

Сладечека) на обох ділянках знаходиться в межах II – III класів.

Література

1. *Барінова С.С.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / Барінова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. — Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. — 498 с.
2. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — С. 8—24.
3. *Методика* встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / [В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін.]. — К., 2001. — 48 с.
4. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1.* Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Ganter Verlag, 2006. — 713 p.
1. *Directive 2000/60 EC* of the European Parliament and of the Council, of 23 October, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. — EN. — 22.12/200. — L. 327. P. 1—72.

УДК [575:001.891]:591.524.1

**ВПЛИВ ЗМІН ЙОННОГО СКЛАДУ ВОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА НА ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ
ГАМАРИД *DIKEROGAMMARUS VILLOSUS***

*М. Т. Гончарова, Л. С. Кіпніс, Ю. О. Стойка,
М. В. Мірошніченко*

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: ecos_inhydro@ukr.net

Одними з наслідків кліматичних змін, які відбуваються останнім часом, є зміни гідрохімічного режиму водних об'єктів. Спостерігається збільшення мінералізації води, перерозподіл її

компонентного складу: збільшення вмісту сульфатів та хлоридів, на фоні зниження гідрокарбонатів, збільшення вмісту натрію [3]. Видовий склад угруповань в умовах певного природного біотопу безпосередньо пов'язаний з йонним складом, мінералізацією та рН водного середовища. При незбалансованому вмісті калію, кальцію та інших катіонів спостерігається зниження видового різноманіття угруповань безхребетних.

Гамариди є найбільш евригалінною групою з усіх Malacostraca, так представники понто-каспійської фауни здатні витримувати концентрації 5–7 ‰, проте найбільшої продуктивності досягають в діапазоні солоності 0,5–3,0 ‰ [1]. У Дніпровських водосховищах це найбільш чисельна та функціонально важлива група нектобентосних макробезхребетних, представлена в основному інтродукованими та інвазивними видами понто-каспійської фауни. Наявність у цих видів безхребетних адаптаційних механізмів, в першу чергу регулювання водно-сольової рівноваги, забезпечило їм успішне освоєння прісних вод. Однак, здатність тварин переносити широкий діапазон солоності не є достатньою умовою для поширення у водних об'єктах, особливе значення має якісний склад солей, розчинених у воді, а саме йонів кальцію. Кальцій уцілює зовнішню оболонку живої клітини, в цьому полягає його захисна роль. Гамариди, як і всі ракоподібні, що вирізняються високою активністю, характеризуються зниженим вмістом магнію (14–48%) в гемолімфі [2]. Порушення співвідношення Mg/Ca в водоймі може стати причиною збільшення вмісту магнію в гемолімфі гамарид, що здійснює пригнічуючу дію на нейромускулярну трансмісію, однак токсична дія надвисоких концентрацій магнію в воді може бути врівноважена достатньою кількістю кальцію. Якщо співвідношення Mg/Ca в водоймі досягне значних величин, то ця водойма стає непридатною для існування гамарид [5].

Тому метою нашої роботи було дослідження цитогенетичних показників гамарид понто-каспійського комплексу, а саме *Dikerogammarus villosus*, за змін йонного складу водного середовища.

Гамарид відбирали в зоні мілководь Київського

водосховища (район урочища Толокунь). Якість води на цій станції спостереження за даними гідрохімічних досліджень можна охарактеризувати як «добра», за результатами біотестування на гідробіонтах різних трофічних рівнів вода та донні відклади були нетоксичними. Деякі гідрохімічні показники води, з яких було відібрано гамарид: сухий залишок 260,0 мг/дм³, хлориди 27,8 мг/дм³, сульфати 26,5 мг/дм³, залізо заг. 0,1 мг/дм³, твердість 3,2 мг-екв/дм³, Ca²⁺ 55,1 мг/дм³, Mg²⁺ 5,5 мг/дм³, рН 8,3, температура 22 °С. Перед експериментом проводили аклімацію тварин до лабораторних умов протягом трьох місяців поступово замінюючи воду з природного середовища водопровідною відстояною водою та створенням режиму освітлення 12:12 (світло:темрява), а також температурного режиму 22±1°С. Початкові гідрохімічні показники водопровідної відстояної води: сухий залишок 340,5 мг/дм³, хлориди 76,4 мг/дм³, сульфати 22,7 мг/дм³, залізо заг. 1,2 мг/дм³, твердість 4,6 мг-екв/дм³, Ca²⁺ 62,1 мг/дм³, Mg²⁺ 5,5 мг/дм³, рН 8,5.

Експеримент проводили в 100 л акваріумах в двох повторях. Кількість особин в акваріумі 500 шт. В контрольному акваріумі проводили заміну половини об'єму води раз на два дні. В експериментальних – моделювали ситуацію з поступовим концентруванням солей у водному середовищі, додаючи щотижня лише об'єм води, що випарувалась. Тварин годували кормом Tetramin™. Перед початком експерименту було відібрано тварин для цитогенетичного аналізу. Тривалість експерименту два роки. Гідрохімічні показники у кожному акваріумі контролювали щомісячно.

Для цитогенетичних досліджень відбирали самиць з яйцями на ранній стадії ембріогенезу, фіксували розчином Кларка. Зафіксований матеріал забарвлювали протягом 1 доби 2%-м розчином оцетоорсеїну, після чого проводили мацерацію забарвлених тканин 45%-ю оцтовою кислотою, а потім 60%-ю молочною кислотою, яйця відділяли на предметному склі, додавали краплю гліцерину, робили тимчасовий давлений препарат. Препарати розглядали у світловий мікроскоп Axio Imager A1 Carl Zeiss зі збільшенням 400–1000 разів.

Результати гідрохімічних досліджень показали, що за два

роки в двох експериментальних акваріумах сформувалось середовище з такими показниками: середовище 1 – сухий залишок 2940 мг/дм³, хлориди 440мг/дм³, сульфати 74 мг/дм³, твердість 11,4 мг-екв/дм³, Ca²⁺ 180 мг/дм³, Mg²⁺ 98 мг/дм³, рН 8,9; середовище 2 – сухий залишок 2560 мг/дм³, хлориди 315 мг/дм³, сульфати 56 мг/дм³, твердість 10,2 мг-екв/дм³, Ca²⁺ 160 мг/дм³, Mg²⁺ 90 мг/дм³, рН 8,7.

Дослідні акваріуми можна розглядати як модель водного об'єкту закритого типу в якому за довготривалої дії високих температур відбувається випаровування води та концентрування солей. В середовищі 1 та 2 мінералізація відповідно в 11,3 та 9,8 рази вище ніж в місцях природного зосередження тварин та в 8,7 і 7,5 разів вище ніж на початку досліджень, вміст магнію відповідно збільшився в 18 та 16 разів порівняно з природними умовами та початковими, а співвідношення вмісту Mg/Ca змінилось з 0,10 в природних та 0,09 на початку експерименту до 0,54 та 0,56 в кінці, тобто збільшилось приблизно в п'ять разів.

Результати досліджень показали, що перебування тварин протягом двох років в середовищі з підвищеною мінералізацією та зміненим співвідношенням катіонів та аніонів призвело до структурних порушень їх геному. Для клітин ембріонів гамарид *Dikerogammarus villosus*, що утримувались в середовищі 1, була характерна досить висока мітотична активність (36,1±6,3%) та, водночас, поява структурних порушень різного ступеню (затримка мітозів в профазі, хроматидні мости, асиметричні мітози) в кількості 2,8±2,1%, крім цього спостерігалась поява мікроядер в кількості 1,3±2,5%. В клітинах *D. villosus*, що утримувались в середовищі 2, спостерігались такі ж типи структурних порушень у кількості 3,3±2,2%, за виключенням мікроядер, мітотична активність у клітинах ембріонів становила 33,0±4,1%.

Кількість структурних порушень в клітинах ембріонів *D. villosus* в 33–41 рази перевищувала їх рівень в природних популяціях даного виду (0,1±0,1%) та в 16-20 разів була вище, ніж на початку експерименту (0,2±0,1%). Виявлені структурні порушення перевищували допустиму величину 2%, проте не досягали «критичних» значень 8–10% для існування популяцій Amphipoda [4].

Література

1. Дедю И.И. Амфиподы пресных и солоноватых вод юго-запада СССР / И.И. Дедю. — Кишинев: Штиинца, 1980. — 222 с.
2. Карандеева О.Г. Процессы, обеспечивающие осморегуляцию у водных беспозвоночных / О.Г. Карандеева // Физиология морских животных. — М.: Наука, 1966. — С. 176—232.
3. Хильчевский В.К. Трансформация химического состава речных вод Украины в условиях изменения климата / В.К. Хильчевский, С.М. Курило / Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: сборник научных статей международной научной конференции, 5–8 мая 2015, Минск / Белорусский государственный университет. — Минск, 2015. — С. 47—48.
4. Цыцугина В. Г. Генетические процессы в природных популяциях гидробионтов в районах локального антропогенного загрязнения / В. Г. Цыцугина / Молисмология Черного моря. — Киев: Наук. думка, 1992. — С. 154—164.
5. Robertson J.D. Osmotic and ionic regulation in aquatic invertebrates / J.D. Robertson // Physiology of Crustacea. — N.Y.; London, 1960. — Vol. 2. — P. 317—339.

УДК 282.2+504.453

**ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РІЧОК В УМОВАХ
ЗАРЕГУЛЮВАННЯ СТОКУ ТА МАЛОВОДДЯ**

В. В. Грубінко

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: v.grubinko@gmail.com

Згідно з оцінками міжнародних організацій у 2025 році понад третину населення земної кулі буде жити в умовах жорстокого дефіциту води, бо 40% всіх світових ресурсів стійкого стоку Землі вже торкнулася людська діяльність, а