

© Ковальчук Л. Й., *Мокієнко А. В., **Дятлов С. Є., **Кошелєв О. В.

УДК 502.656+613.3+574.64(477.74)

Ковальчук Л. Й., *Мокієнко А. В., **Дятлов С. Є., **Кошелєв О. В.

ЕКОЛОГО – ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ГОСТРОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ БІОТЕСТУВАННЯ

Одеський національний медичний університет (м. Одеса)

*Державне підприємство Український науково-дослідний інститут медицини транспорту

Міністерства охорони здоров'я України (м. Одеса)

**Державна установа «Інститут морської біології НАН України» (м. Одеса)

gigienakurort@gmail.com

Робота є складовою частиною НДР кафедри загальної гігієни Одеського національного медичного університету на тему «Оцінка ефективності оздоровлення в умовах морського узбережжя», № держ. реєстрації 0124U561243.

Вступ. Сьогодні у світовій практиці при оцінці якості води, крім хімічного аналізу найпоширеніших забруднювачів, проводять сумарну токсикологічну оцінку води, засновану на використанні різних методів біотестування. В Україні розроблені і прийняті національні стандарти, які включають біологічні методи визначення інтегральної токсичності води [4]. Ефективність біотестів визначається чутливістю тест-об'єкту [6], що визначає розв'язну здатність методу. Із затверджених останнім часом керівних документів високочутливою і експресною визнана методика встановлення гострої токсичності з використанням ранніх наупліальних стадій *Thamnocephalus platyurus* (Crustacea, Anostraca), який пройшов міжнародну стандартизацію [10] і активно використовується для токсикометричної характеристики природних водних об'єктів [12]. Гостра летальна токсичність встановлюється за реєстрацією виживаності лабораторних тест-об'єктів при впливі токсичних речовин, які присутні у досліджуваному водному середовищі, у порівнянні з контрольною культурою в пробах, які не містять токсичних речовин (контроль).

Керівним міжнародно-правовим документом по охороні поверхневих, а також транзитних, прибережних і підземних вод є Водна рамкова директива (ВРД) [2], яка прийнята Європейським Парламентом і Радою Європи 23 жовтня 2000 року і є обов'язковою для виконання в країнах ЄС і бажаною для країн-сусідів, у тому числі і для України. Вимоги директиви поширюються для України через наявність загальних транскордонних річкових басейнів, наприклад р. Дунай, що потребує виконання євроінтеграційних зобов'язань по їх охороні. ВРД передбачає поліпшення екологічного стану водних об'єктів дельти Дунаю до стану «добрий» до кінця 2015 р.

Згідно вимог ВРД, передбачено узагальнення отриманих біотестових результатів по уніфікованій п'ятибальній шкалі (**табл. 1**), яка дає характеристику екологічного стану водних об'єктів (відмінний, добрий, задовільний, поганий, дуже поганий). Ця шкала апробована при екологічній оцінці води дельти Дунаю [3, 11].

Слід зазначити, що на відміну від Дунаю, біотестування води інших поверхневих водойм Українського Придунав'я, зокрема озер Кагул, Ялпуг, Катлабух, Китай не проводилось. Незважаючи на те, що ці водні об'єкти водночас потерпають від антропогенного забруднення і майже не досліджені [7].

Мета дослідження – еколого-гігієнічна оцінка гострої токсичності води поверхневих водойм Українського Придунав'я за результатами біотестування.

Об'єкт і методи дослідження. Зразки води поверхневих водойм Українського Придунав'я відбирали 23, 24 липня 2014 р. в точках моніторингу стану поверхневих вод, який виконує лабораторія Дунайського басейнового управління водних ресурсів (м. Ізмаїл Одеської області). Місця відбору зразків: р. Дунай (мм. Рені, Ізмаїл, Кілія, Вилкове) (1-4); оз. Кагул (5); оз. Ялпуг (6,7); оз. Катлабух (8, 9); оз. Китай (10, 11); р. Ялпуг (12); р. Карасулак (13); р. Єніка (14); зрошувальний канал р. Дунай – оз. Сасик (15).

Первинним матеріалом для біотестування проб води служили латентні яйця *Thamnocephalus platyurus* (мікробіотест *Thamnotoxkit FTM*). Перед активацією яйця проморожували протягом 1-2 діб при температурі – 10 °С. Попереднє проморожування включало механізм розвитку ембріонів. Далі 1 г. сухих яєць поміщали в кристалізатор і заливали дистильованою водою. Потім проводили активацію яєць до викльову, що полягало у короткочасному (15-20 хв.) витримуванні яєць в 10% розчині перекису водню для насичення

Таблиця 1

Визначення екологічного класу якості води за токсикологічними показниками згідно Водної рамкової директиви ЄС

Інтегральний бал токсичності	Смертність тест-об'єктів, %	Клас токсичності	Клас екологічного стану за ВРД
1	< 10	не токсично	відмінно
2	10–20	слабко токсично	добре
3	21–33	помірно токсично	задовільно
4	34–50	токсично	погано
5	> 50	сильно токсично	дуже погано

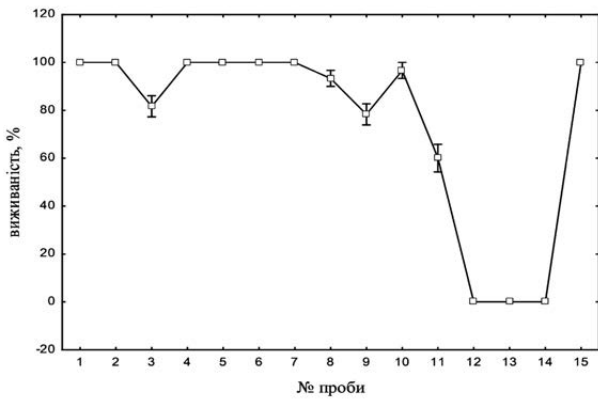


Рис. Показники виживаності *T. platyurus* поверхневих вод р. Дунай і придунайських водоем.

атомарним киснем. Кристалізатор з яйцями поміщали в інкубатор при температурі 25 °С і в умовах цілодобового освітлення. Це забезпечує викльов наупліусів з яєць через 18 – 24 год. Наупліуси мають позитивний фототаксис і концентруються в найбільш освітленій частині кристалізатора. Вилвлених наупліусів поміщали в аналізовані проби води. У зв'язку з ендогенним типом харчування ранніх наупліальних стадій, коли організм витрачає власні живильні речовини, рачоків не годували. Експозиція експериментів склала 24 год. Експеримент виконаний в 5-ти повторностях. Проба води оцінювалася як така, що має гостру токсичність, якщо за 24 год біотестування в ній гине 50% і більш наупліусів у порівнянні з контролем [3].

Результати досліджень та їх обговорення. Експонування ранніх наупліальних стадій *T. platyurus* в аналізованих пробах води приводило до зниження виживаності в ряді проб, аж до абсолютної летальності (рис.). Це стосується гостролетальних ефектів води річок Ялпуг, Карасулак, Єніка, де смертність тест-об'єктів склала 100%, що дає підставу віднести ці водні об'єкти до екологічного класу «дуже погано».

Проведена токсикометрична оцінка проб води дозволила дати їх екологічну характеристику на підставі результатів по виявленню гострої летальної токсичності (табл. 2).

Проби води, відібрані в р. Дунай мм. Рені (163 км від гирла ріки; 1), Ізмаїл (94 км від гирла ріки; 2), Вилкове (20 км від гирла ріки; 4), озерах Кагул (головна насосна станція /ГНС/ Нагірне; 5) і Ялпуг (Болградський питний водозабір, с. Оксамитне Болградського району; 6, с. Нова Некрасівка Ізмаїльського району; 7), зрошувальному каналі р. Дунай – оз. Сасик (15) не мали токсичні властивості (екологічний клас «відмінно»).

Показники смертності тест-об'єктів у пробі води у районі водозабору м. Кілія (48 км від гирла ріки; 3), показали екологічний клас «добре» за токсикометричними показниками, що відповідає 2 балу токсичності і слабо токсичному класу.

У пробах води озера Катлабух (НС-2 Суворовської зрошувальної системи; 8, ГНС Кірова; 9) смертність тест-об'єктів не перевищувала 50%, що відповідає екологічним класам «добре» і «задовільно» відповідно, тобто свідчить про низький рівень інтегральної токсичності.

Слід зазначити, що вода о. Китай віднесена до екологічних класів «відмінно» (Червоноярська ГНС; 10) і «погано» (Василівська ГНС; 11).

Порівнюючи отримані результати із попередніми, слід зазначити наступне.

У роботі [1] із біотестування на *Daphnia magna* чітко визначені періоди появи гострої токсичності дунайської води, про що свідчать масова смертність у тест-культурах і поведінкові реакції, характерні для інтоксикації нервово-паралітичними отрутами (ХОП). Встановлено, що гостра токсичність дунайської води носить тимчасовий характер, проявляється незакономірно і, вірогідно, пов'язана з імпульсними викидами високотоксичних стоків нагору за течією.

Це зокрема ілюструється даними оперативного біотестування, проведеного на станції моніторингу в ДБЗ у лютому-березні 2000 р. і матеріалів зйомки, проведеної 22-27 квітня 2000 р. експедицією Одеської філії Інституту біології південних морів НАНУ [5]. Гостра токсичність води була відзначена більш ніж в 50% відібраних проб, чого в останні три роки не спостерігалось. Порівняння цих даних з багаторічними спостереженнями дозволило оцінити токсикологічну ситуацію на р. Дунай як критичну.

Узагальнення результатів екологічного моніторингу якості води р. Дунай – м. Кілія за показниками речовин токсичної дії за період 1971-2010 рр. дозволило встановити загальну оцінку води Нижнього Дунаю за всією множиною показників: вода віднесена до категорії якості – «задовільна» [8].

Екотоксикологічні дослідження проб води і донних відкладень Шаболатського (Будакського) лиману з використанням ранніх наупліальних стадій *Artemia salina*

Таблиця 2

Токсикологічна характеристика проб води р. Дунай та придунайських озер та їх екологічний клас за токсикометричними показниками

№ проби	Інтегральний бал токсичності	Клас токсичності	Клас екологічного стану за ВРД
1	2	3	4
1	1	не токсично	відмінно
2	1	не токсично	відмінно
3	2	слабо токсично	добре
4	1	не токсично	відмінно
5	1	не токсично	відмінно
6	1	не токсично	відмінно
7	1	не токсично	відмінно
8	2	слабо токсично	добре
9	3	помірно токсично	задовільно
10	1	не токсично	відмінно
11	4	токсично	погано
12	5	сильно токсично	дуже погано
1	2	3	4
13	5	сильно токсично	дуже погано
14	5	сильно токсично	дуже погано
15	1	не токсично	відмінно

показали відсутність гострої летальної токсичності як ропа, так і водних екстрактів донних відкладень [9].

Висновки

1. Проведено токсикометричну оцінку якості поверхневих вод Українського Придунав'я (р. Дунай, придунайських озер і малих рік) з використанням міжнародного стандарту по встановленню гострої токсичності з використанням ранніх наупліальних стадій *T. platyurus* (Crustacea, Anostraca) і оцінено їхній екологічний стан відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС 2000/60/ЄС.

2. На підставі результатів біотестування виявлені гостролетальні ефекти води рр. Ялпуг, Карасулак, Єніка, що дає підставу віднести ці водні об'єкти до екологічного класу «дуже погано».

3. Проби води, відібрані в р. Дунай (м. Рені, Ізмаїл, Вилкове; 1, 2, 4), озерах Кагул (5) і Ялпуг (6, 7), зрошувальному каналі р. Дунай – оз. Сасик (15), не мали токсичні властивості (екологічний клас «відмінно»).

4. У пробах води р. Дунай (м. Кілія; 3), озера Катлабух (8, 9) смертність тест-об'єктів не перевищувала 50%, що відповідає екологічним класам «добре» і «задовільно», тобто свідчить про низький рівень інтегральної токсичності.

5. Вода о. Китай віднесена до екологічних класів «відмінно» (10) і «погано» (11).

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на персистувальний характер забруднення поверхневих водойм Українського Придунав'я, слід вважати за необхідне продовження моніторингу гострої токсичності води цих об'єктів, особливо озер і річок, методами біотестування.

Література

1. Брагинский Л. П. Биологическое тестирование воды Килийского рукава Дуная С. 119-133 / Л. П. Брагинский, Э. П. Щербань // Сб. науч. тр. «Гидробиология Дуная и лиманов Северо-Западного Причерноморья». – Киев : Наукова думка, 1986. – 156 с.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. – Київ, 2006. – 244 с.
3. Гончарова М. Т. Оцінка токсичності донних відкладів водних об'єктів Дунайського Біосферного Заповідника / М. Т. Гончарова, В. А. Ляшенко // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2011. – № 2 (47). – С. 90 – 94.
4. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD) – Київ : Держстандарт України, 2004. – 26 с.
5. Килийская часть дельты Дуная весной 2000г. : состояние экосистем и последствия техногенных катастроф в бассейне / Под ред. Б. Г. Александрова; НАН Украины, Одесский филиал Института биологии южных морей. – Одесса, 2001. – 128 с.
6. Крайнюкова А. Н. Система интегральной токсикологической оценки природных и сточных вод / А. Н. Крайнюкова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков : Технологический центр. – 2009. – № 1/4 (37). – С. 30–35.
7. Ковальчук Л. Й. Сучасний еколого-гігієнічний стан водних об'єктів Українського Придунав'я / Л. Й. Ковальчук, А. В. Мокієнко // Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. – 2014. – № 3 (37). – С. 171–183.
8. Лозовіцький П. С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай / П. С. Лозовіцький // Екологічні науки: науково-практичний журнал. – 2014. – № 4. – С. 21 – 35.
9. Мокиєнко А. В. Биотестирование рапы и водных экстрактов донных отложений Шаболатского (Будакского) лимана / А. В. Мокиєнко, С. Е. Дятлов, А. В. Кошелев // Причерноморский экологический бюллетень. – 2012. – № 4. – С. 155-159.
10. ISO 14380-2011. Water quality – Determination of the acute toxicity to *Thamnocephalus platyurus* (Crustacea, Anostraca). – First Edition. – 2011. – 28 p.
11. Liashenko V. Assessment of water quality in the Ukrainian part of the Danube Delta based on biotesting and bioindication of bottom sediments / V. Liashenko // Acta zool. Bulg. – 2014. – Suppl. 7. – P. 159–163.
12. Wadhia K. C. Low-cost ecotoxicity testing of environmental samples using microbiotests for potential implementation of the Water Framework Directive / K. Wadhia, K. C. Thompson // Trends in Analytical Chemistry. – 2007. – Vol. 26. № 4. – P. 300–307.

УДК 502.656+613.3+574.64(477.74)

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ГОСТРОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ БІОТЕСТУВАННЯ

Ковальчук Л. Й., Мокієнко А. В., Дятлов С. Є., Кошелев О. В.

Резюме. Мета дослідження – еколого-гігієнічна оцінка гострої токсичності води поверхневих водойм Українського Придунав'я за результатами біотестування. Матеріалом слугували зразки води поверхневих водойм Українського Придунав'я, які відбирали 23, 24 липня 2014 р. Місця відбору зразків: р. Дунай (мм. Рені, Ізмаїл, Кілія, Вилкове) (зразки 1-4); оз. Кагул (5); оз. Ялпуг (6,7); оз. Катлабух (8, 9); оз. Китай (10, 11); р. Ялпуг (12); р. Карасулак (13); р. Єніка (14); зрошувальний канал р. Дунай – оз. Сасик (15). В роботі застосовано міжнародний стандарт по встановленню гострої токсичності з використанням ранніх наупліальних стадій *Thamnocephalus platyurus* (Crustacea, Anostraca). Екологічний стан оцінювали відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС 2000/60/ЄС.

Експонування ранніх наупліальних стадій *T. platyurus* в аналізованих пробах води приводило до зниження виживаності в ряді проб, аж до абсолютної летальності.

Проби води, відібрані в р. Дунай (м. Рені, Ізмаїл, Вилкове; 1, 2, 4), озерах Кагул (5) і Ялпуг (6, 7), зрошувальному каналі р. Дунай – оз. Сасик (15) показали клас «відмінно». Екологічний клас «добре» відзначено для води р. Дунай, відібраної в м. Кілія (3). Стан води оз. Катлабух (8, 9) оцінено як «добре» і «задовільно» (смертність тест-об'єктів на рівні 15 – 40%, що відповідає низькому рівню інтегральної токсичності). Слід зазначити, що вода о. Китай віднесена до екологічних класів «відмінно» (10) і «погано» (11). Усі зразки (12-14) води малих річок Ялпуг, Карасулак, Єніка, що впадають в озера Ялпуг і Катлабух, були сильно токсичними (екологічний клас «дуже погано»).

Зважаючи на персистувальний характер забруднення поверхневих водойм Українського Придунав'я, висловлено думку щодо необхідності продовження моніторингу гострої токсичності води цих об'єктів, особливо озер і річок, методами біотестування.

Ключові слова: вода, водні об'єкти, біотестування, гостра токсичність, Українське Придніпров'я.

УДК 502.656+613.3+574.64(477.74)

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ УКРАИНСКОГО ПРИДУНАВЬЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Ковальчук Л. И., Мокиенко А. В., Дятлов С. Е., Кошелев А. В.

Резюме. Цель – эколого-гигиеническая оценка острой токсичности воды поверхностных водоемов Украинского Придніпровья по результатам биотестирования. Материалом служили образцы воды поверхностных водоемов Украинского Придніпровья, которые отбирали 23, 24 июля 2014 г. Места отбора образцов: р. Дунай (гг. Рени, Измаил, Килия, Вилково) (образцы 1-4); оз. Кагул (5); оз. Ялпуг (6,7); оз. Катлабух (8, 9); оз. Китай (10, 11); р. Ялпуг (12); р. Карасулак (13); р. Еника (14); оросительный канал р. Дунай – оз. Сасык (15). В работе использован международный стандарт по установлению острой токсичности с использованием ранних науплиальных стадий *Thamnocephalus platyurus* (Crustacea, Anostraca). Экологическое состояние оценивали согласно требованиям Водной рамочной директивы ЕС 2000/60/ЕС.

Экспонирование ранних науплиальных стадий *T. platyurus* в анализируемых пробах воды приводило к снижению выживаемости в ряде проб, вплоть до абсолютной летальности.

Пробы воды, отобранные в р. Дунай (гг. Рени, Измаил, Вилково; 1, 2, 4), озерах Кагул (5) и Ялпуг (6, 7), оросительном канале р. Дунай – оз. Сасык (15) показали «отличный» клас. Экологический клас «хороший» отмечен для воды р. Дунай, отобранной в г. Килия (3). Состояние воды оз. Катлабух (8, 9) оценено как «хорошее» и «удовлетворительное» (смертность тест-объектов на уровне 15 – 40%, что отвечает низкому уровню интегральной токсичности). Следует отметить, что вода о. Китай отнесена к «отличному» (10) и «плохому» (11) экологическим классом. Все образцы (12-14) воды малых рек Ялпуг, Карасулак, Еника, впадающих в озера, были токсичными.

Принимая во внимание персистирующий характер загрязнения поверхностных водоемов Украинского Придніпровья, высказана мысль относительно необходимости продолжения мониторинга острой токсичности воды этих объектов, особенно озер и рек, методами биотестирования.

Ключевые слова: вода, водные объекты, биотестирование, острая токсичность, Украинское Придніпровье.

UDC 502.656+613.3+574.64(477.74)

Ecologic-Hygienic Evaluation of Aquatic Acute Toxicity of Surface Impoundment of Ukrainian Danube Region by the Results of Biotesting

Kovalchuk L. I., Mokienko A. V., Diatlov S. E., Koshelev A. V.

Abstract. Supervising international legal document on protection superficial, and also transit, coastal and underground waters is the Water frame directive (WFD), accepted by the European Parliament and the Council of Europe on October, 23rd, 2000. WFD it is obligatory for performance in the EU countries and it is desirable for the countries-neighbours, including for Ukraine. Instruction requirements extend to Ukraine in connection with presence of the general transboundary river pools, for example the river Danube which need performance of eurointegration obligations on their protection. WFD provides improvement of an ecological condition of water objects of delta of Danube to a condition “well” till the end of 2015

According to requirements WFD, generalisation of the received biotest results on the unified five-ball scale which gives the characteristic of an ecological condition of water objects (excellent, well, perfectly well, badly, very badly) is provided. This scale is approved at an ecological estimation of water of delta of Danube.

Objective: to evaluate the results of ecological – hygienic assessment of acute toxicity of water surface reservoirs of Ukrainian Danube Region by the data of biological testing.

Material and methods. The material is the aqueous samples of surface water bodies from Ukrainian Danube Region. The samples were taken on July 23 – 24, 2014. Place of sampling: the Danube (Reni, Izmail, Kilia, Vilkovo) (samples 1-4); Lake Cahul (5); Lake Ialpuh (6, 7); Lake Katlabuh (8, 9); Lake Kitay (10, 11); the Ialpuh (12); the Karasulak (13); the Enic (14); irrigation canal the Danube – Lake Sasyk (15). We used the international standard for setting of acute toxicity using early stages of naupliar stages of *Thamnocephalus platyurus* (Crustacea, Anostraca). Ecological condition was evaluated according to the requirements of the EU Water Framework Directive 2000/60 / EC (WFD).

Results and discussion. Exposure of early naupliar stages of *T. platyurus* in the water samples under analysis led to reduced survival in a number of samples, up to the absolute mortality.

Water samples collected in the Danube (Reni, Izmail, Vylkove; 1, 2, 4), lakes Cahul (5) and Ialpuh (6, 7), an irrigation canal the Danube – Lake Sasyk (15) showed an “excellent” class. Environmental class “good” is marked for the water of the Danube selected in Kealia (3). State of Lake Katlabuh (8, 9) water is evaluated as “good” and “satisfactory” (mortality of test -objects was at the level of 15 – 40%, which corresponds to the low level of integrated toxicity). It should be noted that the water of the Lake Kitay is referred to the “excellent” (10) and “bad” (11) environmental classes. All samples (12-14) water of small rivers Ialpuh, Karasulak, Enic flowing into the lake, were very toxic (environmental class “very bad”).

Conclusions. Taking into account the persistent nature of the pollution of surface waters of Ukrainian Danube Region we suggested that there is a need for continued monitoring of acute aquatic toxicity of these objects, especially lakes and rivers, by bioassay methods.

Keywords: water, water objects, bioassay, acute toxicity, Ukrainian.

Рецензент – проф. Катрушов О. В.

Стаття надійшла 30. 03. 2015 р.