

ОСОБЛИВОСТІ ТРОФІКИ СТАВКОВИКІВ ПІДРОДУ *PEREGRIANA (MOLLUSCA: PULMONATA)* ЗА ДІЇ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ КАДМІЮ

Василенко О.М., Онищук І.П.

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Бердичівська, 40, 10008, м. Житомир
o.vasylisha@gmail.com
irinashpin@gmail.com

Встановлено вплив різних концентрацій іонів Cd^{2+} на основні трофологічні показники моллюсків підроду *Peregriana (Mollusca: Pulmonata)* за споживання ними різних видів корму (листя частухи, тополі та стебел лагаття). Встановлено, що іони кадмію здійснюють негативний вплив на процеси живлення і травлення ставковиків, спричиняючи у них за всіх використаних у досліді концентрацій (0,5 ГДКр – 3 ГДКр) фазу депресії патологічного процесу отруєння. *Ключові слова:* *Peregriana*, іони кадмію, трематодна інвазія, середньодобовий раціон, тривалість проходження корму через травний тракт, коефіцієнт засвоєності корму.

Влияние низких концентраций ионов кадмия на величину среднесуточного рациона прудовиков подрода *Peregriana (Mollusca: Pulmonata)*. Василенко О.М., Онищук И.П. Установлено влияние различных концентраций ионов Cd^{2+} на основные трофологические показатели моллюсков подрода *Peregriana (Mollusca: Pulmonata)* за употребления ими различных видов корма (листья частухи, тополя и стеблей кувшинок). Установлено, что ионы кадмия оказывают негативное влияние на процессы питания и пищеварения прудовиков, вызывая в них при всех использованных в опытах концентраций (0,5 ГДКр – 3 ГДКр) фазу депрессии патологического процесса отравления. *Ключевые слова:* *Peregriana*, ионы кадмия, трематодная инвазия, среднесуточный рацион, продолжительность прохождения корма через пищеварительный тракт, коэффициент усвояемости корма.

The influence of cadmium ions on the basic trophic characteristics in *Peregriana (Mollusca: Pulmonata)*. Vasylenko O., Onischuk, I. Here is researched an influence of different concentrated ions Cd^{2+} on amount of the trophological indexes *L. Peregrina, L. ovata, L. patula* during taking different food types (*Alisma, Nymphaea, Populus*). It has been established researches certify about the fact the most negative influence on the processes of feeding and digestion of pond snails render the cadmium ions. That entail at all the used in experiment concentration (maximum concentrations limits are from 0.5–3), the depression phase on the pathological process that entails the taxation. *Key words:* *Peregriana*, the cadmium ions, trematodas invasion, the average daily ration, the time of its passage through alimentary canal, food digestibility.

Постановка проблеми. Унаслідок антропогенної діяльності у водойми потрапляє значна кількість забруднювачів, які залучаються до кругообігу речовин, що негативно позначається на функціонуванні водних екосистем [18]. З огляду на високу токсичність інтерес становлять важкі метали (далі – ВМ), які під час перевищення ГДК мають канцерогенний і мутагенний вплив на організми. Їх концентрація у водоймі залежить від шляхів потрапляння, інтенсивності водокористування, геохімічних особливостей території, а також змінюється протягом року сезонно, оскільки сезонно змінюються фізико-хімічні характеристики водойм і фізіологічна активність гідробіонтів [14].

Забруднені водойми стали звичайним середовищем існування для багатьох гідробіонтів, зокрема для моллюсків. Саме тому поглиблене вивчення трофіки лімнеїд та впливу на неї чинників різної природи має, безсумнівно, чимале теоретичне і практичне значення. Знання особливостей їхньої трофіки

дає можливість оцінювати стан екосистем, прогнозувати їх зміни, адже з дослідження складу корму тварин починається зазвичай будь-яка екологічна робота. О.А. Цихон-Луканіна зазначає: «... ігнорування особливостей живлення організмів може призвести до значних викривлень екологічних показників. Знання трофологічних показників необхідне для розрахунку швидкості асиміляції та потоку енергії в екосистемах, а також кількості речовини, що залучається в кругообіг у вигляді екскрементів» [1, с. 37].

Виклад основного матеріалу. Багато питань трофіки прісноводних червононогих моллюсків дотепер залишаються нез'ясованими. Насамперед це стосується кількісної оцінки живлення цих тварин. Із легеневих моллюсків у цьому відношенні більш-менш досліджено [4] всього лише 3 фонових види з прісноводної малакофауни Європейської частини колишнього СРСР – *Lymnaea stagnalis*, *L. ovata*, *Planorbarius corneus*. Тому питання якісних і кількісних показників живлення ставковиків із водойм

України є досить актуальним в аспекті визначення впливу на нього чинників різної природи.

Виконані дослідження є складовою частиною комплексних науково-дослідних тем кафедри зоології Житомирського державного університету імені Івана Франка «Прісноводні молюски в системі біологічного моніторингу» (державна реєстрація № 0103V000134).

Аналіз літературних джерел свідчить, що відомості, які стосуються трофіки ставковиків, нині недостатні, розбіжні і здебільшого фрагментарні. Жоден із аспектів їхнього живлення не є повноцінно дослідженим. З кількісних показників відомі значення лише деяких із них (величина середньодобового раціону, тривалість проходження корму через травний тракт, його засвоюваність і швидкість добової асиміляції) і то тільки для одного із ставковиків – ставковика озерного.

Ще менш вивченим є питання щодо впливу токсикантів різної природи на трофіку легеневих молюсків. Наприклад, залишається не до кінця дослідженим вплив іонів важких металів на кількісні показники трофіки ставковиків. Важливість токсикологічних досліджень водяних безхребетних підкреслювалась ще В.Н. Беклемішевим [2], а пізніше Н.С. Строгановим [17], адже спостереження за тваринами в токсичному середовищі можуть розв'язати численні питання гідроекології. До наших днів залишається малодослідженим вплив іонів важких металів на кількісні показники трофіки ставковиків.

Однак встановлено, що за дії 0,2, 0,4 та 0,6 мг/л сульфату міді на ставковика озерного величина середньодобового раціону за споживання ним частухи прогресуюче знижується [6] від $1,65 \pm 0,09\%$ до $1,56 \pm 0,08$ та $0,74 \pm 0,04\%$ відповідно. Пристосування до патогенного впливу важких металів відбувається завдяки підвищенню коефіцієнта засвоєння корму (за 0,2 мг/л сульфату міді в 1,17 рази проти норми). За більш високих концентрацій токсиканту (0,4 та 0,6 мг/л) патологічні процеси в організмі молюсків починають переважати, що призводить до зниження значень цього трофологічного показника (відповідно до $0,55 \pm 0,02$ та $0,29 \pm 0,02\%$). Подібне характерне також для тривалості проходження корму через травний тракт *L. stagnalis*. Наприклад, за концентрації 0,2 мг/л сульфату міді цей показник зменшується в 1,2 рази, за 0,4 мг/л – у 1,24, а за 0,6 мг/л – у 1,5 рази.

Досліджено також вплив хлориду цинку [11] в концентраціях 2, 10, 18 мг/л на деякі ланки трофіки *L. stagnalis*. Зі зростанням концентрації токсиканту відбувається прогресуюче зменшення величини середньодобового раціону на 42, 45 та 74% відповідно для кожної із застосованих концентрацій. Визначено, що за 2 та 10 мг/л $ZnCl_2$ відбувається зростання засвоюваності корму на 17 та 7% відповідно, за 18 мг/л – зменшення її на 43%. Тривалість проходження корму через травний тракт зі зростанням вмісту токсиканту у воді прогресуюче зменшу-

ється: від 11,35% за 2 мг/л $ZnCl_2$ до 20 за 10 мг/л та на 33% за 18 мг/л хлориду цинку в середовищі.

Відомо, що вплив токсикантів різко відрізняється від впливу екологічних чинників середовища на функціональний стан травних ферментів [11]. Накопичення токсичних речовин призводить до різкого пригнічення функціональної активності більшості фізіологічних і біохімічних процесів, зокрема дії травних ферментів. Біологічні реакції в організмі на вплив токсикантів не мають нічого спільного з нормальними адаптаційними реакціями.

Встановлено [7], що молюскоцидний ефект іонів міді на водяних черевоногих молюсків пов'язаний із блокуванням циклу трикарбонових кислот на рівні α -кетоглутарату. Адже після інкубації протягом 6 год у розчині $CuSO_4$ (2 мг/л) у травній залозі молюсків спостережено значне зниження розчинених у холодній хлорній кислоті вуглеводів, амінокислот, фосфоліпідів і гліцеринів. Уміст пірувата при цьому залишається незмінним, а кількість лактату збільшується на 50%. У присутності ж α -кетоглутарату іони міді зумовлюють зниження активності комплексу кетоглюкодегідрогенази на 92%, аланінотрансферази – на 33% за збільшення активності глюкозо-6-фосфатази на 78%.

Варто зазначити велике значення сумісної дії трематодної інвазії та іонів важких металів на організм молюсків. За результатами дослідження впливу трематод *Schistosomatium douthiti* та *Trichobilharzia sp.* на молюсків з'ясовано, що патогенний ефект паразитів підвищується під впливом іонів цинку, а також іонів міді [10]. Молюски, інвазовані партенітами трематод, за високої інтенсивності інвазії менше токсикорезистентні, ніж вільні від зараження особини. Отже, інвазія є обтяжуючим чинником, що ускладнює перебіг патологічного процесу, викликаного дією токсиканту. Це підтверджують також деякі трофологічні дослідження [13]. Наприклад, величина середньодобового раціону в інвазованих тварин за помірної інвазії зростає, а за тотальної інвазії різко падає порівняно з незараженими особинами.

Нами вперше встановлено вплив різних концентрацій іонів Cd^{2+} на основні трофологічні показники молюсків підроду *Peregriana* (Mollusca: Pulmonata) за споживання ними різних видів корму (листя частухи, тополі та стебел латаття).

Отримані для ставковиків трофологічні показники можуть знайти застосування у вирішенні низки важливих завдань екологічної фізіології і продукційної біології. Вони можуть бути використані під час моделювання тих біологічних процесів у гідроекосистемах, які є наслідком антропогенного забруднення водного середовища поллютантами, зокрема іонами важких металів. Бажано, аби кількісні трофологічні показники були враховані під час перегляду значень діючих зараз ГДК рибогосподарських. Наведені у ній матеріали можуть знайти застосування в біотестуванні (у системі екологічного моніторингу

стану водного середовища) під час здійснення заходів, спрямованих на збереження та відтворення водних біоценозів; у практичній роботі працівників рибних господарств.

Лабораторними дослідженнями охоплено найпоширеніших ставковиків як фауни України взагалі, так і згаданого її регіону зокрема. Вони входять до підроду *Peregriana* роду *Lymnaea*: *L. peregra* (O. F. Muller, 1774), *L. ovata* (Draparnaud, 1805), *L. patula* (Da Costa, 1778).

Для визначення основних трофологічних показників тварин, аклімованих протягом 14 діб до лабораторних умов, обсушували фільтрувальним папером, зважували (електронні ваги марки WPS 1200) та поміщали одночасно з фіксованою наважкою корму по одному в заповнені водою ємкості (V=250 мл). Як корм використовували 1) листя частухи (*Alisma plantago-aquatica*), 2) листя рдесника (*Potamogeton*

natans), 3) проварене та мацероване протягом 5 діб листя тополі (*Populus alba*). Тривалість досліду – 2 доби. Температура води – +16–19°C. Освітлення акваріумів природне. Під час експерименту визначали величину середньодобового раціону (далі – ВСР), тривалість проходження корму через травний тракт (далі – ТПК), засвоєність корму (далі – ЗК) за [7].

Трематодну інвазію встановлювали шляхом мікроскопування (МБІ-1, МЗ 7x8) тимчасових препаратів, виготовлених із шматочків гепатопанкреаса моллюсків. Видову належність трематод з'ясували винятково на живому матеріалі [11]. Моллюски *L. peregra* були інвазовані редіями і церкаріями «пташиної» трематоди *Echinoparyphium aconiatum* Dietz (екстенсивність зараження – 53,41±5,57%), *L. ovata* – *Notocotylus seineti* Fühm (екстенсивність зараження – 31,25±3,34%), *L. patula* – *Cercaria gibba* Ssin (екстенсивність зараження – 24,45±2,59%), лока-

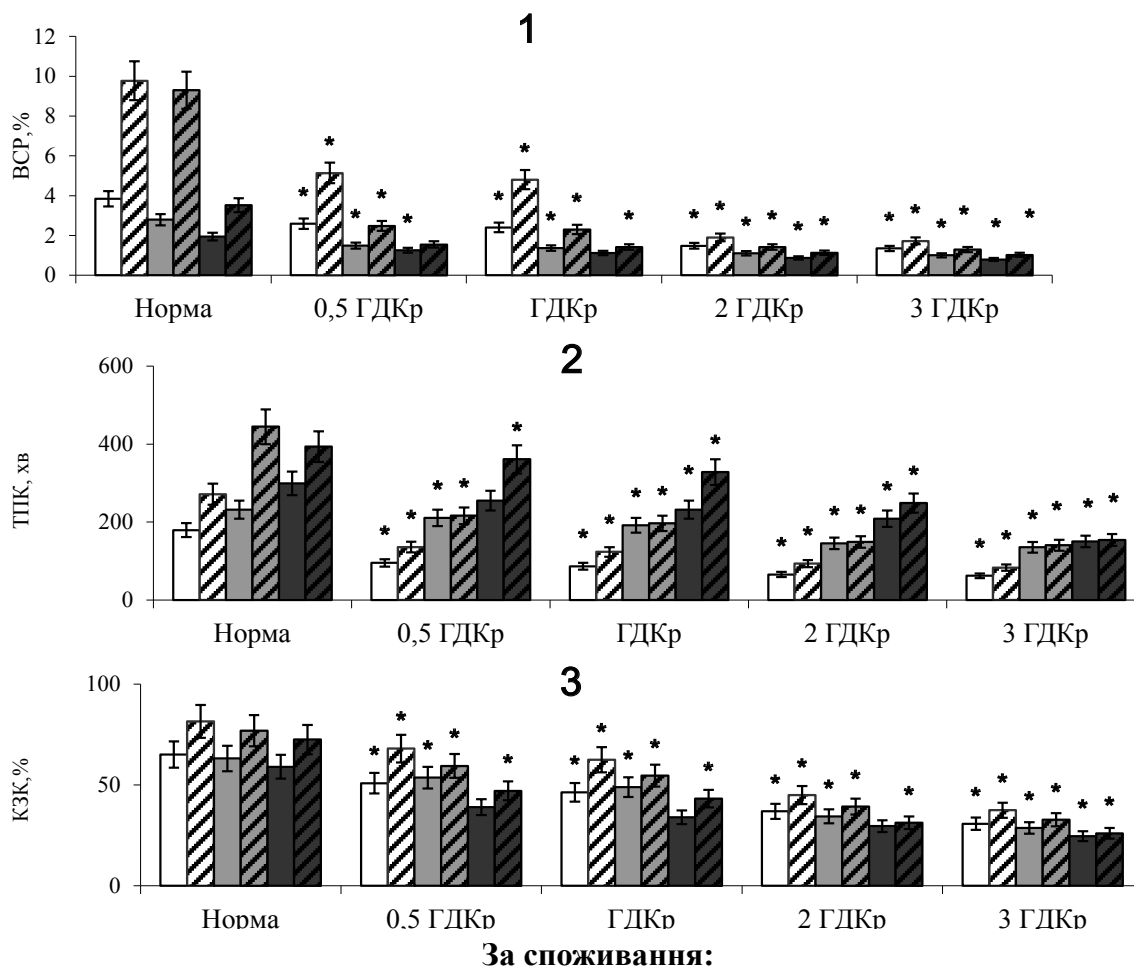


Рис. 1. Вплив різних концентрацій іонів кадмію на трофологічні показники *L. peregra*: 1 – ВСР; 2 – ТПК; 3 – КЗК; * – статистично вірогідна різниця ($P \geq 94,5\%$) щодо норми

лізованими у гепатопанкреасі хазяїв. Інтенсивність інвазії переважно помірні (ураження паразитами від 1/10 до 1/2 об'єму гепатопанкреаса).

Токсикологічні дослідження поставлено за методикою Алексєєва [1]. Як токсикант використано кадмій хлорид. У токсикологічному дослідженні (експозиція – 2 доби) використано концентрації, що становлять 0,5, 1, 2, 3 гранично допустимих концентрацій (рибогосподарських) (ГДКр) у перерахунку на іони Cd²⁺ (ГДКр Cd²⁺ становить 0,001 мг/дм³) [19].

Заміну токсичного середовища здійснювали щодоби з метою видалення метаболітів тварин та підтримання постійної концентрації токсиканту. Отримані числові результати дослідів оброблено загальноприйнятими методами з використанням комп'ютерних програм STATISTICA 5.0 [12].

З'ясовано, що іони кадмію під час дослідів у використаних концентраціях у всіх без винятку досліджених молюсків спричиняють скорочення значень усіх трофологічних показників (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

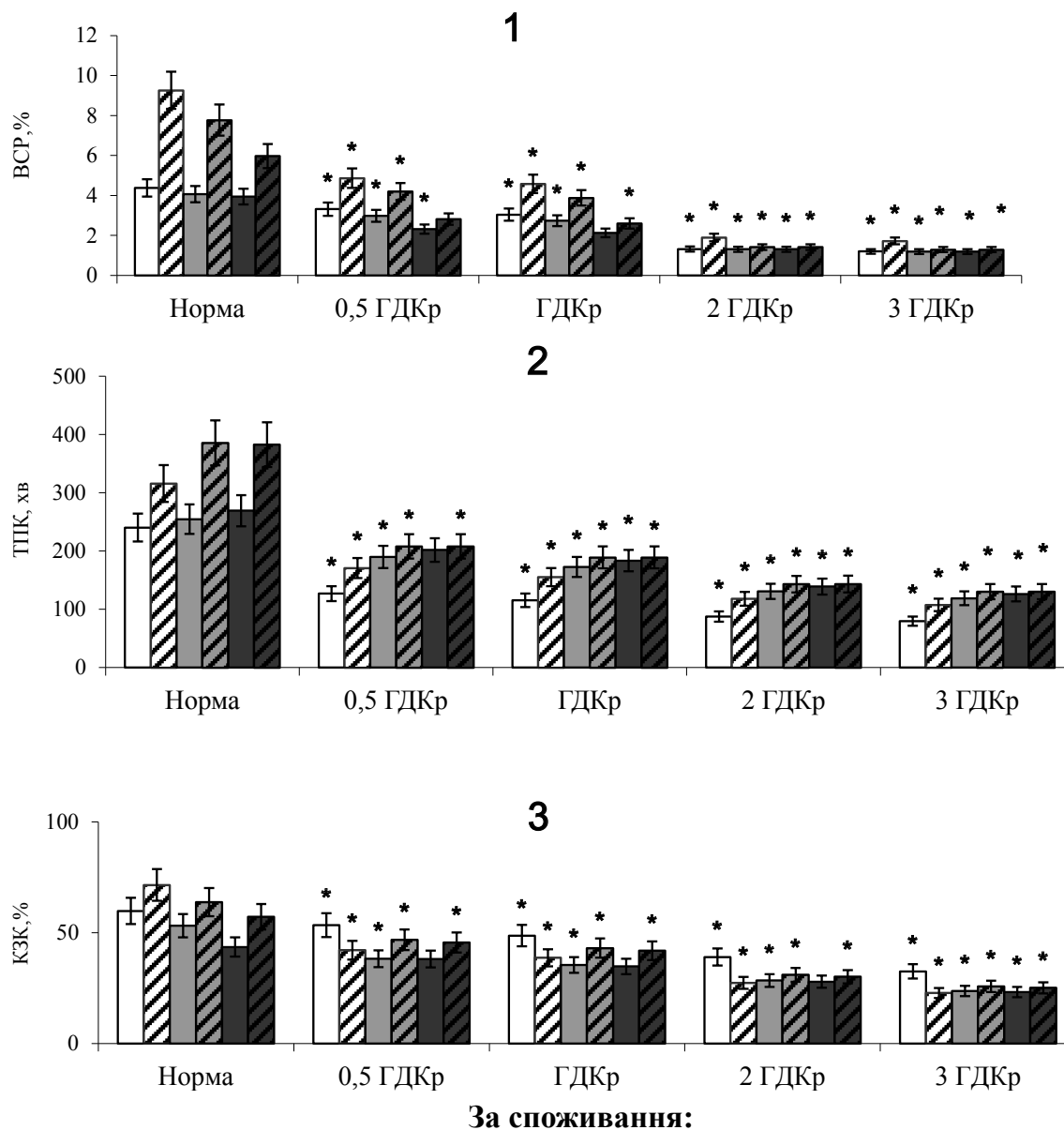


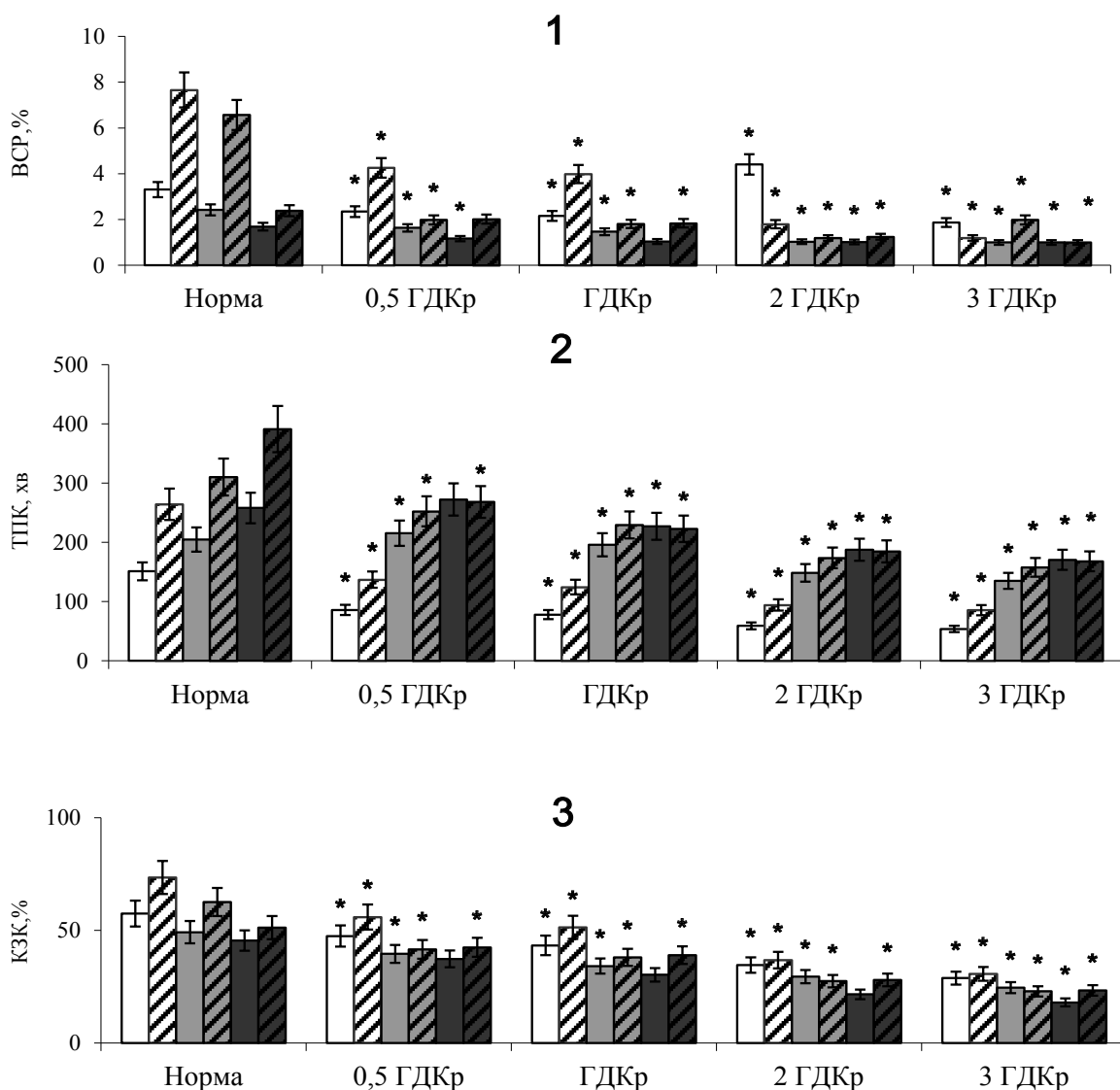
Рис. 2. Вплив різних концентрацій іонів кадмію на трофологічні показники *L. ovata*: 1 – ВСП; 2 – ТПК; 3 – КЗК; * – статистично вірогідна різниця ($P \geq 94,5\%$) щодо норми

Головні висновки. Отже, наведені вище дані свідчать про те, що іони кадмію в концентраціях від 0,5 до 3 ГДКр у всіх без винятку досліджених видів молюсків за споживання ними всіх заданих видів корму зумовлюють зменшення значень усіх трофологічних показників, що відповідає депресивній фазі патологічного процесу [5], зумовленого отруєнням тварин. Це вказує на надзвичайно високу токсичність іонів кадмію для ставковиків. Із підвищенням концентрації токсиканту в застосованих у досліді межах відбувається прогресуюче зменшення значень трофологічних показників, оскільки

із зростанням вмісту іонів кадмію у воді молюски зазнають все більшого і більшого їх токсичного впливу.

Трематодна інвазія поглиблює перебіг патологічного процесу, зумовленого дією Cd^{2+} [3; 4]. Значення основних трофологічних показників за дії іонів кадмію водного середовища в інвазованих тварин зменшуються значно більше, ніж в особин незаражених.

У перспективі є необхідним вивчення впливу іонів різних важких металів на трофіку ставковиків різних екологічних груп.



За споживання:

- Частухи (незаражені особини);
- ▨ Частухи (заражені особини);
- ▤ Рдесника (незаражені особини);
- ▥ Рдесника (заражені особини);
- ▧ Тополі (незаражені особини);
- ▩ Тополі (заражені особини).

Рис. 3. Вплив різних концентрацій іонів кадмію на трофологічні показники *L. patula*: 1 – ВСП; 2 – ТПК; 3 – КЗК; * – статистично вірогідна різниця ($P \geq 94,5\%$) щодо норми

Література

1. Алексеев В.А. Основные принципы сравнительно токсикологического эксперимента. *Гидробиологический журнал*. 1981. Т. 17. № 3. С. 92–100.
2. Беклемишев В.Н. Вопросы, входящие в проблему устойчивости членистоногих к инсектицидам. *Устойчивость членистоногих к инсектицидам*. М.: «Мир», 1969. С. 18–25.
3. Василенко О.М. Вплив іонів кадмію на живлення *Lymnaea palustris* (Mollusca: Pulmonata). *Вісник Львівського університету. Серія: «Біологічна»*. 2010. Вип. 52. С. 101–106.
4. Василенко О.М. Вплив іонів кадмію на тривалість проходження корму через травний тракт ставковиків (Mollusca: Pulmonata: Lymnaeidae). *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: «Біологія»*. № 2 (47). 2011. С. 11–5.
5. Василюк Т.П. Акумуляція та розподіл важких металів у фітомасі гідробіонтів виду *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms при біоочищенні сільськогосподарських стічних вод. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки: зб. наук. пр.* Рівне: НУВГП, 2013. Вип. 1 (61). С. 67–73.
6. Веселов Е.А. Основные фазы действия токсических веществ на организмы. *Вопросы водной токсикологии: тез. докл. Всесоюз. науч. конф.* М.: «Наука», 1968. С. 15–16.
7. Вискушенко Д.А. Серцева діяльність *Lymnaea stagnalis* в умовах його інтоксикації хлоридом цинку. *Вісник Житомирського педагогічного університету*. 2001. Вип. 8. С. 223–227.
8. Гандзюра В.П., Грубінко В.В. Концепція шкочочинності в екології. Київ – Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. 144 с.
9. Гинецинская Т.А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. Л.: «Наука», 1968. 410 с.
10. Дикиева Д.М., Петрова И.А. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие в них концентрацию минеральных веществ. *Гидробиологические процессы в водоемах*. Л.: «Наука», 1983. С. 107–213.
11. Киричук Г.Е. Влияние разных концентраций ионов тяжелых металлов на физико-химические свойства *Planorbium purpurum* (Mollusca: Vulinidae) в норме при инвазии трематодами. *Паразитология*. 2002. Т. 36. Вып. 2. С. 108–116.
12. Лакин Б.Ф. Биометрия. М.: «Высшая школа», 1973. 343 с.
13. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: «Гидрометеоздат», 1986. 268 с.
14. Новиков Н.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. М.: «Медицина», 1990. 400 с.
15. Стадниченко А.П., Иваненко Л.Д., Архипчук С.В. Влияние последствие СМС «Ландыш» на легочное и кожное дыхание прудовика озерного, инвазированного трематодами, при разном температурном режиме. *Деп. в ГНТБ Украины 05.08.94, № 1527-Ук94*. 20 с.
16. Строганов Н.С. Биологический критерий токсичности в водной токсикологии. *Критерий токсичности по водной токсикологии*. М.: Изд-во МГУ, 1971. С. 14–26.
17. Романенко В.Д. Основи гідроекології: підручник. К.: «Обереги», 2001. 728 с.
18. Цихон-Луканина Е.А. Трофология водных моллюсков. М.: «Наука», 1987. 176 с.