

УДК 594.1:591.5

ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ ПЕРЛІВНИЦІ БОРИСФЕНОВОЇ (MOLLUSCA:BIVALVIA:UNIONIDAE) У НОРМІ ТА ЗА УМОВИ ФЕНОЛЬНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ

Пінкіна Т. В.

Інтенсивність дихання перлівниці борисфенової (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) у нормі та за умови фенольної інтоксикації. — Т. В. Пінкіна. — Досліджено вплив фенольної інтоксикації на інтенсивність споживання кисню перлівницею борисфеновою на одиницю тотальної маси тіла та на одиницю маси м'яких частин тіла. Виявлено, що інтенсивність споживання кисню зі збільшенням концентрації фенолу у воді спочатку різко збільшується до 0,17–0,49 мг O_2 /дм³. Проте, починаючи з концентрації 200 мг/дм³ цього токсиканта у воді, відбувається поступове зменшення споживання кисню і пригнічення дихання. Встановлено характер змін інтенсивності дихання перлівниці борисфенової у залежності від віку, статі та фізіологічного стану організму молюска.

Ключові слова: *Unio conus borythenicus*, інтенсивність дихання, фенольна інтоксикація, біоіндикація.

Адреса: Житомирський національний агроекологічний університет, 10008, бульвар Старий, 7, м. Житомир, Україна, e-mail: pinkinatv@yandex.ru.

Unio conus (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) breathing intensity under normal and phenol-intoxication conditions. — T.V. Pinkina. — The paper studies impact of phenol intoxication on the *Unio conus* intensity of oxygen consumption per unit of total body weight as well as per unit of soft body parts weight. The research shows that after the increase in concentration of phenol dissolved in water, the oxygen consumption intensity initially rises up to 0.18 – 0.49 mg O_2 /dm³. However, when phenol concentration is 200 mg/dm³, oxygen consumption gradually decreases and breathing is oppressed. The paper describes the pattern of changes in *Unio conus* breathing intensity in relation to age, sex and physiological state of mollusks.

Key words: *Unio conus borythenicus*, phenol intoxication, breathing intensity, bio-indication.

Address: Zhytomyr National Agro-ecological University, 10008, Staryi Blvd 7, Zhytomyr, Ukraine, e-mail: pinkinatv@yandex.ru.

Вступ

У процесі взаємодії людини та природи в результаті виробничого обміну з нею речовиною та енергією людина змінює та перетворює природу. Наразі виникає одна із найскладніших проблем сучасності – як поєднувати розвиток виробництва зі збереженням сприятливих екологічних умов довкілля.

З кожним роком зростає антропогенне забруднення гідросфери внаслідок чого зменшується опірність організмів гідробіонтів до дії несприятливих чинників [2]. У поверхневій і підземній воді України надходить величезна маса токсичних речовин, серед яких слід виділити розповсюджену і високотоксичну групу забруднювачів – феноли (фенол, пірокатехін, резорцин, гідрокінон, ефіри гідрокінону, пірогалол, флороглуцин, крезол, амінофенол, нафтол, катехол та інші похідні). Найбільш розповсюдженим є фенол (карболова кислота). Біологічне значення фенолів зазвичай розглядається у рамках їхнього впливу на навколишнє середовище.

Фенол – один із промислових забруднювачів. Його застосування тісно пов'язане з розвитком синтетичної органічної хімії. Фенол є вихідною речовиною для виробництва барвників, поверхнево-

активних речовин, лікувальних препаратів, пластичних мас, вибухових речовин, синтетичних смол, антиоксидантів. Він має антисептичні властивості, разом з тим це токсична речовина. Загальновідомо, що скиди низки промислових підприємств (коксобензолні, хімічні, газові, нафтові, фармацевтичні, деревообробні, текстильні, шкіряні та ін.) містять у великій кількості феноли та їхні гомологи, котрі потрапляють у стічні води і тим самим забруднюють довкілля. Фенол згубно діє на мікроорганізми, тому промислові стічні води з високим вмістом фенолу погано піддаються біологічному очищенню. Концентрація фенолів у стічних водах на момент їх скиду становить від десятих долей грама до декількох грамів на 1 л. Зазвичай ці стоки надходять у природні водні басейни, переважно у великі і малі річки, де, зрозуміло, розбавляються річковими водами. Але навіть на значній відстані (15–30 км) від джерел фенольного забруднення концентрація цих токсикантів у річкових водах може сягати сотих і десятих долей міліграма на 1 л, у той час як гранично допустима концентрація (ГДК) фенолів становить 0,001 мг/л [12]. Отже, проблема фенольного забруднення акваторій внутрішньоконтинентальних прісних водойм, а особливо водотоків, є наразі актуальною.

Оскільки останнім часом оцінка небезпеки забруднення вод України все частіше здійснюється з використанням методів біоіндикації перспективними є дослідження, скеровані на пошук гідробіонтів, які є досить чутливими до токсичного впливу [6]. Актуальним є й пошук тест-реакцій таких організмів, які чітко і швидко могли би свідчити про наявність полютанта у середовищі [14].

Досліджено [11] токсичний вплив отрут фенольного ряду на організм риб шляхом порушення нормальної діяльності центральної нервової системи. Симптоми отруєння риб в токсичних концентраціях фенолів проявляються в зниженні дихального ритму, неспокої, підвищеній чутливості до подразнення. Далі спостерігається сильне збудження, хаотичне стрімке плавання, аритмія дихання, розлад координації, перевертання на бік. Такий стан закінчується смертю з проявами задуси: зяброві кришки та рот риби відкриті.

Особливості фізіологічних відправлень інших гідробіонтів, зокрема, прісноводних двостулкових молосків за фенольної інтоксикації вивчені недостатньо [13]. З огляду на це нами проведено дослідження особливостей дихання двостулкового молоска перлівниці борисфенової – звичайного компоненту водойм Житомирського Полісся за умов перебування в розчинах, що містили різні концентрації фенолу.

Матеріал та методи

Як матеріал досліджень нами використано прісноводного двостулкового молоска перлівницю борисфенову (*Unio conus borysthenticus* Kobelt, 1879), зібраного у ріпалі р. Тетерів (с. Зарічани Житомирської області) у червні – вересні 2015 року. Даний вид трапляється зазвичай у річках, оселяється у водоймах з мулистими, піщано-мулистими донними відкладами. У дослідях використано 220 екз. перлівниці борисфенової.

Молосків, які знаходилися безпосередньо на дні водойми, діставали з глибини 80–100 см вручну або сачком. Щоби запобігти загибелі перлівниць від асфіксії під час транспортування у лабораторію їх перевозили в ємностях без води. Після доставки матеріал уміщували у широкі кювети та накривали вологим рядном. Видову належність кожної особини визначали користуючись відповідною літературою [8; 10]. Молосків зважували на технічних вагах (ВЛКТ-500).

До лабораторних умов молосків аклімували протягом 14 діб [9]. Їх утримували в акваріумах (40 л) із дехлорованою відстоюванням (1 доба) водопровідною водою (рН 7,5–8,6; вміст кисню – 8,5–9 мг О₂/дм³; температура – 18–23⁰С; освітлення природне). Тварин годували подрібненим сухим кормом для риб (дафнії), а також розтертим жовтком круто зварених курячих яєць. Вік особин визначали за кількістю річних ліній приросту [5]. Стать виявляли анатомуванням тварин.

У токсикологічних дослідях для затравлювання середовища використано фенол у концентраціях 50, 100, 200, 300, 400, 500 і 1000 мг/дм³. Контролем слугували тварини уміщені в чисту воду. При дос-

лідженні впливу фенольної інтоксикації на інтенсивність дихання перлівниці борисфенової кожен молоск занурювали у воду з певною концентрацією токсиканту в ній. Експозиція тварин у токсичному середовищі становила 48 год.

Для визначення розчиненого у воді кисню використовували метод Вінклера.

Отримані цифрові дані оброблено з використанням стандартних методів варіаційної статистики [5].

Результати та їх обговорення

Вміст кисню у воді може змінюватися у широких межах: від стану пересичення в результаті інтенсивних процесів фотосинтезу і до нуля. Однак у залежності від особливостей біотопу амплітуда і швидкість змін у вмісті кисню може бути досить відмінною. Відповідно різним є і ступінь пристосування водних тварин, зокрема, молосків, до змін кисневого режиму у місцях їх існування. Поглинання кисню молосками залежить від парціального тиску газу та від його вмісту у воді. Перлівниці як аеробні організми потребують для здійснення процесу дихання наявності кисню в середовищі їх існування. Насичення води киснем у поліських річках становить 85–100, а в ставках – 120–200%. Для забезпечення потреб у кисні для двостулкових молосків достатнім є насичення ним води на 50% [9].

Нами вивчалась інтенсивність споживання кисню у різних вікових груп *Unio conus*. Оскільки перлівниця борисфенова є одним із звичайних компонентів річкового біоценозу результати проведених досліджень є досить важливими. У районі с. Зарічани чисельність і біомаса цих молосків порівняно високі – 4,3 екз/м² і 168,4 г/м². У зарічанській популяції було виявлено деяке переважання самиць над самцями (самиць – 50,9%, самців – 49,1%). Аналізуючи віковий склад популяції перлівниці борисфенової у р. Тетерів, виявили, що вона складається з молосків різного віку – від тридо восьмирічних, з незначним переважанням шестирічних особин. Дослідженням розмірного складу популяції *U. conus* встановили, що розміри особин варіюють у межах від 6 до 10,5 см у довжину і від 2,9 до 5,5 см в ширину і суттєво не впливають на розвиток популяції перлівниці борисфенової. На даному етапі зарічанська популяція перлівниці борисфенової успішно процвітає і прогресує.

В досліді враховувався кількісний вміст кисню у воді. У результаті проведених досліджень виявилось, що інтенсивність споживання кисню кожною окремо взятою особиною даного виду за одиницю часу з віком збільшується. Однак при перерахунку споживання кисню на одиницю живої маси тіла молосків спостерігається зворотна закономірність.

У трирічних *U. conus* інтенсивність споживання кисню становить 0,089, а у чотирирічних – 0,062 мг О₂/дм³ на 1 г живої маси. У особин старших вікових груп (6–7-річних) споживання кисню на одиницю маси значно зменшується (до 0,0012 мг О₂/дм³), тобто у наших дослідіх спостерігається значне зниження споживання кисню на одиницю маси тіла молоска з віком. Встановлено, що ця залежність між віком і

споживанням кисню перлівницею борисфеновою є статистично вірогідною ($P < 0,05$).

Порівнянням інтенсивності споживання кисню одновіковими групами самців і самок *U. comus* виявлено, що вона є дещо вищою у останніх ($P > 0,05$). Особливо ці відмінності стають помітними у старших вікових групах, починаючи з 3–4-річного віку, тобто з моменту настання статевої зрілості. Більші потреби у кисні, а відтак утворення більших кількостей енергії зумовлені, напевне, тим, що на долю самиць у період розмноження припадає набагато більше функціональне навантаження порівняно із самцями. Адже у функцію їх входить не тільки утворення статевих продуктів, як це має місце у самців, а й формування на зовнішніх напівзйбрах кишень-марсупіїв, відкладання і виношування в них яєць, а пізніше – сформованих із них аберантних личинок – глохидіїв. Усе це потребує додаткових витрат енергії, що і досягається підвищенням рівня метаболізму у самиць. Більш точні дані можна отримати досліджуючи самиць у стані “зйбрової вагітності”, оскільки передбачається, що саме це є причиною більш інтенсивного споживання ними кисню. Проте все це ще потребує перевірки.

Отже, інтенсивність споживання кисню на одиницю маси тіла у особин різних вікових груп *U. comus* неоднакова і знижується з віком. Цей показник знаходиться також у прямій залежності від вмісту кисню у воді, від фізіологічного стану організму, а також у деякій мірі від статі молюска. Так, у самиць інтенсивність споживання кисню на одиницю живої маси є дещо вищою ніж у самців. Зі зменшенням вмісту кисню у воді спостерігається зниження інтенсивності споживання його молюсками. Найбільш різке зниження споживання

кисню спостерігається при зменшенні його вмісту у воді до 3 мг/дм^3 і нижче.

Загальновідомо [7], що адаптація до зміни умов навколишнього середовища на рівні організмів відбувається поетапно (в залежності від ступеню порушень, що в них відбуваються). Якщо у токсичному середовищі недостатніми є етологічні пристосування аби зменшити його вплив, – виявляються пристосування фізіологічного та біохімічного характеру. Через це біохімічні та фізіологічні показники широко використовуються у дослідженнях з водної токсикології [3]. Викликаний отруєнням тварин патологічний процес має фазний характер (байдужість, стимуляція, депресія, сублетальна і летальна фази) [4]. У нашому випадку ми виділили наступні фази інтоксикації: підвищеної рухової активності, порушення координації, пониження рухової активності та часткового паралічу, повної втрати рухової активності та смерть. Не всі п'ять фаз інтоксикації відмічаються у кожній з концентрацій токсиканта. За низької концентрації речовини для їх прояву потрібна тривала експозиція. За високих концентрацій фенолу у воді ($500\text{--}1000 \text{ мг/дм}^3$) у перлівниці борисфенової досить важко простежити межу переходу між першими трьома фазами, що пов'язане з малою їх тривалістю [1].

Нами досліджено також особливості дихання *U. comus* за перебування їх у середовищі, що містить різні концентрації фенолу. Ці дані потрібні для встановлення повної картини перебігу фізіологічного аспекту патологічного процесу у перлівниці борисфенової, оскільки дихання є одним із тих складних процесів, котрі забезпечують нормальну життєдіяльність організму.

У результаті проведених досліджень виявилось, що інтенсивність споживання кисню зі збільшенням концентрації фенолу у воді спочатку різко збільшується і становить у середньому $0,18\text{--}0,49 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив фенольної інтоксикації на інтенсивність дихання ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$) *U. comus*

Table 1. Impact of phenol intoxication on *U. comus* breathing intensity

Концентрація фенолу, мг/дм^3	n	lim	M± m	σ	V	P
0	10	0,009-0,089	0,045±0,009	0,029	64,440	
50	30	0,111-0,254	0,178±0,009	0,048	26,261	< 0,05
100	30	0,295-0,608	0,494±0,014	0,073	14,792	< 0,05
200	30	0,168-0,312	0,223±0,008	0,045	20,093	< 0,05
300	30	0,097-0,258	0,143±0,008	0,045	31,868	< 0,05
400	30	0,059-0,188	0,109±0,008	0,041	37,911	< 0,05
500	30	0,021-0,192	0,081±0,007	0,036	45,198	< 0,05
1000	30	0,003-0,129	0,061±0,005	0,029	56,463	> 0,05

Проте, слід відмітити, що зростання показників інтенсивності споживання кисню на одиницю маси тіла молюска при збільшенні концентрації фенолу відбувається до певних меж. З подальшим збільшенням концентрації фенолу у воді (після 200 мг/дм^3) спостерігається поступове зменшення споживання кисню молюсками, пригнічення дихання і за концентрації фенолу у воді 1000 мг/дм^3 має місце сильна інтоксикація їх організму, пригнічення всіх життєвих функцій. Споживання кисню цими тваринами падає до $0,06 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Як бачимо, у токсичному середовищі спочатку мобі-

лізуються захисні сили організму молюсків, що призводить до стимуляції їх дихальної активності. У подальшому ж зі збільшенням концентрації токсиканту організм уже не може протистояти його впливу і спостерігається пригнічення процесу дихання цих тварин. Це є ілюстрацією тих же закономірностей протікання патологічного процесу в організмі, підданому впливу токсиканту, які розглядалися вище. Зі збільшенням часу утримання молюсків у розчинах з фенолом ці тварини гинуть і тим швидше, чим вищою є концентрація полютанта. Виявлено також що пристосувальні можливості самиць перлів-

ниці борисфенової до дії ушкоджуючого чинника (фенолу) є вищими, ніж у самців, оскільки у останніх у фазі стимуляції показники інтенсивності споживання кисню у деяких випадках були вищими. Самки виявляють більшу толерантність щодо дії на них токсиканта порівняно із самцями.

При дослідженні впливу фенольної інтоксикації на інтенсивність споживання кисню в $\text{мг O}_2/\text{дм}^3$ на одиницю тотальної маси тіла і на одиницю маси

м'яких частин тіла перлівниці борисфенової встановлено, що значення цих показників зростає в 9–10 разів порівняно з контролем за концентрації $100 \text{ мг}/\text{дм}^3$ токсиканту, а потім поступово зменшується, досягаючи значень близьких до контролю за концентрації $1000 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (табл. 2, 3). Це свідчить про те, що у токсичному середовищі тканини і органи молюсків потребують більше кисню, ніж у тварин, що знаходяться у чистій воді.

Таблиця 2. Забезпеченість киснем ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$) одиниці тотальної ваги тіла *U. conus* за фенольної інтоксикації
Table 2. Oxygen supply (mgO_2/dm^3) of phenol-intoxicated *U. conus* per unit of total body weight

Концентрація фенолу, $\text{мг}/\text{дм}^3$	n	lim	$M \pm m$	σ	V	P
0	10	0,0002-0,002	$0,0007 \pm 0,0001$	0,0003	42,85	
50	30	0,0013-0,004	$0,0025 \pm 0,0001$	0,0007	26,95	< 0,05
100	30	0,0044-0,011	$0,0072 \pm 0,0004$	0,0020	27,53	< 0,05
200	30	0,0015-0,007	$0,0032 \pm 0,0002$	0,0011	33,97	< 0,05
300	30	0,0011-0,007	$0,0025 \pm 0,0002$	0,0013	53,41	< 0,05
400	30	0,0007-0,004	$0,0018 \pm 0,0002$	0,0009	49,51	> 0,05
500	30	0,0003-0,004	$0,0013 \pm 0,0001$	0,0007	53,06	> 0,05
1000	30	0,0002-0,001	$0,0011 \pm 0,0001$	0,0003	45,76	> 0,05

Таблиця 3. Забезпеченість киснем ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$) одиниці ваги м'яких частин тіла *U. conus* за фенольної інтоксикації
Table 3. Oxygen supply (mgO_2/dm^3) of phenol-intoxicated *U. conus* per unit of soft body parts weight

Концентрація фенолу, $\text{мг}/\text{дм}^3$	n	lim	$M \pm m$	σ	V	P
0	10	0,002-0,006	$0,002 \pm 0,0006$	0,002	80,03	
50	30	0,004-0,013	$0,008 \pm 0,0004$	0,002	29,44	< 0,05
100	30	0,013-0,027	$0,018 \pm 0,0009$	0,005	21,69	< 0,05
200	30	0,006-0,018	$0,009 \pm 0,0005$	0,003	26,42	< 0,05
300	30	0,003-0,015	$0,007 \pm 0,0005$	0,003	40,03	< 0,05
400	30	0,002-0,011	$0,005 \pm 0,0004$	0,002	43,24	< 0,05
500	30	0,001-0,010	$0,004 \pm 0,0004$	0,002	48,99	< 0,05
1000	30	0,001-0,004	$0,002 \pm 0,0002$	0,001	48,96	> 0,05

Отже, можна стверджувати, що збільшення значень показників забезпеченості киснем одиниці тотальної маси тіла та одиниці маси м'яких частин тіла молюсків за фенольної інтоксикації – це фізіологічні процеси, скеровані на компенсацію патологічних впливів токсиканту на організм. Концентрацію фенолу $100 \text{ мг}/\text{дм}^3$, в якій у молюсків відбуваються згадані вище процеси, можна вважати такою, що відповідає другій фазі розвитку патологічного процесу отруєння – стимуляції. Адже саме ці процеси і забезпечують зростання постачання кисню в організм гідробіонтів, які внаслідок підвищення рівня загального обміну потребують його у значно більших кількостях.

Очевидно, що збільшення кількості $\text{мг O}_2/\text{дм}^3$ на одиницю тотальної маси та маси м'яких частин тіла *U. conus* за фенольної інтоксикації призводить до збільшення кількості асимільованого кисню і є наслідком патологічних змін в організмі, котрий протидіє зовнішнім негативним впливам.

Отже, встановлено, що фенол за низьких концентрацій його у воді спочатку призводить до збільшення споживання кисню молюсками, що є захисним пристосуванням організму до впливу цього ушкоджуючого агента, а потім, з подальшим збільшенням концентрації фенолу у воді, відбува-

ється пригнічення дихання, інтенсивність споживання кисню молюсками різко падає.

Період відносного благополуччя (фаза стимуляції), який можна пояснити тимчасовим пристосуванням молюсків до дії отрути, змінюється ослабленням витривалості до дії токсичного агента, що може призвести врешті-решт до загибелі особин [4].

Висновки

Перлівниця борисфенова є звичайним компонентом водойм Житомирського Полісся. Дослідження впливу фенольної інтоксикації на організм молюсків дасть можливість визначити умови, що викликають загибель цих тварин.

Інтенсивність споживання кисню кожного окремо взятою особиною даного виду за одиницю часу з віком збільшується. Однак при перерахунку споживання кисню на одиницю живої маси спостерігається зворотна закономірність.

Встановлено залежність між віком і споживанням кисню *U. conus* (у трирічних особин – $0,089$, у чотирирічних – $0,062$, у 6–7-річних – $0,0012 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ на 1 г живої маси). Інтенсивність споживання кисню на одиницю маси тіла молюска значно зменшується з віком.

За фенольної інтоксикації інтенсивність споживання кисню піддослідними тваринами зі збільшенням концентрації фенолу у воді спочатку різко збільшується (0,18–0,49 мг О₂/дм³), а після концентрації 200 мг/дм³ відбувається поступове зменшення споживання кисню і пригнічення дихання. За високих концентрацій фенолу у воді

(1000 мг/дм³) спостерігається пригнічення всіх життєвих функцій моллюсків, споживання кисню падає до значень 0,06 мг О₂/дм³.

Досліджувані моллюски є досить чутливими до впливу фенолу і можуть бути використані як тест-об'єкти у системі екологічного біомоніторингу.

1. Алексеев В. А. Токсикологическая характеристика и симптомо-комплекс острой фенольной интоксикации у некоторых пресноводных ракообразных и моллюсков / В. А. Алексеев, Б. Н. Антипин // Гидробиол. журн. – 1976. – Т. 12, № 2. – С. 42–44.
2. Брагинский Л. П. Эколого-токсикологическая ситуация в водной среде (основные принципы оценки и прогнозирования) / Л. П. Брагинский, Ф. Я. Комаровский, П. Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1989. – Т. 25, № 6. – С. 91–101.
3. Бузинова Н.С. Реагирование моллюсков *Lymnaea stagnalis* на загрязнение. Физиолого-биохимические изменения / Н. С. Бузинова, О. П. Данильченко // Научн. докл. высш. шк. Биол. н. – 1984. – № 1. – С. 55–61.
4. Веселов Е. А. Основные фазы действия токсических веществ на организм / Е. А. Веселов / Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по вопр. водн. токсикологии, 30 января–2 февраля 1968 г. – М.: Наука, 1968. – С. 15–16.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1974. – 348 с.
6. Пінкіна Т.В. Розмірно-масові характеристики та виживання молоді ставковика озера (Mollusca, Pulmonata, Lymnaeidae) в токсичному середовищі / Т.В. Пінкіна // Вісник Львів. ун-ту: Серія біологічна. – 2008. – Вип. 44. – С. 173–180.
7. Пінкіна Т.В. Екотоксикологічна характеристика ставковика озера за дії на нього важких металів водного середовища / Т. В. Пінкіна // Природничий альманах. Сер.: Біологічні науки. – Вип. 14. – Херсон. – 2010. – С. 138–149.
8. Стадниченко А. П. Перлівниці. Кулькові (Unionidae, Cycladidae) / А. П. Стадниченко. – К.: Наук. думка, 1984. – 384 с. – (Фауна України. Т. 29, вип. 9).
9. Влияние фенольной интоксикации на быстрые поведенческие и физиологические реакции пресноводных моллюсков / [Стадниченко А. П., Стадниченко Ю. А., Алексейчук А. П., Волошенко А. В.] // Биол. науки. – 1986. – № 7. – С. 76–79.
10. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / [Я. И. Старобогатов, Л. А. Прозорова, В. В. Богатов, Е. М. Сасенко]. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6. – 492 с.
11. Флеров Б.А. Экспериментальное исследование фенольного отравления рыб : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. биол. наук / Б. А. Флеров. – М., 1965. – 19 с.
12. Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: Энциклопедический справочник / Г. С. Фомин. – М.: Протектор, 2000. – 848 с.
13. Янович Л.Н. Влияние гидрохинона на содержание мочевины в органах мантийного комплекса перловицы борисфеновой *Unio conus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) / Л. Н. Янович, А. П. Стадниченко // Гидробиологический журнал. – 2007. – Т. 43, № 6. – С. 87–92.
14. Pinkina T. Effect of the Heavy Metals on Biological Characteristics the Pond Snail (*Lymnaea stagnalis* L.) from the Water Bodies with Different Rate of Radionuclide Contamination / T. Pinkina // Hydrobiological journal. – 2010. – Vol. 46, no 3. Published by Begel house, Inc. – P. 103–111.

Отримано: 25 травня 2016 р.
Прийнято до друку: 16.06.2016