрат (з маркуванням ч.д.а.). Застосуванням орієнтувального дослідів було встановлено значення двох токсикологічних показників – LC<sub>0</sub> = 0,1 і LC<sub>100</sub> = 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Для основного дослідів використано три концентрації, котрі перевищують значення LC<sub>0</sub> для п्लомбум нітрату щодо *V. viviparus* в 1,2, 2,4 і 3,6 рази. Тривалість основного дослідів – 2 доби. По завершенні першої доби експеримента розчин токсиканта заміняли свіжевикотвореним тієї ж самої концентрації. Усі дослідів поставлено у триразовій повторності і обов'язково – у супроводі їх контролем.

По завершенні добової експозиції молюсків у розчинах токсиканта отримували гемолімфу методом повного їх знекровлення. Вміст загального білка у гемолімфі визначено застосуванням рефрактометра РПЛ-3. Про наявність (чи відсутність) у *V. viviparus* трематодної інвазії судили за результатами мікроскопіювання (МБР; зб. 7×8 і 7×40) тимчасових гістологічних препаратів, виготовлених експрес-методом [7] із тканин їх гепатопанкреаса.

Цифрові результати токсикологічного експерименту опрацьовано методами базової варіаційної статистики [6].

### Результати та їх обговорення

У *V. viviparus*, як і у всіх молюсків, кровоносна система незамкненого типу. Через це внутрішнє середовище їх організму представлене не кров'ю, а гемолімфою, котра циркулює по їх кровоносних судинах завдяки серцебиттю, а по системі артеріальних і венозних лакун і синусів гемоцеля (псевдоцеля) – завдяки скороченням соматичних м'язів [2]. Гемолімфа виконує численні і вельми різноманітні функції, серед яких найважливішими є транспортна, екскреторна і захисна. Вони забезпечують підтримання стабільності гомеостазу внутрішнього середовища організму цих тварин.

Гемолімфа складається з плазми і формених елементів-амебоцитів кількох категорій, на долю яких припадає усього лише 1–2% її об'єму [18]. Основна маса плазми гемолімфи представлена водою, в якій у розчиненому стані знаходяться речовини як органічного, так і мінерального походження. У нормі питома вага гемолімфи молюсків лише дещо вища за таку води.

Одними з найважливіших компонентів гемолімфи *V. viviparus* (як і всіх інших молюсків) є високомолекулярні органічні сполуки – білки, необхідність постійного оновлення яких лежить у основі їх метаболізму. Загальний білок – найсуттєвіша складова білкового обміну в усіх, без виключення, тварин. Рівень його вмісту у гемолімфі молюсків – важливий показник сталості гомеостазу їх внутрішнього середовища. Від кількості наявного у гемолімфі загального білка залежать її в'язкість (отже, і текучість), активна реакція (рН), показники водно-сольового обміну, баланс мікроелементів та ін. Значні відхилення від норми вмісту загального білка у внутрішньому середовищі молюсків (як гіпо-, так і гіперпротеїнемія певних рівнів) засвідчують наявність серйозних біохімічних і фізіологічних зрушень у діяльності їх організму, котрі можуть спричинитися до розвитку у них як гострих, так і хронічних захворювань, наслідки котрих нерідко є летальними [12]. За стабільності гомеостазу вміст загального білка у досліджених нами незаражених *V. viviparus* перебував на більш-менш постійному рівні (табл. 1) і був, зазвичай, дещо вищим у самок порівняно із самцями. Взагалі ж цей показник, як відомо [11; 13; 19], належить до групи показників пластичних. Він відзначається у молюсків індивідуальною, статевою, віковою, сезонною, біотопічною мінливістю. Саме через це для нього прийнято інші критерії зрушення його значень ніж для показників стабільних, а саме: CV – до 50% Р = 95%) [17].

У вмісті загального білка у гемолімфі *V. viviparus* за перебування їх у середовищі, забрудненому п्लомбум нітратом, як у самців, так і у самок виявлено різного роду зрушення

обговорюваного показника у залежності від концентрації токсиканта. За 0,12 мг/дм<sup>3</sup> його у середовищі наявна тенденція до деякого зменшення вмісту загального білка у внутрішньому середовищі *V. viviparus* обох статей (у самців – в 1,08, у самок – в 1,03 рази). Гадаємо, що швидше усього це є наслідком осмотичного шоку, якого неодмінно зазнають ті особини, які раптово потрапляють із чистого середовища у середовище токсичне. Подвоєння концентрації токсиканту (до 0,24 мг/дм<sup>3</sup>) супроводжується значно тяжчими наслідками: вміст загального білка у гемолімфі піддослідних тварин різко знижується в однаковій мірі у особин обох статей (в 1,3 рази) порівняно із моллюсками, які перебували у найслабкішому з використаних у нашому дослідженні токсичних розчинів (P>99,9%). Беручи до уваги уживану у наш час

градацію стадійності (фазності) патологічного процесу, викликаного отруєнням гідробіонтів поліюантами, вважаємо, що у середовищі з 0,36 мг/дм<sup>3</sup> плюмбум нітрату у *V. viviparus* спостерігається депресивна стадія патологічного процесу, викликаного отруєнням його цим токсикантом. Зменшення вмісту загального білка у гемолімфі таких моллюсків може бути наслідком пригноблення певних етапів їх білкового обміну. Адже відомо [8], що іони важких металів, потрапивши в організм гідробіонтів, здатні утворювати тривкі комплексні сполуки з різними білками, у тому числі з ферментами і гормонами. Ці біологічно активні речовини втрачають при цьому притаманні їм властивості, що супроводжується порушеннями пов'язаних із ними функцій.

**Таблиця 1.** Вплив різних концентрацій плюмбум нітрату водного середовища на вміст загального білка (%) у гемолімфі *V. viviparus*

**Table 1.** The influence of lead nitrate in different concentrations on *V. viviparus* general albumen content (%) in haemolymph

n	min-max	M±m	CV
<b>Контроль</b>			
14	4,2 – 10,3	7,71±0,19	21,3
0,12 мг/дм <sup>3</sup>			
13	3,4 – 7,9	7,68±0,41	26,1
0,21 мг/дм <sup>3</sup>			
18	3,9 – 6,4	5,53±0,24	19,3
0,36 мг/дм <sup>3</sup>			
17	3,0 – 4,8	3,90±0,18	27,3

**Таблиця 2.** Статеву залежність вмісту загального білка (%) у гемолімфі *V. viviparus* за дії на нього розчинами плюмбум нітрату різної концентрації

**Table 2.** The influence of lead nitrate in different concentrations on *V. viviparus* sexual dependence of general albumen content (%) in haemolymph

n	Стать	min-max	M±m	CV
<b>Контроль</b>				
17	Самці	4,3 – 8,2	7,48±0,43	19,95
16	Самки	4,0 – 10,2	7,93±0,04	29,44
0,12 мг/дм <sup>3</sup>				
16	Самці	3,3 – 6,7	6,93±0,35	28,01
17	Самки	4,4 – 8,1	7,66±0,47	34,32
0,24 мг/дм <sup>3</sup>				
18	Самці	4,1 – 6,2	5,44±0,22	19,31
19	Самки	3,2 – 6,9	5,95±0,34	24,13
0,36 мг/дм <sup>3</sup>				
18	Самці	3,2 – 4,6	3,63±0,23	26,09
16	Самки	4,7 – 5,2	4,11±0,13	19,16

Наслідком перебування *V. viviparus* у середовищі з 0,36 мг/дм<sup>3</sup> плюмбум нітрату є різке падіння рівня вмісту білка в їх внутрішньому середовищі. Останній зменшується як у самців, так і у самок в однаковій мірі – у 1,5 рази порівняно з особинами, котрі були піддані дії плюмбум нітрату концентрацією 0,24 мг/дм<sup>3</sup> (P>99,9%). За 0,36 мг/дм<sup>3</sup> цього токсиканта йде поглиблення стадії депресії у піддослідних тварин. У частини особин під кінець другої доби експозиції відбувається перехід її у наступні, завершальні, дуже швидкоперебігаючі стадії патологічного процесу – сублетальну і летальну.

Смертність, однак, за цих умов відносно невисока (табл. 3).

За отруєння всіх, без виключення, зябродихаючих моллюсків іонами важких металів функцію-мішенню є процес їх зябрового і легеневого дихання, оскільки у залежності від концентрації цих токсикантів, фізіологічного статусу організму тварин, інтенсивності інвазії їх трематодами, стадії патологічного процесу, викликаного отруєнням, залежать ступінь ушкодження і рівень руйнації їх респіраторного епітелію. У *V. viviparus* це епітелій

(миготливий), яким вистелено поверхню їх зябрового апарату.

Під дією плюмбум нітрату у цих тварин спостерігається стрімкий перебіг одного за другим наступних зрушень покривного епітелію їх зябрових пелюсток: ослизнення поверхні останніх, безупинно зростаюче з часом; поява пастозності, яка з часом переростає кінець-кінцем у потужний набряк; пікноз ядер і розрив клітин; утворення виразок; поява синців і кровотеч. Причиною загибелі тварин завжди стає асфіксія. У середовищі з 0,12 і 0,24 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта смертність самців дещо вища за таку самок, а за 0,36 мг/дм<sup>3</sup> його є вищою смертність самок (табл. 3).

Важливим чинником, суттєво обтяжуючим процес отруєння *V. viviparus* плюмбум нітратом, є ураження їх трематодами. У нашому матеріалі інвазія була представлена партенітами («зрілими» редіями)

*Echinoparyphium petrowi* Nevostrujeva. Марити цієї трематоди є звичайними гельмінтами кишківника водоплавних і болотяних птахів Українського Полісся [10]. У місці збирання матеріалу екстенсивність інвазії *V. viviparus* цим паразитом становила  $22,34 \pm 9,57\%$ . Інтенсивність інвазії у 99% випадків була тотальною (цілковите ураження гепатопанкреаса) – ендостації *E. petrowi* особинами партеногенетичного покоління цієї трематоди – «зрілими» редіями. Їх розміри (мкм): довжина – 1437 – 1518, ширина – 280 – 309. Редії її листкоподібної форми, жовтого кольору, були вщент «забиті» повністю сформованими церкаріями. Розміри церкарій (мкм): довжина тіла – 332 – 353, його ширина – 189 – 212; довжина хвоста – 617, його ширина 59 – 63; розміри ротового присоска – 60×40.

Трематодна інвазія істотно впливає на вміст загального білка у гемолімфі *V. viviparus* (табл. 4).

**Таблиця 3.** Вплив різних концентрацій плюмбум нітрату водного середовища на смертність *V. viviparus*

**Table 3.** The influence of lead nitrate in different concentrations on the mortality of *Viviparus viviparus*

n	С токсиканта мг/дм <sup>3</sup>	Смертність, %		
		загальна	самців	самок
33	0	0	0	0
33	0,12	0,03	6,25	0
37	0,24	5,41	5,56	5,26
34	0,36	8,82	5,56	6,25

**Таблиця 4.** Спряжений вплив редій *E. petrowi* і плюмбум нітрату водного середовища на вміст загального білка (%) у гемолімфі *V. viviparus*

**Table 4.** Joint influence with rediae *E. petrowi* and lead nitrate of water environment on general albumen content (%) in haemolymph of *V. viviparus*

n	Стать	min-max	M±m	CV
<b>Контроль</b>				
19	Самці	5,6 – 7,1	6,11±0,53	14,43
10	Самки	5,9 – 7,4	6,76±0,62	18,11
0,12 мг/дм <sup>3</sup>				
12	Самці	6,0 – 7,6	5,38±0,43	15,32
6	Самки	4,8 – 7,1	5,55±0,57	20,12
0,24 мг/дм <sup>3</sup>				
14	Самці	4,2 – 6,1	4,49±0,36	21,21
8	Самки	4,0 – 7,0	4,61±0,32	19,15
0,36 мг/дм <sup>3</sup>				
13	Самці	2,3 – 5,0	3,01±0,21	13,34
18	Самки	2,3 – 6,1	3,10±0,29	15,58

З'ясовано, що у всіх заражених трематоною *E. petrowi* особин *V. viviparus*, із збільшенням концентрації токсиканта у середовищі їх перебування вміст загального білка в їх внутрішньому середовищі прогресуюче знижується (P = 94,5 – 99,4%). Вважаємо, що це є результатом сукупної дії принаймні трьох причин. По-перше, тотальна інвазія гепатопанкреаса *V. viviparus* спричиняє до руйнації його у величезних масштабах, що супроводжується гальмуванням білковоутворювальної функції цього органа. По-друге, значне уповільнення біосинтезу білків у інвазованих трематоною *E. petrowi* моллюсків може викликатися отруєнням їх метаболітами паразитів [21], котрі виділяють їх

у гемоцель своїх хазяїв. По-третє, слід згадати і про те, що єдиним джерелом амінокислот, необхідних для пластичного обміну трематод, є білки їх хазяїв-моллюсків. Їх вони отримують завдяки притаманному їм голозойному способу живлення. Редії усіх видів трематод родини Echinostomatidae мають вкрай потужний ротовий присосок, дуже масивну глотку, а у редій переважної більшості ехіностоматид є більш-менш довгий кишківник, які і дозволяють їм доволі жититися тканинами гепатопанкреаса їх хазяїв-моллюсків. Наголосимо на тому, що кишківник у редій *E. petrowi* якраз і є дуже довгим, майже сягаючим заднього кінця партеніт. У виявлених нами редій *E. petrowi* він завжди був заповнений

фрагментами тканин гепатопанкреаса моллюсків, поодинокими ізольованими незруйнованими як печінковими клітинами, так і клітинами сполучної тканини, котра зцементовує ацинуси гепатопанкреаса, а також клітинним детритом. Слід згадати і про те, що редії здатні, як і спороцисти (хоча і у меншій мірі ніж останні) ще й до пристіночного травлення, структурною основою якого є мікроворсинки тегументу [4]. Через ямікворсинки вони отримують у розчиненому вигляді поживний матеріал із організму своїх хазяїв, впливаючи тим самим на рівень вмісту різних речовин, у тому числі і білків, у їхньому внутрішньому середовищі.

У науковій літературі описано рідкісні випадки, коли за трематодної інвазії вміст загального білка у гемолімфі моллюсків різко збільшувався. Таке було відзначено [18] для морського гребінчастозябрового виду *Hydrobia ulvae* (Pennant). Причини такої гіперпротеїнемії наразі лишаються не з'ясованими.

## Висновки

У гемолімфі *V. viviparus* з р. Уборть (Українське Центральне Полісся) у нормі вміст загального білка становить 7,5–7,9 мг/дм<sup>3</sup>. У особин, інвазованих «зрілими» редіями *E. petrowi*, він коливається у межах 5,3–7,4 мг/дм<sup>3</sup>.

У середовищах зі вмістом плюмбум нітрату у кількостях 0,12, 0,24, 0,36 мг/дм<sup>3</sup> – як у вільних від інвазії, так і у заражених трематодами тварин – відбувається прогресуюче зменшення рівня вмісту загального білка у гемолімфі по мірі зростання концентрації токсиканта у середовищі їх перебування.

За спряженого впливу на *V. viviparus* токсичного чинника і тотальної трематодної інвазії зростають як ступінь вираженості кожного з симптомів отруєння (у тому числі – зниження рівня вмісту загального білка у його гемолімфі), так і показники смертності цих тварин.

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17, №3. – С. 92–100.
2. Беклемишев В. Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных / В. Н. Беклемишев. – М.: Наука, 1964. – Т. 2. – 446 с.
3. Брагинский А. П. Некоторые итоги исследований по водной токсикологии в Украине / А. П. Брагинский // Актуальные проблемы водной токсикологии. – Борок: Б. и., 2004. – С. 11 – 13.
4. Гинецинская Т. А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция / Т. А. Гинецинская. – Л.: Наука, 1986. – 411 с.
5. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / [Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Заша Э. А. и др.]. – М.: Эколайн, 2000. – 127 с.
6. Деркач М. П. Елементи статистичної обробки результатів біологічного експерименту / М. П. Деркач. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1963. – 67 с.
7. Здун В. І. Личинки трематод в прісноводних моллюсках України / В. І. Здун. – К.: АН УРСР, 1961. – 141 с.
8. Метелев В. В. Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дзасохова – М.: Колос, 1971. – 247 с.
9. Романенко В. Д. Основи гідроекології / В. Д. Романенко. – К.: Обереги, 2001. – 723 с.
10. Смогоржевская А. А. Гельминты водоплавающих и болотных птиц фауны Украины / А. А. Смогоржевская. – Киев: Наук. думка, 1976. – 415 с.
11. Стадниченко А. П. Влияние трематодной инвазии и растворов сернистого хрома на содержание общего белка во внутренней среде живородки / А. П. Стадниченко, Г. Е. Киричук. – 1993. – 13 с. – Деп. в УкрИНТЭИ 04.03.93, №357.
12. Стадниченко А. П. Вплив трематодної інвазії (Plathelminthes, Trematoda) і розчинів нітроамофоски на вміст загального білка в гемолімфі калюжниці (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) / А. П. Стадниченко, В. К. Гирич, А. Ю. Зелінська // Наук. вісн. СХУ ім. Л. Українки. Сер.: Біол. науки. – 2013. – Т. 14(263). – С. 172–176.
13. Стадниченко А. П. Влияние азотнокислого свинца на содержание общего белка в гемолимфе живородки речной / А. П. Стадниченко, О. В. Оверчук, Н. В. Пименова. – 1993. – 9 с. – Деп. в ГНТБ Украины 19.07.93, №1322.
14. Старобогатов Я. И. Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda) / Я. И. Старобогатов // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С. 152–174.
15. Филенко О. В. Основы водной токсикологии / О. В. Филенко, И. В. Михеева. – М.: Колос, 2007. – 142 с.
16. Хлебович В. В. Аклимация водных организмов / В. В. Хлебович. – Л.: Наука, 1981. – 130 с.
17. Шефтель В. О. Критерий надежности как функция биологической вариабельности признака / В. О. Шефтель, Р. Е. Сова // Применение математических методов оценки и прогнозирования реальной опасности накопления пестицидов во внешней среде и организме. – Киев: АСХН УССР, 1976. – С. 37–39.
18. Müller G. Morphologie, Lebensablauf und Bildungsort von *Lymnaea stagnalis* / G. Müller // Z. Zellforsch. – 1956. – Bd. 44, H5. – S. 519–556.
19. Negus M. R. S. Oxygen consumption and amino acid levels in *Hydrobia ulvae* (Pennant) in relation to salinity and behavior / M. R. S. Negus // Comp. Biochem. Physiol. – 1968. – Vol. 24. – №2. – P. 317–325.
20. Ramade F. Ecotoxicology / F. Ramade – Chichester (West Sussex); New York: Wiley, 1987. – 262 p.
21. Stpiczyńska R. Physiological indices of the host, *Lymnaea tomentosa* (Pfeiffer, 1855) reaction to infection with *Fasciola hepatica* L. larvae / R. Stpiczyńska // Polsk. Arch. Hydrobiol. – 1979. – Т. 26, №4. – P. 515–528.

Отримано: 11 травня 2016 р.

Прийнято до друку: 16.06.2016