



ВИЗНАЧЕННЯ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ МАЛИХ ВОДОТОКІВ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ

Кошелев О.В. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

koshelev2006@ukr.net

Для визначення хронічної токсичності вод поверхневого стоку Куяльницького лиману кожні два місяця протягом 2019 року проводили токсикологічне біотестування води з декількох пунктів відбору проб: водотоку з території санаторію «Куяльник», водотоку Корсунцовської балки з системи ставків с. Корсунці, водотоку біля с. Красносілка (Гільдендорфська балка) та малих річок Великий Куяльник та Кубанка.

Хронічне біотестування проводили з використанням спеціально адаптованої до підвищеної мінералізації води лабораторної культури *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Критерієм хронічної токсичності було достовірне зниження показників плодючості (кількість молоді) у воді, що тестується, у порівнянні з контролем протягом досліду.

Статистично вірогідна різниця між показниками плодючості в досліді та контролі, відмічена при біотестуванні води з водотоку Гільдендорфської балки, водотоку з системи ставків в с. Корсунці та водотоку з території санаторію «Куяльник». У результаті проведеного біотестування поверхневої води малих річок Великий Куяльник та Кубанка хронічна токсичність не виявлена.

Низка якості поверхневої води малих водотоків та хронічна токсичність багато в чому пов'язана з розташуванням локальних джерел забруднення (сміттєзвалища, об'їзна дорога) та скидами каналізаційних вод у південній частині Куяльницького лиману. Отримані результати збігаються з проведеним аналізом гідрохімічних показників водотоків та водойм південної частини водозбору Куяльницького лиману, екологічний стан яких оцінено як «посередній» зі ступенем чистоти вод «помірно забруднені».

Виявлена хронічна токсичність води малих водотоків вказує на їх хімічне забруднення, яке може негативно впливати на розвиток ранніх наупліальних стадій *Artemia partenogenetica*, для яких вкрай важлива наявність локально опріснених акваторій у прибережній зоні лиману.

Ключові слова: Куяльницький лиман, малі водотоки, хронічна токсичність, біотестування.

Вступ

Як і інші гіпергалінні водойми, Куяльницький лиман сформувався в умовах посушливого клімату, незначних опадів у весняно-літній період, інтенсивних суховіїв і високої суми активних температур. У біоті таких водойм домінуючим представником фауни є рачки роду *Artemia*, зокрема вид *Artemia partenogenetica* (Bowen and Sterling 1978), а представниками альгофлори – *Dunaliella*, *Nitzschia*, *Navicula* та інші, які мають високу екологічну пластичність та солетолерантність. Вони відіграють важливу роль у формуванні органічних речовин лікувальних мулових-сульфідних грязей, які мають високий терапевтичний ефект (Дексбах, и Анферова 1971).

Нераціональне використання місцевих водних ресурсів призводить до виснаження річкових басейнів, особливо малих річок, що визначає їх переродження в системи, які втрачають водогосподарське, рибогосподарське та ландшафтне значення.

Особливо важкої і непоправної шкоди було завдано малим річкам та водотокам басейну Куяльницького лиману, які є необхідною структурною ланкою гідрографічної мережі й значною мірою визначають водність лиману. Для відтворення водного режиму лиману було прийнято рішення про наповнення лиману морською водою у зимово-весняний період.

Куяльницький лиман відноситься до замкнених безстічних водойм, його рельєф перешкоджає стік до моря, тому всі речовини, які потрапляють до гідроекосистеми лиману з поверхневим стоком, атмосферними опадами, штучним надходженням морської води тощо, залишаються у воді лиману або депонуються у донних відкладеннях.

На фоні надто високої мінералізації у воді лиману відмічено підвищене, порівняно з прісними водотоками, концентрування важких металів (Шихалеева и др. 2011). Найбільший рівень хімічного забруднення реєструється в південній частині лиману, що обумовлене збільшенням тех-

ногенного навантаження внаслідок інтенсивного руху автотранспорту по окружній дорозі м. Одеса, а також переважним скупченням малих водотоків саме у центральній та південній частині лиману. Відчутну роль у формуванні рівня забруднення водної екосистеми Куяльницького лиману важкими металами відіграє поверхневий стік з системи ставків с. Корсунці та т.з. «Лузанівських ставків». У воді ставків реєструвалося більш ніж в 90 % випадків перевищення санітарно-гігієнічних нормативів для кадмію, свинцю та ванадію (Шихалеєва і др. 2014). Все це обумовлює актуальність поглибленого дослідження можливих токсичних властивостей води, яка надходить до лиману на основі уніфікованої експериментальної оцінки реакції водних організмів (тест-об'єктів) на прояв токсичної дії.

Нормативом гранично допустимого рівня токсичності поверхневих вод є відсутність хронічної токсичності (ДСТУ 4174-2003 2004), що забезпечує умови

нормального функціонування водних організмів та їх відтворення протягом ряду поколінь. Натомість хронічний вплив токсикантів завжди та однозначно зводиться до зниження плодючості в низці поколінь, порушення ембріогенезу і постембріонального розвитку.

Мета дослідження – визначення хронічної токсичності води малих водотоків, які формують гідрологічну мережу Куяльницького лиману.

Матеріал та методи досліджень

У рамках регулярних моніторингових обстежень гідробіологічного стану Куяльницького лиману, ДУ «Інститут морської біології НАН України» протягом 2019 року кожні два місяця відбиралися проби поверхневої води для подальшого біотестування з декількох пунктів відбору проб: водотоку з території санаторію «Куяльник», водотоку Корсунцовської балки з системи ставків (с. Корсунці), водотоку біля с. Красносілка (Гільдендорфська балка) та малих річок – Великий Куяльник та Кубанка (рис. 1).

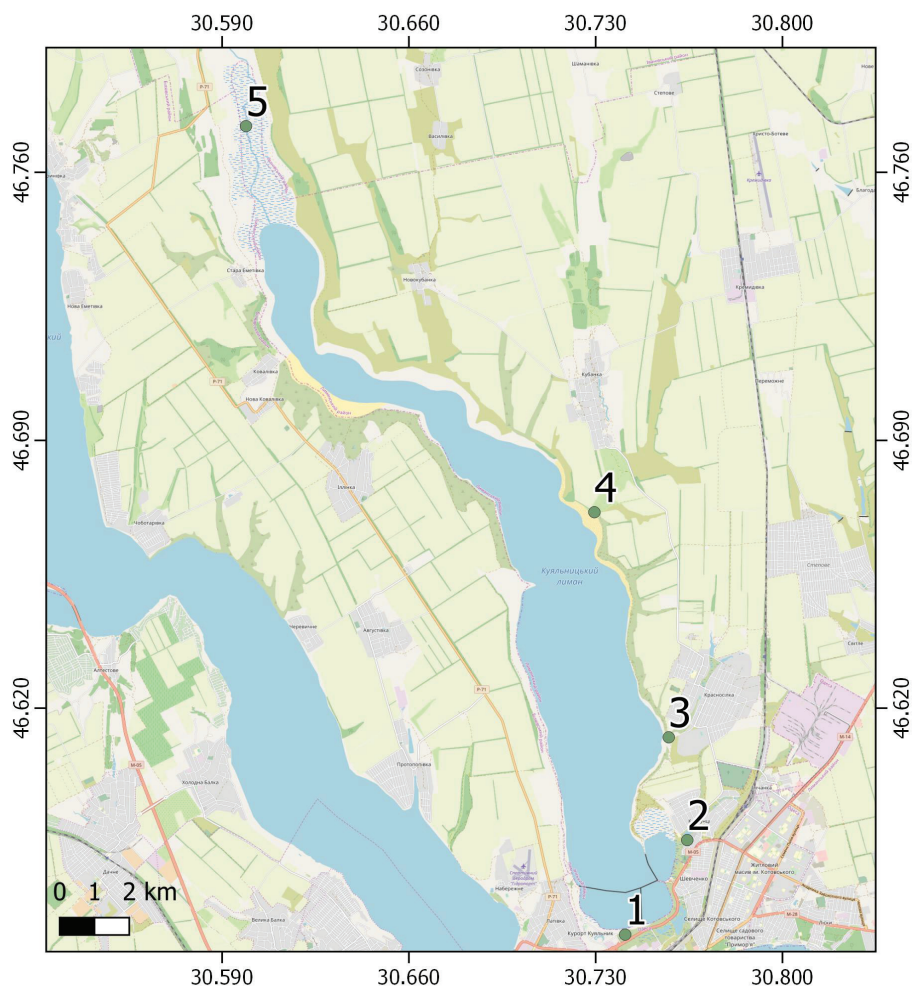


Рис. 1. Пункти відбору проб води в малих водотоках акваторії Куяльницького лиману (1 – водотік санаторію «Куяльник», 2 – водотік Корсунцовської балки, 3 – водотік Гільдендорфської балки, 4 – р. Кубанка, 5 – р. Великий Куяльник)

Слід зазначити, що під час моніторингових спостережень вода з малих річок В. Куяльник та Кубанка жодного разу не доходила до лиману. Токсикологічну оцінку води з малих річок проводили для визначення якості води цих водних об'єктів як потенційних джерел поповнення лиману водою та для порівняння їх екологічної якості зі штучними водотоками.

У дослідах з *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) аналізували достовірне зниження показників плодючості (кількість молоді) у воді, що тестується, у порівнянні з контролем протягом дослідів (ДСТУ 4174–2003, 2004). Для визначення хронічної токсичності води розраховували: середню кількість народженої молоді на одну самицю розподілом загального числа молоді, що народилася за час експозиції, й достовірне відхилення в кількості народженої молоді на одну самицю відносно контролю. Дослідження виконано у 10-ти повторах. Тест-об'єкти забезпечувалися комбінованим дріжджо-водоростевим кормом. Експозиція дослідів склала 21 добу. Для біотестування поверхневої води малих водотоків, що впадають до Куяльницького лиману, використовували спеціально адаптовану до підвищеної мінералізації води (5 г/дм³) лабораторну культуру дафнії, що не суперечить встановленим нормативам. Оцінка вірогідності відмінностей плодючості тест-об'єктів проводилася з використанням критерію Стьюдента (Лакин 1990).

Результати та обговорення

При біотестуванні води з малих водотоків Куяльницького лиману відмічено зменшення сумарної плодючості дафній.

Експонування тест-об'єктів у воді водотоку з території санаторію «Куяльник» приводило до статистично вірогідної різниці показників плодючості між дослідом та контролем (рис. 2).

Малий водотік на території санаторію «Куяльник» приймає стоки, в тому числі й каналізаційні, з прилеглих до південної частини лиману «Лузанівських ставків» та частково з території санаторію. Значне забруднення води призвело до зменшення показників середньої плодючості *D. magna* під час дослідів, що вказує на прояв хронічної токсичності протягом всього 2019 року.

При експериментальному визначенні хронічної токсичності проб води з водотоку Корсунцовської балки показники плодючості *D. magna* суттєво змінювалися у порівнянні з контролем – в усіх пробах води середня плодючість тест-об'єктів була нижче, ніж у контролі (рис. 3).

Низька якість води водотоку Корсунцовської балки за токсикологічними показниками вказує на значну антропогенну трансформацію та високий рівень забруднення внаслідок аварійних скидів каналізаційних вод в каскад ставків с. Корсунці.

При біотестуванні проб води, відібраних з малого водотоку Гільдендорфської балки (с. Красносілка), показники плодючості тест-об'єктів показали наявність хронічної токсичності протягом 2019 року (рис. 4).

Певну роль у формуванні якості води водотоку Гільдендорфської балки відіграє тваринництво та відповідне органічне забруднення. На водозбірній площі розташовано пасовище, а сам водотік використовується як водопій для рогатої худоби. Експонування тест-об'єктів у пробах води саме з цього водотоку показало найбільшу різницю у показниках плодючості рачків порівняно з контролем.

Характер прояву хронічної токсичності води з малих водотоків пов'язаний з поступовим зменшенням сумарного об'єму води в літні та осінні місяці при більш-менш стабільному вмісті забруднюючих речовин, що й призвело до підсилення прояву токсичної дії з липня по листопад 2019 року.

Якість водного середовища за токсикометричними показниками формується в результаті дії всієї сукупності природних процесів, обміну речовинами на рівні біологічної складової гідроекосистем та алохтонними потоками з площі водозбору. Відомо, що хімічне забруднення поверхневих вод Куяльницького лиману багато в чому пов'язане з розташуванням локальних джерел забруднення (Шихалеева и др. 2011; Богатова 2016), серед яких важливе місце займають скиди каналізаційних вод у південній частині Куяльницького лиману. На це вказує відмічена в ході дослідження різниця в кількості молоді тест-об'єктів у аналізованих пробах води, порівняно з контролем, що свідчить про прояв хронічної токсичності води з водотоків саме з південної частини Куяльницького лиману.

У ході біотестового аналізу встановлено хронічну токсичність води з водотоку санаторію «Куяльник», водотоку Корсунцовської балки та водотоку Гільдендорфської балки. Зниження плодючості тест-об'єктів пов'язане з низькою якістю поверхневої води з цих водотоків за гідрохімічними показниками. Забруднені комунальні стоки з прилеглих до південної частини лиману територій містять надвисокі концентрації сполук азоту (ставки с. Корсунці) та фосфору («Лузанівські ставки») (Богатова 2016).

У цілому отримані результати збігаються з проведеним аналізом гідрохімічних показників водотоків та водойм південно-східної частини водозбору Куяльницького лиману (Лобода та ін. 2016), які вказують на екологічний стан «посередній» зі ступенем чистоти вод «помірно забруднені».

Біотестовий аналіз води решти водотоків, а саме малих річок Кубанка та В. Куяльник, протягом досліджень значущих відхилень репродуктивних

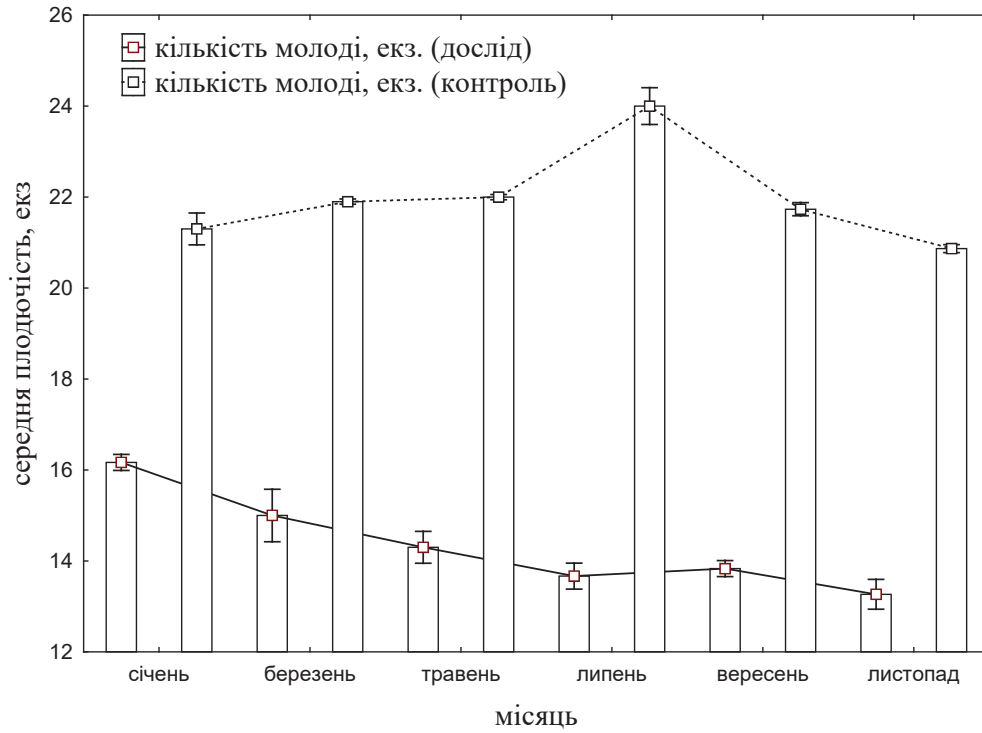


Рис. 2. Показники плодючості *D. magna* при біотестуванні води водотоку з території санаторію «Куйальник» протягом 2019 р.

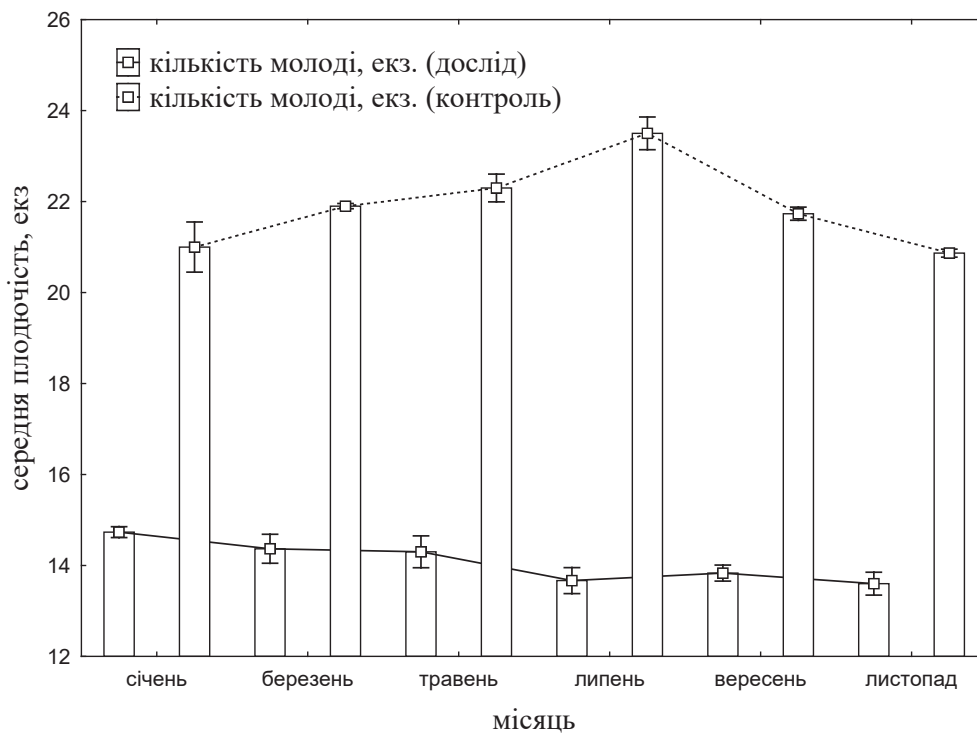


Рис. 3. Показники плодючості *D. magna* при біотестуванні води водотоку Корсунцовської балки протягом 2019 р.

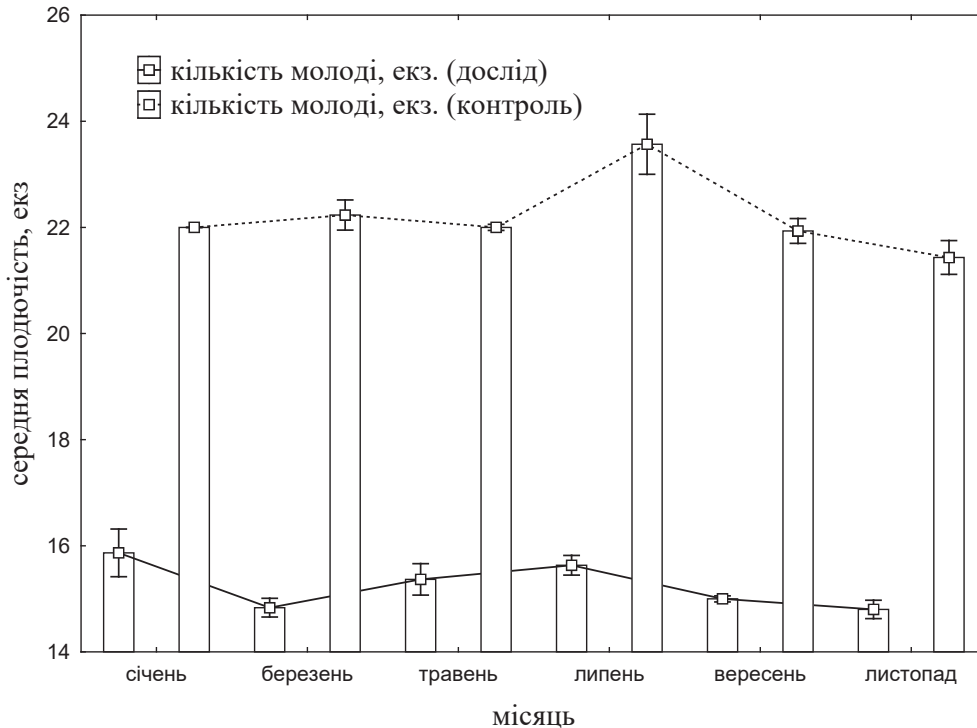


Рис. 4. Показники плодючості *D. magna* при біотестуванні води водотоку Гільдендорфської балки протягом 2019 р.

показників тест-об'єктів не виявив, що свідчить про відсутність хронічної токсичності.

Під час екологічного моніторингу Куяльницького лиману, проведеного ДУ «Інститут морської біології НАН України» у 2015–2019 рр., по всій акваторії лиману реєструвалась лише одна екологічна морфа артемії – *A. partenogenetica* var. *körpeniana*, яка притаманна для ультрагалінних умов, що вказує на відсутність преферентних умов для розвитку різноманітних екологічних варіацій артемії в Куяльницькому лимані. Наявний сольовий режим лиману не в змозі забезпечити повноцінний популяційний поліморфізм артемії та стримує реалізацію адаптивних можливостей цих рачків. Лише навесні (березень-квітень) у зоні змішування морської води та поверхневої води лиману у безпосередній близькості до водоспускного лотка реєструвалися рачки, які були віднесені до морфи *A. partenogenetica* var. *milhausenii*. Це підтверджує недостатність лише штучного наповнення лиману морською водою і вказує на малу кількість прісних водотоків по берегах лиману та загального об'єму прісного стоку, необхідного для нормального розвитку артемії та їх популяційного поліморфізму (Кошелєв 2015).

Виходячи з того, що Куяльницький лиман відноситься до водойм з переважно органічним типом накопичення відкладень, то раціональне

використання ропи лиману за наявної санаторно-лікувальної інфраструктури можливо лише при збереженні оптимальних показників вмісту мінеральних і органічних компонентів, які значною мірою визначаються життєдіяльністю мікроводоростей та рачками артеміями. Наявна гідрографічна мережа малих водотоків та річок не в змозі забезпечити підтримку сталого гідрологічного режиму Куяльницького лиману, але наявність локальних опріснених акваторій в пригирлових ділянках водотоків вкрай важлива для розвитку рачків артемії, які є діючим чинником в процесі утворення лікувальних грязей (Дексбах, и Анферова 1971).

Разом із поверхневим стоком до узбережжя потрапляють забруднюючі речовини, які здатні негативно впливати як на ритміку викльову, так і на смертність ранніх наупліальних стадій, що може суттєво впливати на стартову чисельність *A. partenogenetica* після діапаузи (Егоркіна, Тарубаров, и Мошкина 2007).

Викльов із латентних яєць першої генерації наупліусів *A. partenogenetica* відбувається у прибережній зоні лиману, локально опрісненій водою з малих водотоків, які мають техногенне навантаження, значне хімічне забруднення, що обумовлює прояв хронічної токсичної дії. Ця обставина безумовно негативно впливає на біоритміку викльову наупліусів артемії в Куяльницькому лимані.

Рекомендується винести в натуру прибережні захисні смуги малих річок Великий Куяльник, Кубанка й водотоків Гільдендорфської та Корсунцовської балок, «Лузанівських ставків» та встановити на них суворий режим господарської діяльності, як і на решті території водоохоронної зони відповідно до Водного кодексу України. Зменшення прояву токсичних ефектів у воді малих водотоків Куяльницького лиману сприятиме нормальному природному відтворенню запасів цінного об'єкту водного промислу – латентних яєць артемії.

Висновки

У результаті проведеного біотестування проб води малих водотоків Куяльницького лиману протягом 2019 року виявлено хронічну токсичність води з водотоку санаторію «Куяльник», водотоку Корсун-

цовської балки та водотоку Гільдендорфської балки. Зниження плодючості тест-об'єктів спостерігалось упродовж всього 2019 року.

Встановлена хронічна токсичність вказує на суттєву антропогенну трансформацію та високий рівень забруднення води малих водотоків Куяльницького лиману, що може негативно впливати на умови відтворення рачків артемії, які беруть участь у процесі утворення лікувальних грязей.

Біотестовий аналіз проб води з малих річок В. Куяльник та Кубанка не виявив значущих відхилень репродуктивних показників тест-об'єктів, що свідчить про відсутність хронічної токсичності. Проведена токсикологічна оцінка води з малих річок Куяльницького лиману показала їх задовільний екологічний стан порівняно зі штучними водотоками.

Список використаних джерел

1. Богатова Ю.И. Гидрохимический режим Куяльницького лимана в современный период. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2016. Вип. 20. С. 59–69.
2. Гідрохімічні показники та якість вод водотоків та водойм південно-східної частини водозбору Куяльницького лиману (балки Гільдендорфська, Корсунцівська, озера пересипу). / Лобода Н.С., Гриб О.М., Яров Я.С., Гриб К.О. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3. С. 42–49.
3. Дексбах Н.К., Анферова Л.В. Рачок артемія и лечебная грязь. *Природа*. 1971. № 3. С. 79–80.
4. Динамика гидрохимических показателей поверхностных вод бассейна Куяльницького лимана. / Шихалеев Г.Н., Эннан А.А., Шихалеев И.И., Чурсина О.Д. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Хімія*. 2011. Т. 16. (Вип. 14). С. 54–61.
5. ДСТУ 4173:2003. Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD). [Чинний

- від 2003-06-10]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 23 с.
6. Егоркина Г.И., Тарубаров Л.Н., Мошкина В.С. Изменчивость токсического воздействия ксенобиотиков на выклев артемии в различных инкубационных средах. *Мир науки, культуры, образования*. 2007. № 1(4). С. 14–16.
7. Кошелєв О.В. Екоморфологічні особливості *Artemia parthenogenetica* (Bowen and Sterling, 1978). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2015. № 3-4 (64). С. 351–354.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебн. пособ. для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
9. Пространственно-временное распределение тяжелых металлов в донных отложениях южной части Куяльницького лимана / Шихалеев Г.Н. и др. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Хімія*. 2014. Т. 19 (Вип. 4 (52)). С. 59–69.

References

1. Bogatova, Ju.I. (2016). Hidrohimicheskij rezhim Kujal'nickogo limana v sovremennyj period [Contemporary hydrochemical regime of Kuyalnik liman]. *Вісник Одеського державного екологічного університету – Bulletin of Odessa State Environmental University*, issue 20, 59-69 [in Russian].
2. Deksbakh, N.K., Anferova, L.V. (1971). RACHOK artemiia i lechebnaia griaz [Crustacea artemia and curative mud]. *Природа – Nature*, no 3, 79-80 [in Russian].
3. DSTU 4173:2003. Yakist vody. Vyznachennia khronichnoi toksychnosti khimichnykh rehovyn ta vody na *Daphnia magna* Straus та *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].
4. Egorkina, G.I., Tarubarov, L.N., Moshkina, V.S. (2007). Izmenchivost toksicheskogo vozdeistviia ksenobiotikov na vyklev artemii v razlichnykh inkubatsionnykh sredakh [Variability of the toxic effect of xenobiotics on hatching of brine shrimp in different incubation media]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniia – The world of science, culture, education*, no 1 (4), 14-16 [in Russian].
5. Koshelev, O.V. (2015). Ekomorfolohichni osoblyvosti *Artemia parthenogenetica* (Bowen and Sterling, 1978) [Ecomorphological features *Artemia parthenogenetica* (Bowen and Sterling, 1978) Kuyalnik

estuaries]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho. universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii: Biolohiia – The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, no 3-4 (64). 351-354 [in Ukrainian].

6. Lakin, G.F. (1990). *Biometriia: uchebnoe posobie [Biometrics: a tutorial]*. Moscow: Vysshiaia shkola, 352 p. [in Russian].

7. Loboda, N.S. et al. (2016). Hidrokhimichni pokaznyky ta yakist vod vodotokiv ta vodoim pivdenno-skhidnoi chastyny vodozboru Kuialnytskoho lymanu (balky Hildendorfska, Korsuntsivska, ozera peresypu) [Hydrochemical indicators and water quality of watercourses and water reservoirs in south-eastern part of Kuyalnik liman watershed (beams Gildendorfskaya, Korsuntsovskaya, rerash lakes)]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia –*

Hydrology, hydrochemistry and hydroecology, vol. 3. 42-49 [in Russian].

8. Shikhaleeva, G.N. et al. (2011) Dinamika gidrokhimicheskikh pokazatelei poverkhnostnykh vod basseina Kuialnitckogo limana [Dynamics of changes in hydrochemical characteristics of Kuyalnik Estuary surface waters]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Khimiia – Odesa National University Herald. Series: Chemistry*, vol. 16 (issue 14), 54-61 [in Russian].

9. Shikhaleeva, G.N. et al. (2014). Prostranstvenno-vremennoe raspredelenie tiazhelykh metallov v donnykh otlozheniakh iuzhnoi chasti Kuialnitckogo limana [Spatial variability of heavy metals in the sedimentations of the south part of the Kuyalnik Estuary]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Khimiia – Odesa National University Herald. Series: Chemistry*, vol. 19 (issue 4 (52)), 59-69 [in Russian].

DETERMINATION OF THE CHRONIC TOXICITY OF WATER OF SMALL WATERCOURSES OF THE KUYALNITSKIY ESTUARY BY THE METHOD OF BIOASSAY

Koshelev O.V., PhD, Senior Researcher

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

To determine the chronic toxicity of surface runoff water of the Kuyalnitskiy estuary, a toxicological bioassay of water was carried out every two months during 2019 from several sampling points from the catchment area: a watercourse from the territory of the Kuyalnik sanatorium, a watercourse of the Korsuntsovskaya beam from the pond system in the Korsuntsy village, and a watercourse near the Krasnosilka village (beams Gildendorfskaya) and small rivers Bolshoy Kuyalnik, Kubanka. Chronic bioassay was carried out using a laboratory culture of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea), specially adapted to increased water mineralization. A criterion of chronic toxicity was a reliable decrease in fertility indicators (number of juveniles) in the tested water compared with the control during the experiment.

A statistically significant difference between the fertility indices in the experiment and control was noted during bioassay of water from the watercourse of the Gildendorfskaya beams, watercourse from the Korsuntsovskiy ponds system and watercourse from the territory of the Kuyalnik sanatorium. As a result of bioassay of surface waters of small rivers Bolshoy Kuyalnik and Kubanka, chronic toxicity was not detected.

The low quality of the surface waters of small watercourses and chronic toxicity are largely due to the location of local pollution sources (landfills, bypass road) and sewage discharges in the southern part of the Kuyalnitskiy estuary. The obtained results coincide with the analysis of hydrochemical indicators of watercourses and reservoirs in the southern part of the Kuyalnitskiy estuary catchment, the ecological state of which is assessed as “moderate” with a “moderately polluted” water purity.

The detected chronic toxicity of water in small watercourses indicates their chemical pollution, which can negatively affect the development of the early naupliar stages of *Artemia partenogenetica*, for which the presence of locally desalinated water areas in the coastal zone of the estuary is extremely important.

Key words: Kuyalnitskiy estuary, small watercourses, chronic toxicity, bioassay.