

Ribogospod. nauka Ukr., 2017; 3(41): 17-25

DOI:

УДК 577.34:574.64:504.062

ЕКСПРЕС-ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ВОД ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РИБ *DANIO RERIO*

Е.О. Аристархова, ella.aryst@gmail.com, Інститут агроекології і природокористування НААН, Київ

Мета. Підвищення інформативності та скорочення термінів біотестування вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира за рахунок використання риб даніо реріо (*Danio rerio* Hamilton-Buchanan) замість традиційних тест-об'єктів гуппі ретикулята (*Poecilia reticulata* Peters) та вивчення їх етології за методом «time sampling».

Методика. Для біотестування були відібрані водні проби з водосховищ р. Тетерів, з використання яких у акваріумах (10 дм³) формували контрольну та дослідні групи проб за наступною схемою: контрольна група – проби з відстояної (24 год) водопровідної води; дослідна група Д-1 – проби з води Денишівського водосховища; дослідна група Д-2 – з водозабору Відсічне. Тест-об'єктами були самиці *P. reticulata* та *D. rerio*, у яких визначали показники типової і нетипової рухової активності та кормової поведінки. Експонування особин здійснювали впродовж 12-ти год. В обох дослідних та контрольній групах визначали індекси токсичності вод.

Результати. У дослідженнях було визначено можливість використання для експрес-оцінки токсичності вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира з використанням *P. reticulata* та *D. rerio* за методом «time sampling», який полягає у миттєвій фіксації кількості особин, що надають перевагу тому чи іншому акту поведінки. Показано, що риби даніо виявились більш чутливими до комплексної дії забруднюючих речовин у дослідних водах, ніж традиційний тест-об'єкт гуппі, за тест-реакціями посилення векторного руху та зниження активності поїдання корму (через 12 год від початку біотестування у середньому у групі Д1 на 8,43%, у групі Д2 на 11,71%). Розрахунок за вказаними етологічними актами індексів токсичності, що перевищували 50%, засвідчив середній рівень забруднення досліджуваних вод.

Наукова новизна. Вперше проведено експрес-оцінку токсичності вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира шляхом спостереження за руховою активністю та кормовою поведінкою риб *D. rerio* з використанням методу «time sampling».

Практична значимість. Результати досліджень використовуються для експрес-оцінки токсичності вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира.

Ключові слова: води джерел водопостачання, експрес-оцінка, біотестування, *P. reticulata*, *D. rerio*, «time sampling».

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Нині в Україні і світі проблема забруднення поверхневих вод постає особливо гостро. Небезпеку несуть не тільки залпові скиди, але й надходження у води помірних кількостей забруднювальних речовин, здатних накопичуватись у ланках водних екосистем. Такі речовини найчастіше знаходяться у концентраціях, що не перевищують ГДК, проте нагромаджуючись у донних відкладах, тканинах водних рослин і тварин являють собою справжню загрозу щодо вторинного

© Е.О. Аристархова, 2017



забруднення, коли за градієнтом концентрації виходять з депонованого стану у водне середовище [1]. Особливу роль починають відігравати і наночастинки, забруднювачі, що надходять у водне середовище внаслідок використання нанотехнологій у промисловості, комунальному та сільському господарстві, поведінку яких у гідроєкосистемах взагалі поки що неможливо передбачити [2]. Не завжди можливо спрогнозувати також процеси взаємодії речовин, що потрапили у воду, між собою та з речовинами, присутніми у водному середовищі як їх природні компоненти. Внаслідок протікання хімічних реакцій часто синтезуються нові небезпечні речовини, які або важко виявляти, або для визначення яких взагалі відсутні методи дослідження. Тому стає все складніше визначати безпечність поверхневих вод, використовуючи методи фізико-хімічного аналізу. Більшість науковців переконані у необхідності його доповнення біологічними методами досліджень [3-7], серед яких біологічне тестування повинно бути обов'язковим методом визначення токсичності вод.

Проводити біотестування доцільно на уніфікованих організмах різних рівнів біологічної організації – безхребетних, рослинах та хребетних тваринах, зокрема на рибах [6-11]. Відомо, що найбільш поширеними у тестуванні як хребетні тваринні форми є риби гуппі [12]. Однак у випадку біологічного тестування якості поверхневих вод, призначених для водопостачання, що повинні бути чистішими за інші, з уніфікованих тест-об'єктів необхідно обрати найчутливіші.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

У літературних джерелах останніх років багато уваги було приділено рибах даніо (брахіданіо) реріо щодо доцільності їх використання для тестування токсичності води. Вважається, що вони є більш чутливими до забруднень, ніж інші види риб, яких використовують у стандартних дослідах [13]. Тому представляю інтерес використати їх для виявлення загальної токсичності води, зумовленої відносно невисокими концентраціями забруднювальних речовин, на які майже не реагують інші уніфіковані види риб, що застосовуються у міжнародних та національних стандартах. До того ж важливо це зробити у ранні періоди біотестування, забезпечивши здійснення експрес-оцінки токсичності води на підставі виявлення порушень поведінки особин, що можуть вказувати на наявність небажаних для живих організмів компонентів (важких металів, синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР)), шкідливих органічних речовин тощо).

Отже, у зв'язку з нагальною потребою у проведенні експрес-оцінки стану вод за використання уніфікованих видів риб доцільно визначити, яким актам поведінки (типовим чи нетиповим) у водах з різним рівнем забруднення вони надають перевагу, що може бути виявлено впродовж першої доби тестування.

Відповідно, метою досліджень є підвищення інформативності та скорочення термінів біотестування вод поверхневих джерел водопостачання за рахунок використання риб даніо реріо замість традиційного тест-об'єкту гуппі ретикулята та спостереження за їх етологічними показниками на підставі методу «time sampling».



МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для реалізації мети досліджень у квітні 2016 р. проведено порівняльний аналіз токсичності вод, проби яких було відібрано у розрахунку 8 дм³ на групу за загальноприйнятою методикою сумісно із співробітниками КП «Житомирводоканал» з водосховищ р. Тетерів та водопровідної мережі водоканалу [4, 5]. З відібраних проб води у акваріумах (10 дм³) формували контрольну та дослідні групи за наступною схемою:

- *контрольна група* – проби відстояної (24 год) водопровідної води;
- *дослідна група Д-1*: проби води – з Денишівського водосховища;
- *дослідна група Д-2*: проби води – з водозабору Відсічне.

Тест-об'єкти: самиці риб гуппі ретикулята (*P. reticulata*) та даніо періо (*D. rerio*) – аналоги за віком (3 тижні) та розміром (4,5±0,5 см).

Утримання риб проводилось в акваріумах об'ємом по 10 дм³ води, концентрація розчиненого кисню у якій не опускалась нижче 4 мгО/дм³, за температури +20⁰С±2,5⁰С, та густоти посадки – одна особина/дм³; в умовах природної освітленості та заміни води відповідної якості через кожні 2 доби.

Годували риб сухим тваринним (дафнії, циклопи) та живим рослинним кормом (водорості, листя водних рослин).

Тест-реакції: плавний і стрибкоподібний (векторний) рух, контакти з іншими особинами, іммобілізація, поїдання корму та детриту.

Експонування: на гостру токсичність впродовж 12-ти год.

Біотестування: спостереження за етологічними актами особин з використання методу «time sampling» через кожні 4 год.

Експерименти проводили за 3-разової повторності, використовуючи стандартні методики та власні розробки [4, 5, 10, 12, 13].

Отримані у дослідних групах дані порівнювали з такими контрольної. Для обох дослідних проб води розраховували індекс токсичності, використовуючи наступну формулу:

$$T = \frac{I_k - I_o}{I_k} \cdot 100$$

де: T - індекс токсичності, %;

I_k - величина тест-реакції особин у контролі;

I_o - величина тест-реакції особин у досліді.

Для розрахунку індексу токсичності вод за реакціями риб, що характеризують акти їх нетипові поведінки, формула видозмінюється таким чином, що величини тест-реакції особин у контролі та досліді замінюються на протилежні. У будь-якому випадку індекс токсичності вод не повинен перевищувати 50% незалежно від тест-об'єктів, які використовуються у дослідженнях.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вибір уніфікованих організмів, перш за все хребетних, за допомогою тест-реакцій яких можна виявляти ступінь забруднення поверхневих вод з більш високою інформативністю та з меншою тривалістю часу, ніж за аналогічними



реакціями традиційних тест-об'єктів, вважається одним з пріоритетних питань біотестування якості джерел водопостачання. Тому тест-реакції особин мають бути достатньо чутливими до різних рівнів токсичності вод, легко фіксуватися спостерігачем, а також піддаватися швидкому опрацюванню отриманих результатів тестування. До таких високочутливих реакцій організмів слід віднести особливості їх поведінки у нетипових умовах середовища (у тому числі за наявності забруднювальних речовин) порівняно з типовими умовами. Тобто певні етологічні порушення особин будуть свідчити про рівень забруднення вод.

Виходячи із зазначеного вище, у проведених нами дослідженнях як тест-організми на чутливість до токсичних компонентів вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира випробовували риб даніо реріо, порівнюючи реакції їх поведінки з реакціями традиційних тест-об'єктів гуппі ретикулята.

Стандартні методики визначення гострої летальної токсичності речовин та природних вод на даніо реріо (1996) [13] і гуппі ретикулята (1997) [12] передбачали визначення показника смертності з експозицією особин впродовж 96 год тестування. Проте використання у наших експериментах прижиттєвих етологічних показників, засвідчили можливість застосування деяких з них як тест-реакцій із значно меншою експозицією (12 годин), ніж за існуючих стандартів. До того ж для визначення етологічних актів особин було використано метод «time sampling», який дозволив дуже швидко виявити помітні відхилення від типових етологічних реакцій організмів під впливом забруднювальних речовин. Сутність методу полягає у миттєвій фіксації кількості тест-об'єктів, що надають перевагу тому чи іншому акту поведінки.

Основні етологічні показники риб відображено у таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз біотестування вод водосховищ р. Тетерів з використанням риб гуппі ретикулята та даніо реріо за методом «time sampling» (n=30)

Етологічні реакції особин (%)	Кількість особин та індекс токсичності досліджуваних вод, %				
	К	Д1	Т _{д1}	Д2	Т _{д2}
Гуппі ретикулята					
Типова рухова активність:	43,33	20,00	53,84	21,89	46,15
• плавні рухи	30,00	13,33	55,56	16,67	44,44
• контакти з іншими особинами	6,67	відсут.	відсут.	відсут.	відсут.
• малорухливий стан	6,67	6,67	відсут.	6,67	відсут.
Нетипова рухова активність*:	13,33	36,67	63,64	33,33	60,00
• векторні рухи*	10,00	21,89	57,14	20,00	50,00
• биття об скло*	3,33	6,67	50,00	6,67	50,00
• іммобілізація*	відсут.	6,67	відсут.	6,67	відсут.
Кормова поведінка:	43,33	43,33	відсут.	43,33	відсут.
• поїдання тваринного корму	20,00	6,67	66,67	10,00	50,00
• живлення детритом*	10,00	21,89	57,14	20,00	50,00
• живлення рослинами	13,33	13,33	відсут.	13,33	відсут.



Етологічні реакції особин (%)	Кількість особин та індекс токсичності досліджуваних вод, %				
	К	Д1	Т _{Д1}	Д2	Т _{Д2}
Данію перію					
Типова рухова активність:	43,33	16,67	61,54	20,00	53,85
• плавні рухи	30,00	10,00	66,67	13,33	55,56
• контакти з іншими особинами;	6,67	відсут.	відсут.	відсут.	відсут.
• малорухливий стан	6,67	6,67	відсут.	6,67	відсут.
Нетипова рухова активність*:	10,00	40,00	75,00	33,33	60,00
• векторні рухи*	6,67	26,67	75,00	21,89	71,43
• биття об скло*	3,33	3,33	відсут.	3,33	відсут.
• іммобілізація*	відсут.	10,00	відсут.	6,67	відсут.
Кормова поведінка:	46,67	43,33	7,14	46,67	відсут.
• поїдання тваринного корму	21,89	6,67	71,43	10,00	57,14
• живлення детритом*	10,00	21,89	57,14	21,89	57,14
• живлення рослинами	13,33	13,33	відсут.	13,33	відсут.

Т_{Д1}, Т_{Д2} – індекси токсичності досліджуваних вод, %;

відсут. – відсутність етологічної реакції особин та/або токсичності води

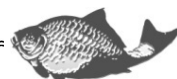
* – показники, за якими індекс токсичності розраховується за видозміненою формулою:

$$T = \frac{I_o - I_k}{I_o} 100, \%$$

За період 12-годинного біотестування з використанням риб виявлено етологічні акти, що можуть бути використані для визначення загальної токсичності досліджуваних вод: плавні та векторні (стрибокподібні) рухи риб, поїдання ними корму та живлення детритом. Проведення спостережень за іншими тест-реакціями особин для виявлення небезпечності вод поверхневих джерел водопостачання було визнано недоцільним.

Наведені у таблиці дані свідчать про те, що поведінка особин обох видів риб у дослідних групах суттєво відрізнялась від поведінки особин контрольної групи. Перші п'ять хвилини перебування в акваріумах дослідні риби знаходились майже на поверхні води на відміну від контрольних, які досить глибоко занурились у воду, виявляючи ознаки типової рухової активності. У подальшому особини контрольних груп надавали перевагу плавним рухам та поїданню сухого тваринного корму на відміну від дослідних, серед яких переважали акти нетипової рухової та кормової поведінки, а також тимчасової іммобілізації.

Суттєва відмінність у прояві тест-реакцій, що свідчать про токсичність вод (за значеннями відповідних індексів), була визначена також між дослідними групами гуппі та данію. Так, порівняно з гуппі у данію виявлена менша (на 11,11% у групі Д1 та 11,12% у групі Д2) відносна кількість особин з плавними рухами і більша (на 17,86% у групі Д1 і 21,43% у групі Д2) – з векторними рухами, що



вказує на підвищену чутливість риб даніо до небезпечних компонентів вод, на які вони реагують активізацією нетипової рухливості. Різниця між тест-об'єктами гуппі та даніо відмічалась і у відношенні кормової поведінки. Так, значення індексу токсичності вод, розраховане за показником кількості особин риб даніо, що надавали перевагу корму тваринного походження у дослідній групі Д1 було на 4,76%, а у групі Д2 на 7,14% вищим, ніж значення індексу токсичності вод, розраховане за показниками особин гуппі. Деякі етологічні показники риб (переважно зменшення частки плавного і збільшення – векторного руху), дозволили виявити майже на 4% більш високий рівень токсичності вод Денишівського водосховища (група Д1) порівняно з водозабором Відсічне (Д2). Розрахунок за вказаними етологічними актами індексів токсичності, величини яких знаходились переважно у межах 50-75%, засвідчив середній рівень токсичності досліджуваних вод.

За даними біотестування було використано шкалу рівнів токсичності вод, апробовану у наших попередніх дослідженнях на нижчих ракоподібних, яка цілком може бути використана і для визначення рівнів токсичності вод за біотестуванням з використанням риб даніо [4]: 1-25 % – допустимий рівень токсичності; 26-50% – низький рівень токсичності; 51-75% – середній рівень токсичності; 76-100% – високий рівень токсичності. Відповідно до неї визначено, що води водосховищ р. Тетерів мають середній рівень токсичності (значення відповідних індексів у межах 51-75%).

Таким чином, аналіз отриманих даних свідчить про те, що запропонований для проведення експрес-оцінки води методом «time sampling» тест-організм даніо реріо за реакціями порушення рухової активності (перевага векторних рухів, тимчасова іммобілізація) та їх кормової поведінки (поїдання корму і детриту) є більш чутливим до гострої токсичності вод, ніж гуппі ретикулята.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Визначена перевага використання риб *D. rerio* порівняно з гуппі за проведення методу «time sampling» для експрес-оцінки токсичності вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира за етологічними показниками (руховою активністю та кормовою поведінкою). Риби даніо виявились більш чутливими до комплексної дії забруднюючих речовин у дослідних водах, ніж традиційний тест-об'єкт гуппі за тест-реакціями посилення векторного руху та зниження активності поїдання корму (через 12 год від початку біотестування у середньому у групі Д1 на 8,43% і у групі Д2 на 11,71%). Розрахунок за вказаними етологічними актами індексів токсичності, величини яких знаходились переважно у межах 50-75%, засвідчив середній рівень токсичності дослідних вод.

У подальшому доцільно використати ембріони риб *D. rerio* (у тому числі отримані від протестованих самиць) для визначення ембріотоксичної і тератогенної дії вод р. Тетерів.

ЛІТЕРАТУРА

1. River watch. Manual for public environmental monitoring. SPb. : Friends of the Baltics / Coalition Clean Baltics, 2015. 32 p.



2. Nanostructured zinc oxide-cotton fibers: synthesis, characterization and applications / El-Nahhal I. M. et al. // *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2013. P. 3970—3975.
3. Malik A., Grohmann E., Akhtar R. *Environmental Deterioration and Human Health: Natural and anthropogenic determinants*. Dordrecht ; Heidelberg ; London ; New York : Springer, 2014. P. 8—23.
4. Аристархова Е. О. Експрес-оцінка потенційної небезпеки води методом біотестування на *Daphnia magna* S. // *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 50—54.
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Київ : МОЗ України, 2010. 50 с. (Державні стандартні норми та правила).
6. Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps / Nevalainen L. et al. // *Hydrobiologia*. 2014. Vol. 722 (1). P. 75—91.
7. ISO 10706: 2000. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*). 26 p.
8. Jakob U., Reichmann D. *Oxidative Stress and Redox Regulation*. Dordrecht ; Heidelberg ; London ; New York : Springer, 2013. P. 59—126.
9. Скок С. В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування // *Агроекологічний журнал*. 2015. № 2. С. 26—30.
10. Комплексна оцінка токсичності водних зразків за допомогою рослинних і тваринних тест-організмів / Осмалений М. С. та ін. // *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 74—77.
11. Спосіб комплексного визначення якості генетично безпечної питної води : пат. 106035 Україна. № u 201510804 ; заявл. 5.11.2015 ; опубл. 11.04.2016 ; Бюл. № 7.
12. КНД 211.1.4.057-97. Методика визначення гострої летальної токсичності води на рибках *Poecilia reticulata* Peters.
13. ISO 7346-1:1996. Water quality. Determination of the acute lethal toxicity of substances to a freshwater fish [*Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (*Teleostei, Cyprinidae*)]. Part 1 : Static method.

REFERENCES

1. *River watch. Manual for public environmental monitoring* (2015). Saint-Petersburg: Friends of the Baltics / Coalition Clean Baltics.
2. El-Nahhal, I. M., Zourab, S. M., & Kodeh, F. S. (2013). Nanostructured zinc oxide-cotton fibers: synthesis, characterization, and applications. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 3970-3975.
3. Malik, A., Grohmann, E., & Akhtar, R. (2014). *Environmental Deterioration and Human Health: Natural and anthropogenic determinants*. Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 8-23.
4. Arystarkhova, E. O. (2017). Ekspres-otsinka potentsiinoi nebespeky vody metodom biotestuvannia na *Daphnia magna* S. *Visnyk agrarnoi nauky [News of agrarian sciences]*, 2, 50-54.
5. Higiyenichni vymogy do vody pytnoi, prysnachenoi dlya spo vzhyvannya ludynoiu (2010). *DSanPiN 2.2.4-171-10*. Kyiv: Ministerstvo okhorony sdorovia Ukrainy.



6. Nevalainen, L., Ketola, M., & Korosi, J. B. (2014). Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps. *Hydrobiologia*, 722(1), 75-91.
7. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*). BS 6068-5. 28: 2000, ISO 10706: 2000.
8. Jakob U., & Reichmann, D. (2013). *Oxidative Stress and Redox Regulation*. Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 59-126.
9. Skok S. V. (2015). Otsiniuvannia yakosti pytnoi vody m. Khersona metodom biotestuvannia. *Ahroekolohichniy zhurnal*, 2, 26-30.
10. Osmalenyi, M. S., Holovkov, A. M., Nanijeva, A. V., & Vergolias, M. R. (2015). Kompleksna otsinka toksychnosti vodnykh srazkiv za dopomogoyu roslynnnykh I tvarynnnykh test-orhanizmiv. *Fakty eksperymentalnoi evolutsii orhanismiv*, 16, 74-77.
11. Honcharuk, V. V. (2016). *Sposib kompleksnoho vyznachennia yakosti henetychno bezpechnoi pytnoi vody*. Patent of Ukraine. № 106035.
12. Metodyka vynashennia gostroi letalnoi toksyshnosti vody na rybakh *Poecilia reticulata* Peters (1997). *KND 211.1.4.057-97*.
13. Water quality. Determination of the acute lethal toxicity of substances to a freshwater fish [*Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (*Teleostei, Cyprinidae*)]. – Part 1: Static method (1996). *ISO 7346-1:1996*.

ЕКСПРЕС-ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОД ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЫБ *DANIO RERIO*

Э.А. Аристархова, ella.aryst@gmail.com, Институт агроэкологии и природопользования НААН, Киев

Цель. Повышение информативности и сокращение сроков биотестирования вод поверхностных источников водоснабжения г. Житомира за счет использования рыб данио рерио (*Danio rerio* Hamilton-Buchanan) вместо традиционных тест-объектов гуппи ретикулята (*Poecilia reticulata* Peters) и изучения их этологии по методу «time sampling».

Методика. Для биотестирования были отобраны водные пробы с водохранилищ р. Тетерев, с использованием которых в аквариумах (10 дм³) формировали контрольную и опытные группы по следующей схеме: контрольная группа – пробы отстоянной (24 ч) водопроводной вод; опытная группа Д-1 – пробы воды из Денишовского водохранилища; опытная группа Д-2 – с водозабора Отсечное. Тест-объектами были самки *P. reticulata* та *D. rerio*, у которых определяли показатели типичной и нетипичной двигательной активности и кормового поведения. Экспонирование особей производили в течение 12-ти часов. В обоих опытных и контрольной группах определяли индексы токсичности вод.

Результаты. В исследованиях была определена возможность использования для экспресс-оценки токсичности вод поверхностных источников водоснабжения г. Житомира с использованием *P. reticulata* и *D. rerio* по методу «time sampling», который заключается в мгновенной фиксации количества особей, которые дают преимущество тому или иному акту поведения. Показано, что рыбы данио оказались более чувствительными к комплексному действию загрязняющих веществ опытных вод, чем традиционные тест-объекты гуппи по тест-реакциям усиления векторного движения и снижения активности поедания корма (через 12 ч от начала биотестирования в среднем по группе Д1 на 8,43% и по группе Д2 на 11,71%). Расчет по указанным этологическим актам индексов токсичности, которые превышали 50%, засвидетельствовал средний уровень загрязнения опытных вод.



Наукова новизна. Впервые проведена экспресс-оценка токсичности вод поверхностных источников водоснабжения г. Житомира путем наблюдения за двигательной активностью и кормовым поведением рыб *D. rerio* с использованием метода «time sampling».

Практична значимість. Результаты исследований используются для экспресс-оценки токсичности вод поверхностных источников водоснабжения г. Житомира.

Ключові слова: воды источников водоснабжения, экспресс-оценка, биотестирование, *P. reticulata*, *D. rerio*, «time sampling».

EXPRESS-ASSESSMENT OF TOXICITY OF WATERS FROM SURFACE WATER SUPPLY SOURCES WITH THE USE OF *DANIO RERIO*

E.O. Arystarkhova, ella.aryst@gmail.com, Institute of Agrarian Ecology and Nature Use of National Academy of Agrarian Sciences, Kyiv

Purpose. An increase in the informativeness and shortening of the timing required for biotesting of water from surface water sources in the city of Zhytomyr with the use of *Danio rerio* Hamilton-Buchanan instead of the traditional test object *Poecilia reticulata* Peters and observation of their ethology using the «time sampling» method.

Methods. Water samples were collected from reservoirs of the Teteriv river in April 2016. They were used placed in aquaria (10 dm³), where control and experimental groups were formed according to the following scheme: control group – samples with settled (24 hours) tap water; experimental group D-1 - water samples from the Denishivsky reservoir; experimental group D-2 – from water intake Vidsichne. Test specimens were females of *P. reticulata* and *D. rerio*, in which the parameters of typical and non-typical motor activity and feeding behavior were determined. Fish were exposed to water for 12 hours. Water toxicity indexes were determined for both experimental and control groups.

Findings. The studies showed the possibility of using the "time sampling" method for rapid assessment of the water toxicity of surface water sources of Zhytomyr with the use of *P. reticulata* and *D. rerio*, which consists in the instantaneous fixation of the number of individuals preferring different behavior acts. *D. rerio* were more susceptible to the combined action of pollutants in experimental waters than the traditional test object guppies regarding the test reactions of increasing the vector movement and reducing the activity of consumed feed (in 12 hours after the start of biotesting on average by 8,43% in the group D1 and by 11,71% in the group D2). The calculation of toxicity indexes based on the above-mentioned ethological acts, which exceeded 50%, detected an average level of pollution of the experimental water.

Originality. For the first time, the rapid assessment of the water toxicity of surface water sources in the city of Zhytomyr was carried out by observing the motor activity and feeding behavior of *D. rerio*.

Practical value. The results of the research are used for the rapid assessment of the toxicity of water of surface water sources in the city of Zhytomyr.

Key words: waters of water supply sources, rapid assessment, biotesting, *P. reticulata*, *D. rerio*, «time sampling».

