

## ОЦІНЮВАННЯ ТОКСИЧНОСТІ ЗАБРУДНЕНИХ АМОНІАКОМ ВОД НА *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* (BLOCH, 1782) МЕТОДОМ «TIME SAMPLING»

Е. О. Аристархова, [ella.aryst@gmail.com](mailto:ella.aryst@gmail.com), Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ

**Мета.** Визначити можливість проведення експрес-оцінки токсичності вод, забруднених амоніаком, за етологічними показниками карася сріблястого *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) з використанням методу «time sampling».

**Методика.** Для біотестування у серпні 2017 р. на КП «Житомирводоканал» відібрано проби води з Денишівського водосховища р. Тетерів та водопровідної мережі водоканалу, які переливали у акваріуми (10 дм<sup>3</sup>) і формували контрольну та дослідні групи за наступною схемою: контрольна група — проби чистої відстояної (24 год.) водопровідної води; дослідна група Д-1 — проби води з Денишівського водосховища з концентрацією загального амоніаку 1,5 мг/дм<sup>3</sup>; дослідна група Д-2 — проби відстояної (24 год) водопровідної води з додаванням розчину амоніаку до концентрації 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Тест-об'єкти — самиці карася сріблястого, у яких визначали показники типової і нетипової рухової активності та кормової поведінки. Експонування особин — 12 год. Індекси токсичності вод розраховували за загальноприйнятною формулою.

**Результати.** У дослідженнях була визначена можливість проведення експрес-оцінки токсичності вод, забруднених амоніаком та іонами амонію, за етологічними показниками карася сріблястого (*C. auratus gibelio*) з використанням методу «time sampling», який полягає у миттєвій фіксації кількості особин, що надають перевагу тому чи іншому акту поведінки. Показано, що самиці карася сріблястого реагували на вміст цих забруднювачів порушенням рухової та кормової поведінки. Відстояна водопровідна вода, штучно забруднена амоніаком (група Д-2), виявилася для особин більш токсичною, ніж вода, забруднена природним шляхом (група Д-1). У групі Д-1 іммобілізація особин була на 6,60% меншою, а виживання — на 11,11% більшою у порівнянні з групою Д-2. На відміну від риб дослідних груп, у особин контрольної групи були виявлені лише поодинокі нетипові етологічні акти. Розрахунок індексів токсичності за вказаними показниками поведінки самиць карася сріблястого засвідчив переважно середній (група Д-1) та високий (група Д-2) рівні гострої токсичності дослідних вод.

**Наукова новизна.** Вперше проведено експрес-оцінку токсичності вод з підвищеним вмістом амоніаку та іонів амонію (1,5 мг/дм<sup>3</sup>) шляхом спостереження за руховою активністю та кормовою поведінкою карася сріблястого (*C. auratus gibelio*) методом «time sampling».

**Практична значимість.** Результати досліджень використовуються для експрес-оцінки токсичності вод водосховищ р. Тетерів.

**Ключові слова:** експрес-оцінка, токсичність вод, амоніак, амоній, біотестування, поведінка, *C. auratus gibelio*, «time sampling».

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В останні десятиліття значна кількість водних об'єктів України, переважно невеликі озера, ставки та водосховища, потерпають від підвищеного вмісту

© Е. О. Аристархова, 2017



амоніаку, який утворюється внаслідок активізації процесів гниття відмерлих водоростей, замороженої риби та інших загиблих організмів. Швидко розчиняючись у воді, амоніак дисоціює до іонів амонію, що є надзвичайно небезпечним для гідробіонтів та людини [1–3].

Крім природного шляху утворення амоніаку, існує і антропогенний шлях його надходження у водне середовище, основними джерелами якого вважаються поверхневий стік сільськогосподарського походження, що містить залишки амонійних добрив та змиви з тваринницьких ферм і приватних господарств; стічні побутові води, багаті на детергенти, включаючи амоніак та іони амонію; погано очищені зворотні води, а іноді й неочищені стоки підприємств хімічної, харчової та деяких інших видів промисловості тощо.

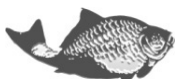
Особливу небезпеку несуть залпові скиди, у яких амоніак та іони амонію знаходяться у великих концентраціях. Проте надходження у води їх помірних кількостей також може призводити до порушення гідрохімічного режиму водойм та отруєння гідробіонтів [1, 4]. Тому виявлення у воді амоніаку та іонів амонію з перших годин їх утворення або/та надходження у складі стоків є надзвичайно актуальним для збереження екологічної рівноваги вод та захисту водних організмів від загибелі.

### ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Підвищена концентрація іонів амонію, продуктів розщеплення амоніаку, може бути використана у якості індикаторного показника, що відбиває погіршення санітарного стану водного об'єкта і вказує на процеси забруднення поверхневих вод, найімовірніше, побутовими та сільськогосподарськими стоками [1–4].

Вміст амоніаку та іонів амонію у природних водах найчастіше варіює у межах від 0,01 до 0,20 мг/дм<sup>3</sup> у перерахунку на нітроген. Присутність у незабруднених поверхневих водах іонів амонію пов'язана з процесами біохімічної деградації білкових речовин, дезамінуванням амінокислот, розкладанням сечовини тощо [1–4]. Тобто амоніак утворюється внаслідок розщеплення органічних речовин, які містять нітроген.

Гранично допустима концентрація амоніаку у водах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування (ГДК<sub>В</sub>) встановлена на рівні 2 мг/дм<sup>3</sup>, тобто значно вище, ніж у водах рибогосподарського призначення та у питній воді — 0,5 мг/дм<sup>3</sup> [1–4]. Однак іноді гідробіонти виживають за умов багаторазових перевищень ГДК<sub>В</sub>, що обумовлено їх адаптаційними властивостями, а також присутністю у водних об'єктах буферних систем, здатних знижувати небезпечну дію амоніаку та іонів амонію. А за руйнування таких систем чи порушення деяких гідрохімічних показників (наприклад, підвищення значення рН) водні організми можуть гинути, коли ГДК<sub>В</sub> лише незначно перевищується [4]. Вказані обставини засвідчують необхідність разом з хімічним аналізом вод проводити їх експрес-оцінку за допомогою біотестування на типових для цих вод гідробіонтах — пелагіальних рибах, зокрема на *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), що повинно сприяти швидшому та ефективнішому отриманню даних про гостру токсичність водного середовища.



Відповідно, метою досліджень є визначення можливості проведення експрес-оцінки токсичності вод, забруднених амоніаком та іонами амонію, за етологічними показниками карася сріблястого (*C. auratus gibelio*) з використанням методу «time sampling».

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для реалізації мети досліджень проведено порівняльний аналіз токсичності вод, проби яких були відібрані сумісно із співробітниками КП «Житомирводоканал» з водосховищ р. Тетерів та водопровідної мережі водоканалу у серпні 2017 р. у розрахунку 8 дм<sup>3</sup> на групу за загальноприйнятою методикою [4]. Після відбору водних проб їх переливали у акваріуми (10 дм<sup>3</sup>) і формували контрольну та дослідні групи за наступною схемою:

- *контрольна група* — проби чистої відстояної (24 год) водопровідної води;
- *дослідна група Д-1* — проби води з Денишівського водосховища з концентрацією амоніаку 1,5 мг/дм<sup>3</sup>;
- *дослідна група Д-2* — проби відстояної (24 год) водопровідної води з додаванням розчину амоніаку (25% NH<sub>3</sub>) до концентрації 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

*Тест-об'єкти*: самиці карася сріблястого (*C. auratus gibelio*), аналоги за віком (3 тижні).

*Утримання*: в акваріумах на 10 дм<sup>3</sup> води, концентрація кисню у якій — не менше 6 мг/дм<sup>3</sup>, температура — +20±2,5°C, рН — 7,5, а щільність посадки — 1 особина/дм<sup>3</sup> в умовах природної освітленості.

*Годівля*: постійно — рослинами (водорості, листя водних рослин), а на початку кожного тестування — сухим (дафнії) та живим (циклопи, трубочник) тваринним кормом.

*Тест-реакції*: плавний, стрибкоподібний (векторний) та спіралеподібний рух, контакти з іншими особинами, малорухливий стан, вистрибування з води, іммобілізація та загибель, поїдання корму і детриту, відмова від їжі.

*Експонування*: на гостру токсичність (acute toxicity) впродовж 12-ти год.

*Біотестування*: спостереження за етологічними актами особин методом «time sampling» через кожні 4 год.

Уміст загального амоніаку у воді визначали фотометричним методом з реактивом Неслера, концентрацію розчиненого кисню контролювали оксигенометром, значення водневого показника — рН-метром, температуру — водним термометром.

Експерименти проводили у 3-кратній повторності, використовуючи стандартні методики та власні розробки [3, 5—10].

Отримані у дослідних групах дані порівнювали з контролем. Для обох дослідних проб води розраховували індекс токсичності, використовуючи загальноприйняту формулу:

$$T = \frac{I_{\kappa} - I_o}{I_{\kappa}} 100,$$



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 нетипової поведінки, формула видозмінюється таким чином, що величини тест-реакції особин у контролі та досліді замінюються на протилежні. Значення індексів токсичності понад 50% вказують на небезпечність вод для живих організмів та людини.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У дослідженнях була визначена можливість проведення експрес-оцінки токсичності вод, забруднених амоніаком та іонами амонію, за етологічними показниками карася сріблястого (*C. auratus gibelio*) з використанням методу «time sampling», який полягає у миттєвій фіксації кількості особин, що надають перевагу тому чи іншому акту поведінки.

Було показано, що самиці карася сріблястого, яких використовували у тестуванні дослідних проб води, реагували на вміст амоніаку та іонів амонію порушенням рухової та кормової поведінки. Відстояна водопровідна вода, штучно забруднена амоніаком (група Д-2), виявилася для особин більш токсичною, ніж вода, забруднена у природних умовах (група Д-1).

Під час біотестування на рибах (через кожні 4 год. з початку експозиції) найкращі результати було отримано на 12-ту годину. Серед усіх етологічних актів особин виявлено такі, що можуть бути використані для визначення загальної та специфічної токсичності дослідних вод на амоніак та іони амонію: перевага стрибкоподібних (векторних) та спіралеподібних рухів над плавними, вистрибування з води, іммобілізація, відмова від корму.

Основні етологічні показники риб відображено у табл. 1:

**Таблиця 1. Біотестування вод з підвищеним вмістом амоніаку та іонів амонію на *C. auratus gibelio* методом «time sampling» (n=30)**

Етологічні реакції особин	Відносна кількість особин та індекс токсичності дослідних вод, %				
	К	Д1	Т <sub>д1</sub>	Д2	Т <sub>д2</sub>
<b>Типова рухова активність</b>	50,00	23,33	53,34	13,33	<b>73,34</b>
плавні рухи	33,33	10,00	<b>70,00</b>	6,67	<b>79,99</b>
контакти з іншими особинами	13,34	10,00	25,04	3,33	<b>75,04</b>
малорухливий стан	3,33	3,33	відсут.	3,33	відсут.
<b>Нетипова рухова активність*</b>	19,99	60,00	<b>66,68</b>	80,01	<b>75,02</b>
векторні рухи*	3,33	16,67	<b>80,02</b>	20,00	<b>83,35</b>
спіралеподібні рухи*	3,33	6,66	50,00	10,00	<b>66,70</b>
вистрибування з води*	3,33	10,00	<b>66,70</b>	13,34	<b>75,04</b>
іммобілізація*	6,67	16,67	<b>59,99</b>	23,33	<b>71,41</b>
загибель*	3,33	10,00	<b>66,70</b>	13,34	<b>75,04</b>



Етологічні реакції особин	Відносна кількість особин та індекс токсичності дослідних вод, %				
	К	Д1	Т <sub>Д1</sub>	Д2	Т <sub>Д2</sub>
<b>Кормова поведінка</b>	30,01	16,67	44,45	6,66	<b>77,81</b>
поїдання корму	16,67	6,67	<b>59,99</b>	3,33	<b>80,02</b>
живлення детритом	13,34	10,00	25,04	3,33	<b>75,04</b>

Примітки: 1) Т<sub>Д1</sub>, Т<sub>Д2</sub> — індекси токсичності дослідних вод, %; відсут. — відсутність токсичності води;

2) \* — показники, за якими індекс токсичності розраховується за

видозміненою формулою:  $T = \frac{I_o - I_k}{I_o} 100, \%$ .

Наведені у таблиці дані свідчать про те, що поведінка риб у обох дослідних групах суттєво відрізнялась від поведінки особин у контролі. Перші п'ятнадцять хвилин перебування у 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 першої і другої груп часто наближались до поверхні, виконуючи векторні рухи, у тому числі кидки, або декілька особин недовго перебували у малорухливому стані. Нетипова кормова поведінка риб виявлялася у тому, що вони живились детритом, хоча були добре забезпечені кормом, чи взагалі відмовлялись від живлення будь-чим. Впродовж перших 4-х годин знаходження у акваріумах риби дослідних груп вистрибували з води та виконували спіралеподібні рухи. На відміну від контрольних, більшість дослідних риб набували іммобілізованого стану, який часто закінчувався втратою їх життєздатності. У особин першої дослідної групи більшою мірою спостерігались порушення рухової активності (векторний рух у вигляді безладних кидків, переміщення по спіралі, наближення до поверхні і вистрибування з води) та кормової поведінки (байдужість до їжі) порівняно з особинами другої групи. Так, у групі Д-1 іммобілізація риб була на 6,60% меншою, а виживання на 11,11% вищим, ніж у групі Д-2.

Причина подібних етологічних порушень полягає у тому, що в умовах, коли рН води є меншим за 8, а температура підтримується у межах 20±2,5°C, амоніак знаходиться переважно у вигляді іонів амонію. Проте амоній у концентрації 1 мг/дм<sup>3</sup> викликає, як відомо, низку патологічних змін у гідробіонтів [4]: знижує спроможність гемоглобіну риб приєднувати кисень, викликає збудження центральної нервової системи, уражає зябровий епітелій тощо. З підвищенням концентрації іонів амонію у воді наслідки отруєння риб стають ще більш чітко вираженими: частина особин внаслідок судом стає малорухливою, а частина продовжує перебувати у збудженому стані, який з часом переходить у стан так званого кисневого стресу, покрови тіла починають виділяти слиз. Особини переміщуються кидками, часто вистрибують з води, відкривають зяброві кришки та намагаються захоплювати ротом повітря [4, 11, 12].

У проведених нами дослідженнях на 12-ту год. експерименту за концентрації загального амоніаку 1,5 мг/дм<sup>3</sup> у 2-ій дослідній групі усі поведінкові реакції риб



були досить типовими та відповідали специфічним реакціям щодо дії амоніаку та іонів амонію. У 1-ій дослідній групі тест-реакції риб були менш чіткими, у порівнянні з особинами 2-ої групи, а судоми та загибель риб спостерігались меншою мірою, ніж у воді, штучно забрудненій амоніаком. Це свідчить про наявність у природній воді буферної системи, здатної протистояти токсичній дії вказаних забруднювачів.

Для аналізу результатів біотестування було використано запропоновану нами шкалу рівнів токсичності вод, апробовану у дослідженнях на дафніях, яка цілком може бути використана і для визначення рівнів токсичності вод за тестуванням на *C. auratus gibelio* [3, 5]: 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, забруднені амоніаком у природних та штучних умовах, мали хоча і неоднаковий, проте небезпечний рівень токсичності (значення відповідних індексів понад 50%).

Таким чином, аналіз отриманих у дослідженнях даних свідчить про те, що запропонований для проведення експрес-оцінки води, забрудненої амоніаком та іонами амонію, метод «time sampling» за специфічними тест-реакціями самиць карася сріблястого дозволив зафіксувати переважно середній (група Д1) та високий (група Д2) рівні гострої токсичності дослідних вод.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

У дослідженнях було визначено можливість використання методу «time sampling» на самицях карася сріблястого (*C. auratus gibelio*) для експрес-оцінки токсичності вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомира, забруднених амоніаком та іонами амонію. Підтверджено перевагу використаних нами етологічних показників у порівнянні з іншими тест-реакціями риб. Показано, що вода, штучно забруднена амоніаком, була для особин більш токсичною, ніж природна вода з такою самою концентрацією цієї речовини. Тобто у Денишівському водосховищі р. Тетерів існує регулююча система, яка здатна певною мірою зменшувати небезпеку від присутності у воді амоніаку та іонів амонію для пелагіальних риб.

У подальшому доцільно провести аналогічні дослідження на більш чутливих до дії амоніаку та іонів амонію тест-об'єктах, у тому числі використати витриману у чистій воді ікру самок карася сріблястого, отриману від протестованих в наших дослідженнях особин, для прижиттєвої оцінки на ній ембріотоксичної і тератогенної дії вод водосховищ р. Тетерів та питної води КП «Житомирводоканал».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Запольський А. К., Шумигай І. В. Охорона питних вод від виснаження і забруднення // Агроекологічний журнал. 2015. № 3. С. 6—15.
2. Malik A., Grohmann E., Akhtar R. Environmental Deterioration and Human Health: Natural and anthropogenic determinants. Dordrecht ; Heidelber ; London ; New York : Springer, 2014. P. 8—23.
3. ДСанПіН 2.2.4–171–10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Київ : МОЗ України, 2010. 50 с. (МОЗ України. Державні стандартні норми та правила).



4. Дудник С. В. Водна токсикологія : метод. посіб. Ч. 2 : Іхтіотоксикологія. Київ, 2014. 108 с.
5. Аристархова Е. О. Експрес-оцінка потенційної небезпеки води методом біотестування на *Daphnia magna* S. // Вісник аграрної науки. 2017. № 2. С. 50—54.
6. КНД 211.1.4.057-97. Методика визначення гострої летальної токсичності води на рибках *Poecilia reticulata* Peters. Київ, 1997.
7. 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.
8. Szczerbinska N., Galczynska M. Biological methods used to assess surface water quality // Arch. Pol. Fish. 2015. Vol. 43. P. 185—196.
9. Стецюк Л. М. Використання методів біоіндикації та біотестування для оцінки стану водних екосистем // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2013. Вип. 2 (62). С. 175—181. (Сільськогосподарські науки).
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. River watch. Manual for public environmental monitoring. Saint Petersburg : Friends of the Baltics / Coalition Clean Baltics, 2015. 32 p.
12. Jakob U., Reichmann D. Oxidative Stress and Redox Regulation. Dordrecht ; Heidelberg ; London ; New York : Springer, 2013. P. 59—126.

## REFERENCES

1. Zapolskyi, A. K., & Shumigay, I. V. (2015). Okhorona vod vid vysnazhennia i sabrudnennia. *Agroecologichni zhurnal*, 3, 6-15.
2. Malik, A., Grohmann, E., & Akhtar, R. (2014). *Environmental Deterioration and Human Health: Natural and anthropogenic determinants*. Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 8-23.
3. Higiyenichni vymogy do vody pytnoi, prysnachenoi dlya spo vzhyvannya ludynoiu (2010). *DSanPiN 2.2.4-171-10*. Kyiv: Ministerstvo okhorony sdorovia Ukrainy.
4. Dudnik, S. V. (2014). *Vodna toksykologia: metod. posib.* (Part 2: Ichtiotoksykologia). Kyiv.
5. Arystarkhova, E. O. (2017). Ekspres-otsinka potentsiinoi nebespeky vody metodom biotestuvannia na *Daphnia magna* S. *Visnyk agrarnoi nauky*, 2, 50-54.
6. Metodyka vysnashennia gostroi letalnoi toksyshnosti vody na rybakh *Poecilia reticulata* Peters. (1997). KND 211.1.4.057-97. Kyiv.
7. Water quality. Determination of the acute lethal toxicity of substances to a freshwater fish [*Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (*Teleostei, Cyprinidae*)]. (1996). (Part 1: Static method). *ISO 7346-1:1996*.
8. Szczerbinska, N., & Galczynska, M. (2015). Biological methods used to assess surface water quality. *Arch. Pol. Fish.*, 43, 185-196.
9. Stetsiuk, L. M. (2013). Vykorystannia metodiv bioindycatsii ta biotestuvannia dla otsinky stanu vodnykh system. *Visnyk Nationalnogo universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*, 2 (62), 175-181.



10. Osmalenyi, M. S., Holovkov, A. M., Nanijeva, A. V., & Vergolias, M. R. (2015). Kompleksna otsinka toksychnosti vodnykh srazkiv za dopomogoju roslynnykh i tvarynnykh test-orhanizmiv. *Fakty eksperymentalnoi evolutsii orhanismiv*, 16, 74-77.
11. *River watch. Manual for public environmental monitoring* (2015). Saint Petersburg: Friends of the Baltics / Coalition Clean Baltics.
12. Jakob, U., & Reichmann, D. (2013). *Oxidative Stress and Redox Regulation*. Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 59-426.

## ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ АММИАКОМ ВОД ДЛЯ *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* (BLOCH, 1782) МЕТОДОМ «TIME SAMPLING»

Э. А. Аристархова, [ella.aryst@gmail.com](mailto:ella.aryst@gmail.com), Институт агроэкологии и природопользования НААН, г. Киев

**Цель.** Определить возможность проведения экспресс-оценки токсичности вод, загрязненных аммиаком, по этологическим показателям карася серебристого *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) с использованием метода «time sampling».

**Методика.** Для биотестирования в августе 2017 г. отбирали водные пробы с водохранилищ р. Тетерев, переливали их в аквариумы (10 дм<sup>3</sup>) и формировали контрольную и опытные группы по следующей схеме: контрольная группа — пробы чистой отстоянной (24 ч) водопроводной воды; опытная группа Д-1 — пробы воды из Денишовского водохранилища с концентрацией общего аммиака 1,5 мг/дм<sup>3</sup>; опытная группа Д-2 — пробы отстоянной (24 ч) водопроводной воды, в которые доливали раствор аммиака до концентрации 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Тест-объектами были самки *C. auratus gibelio*, у которых определяли показатели типичной и нетипичной двигательной активности и кормового поведения. Экспонирование особей производили в течение 12-ти часов. Индексы токсичности вод рассчитывали по общепринятой формуле.

**Результаты.** В исследованиях была определена возможность проведения экспресс-оценки токсичности вод, загрязненных аммиаком и ионами аммония, по этологическим показателям карася серебристого *C. auratus gibelio* с использованием метода «time sampling», который заключается в мгновенной фиксации количества особей, которые отдают предпочтение тому или иному акту поведения. Показано, что самки карася серебристого реагировали на содержание этих загрязнителей нарушением двигательной активности и кормового поведения. Отстоянная водопроводная вода, искусственно загрязненная аммиаком (группа Д-2), оказалась для особей более токсичной, чем вода, загрязненная естественным путем (группа Д-1). В группе Д-1 иммобилизация особей была на 6,60% меньшей, а выживание на 11,11% большим по сравнению с группой Д-2. В отличие от рыб опытных групп, у особей контрольной группы были выявлены лишь отдельные нетипичные этологические акты. Расчет по указанным показателям поведения индексов токсичности, которые превышали 50%, засвидетельствовал преимущественно средний (группа Д-1) и высокий (группа Д-2) уровни острой токсичности опытных вод.

**Научная новизна.** Впервые проведена экспресс-оценка токсичности вод с повышенной концентрацией аммиака и ионов аммония (1,5 мг/дм<sup>3</sup>) путем наблюдения за двигательной активностью и кормовым поведением карася серебристого (*C. auratus gibelio*) методом «time sampling».

**Практическая значимость.** Результаты исследований используются для экспресс-оценки токсичности вод водохранилищ р. Тетерев.

**Ключевые слова:** экспресс-оценка, токсичность вод, аммиак, аммоний, биотестирование, *C. auratus gibelio*, «time sampling».





EVALUATION OF THE TOXICITY OF AMMONIA POLLUTED  
WATERS FOR *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* (BLOCH, 1782)  
BY THE «TIME SAMPLING» METHOD

E. Arystarkhova, ella.aryst@gmail.com, Institute of Agrarian Ecology and Nature Use  
NAAS, Kyiv

**Purpose.** To determine the possibility of performing an express-evaluation of the toxicity of ammonia polluted waters based on ethological parameters of *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) with the use «time sampling» method.

**Methodology.** For biotesting in August 2017, water samples were taken from the Denishevsky reservoir of the Teteriv river and water supply network of the water service company, which were placed in aquaria (10 dm<sup>3</sup>) and a control and experimental groups of fish were formed according to the following scheme: control group – samples of settled (24 hours) clean tap water; experimental group D-1 – water samples from the Denishivsky reservoir with the total ammonia concentration of 1.5 mg/dm<sup>3</sup>; experimental group D-2 – samples of settled (24 hours) tap water with the total ammonia concentration of 1.5 mg/dm<sup>3</sup>. Test-objects were females of *C. auratus gibelio*, in which the parameters of typical and non-typical motor activity and feeding behavior were determined. Fish were exposed for 12 hours. For both experimental groups, water toxicity indexes were calculated in comparison with the control.

**Findings.** In the studies, we showed the possibility of using the «time sampling» method for rapid assessment of the toxicity of polluted waters with ammonium concentration of 1.5 mg/dm<sup>3</sup> based the ethological parameters of Prussian carp (*C. auratus gibelio*), which included the instantaneous fixation of the number of individuals preferring one or another act of behavior. It was shown that *C. auratus gibelio* females reacted on ammonia content by impairing the motor and feeding behavior. Settled tap water artificially pollution with ammonia (group D-2) appeared to be more toxic for fish than water polluted by natural way. Immobilization of individual fish in the group D-1 was 6.60% lower, while their survival rate was 11.11% hogher compared to the group D-1. Unlike fish of the experience groups, fish in the control group exhibited only single untypical ethological acts. The calculation based on the behavioral parameters of Prussian carp females demonstrated mainly medium (group D-1) and high (group D-2) levels of acute toxicity of experimental waters.

**Originality.** For the first time, the express-evaluation of the toxicity of water with elevated ammonium content (1.5 mg/dm<sup>3</sup>) was carried out by observing the motor activity and feeding behavior of Prussian carp (*C. auratus gibelio*) by the «time sampling» method.

**Practical use.** The results of the study are used for the rapid assessment of the toxicity of water of surface water sources of the Teteriv river.

**Keywords:** express-evaluation, water toxicity, ammonia, ammonium, biotesting, behaviour, *C. auratus gibelio*, «time sampling».

