

УДК 574.64(504.064)
DOI 10.47143/1684-1557/2026.1.4

ВИЗНАЧЕННЯ ГОСТРОЇ ТОКСИЧНОСТІ ЕКСТРАКТУ ТОКСИНІВ ЦІАНОБАКТЕРІЙ ПІД ЧАС ЇХНЬОГО МАСОВОГО РОЗВИТКУ В ОДЕСЬКИЙ ЗАТОЦІ ПІСЛЯ ПІДРИВУ ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

Кошелев О.В. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

koshelev2006@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8937-2323>

Дятлов С.Є. – к.б.н., доц., пров.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України» sergey.dyatlov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8956-8759>

Представлені результати визначення методом біотестування гострої летальної токсичності екстракту токсинів ціанобактерій, які масово розвивались у прибережній акваторії Одеської затоки після руйнування греблі Каховського водосховища. Внаслідок цієї катастрофи в липні 2023 року в Одеській затоці спостерігалась фаза «цвітіння» прибережного фітопланктону за участю ціанобактерій (*Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardhii*, *Microcystis flos-aquae*). Відповідно до стандартизованої методики біотестування було проведено визначення гострої летальної токсичності екстракту ціанобактерій з використанням як тест-об'єкта планктонних ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Була використана культура тест-об'єкта, попередньо адаптована до умов мінералізації води 5‰, що відповідає чинним нормативам та вимогам проведення токсикологічного дослідження. У відповідності до рекомендованої процедури проводили екстракцію токсинів та вторинних метаболітів шляхом трикратної заморозки та відтаювання проби фітопланктону з відомою чисельністю та біомасою. Сумарна біомаса ціанобактерій у пробі становила 15023,1 мг·л⁻¹ (15,02 г/дм³), це значення було прийнято за 100% під час приготування серії розведень для подальшого токсикологічного експерименту. Встановлено, що екстракт клітин ціанобактерій у кількості колоній або тріхом (30,4 млн/дм³) та сумарній біомасі (15,02 г/дм³) містив токсини, які чинили гостру летальну токсичність стосовно тест-об'єкта. Поріг гострої летальної токсичності водного екстракту біомаси ціанобактерій визначено на рівні 5,72±0,48 г/дм³. Зона токсичної дії була в межах показників біомаси 6,1–10,5 г/дм³. Абсолютна летальна концентрація зумовлена впливом біомаси ціанобактерій на рівні 11,6 г/дм³. Це свідчить, що «цвітіння» морської води Одеської затоки в липні 2023 р. було спричинене токсикогенними штамми ціанобактерій.

Ключові слова: біотестування, гостра токсичність, ціанобактерії, Одеська затока, підрив греблі Каховської ГЕС.

Вступ

У ніч проти 6 червня 2023 року російськими окупаційними військами була підірвана гребля Каховської ГЕС, що викликало залповий витік колосального об'єму води (14,4 км³), який становив 72% від усього об'єму Каховського водосховища (Тучковенко та Степаненко 2023). Вже 17 червня забруднена річкова вода дійшла до гирла р. Дунай та в північно-західній частині Чорного моря займала площу понад 7300 км². В Одеській затоці утворилась стійка водна маса із забрудненої суміші вод Дніпровсько-Бузького лиману та річкової води, що значно підвищило її трофічність. Внаслідок суттє-

вого опріснення морських вод разом із виносом із Дніпровсько-Бузького лиману великої кількості біогенних речовин у прибережній акваторії м. Одеса почалось «цвітіння» води, викликане масовим розвитком фітопланктону, зокрема ціанобактерій (Vyshnevskiy et al. 2023).

Надлишковий розвиток планктонного фітоценозу з домінуванням ціанобактерій зазвичай супроводжується накопиченням у воді різноманітних біологічно активних речовин, таких як токсини та вторинні метаболіти. Це призводить до деградації водних біоценозів, популяцій та навіть цілих екосистем, а накопичення токсичних метаболітів у воді та харчових

морепродуктах несе загрозу і для здоров'я людини (Apeldoorn et al. 2007; Новосельська 2013).

Встановлено, що потенційно токсичні види ціанобактерій можуть одночасно включати як токсикогенні, так і нетоксикогенні штами (Voloshko, Plyushch and Titova 2008). Ця обставина потребувала детального уточнення щодо токсикогенності штамів ціанобактерій, які масово розвивались в Одеській затоці після підриву греблі Каховської ГЕС.

Наявність у планктонному фітоценозі видів, відомих як «токсичні» або «потенційно токсичні», ще не доводить факт утворення ними токсинів у кількості, здатній чинити токсичну дію для гідробіонтів. У зв'язку з цим використання методології біотестування, що спрямована на виявлення інтегральної токсичності води або водних екстрактів певної біомаси ціанобактерій без ідентифікації конкретних альготоксинів, є нагепер найбільш прийнятною (Wilson, Sarnelle and Tillmanns 2006).

Найбільш придатними для оцінки впливу токсинів ціанобактерій на формування токсикологічної якості води є методи біотестування з використанням планктонних ракоподібних переважно роду *Daphnia* та *Ceriodaphnia* (Alva-Martínez, Sarma and Nandini 2007; Olvera-Ramírez, Centeno-Ramos and Martínez-Jerónimo 2010). Ці тест-об'єкти чутливі до токсинів різної хімічної природи, апробовані в багатьох країнах, забезпечені відповідними метрологічними характеристиками та уніфіковані у вигляді національних та міжнародних стандартів, що дозволяє отримувати достовірні результати.

Мета дослідження – визначити методом біотестування гостру летальну токсичність екстракту біомаси ціанобактерій Одеської затоки у разі їхнього інтенсивного «цвітіння» внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС.

Матеріал і методи досліджень

В основі проведення експерименту була застосована стандартизована методика визначення гострої летальної токсичності з використанням планктонних ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, 1901 (Cladocera, Crustacea) (ДСТУ 4173-2003 2004).

Проби фітопланктону об'ємом 1 дм³ були відібрані 17 липня 2023 року в акваторії пляжу «Дельфін» біля траверсу № 12. Одну пробу одразу зафіксували 4% розчином формаліну для подальшого визначення видового складу та показників розвитку (чисельності та біомаси) фітопланктону. Друга проба була заморожена в морозильній камері і використана для екстракції токсинів та вторинних метаболітів ціанобактерій.

Підготовча робота включала екстракцію токсинів із подальшою фільтрацією. Пробу фітопланктону об'ємом 1 дм³ трикратно заморожували та стільки ж разів відтаювали. Ця процедура рекомендована

для нехімічної екстракції токсинів ціанобактерій (Greenstein, Zamyadi and Wert 2021). В результаті була отримана рідина з рівномірним гомогенізованим вмістом із зруйнованих клітин ціанобактерій, із різким «фенольним» запахом та сизим забарвленням. Вода з екстрагованими токсинами була профільтрована через мембранний фільтр з діаметром пор 1,2 мкм, який затримував крупні завислі речовини. Фільтрат являв собою дрібнодисперсну суспензію водорозчинних фракцій внутрішньоклітинних токсинів та вторинних метаболітів. З отриманого фільтрату провели серію розведень контрольною водою (мінералізація 5‰). Експозиція біотестування становила 48 год. Було прийнято, що кожна серія розведення відповідала певній біомасі водоростей. Результатом дослідження було отримання токсикометричних показників певної біомаси ціанобактерій стосовно тест-об'єктів. Слід також зазначити, що значення мінералізації води для контролю відповідало встановленим нормативам та вимогам проведення токсикологічного дослідження.

Отримані результати опрацьовували статистично за загальноприйнятими методами, розрахунок токсикометричних показників виконано за допомогою пробіт-аналізу (ДСТУ 4173-2003 2004).

Результати та обговорення

Одним із негативних наслідків «Каховської катастрофи» для морської екосистеми Одеської затоки було широкомасштабне явище «цвітіння» морської води, спричинене масовим розвитком планктонних водоростей на тлі умов підвищеної температури води та зниженої солоності (Мінічева та ін. 2023). Причому після надходження прісної води до Одеської затоки в планктоні спочатку спостерігався інтенсивний розвиток діатомових водоростей. Так, чисельність *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, 1873 збільшилася у 80 разів, а чисельність *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & JCLewin 1964 – у 50 разів. За два тижні почалась друга фаза «цвітіння» у прибережному фітопланктоні вже за участю ціанопротистів, наприклад, чисельність *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Bornet & Flahault зросла в 2000 разів (Мінічева et al. 2025).

Саме у середині липня в акваторії Одеської затоки спостерігали «цвітіння» морської води з переважаючим розвитком ціанобактерій. Найбільші скупчення плям «цвітіння» спостерігались за штильової погоди у прибережній зоні одеських пляжів (рис. 1).

Під час відбору проб температура води становила 24,2°C, мінералізація – 5,4‰, концентрація розчинного у воді кисню – 5,8 мг/дм³.

У пробах фітопланктону району відбору проб відзначена наявність ціанобактерій, кількісні показники розвитку яких наведено у таблиці 1.

Сумарна біомаса фітопланктону у пробі становила 15023,1 мг·л⁻¹ (15,02 г/дм³), це значення було прийнято за 100% під час приготування серії розведень для подальшого токсикологічного експерименту.

За біомасою переважали колонії *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, внесок інших видів у загальну біомасу був на рівні незначних домішок. Слід зазначити, що інших планктонних видів водоростей у пробі не відзначено. Очікувано, що можливий негативний вплив на тест-об'єкти під час біотестування ймовірно будуть проявляти токсини та вторинні метаболіти саме ціанобактерій.

Визначення гострої летальної токсичності водного екстракту ціанобактерій проводили з використанням як критерію токсичності показників смертності тест-організмів стосовно контролю у перерахунку до відповідної біомаси ціанобактерій. Застосування з метою фізичного лізису циклу заморожування-відтавання суспензії біомаси ціано-

бактерій спричиняє руйнування клітин та вивільнення внутрішньоклітинних токсинів на рівні 80% (Greenstein, Zamyadi and Wert 2021). Такий спосіб екстракції не викликає деградації токсинів і при цьому не використовуються хімічні екстрагенти (метанол, сульфат міді тощо), здатні модифікувати токсичний вплив на тест-об'єкти.

Протягом експозиції виявлено абсолютно летальний діапазон (серія розведень, що відповідала показникам біомаси ціанобактерій 15,02–10,01 г/дм³), в якому загибель тест-об'єктів спостерігалась протягом 48 год. (рис. 2).

«Цвітіння» води, спричинене інтенсивним розвитком ціанобактерій у липні 2023 року в Одеській затоці у кількості колоній або трихом (30,4 млн/дм³) та сумарній біомасі (15,02 г/дм³), містило токсини, що здатні чинити гостру летальну токсичність. Навіть розведення первинного екстракту контрольною водою, що відповідала показнику біомаси 10,01 г/дм³, жодним чином не вплинуло на змен-

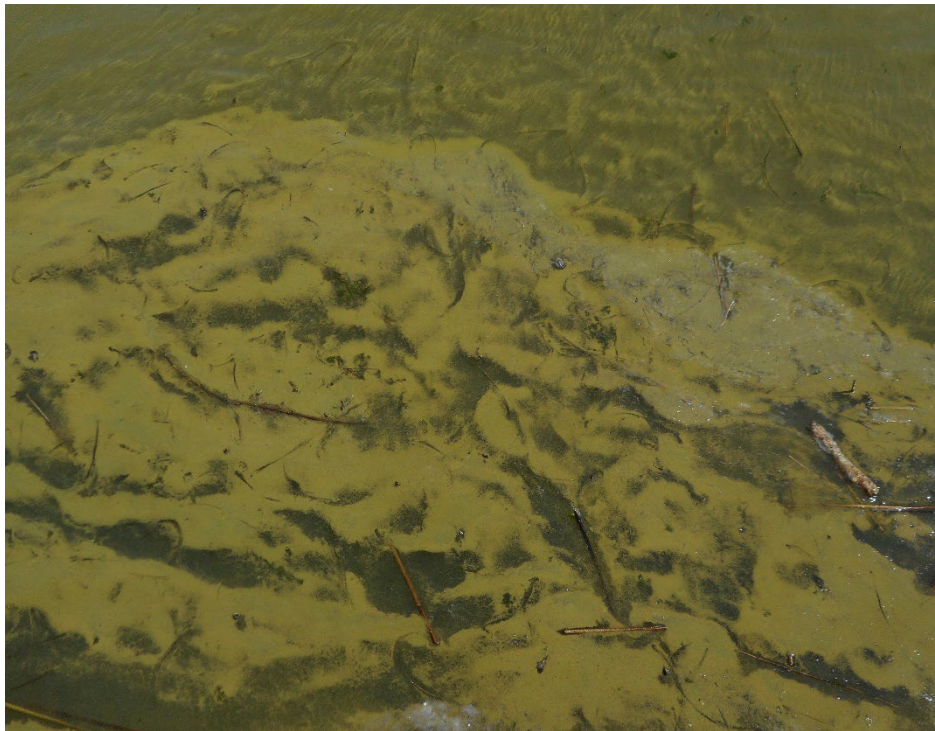


Рис. 1. «Цвітіння» води в акваторії пляжу «Дельфін» біля траверсу № 12 (17 липня 2023 року)

Таблиця 1

Видовий склад та кількісні характеристики фітопланктону Одеської затоки в районі пляжу «Дельфін» (визначення к.б.н., с.н.с. О.П. Гаркуші)

Вид ціанобактерій	Чисельність, 10 ⁶ ·л ⁻¹	Біомаса, мг·л ⁻¹	% від загальної біомаси
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	17,100 (колоній)	15000,000	99,85
<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	7,980 (трихом)	12,680	0,08
<i>Dolichospermum flosaquae</i> (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek	5,320 (трихом)	10,437	0,07

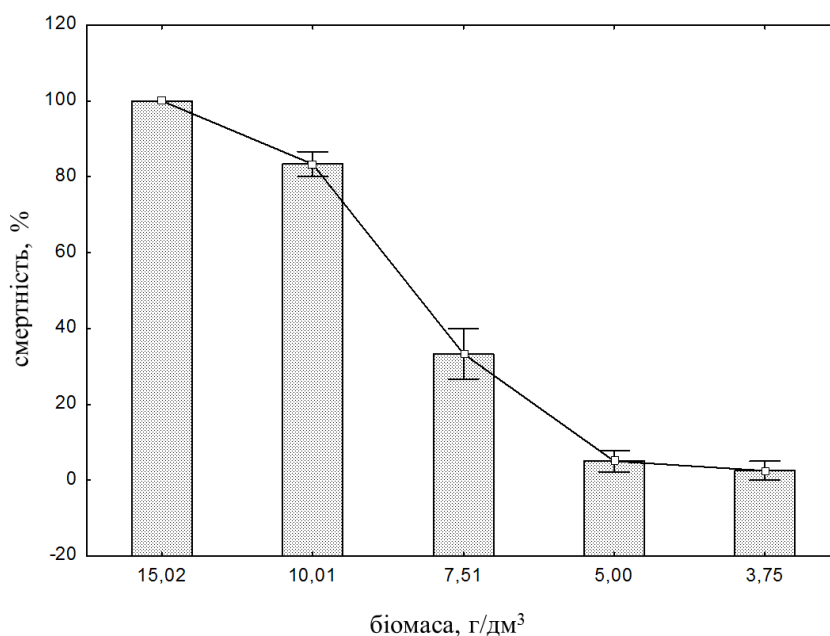


Рис. 2. Показники смертності (48 год.) тест-об'єктів у перерахунку до відповідної біомаси ціанобактерій

Таблиця 2

Токсикометричні показники біомаси ціанобактерій (г/дм³) Одеської затоки під час масового розвитку після підриву дамби Каховської ГЕС

LC_{50} (M±m)	95% довірчий інтервал LC_{50}	LC_{10}	$LC_{16} - LC_{84}$	Кратність розведення, %
8,30±0,12	8,05–8,55	5,48	6,10–10,50	55,2

шення токсичності, цей показник був також абсолютно летальним за 48-годинну експозицію. Не летальними були значення біомаси ціанобактерій у діапазоні 5,00–3,75 г/дм³, за яких показники смертності не перевищували 50-відсотковий бар'єр.

У паралельному експерименті тестувалась фільтрована морська вода, позбавлена ціанобактерій. Результати проведеного експерименту показали, що без екстракції клітин ціанобактерій та незважаючи на значне антропогенне забруднення, проба морської води виявилась нетоксичною. Токсичність морської води під час досліджень зумовлена відмиранням певної біомаси водоростей та виходом внутрішньоклітинних токсинів у водне середовище.

Проведене біотестування дозволило отримати токсикометричні показники (табл. 2) дії токсинів та вторинних метаболітів ціанобактерій Одеської затоки стосовно *S. affinis*.

Отриманий базовий показник токсичності (медіанна летальна концентрація) виявив, що гостра токсичність встановлена у разі показника біомаси ціанобактерій 8,3±0,12 г/дм³. Зона токсичної дії була в межах показників біомаси 6,10–10,5 г/дм³. Абсо-

лютна летальна концентрація зумовлена впливом біомаси ціанобактерій на рівні 11,6 г/дм³.

Фільтрат зруйнованої лізисом біомаси ціанобактерій у кратності розведення на рівні 55,2% виявився гостротоксичним (під час біотестування загибель тест-об'єктів становила 50%). Для того щоб проба морської води з Одеської затоки втратила свої токсичні властивості, її необхідно розбавити більш ніж у 2 рази чистою водою без токсинів ціанобактерій.

Поступове підвищення солоності морської води Одеської затоки до сезонних значень призвело до поступового відмирання тріхом та колоній ціанобактерій, що супроводжувалось відповідним вивільненням токсинів та вторинних метаболітів. Повільний гідроліз та фотохімічне руйнування розчинних у морській воді вторинних метаболітів та токсинів ціанобактерій приводив до їхньої поступової деградації. Однак цей процес був розтягнутий у часі та безпосередньо в морі не спостерігалась масова загибель гідробіонтів, як на першому етапі потрапляння до акваторії Одеської затоки забрудненої прісної води (Мінічева та ін. 2023).

Накопичення токсинів ціанобактерій внаслідок їхнього інтенсивного розвитку в Одеській затоці можна розглядати як додатковий чинник негативного впливу на морську екосистему безпрецедентного акту екоциду – підриву греблі Каховської ГЕС.

Висновки

1. Одним із наслідків підриву греблі Каховської ГЕС був масовий розвиток фітопланктону в Одеській затоці, причому «цвітіння» морської води було викликане токсикогенними штамми ціанобактерій.

2. Методом біотестування з використанням як тест-об'єкта *Ceriodaphnia affinis* встановлено, що екстракт клітин ціанобактерій (*Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardhii*, *Microcystis flos-aquae*) у кількості колоній або трихом 30,4 млн/дм³

та сумарній біомасі 15,02 г/дм³ містила токсини, що здатні чинити гостру летальну токсичність.

3. За умов руйнування клітин та вивільнення токсинів та вторинних метаболітів у водорозчинну фазу медіанна летальна концентрація екстракту біомаси ціанобактерій визначена на рівні 8,3±0,12 г/дм³. Зона токсичної дії була в межах показників біомаси 6,10–10,50 г/дм³. Абсолютна летальна концентрація зумовлена впливом біомаси ціанобактерій на рівні 11,6 г/дм³.

Подяка. Автори висловлюють щире подяку старшому науковому співробітнику відділу біологічних основ екологічного менеджменту ДУ «Інститут морської біології НАН України» к.б.н. О.П. Гаркуші за визначення видового складу, чисельності та біомаси фітопланктону.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD). Київ : Держстандарт України, 2004. 17 с.

2. Мінічева Г.Г., Бондаренко О.С., Богатова Ю.І. та ін. Реакція морської екосистеми на наслідки руйнування греблі Каховського водосховища. *Морський екологічний журнал*. 2023. Т. XVII. № 1–2. С. 52–68. <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2023.1-2.6>.

3. Новосельська Л.П. Вплив біологічно активних сполук синьо-зелених водоростей на гідробіонти та теплокровні організми. *Екологічні науки*. 2013. Т. 1(3). С. 38–41.

4. Тучковенко Ю., Степаненко С. Вплив руйнування греблі Каховської ГЕС на екологічний стан Одеського району Чорного моря. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. № 44. С. 71–80. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.44.71-80>.

5. Alva-Martínez A.F., Sarma S.S.S., Nandini S. Effect of mixed diets (Cyanobacteria and green algae) on the population growth of the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macroscopa*. *Aquatic Ecology*. 2007. Vol. 41. P. 579–585. <https://doi.org/10.1007/s10452-007-9115-1>.

6. Apeldoorn M.E., van Egmond H.P., Speijers G.J.A., Bakker G.J.I. Toxins in Cyanobacteria. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2007. Vol. 51. P. 7–60. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600185>.

7. Greenstein K.E., Zamyadi A., Wert E.C. Comparative assessment of physical and chemical

cyanobacteria cell lysis methods for total microcystin-LR analysis. *Toxins*. 2021. Vol. 13(9). P. 596. <https://doi.org/10.3390/toxins13090596>.

8. Minicheva G.G., Garkusha O.P., Kalashnik K.S., Marinets G.V., Sokolov Y.V. Response of the Black Sea planktonic and benthic algae to the consequences of the Kakhovka reservoir dam on the Dnipro River (Ukraine) destruction. *International Journal of Algae*. 2025. Vol. 27(2). P. 157–176. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v27.i2.50>.

9. Olvera-Ramírez R., Centeno-Ramos C., Martínez-Jerónimo F. Toxic effects of *Pseudanabaena tenuis* (Cyanobacteria) on the Cladocerans *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia*. *Hidrobiológica*. 2010. Vol. 20. № 3. P. 203–212.

10. Voloshko L.N., Plyushch A.V., Tytova, N.N. Toxins of cyanobacteria (Cyanophyta). *International Journal of Algae*. 2008. Vol. 10(1). P. 14–33. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v10.i1.20>.

11. Vyshnevskiy V., Shevchuk S., Komorin V., Oleynik Y., Gleick P. The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*. 2023. Vol. 48(2). P. 1–17. <https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2247679>.

12. Wilson A., Sarnelle O., Tillmanns A. Effects of cyanobacterial toxicity and morphology on the population growth of freshwater zooplankton: Meta-analyses of laboratory experiments. *Limnology and Oceanography*. 2006. Vol. 51. P. 1915–1924. DOI: 10.4319/lo.2006.51.4.1915.

References

1. DSTU 4173:2003. Yakist vody. Vyznachennia khronichnoi toksychnosti khimichnykh rehovyn ta vody na *Daphnia magna* Straus ta *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) [Water quality. Determination of chronic toxicity of chemicals and water on *Daphnia magna* Straus and *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea)]. (ISO 6341:1996, MOD). [Valid

from 2003-06-10]. *Derzhspozhyvstandart Ukrainy – State consumer standard of Ukraine*, 23 p. [in Ukrainian].

2. Minicheva, G.G., Bondarenko, O.S., Bogatova, Yu.I., Bolshakov, V.M., Bushuev, S.G., Garkusha, O.P. et al. (2023). Reaktsiya mors'koyi ekosystemy na naslidky ruynuvannya hrebli Kakhovsk'oho vodoskhovyscha [The reaction of the marine ecosystem to the consequences

of the destruction of the dam of the Kakhovsky Reservoir]. *Mors'kyi ekolohichnyi zhurnal – Marine Ecological Journal*, 17(1–2), 52–68 [in Ukrainian].

3. Novosyelska, L.P. (2013). Vpliv biologichno aktivnih spoluk sino-zelenih vodorostej na gidrobionti ta teplokrovni organizmi [The influx of biologically active bluish-green algae onto hydrobionts and warm-blooded organisms]. *Ekologichni nauki – Environmental Sciences*, 1(3), 38–41 [in Ukrainian].

4. Tuchkovenko, Yu., & Stepanenko, S. (2023). Vplyv ruinvannia hrebli Kakhovskoi HES na ekolohichnyi stan Odeskoho raionu Chornoho moria [The influx of the ruined rowing of the Kakhovskaya HES to the ecological camp of Odessky district of the Black Sea]. *Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki – Problems of water supply, drainage and hydraulics*, 44, 71–80 [in Ukrainian].

5. Alva-Martínez, A.F., Sarma, S.S.S., & Nandini, S. (2007). Effect of mixed diets (Cyanobacteria and green algae) on the population growth of the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macrocopa*. *Aquatic Ecology*, 41, 579–585.

6. Apeldoorn, M.E., van Egmond, H.P., Speijers, G.J.A., & Bakker, G.J.I. (2007). Toxins in Cyanobacteria. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51, 7–60.

7. Greenstein, K.E., Zamyadi, A., & Wert, E.C. (2021). Comparative assessment of physical and chemical

cyanobacteria cell lysis methods for total microcystin-LR analysis. *Toxins*, 13(9), 596.

8. Minicheva, G.G., Garkusha, O.P., Kalashnik, K.S., Marinets, G.V., & Sokolov, Y.V. (2025). Response of the Black Sea planktonic and benthic algae to the consequences of the Kakhovka reservoir dam on the Dnipro River (Ukraine) destruction. *International Journal of Algae*, 27(2), 157–176.

9. Olvera-Ramírez, R., Centeno-Ramos, C., & Martínez-Jerónimo, F. (2010). Toxic effects of *Pseudanabaena tenuis* (Cyanobacteria) on the Cladocerans *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia*. *Hidrobiológica*, 20, 203–212.

10. Voloshko, L.N., Plyushch, A.V., & Tytova, N.N. (2008). Toxins of cyanobacteria (Cyanophyta)]. *International Journal of Algae*, 10(1), 14–33.

11. Vyshnevskiy, V., Shevchuk, S., Komorin, V., Olynyk, Y., & Gleick, P. (2023). The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*, 48(2), 1–17.

12. Wilson, A., Sarnelle, O., & Tillmanns, A. (2006). Effects of cyanobacterial toxicity and morphology on the population growth of freshwater zooplankton: Meta-analyses of laboratory experiments. *Limnology and Oceanography*, 51, 1915–1924.

DETERMINATION OF THE ACUTE TOXICITY OF CYANOBACTERIAL TOXINS EXTRACT DURING THEIR MASS DEVELOPMENT IN THE ODESSA BAY AFTER THE DETONATION THE DAM OF THE KAKHOVKA HYDROELECTRIC POWER PLANT

Koshelev O.V., PhD, Senior Researcher

Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, koshelev2006@ukr.net

Dyatlov S.Ye., PhD, Leading researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, sergey.dyatlov@gmail.com

The results of determining the acute lethal toxicity of cyanobacterial toxins, which developed massively in the coastal waters of the Odessa Bay after the destruction of the Kakhovka Reservoir dam, using the bioassay method are presented. As a result of this disaster, in July 2023, a phase of coastal phytoplankton 'blooming' involving cyanobacteria (*Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardhii*, *Microcystis flos-aquae*) was observed in the Odessa Bay. In accordance with the standardized bioassay methodology, the acute lethal toxicity of cyanobacterial extract was determined using the planktonic crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg as a test organism. The test object culture was used, previously adapted to water mineralisation conditions of 5 g/dm³, which corresponded to the current standards and requirements for toxicological research. In accordance with the recommended procedure, toxins and secondary metabolites were extracted by freezing and thawing the phytoplankton sample, with a known number and biomass, three times. The total biomass of cyanobacteria in the sample was 15023.1 mg·l⁻¹ (15.02 g/dm³), which was taken as 100% when preparing a series of dilutions for further toxicological experiments. It was established that cyanobacterial cell extract in terms of colonies or trichomes (30.4 million/dm³) and total biomass (15.02 g/dm³) contained toxins that caused acute lethal toxicity to the test object. The threshold of acute lethal toxicity of the aqueous extract of cyanobacterial biomass was determined at 5.72±0.48 g/dm³. The toxic effect zone was within the biomass range of 6.10–10.50 g/dm³. The absolute lethal concentration was determined to be 11.60 g/dm³ due to the influence of cyanobacterial biomass. This indicates that the 'blooming' of seawater in the Odessa Bay in July 2023 was caused by toxicogenic strains of cyanobacteria.

Key words: bioassay, acute toxicity, cyanobacteria, Odessa Bay, destruction of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant dam.

Дата першого надходження статті до видання: 20.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 27.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)