

19. Harborne, J. B. Anthocyanins and other flavonoids [Text] / J. B. Harbone // Natural Product Reports. – 2001. – Vol. 18. – P. 310–333.

#### References

1. Dubrov, A. P. (1968). Geneticheskie i fiziologicheskie jeffekty dejstvija ul'traioletovoj radiacii na vysshie rastenija. Moscow: Nauka, 249.

2. Isachenko, M. S., Ivashhenko, N. I. (2009). Issledovanie antocianov jagodnogo syr'ja. Kachestvennoe i kolichestvennoe opredelenie. Pishhevaja promyshlennost': Nauka i tehnologii, 3 (1), 80–83.

3. Mullagulov, R. T., Timerbulatova, G. R. (2012). Kolichestvennoe sodержanie antocianov v lekarstvennom rastitel'nom syr'e. Privolzhskij nauchnyj vestnik, 6 (2), 3–5.

4. Tanchev, S. S. (1980). Antociany v plodah i ovoshhah. Moscow: Pishhevaja promyshlennost', 304.

5. Mazza, G. (1993). Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. Boca Raton: CRC Press Inc, 362.

6. Chalker-Scott, L. (2002). Do anthocyanins function as osmoregulators in leaf tissues? Advances in Botanical Research, 37, 103–127. doi: 10.1016/s0065-2296(02)37046-0

7. Jaakola, L. (2004). Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves. Planta, 218 (5), 721–728. doi: 10.1007/s00425-003-1161-x

8. Steyn, W. J. (2002). Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. New Phytologist, 155 (8), 349–361. doi: 10.1046/j.1469-8137.2002.00482.x

9. Stapleton, A. E. (1994). Flavonoids can protect maize DNA from the induction of ultraviolet radiation damage. Plant Physiology, 105 (3), 881–889. doi: 10.1104/pp.105.3.881

10. Harvaux, M. (2001). The protective functions of carotenoid and flavonoid pigments against excess visible

radiation at chilling temperature investigated in *Arabidopsis* npq and tt mutants. Planta, 213 (6), 953–966. doi: 10.1007/s004250100572

11. Chupahina, G. N., Maslennikov, P. V. (2004). Adaptacija rastenij k nefljanomu stressu. Jekologija, 5, 330–335.

12. Gould, K. S. (2002). Do anthocyanins function as antioxidants in leaves? Imaging of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in red and green leaves after mechanical injury. Plant, Cell and Environment, 25 (10), 1261–1269. doi: 10.1046/j.1365-3040.2002.00905.x

13. Field, T. S., Lee, D. W., Holbrook, N. M. (2001). Why leaves turn red in autumn. The role of anthocyanins in senescing leaves of red-osier Dogwood. Plant Physiology, 127 (2), 566–574. doi: 10.1104/pp.010063

14. Hoch, W. A. (2003). Resorption protection. Anthocyanins facilitate nutrient recovery in autumn by shielding leaves from potentially damaging light levels. Plant Physiology, 133 (3), 1296–1305. doi: 10.1104/pp.103.027631

15. Grodzinskij, D. M., Gushha, N. I., Perkovskaja, G. Ju. (2002). Vlijanie hronicheskogo obluchenija na adaptivnyj potencial rastenij. Radiobiologija rastenij, 42 (2), 155–158.

16. Lange, H., Shropshire, W., Mohr, H. (1971). An analysis of phytochrome mediated anthocyanin synthesis. Plant Physiol, 47 (5), 649–655. doi: 10.1104/pp.47.5.649

17. Yamada, T., Ichimura, K., Kanekatsu, M. (2007). Gene expression in opening and senescing petals of morning glory (*Ipomoea nil*) flowers. Plant Cell Rep, 26, 823–835. doi: 10.1007/s00299-006-0285-4

18. Kong, J. M. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. Phytochemistry, 64 (5), 923–933. doi: 10.1016/s0031-9422(03)00438-2

19. Harborne, J. B. (2001). Anthocyanins and other flavonoids. Natural Product Reports, 18, 310–333.

Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Гродзинський Д. М.  
Дата надходження рукопису 25.09.2014

**Берестяна Анастасія Миколаївна**, провідний інженер, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії м. Київ, вул. Заболотного 148  
E-mail: [a.berestyanyaya@yandex.ru](mailto:a.berestyanyaya@yandex.ru)

УДК 591.524: 574.58

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.27831

## ФІТОФЛІЙНІ ЗООПЛАНКТОЦЕНОЗИ ВОДОЙМ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ

© О. Р. Іванець

Подано результати досліджень зоопланктону заростей водних рослин Українського Розточчя. Основою роботи були 358 проб, зібраних у 2001–2013 рр. Зареєстровано 45 видів зоопланктону. У тому числі 18 видів *Rotatoria*, 20 – *Cladocera*, 7 – *Copepoda*. Виявлено особливості зоопланктонних угруповань формацій водної рослинності водойм Українського Розточчя.

Ключові слова: зоопланктон, *Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*, Розточчя, літораль, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Simocephalus*, Україна.

The results of zooplankton investigations of Ukrainian Roztochia aquatic plant thickets are given. Basis of the work is 358 tests of 2001–2013. 45 species of zooplankton, among them there are 18 species of *Rotatoria*, 20 – *Cladocera*, 7 – *Copepoda*, are registered. The peculiarities of zooplankton communities of aquatic vegetation formations of Ukrainian Roztochia water bodies are identified.

Keywords: zooplankton, *Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*, Roztochsa, littoral, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Simocephalus*, Ukraine

### 1. Вступ

Важливим компонентом гідроекосистем є прибережна зона, котра значною мірою визначає особливості структурно-функціональних характеристик зоопланктонних угруповань. Формоутворююча роль літоралі обумовлена, в першу чергу, наявністю рослинних асоціацій, котрі, через відповідні екологічні фактори, детермінують функціонування зоопланктоценозів.

Зоопланктон є важливою складовою частиною природної кормової бази риб, у значній мірі забезпечує перебіг процесів формування якості води та утворення біологічної продукції. Зоопланктонні угруповання заростей водних рослин відіграють важливу роль у водоймах різноманітних типів. Особливо велике їхнє значення у малих водоймах, котрі добре прогриваються і в яких рослинність розвивається досить інтенсивно.

### 2. Постановка проблеми

Фітофільні угруповання регіональних фаун на даний час вивчені недостатньо. Разом з тим, вони відіграють важливу роль в гідроекосистемах. Саме тому з'ясування закономірностей структурних характеристик та функціонування зоопланктоценозів рослинних асоціацій літоралі представляє спеціальний інтерес.

### 3. Літературний огляд

Гідробіоценози Українського Розточчя віддавна привертала увагу багатьох дослідників. Історія вивчення зоопланктоценозів цього регіону, фауністична структура угруповань гіллястовусих раків, характеристика кладоценозів подана у низці попередніх робіт [1–3]. Разом з тим, треба зазначити, що регіональні фауни і, зокрема, угруповання заростей водних рослин до цього часу залишаються мало вивченими. У цьому зв'язку дослідження такого характеру особливо актуальні.

### 4. Матеріал і методи

Матеріалом для роботи слугували 358 проб зоопланктону, зібраних протягом 2001–2013 рр.

Зоопланктон вивчався у заростях рдесту, осоки, елодеї, рогозу, очерету, комиша, спірогіри, хари. Для порівняння досліджувались також зоопланктоценози пелагалі безпосередньо біля заростей.

При вивченні зоопланктонних угруповань брались до уваги наступні показники: видова структура, чисельність, біомаса, індекс домінування, індекс Сьоренсена, індекс Жаккара, індекс видової різноманітності Шеннона (H), індекс Піелу. Матеріал відбирався і опрацьовувався загальноприйнятими в гідробіології методами [4]. Для визначення зоопланктерів використовувалися наступні посібники [5–12].

### 5. Результати досліджень та обговорення

Своєрідність досліджуваних біотопів полягає в тому, що вони мають постійний водообмін з

пелагічною частиною водойми, це приводить до того, що в заростях рослин, поряд з фітофільними видами зоопланктону трапляються також і фітофільні форми.

У прибережній зоні водойм є біотопи, які характеризуються наявністю рослин, зокрема, таких як комиш, очерет, рогіз, осока, стрілолист та ряд інших. У більш віддалених від берега біотопах трапляються в першу чергу рослини, які мають плаваючі листя, зокрема, рдести. На більш глибоких ділянках переважають зарості елодеї, хари, спірогіри.

У зоопланктоні досліджуваних водойм у різних формаціях виявлено 45 видів. У тому числі 18 видів коловерток, 20 видів гіллястовусих раків і 7 видів веслоногих раків.

Найбагатша у видовому відношенні планктофауна у формації осоки – 37 видів. Найменша видова представленість у формації хари (12 видів) та спірогіри (14 видів).

У формаціях очерету та рогозу кількість видів близька і становить відповідно 21 і 23 таксони. У формаціях елодеї та хари виявлено відповідно 22 і 18 видів. У заростях комиша величина різноманіття зоопланктону займає проміжне положення в порівнянні з заростями елодеї та хари (20 видів).

Зоопланктофауну різних біотопів порівнювали базуючись на розрахунках індексів Сьоренсена та Жаккара. Найбільше подібних рис у видовій структурі зоопланктону формації осоки та пелагалі. У цих угрупованнях виявлено 21 спільний вид. Подібні закономірності характеризують зарості очерету і товщу води (20 спільних видів).

Багато спільних рис у видовій структурі зоопланктофауни формацій осоки – очерет і рогіз – очерет. Найменше подібних рис у видовій структурі зоопланктону пелагалі та формаціях рогозу, спірогіри та хари.

Добре характеризують зоопланктоценози біоценотичні показники угруповань. Видову різноманітність інтегрально представляє індекс Шеннона (H). Величина цього показника змінюється в межах від 0,5 до 2,1. Найбільших значень він досягає у формаціях осоки, очерету та в пелагалі. Однією з характеристик видової структури біоценозу є індекс видової представленості (d). У нашому випадку величина цього показника змінюється від 2,3 до 6,4 та досягає максимальних величин у формаціях осоки. У заростях спірогіри та хари ця величина характеризується мінімальним значенням.

Важливою характеристикою зоопланктонних угруповань є індекс Піелу (e), який у відповідності до індекса Шеннона (H) також розраховувався за чисельністю та біомасою. Цей показник змінюється від 0,23 до 0,74.

Суттєве значення для аналізу особливостей зоопланктоценозів має співвідношення між величиною біомаси, чисельності домінуючих форм, субдомінантів та другорядних видів. Проаналізуємо отримані дані з цієї точки зору, враховуючи індекс домінування (D). У формації осоки найвищі спалахи чисельності та біомаси спостерігаються в популяції *Ceriodaphnia pulchella* (1231,3 тис. екз./м<sup>3</sup>; 21,14 г/м<sup>3</sup>).

Середні значення кількісного розвитку цього виду сягають відповідно 132, 9 тис. екз./м<sup>3</sup> і 1,98 г/м<sup>3</sup>. Високих показників розвитку досягають популяції *Moina brachiata* (347,4 тис. екз./м<sup>3</sup> і 31,2 г/м<sup>3</sup>). Середні значення показників для цього виду: 27,2 тис. екз./м<sup>3</sup> і 3,5 г/м<sup>3</sup>.

У формаціях елодеї переважають угруповання *Chydorus sphaericus* (448,4 тис. екз./м<sup>3</sup> і 18,2 г/м<sup>3</sup>). У формації рогозу домінує за чисельністю *Bosmina longirostris*. Чисельність особин цього виду досягає 3251,0 тис. екз./м<sup>3</sup>, біомаса – до 21,4 г/м<sup>3</sup>. Середні значення цього показника становлять відповідно 1012,0 тис. екз./м<sup>3</sup>, біомаса 6,7 г/м<sup>3</sup>. У заростях рдесту перевагу у розвитку отримують популяції *Alonella nana* (654,5 тис. екз./м<sup>3</sup> і 12,4 г/м<sup>3</sup>).

Цікаві закономірності спостерігаються в формації очерету. Найбільший показник індекса домінування у *Simocephalus vetulus* (D=149,4). Високе значення показника домінування цього виду головним чином визначається його біомасою. Вона іноді досягає 13,5 г/м<sup>3</sup> при середніх значеннях 2,79 г/м<sup>3</sup>. Це великорозмірні організми. Чисельність популяції *S. vetulus* за середніми даними складає лише 6 % від загальної величини.

*Simocephalus* характеризується рядом адаптацій до життя в умовах літоралі. Цей рачок може прикріплюватися на певний час до субстрату і залишатися нерухомим. Це робить його малопомітним для безхребетних і хребетних хижаків до раціону яких він входить. Як первинний фільтратор він споживає харчові частки безпосередньо з водної товщі. Внаслідок прикріплення до субстрату *Simocephalus* уникає занурення в мул, який часто накопичується в прибережній зоні у великих кількостях. Мала рухомість суттєво знижує ймовірність прилипання до плівки поверхневого натягу, що приводить до загибелі рачка, котрий на мілководдях трапляється у великих кількостях [13, 14].

У літоральній зоні водойм на якій розвивається велика кількість рослинності спостерігається велика кількість зважених в товщі води речовин. Ці часточки, налипаючи на фільтрувальний апарат, можуть привести до загибелі організму. Тому *Simocephalus* має ряд адаптацій, що забезпечують очищення фільтрувального апарату торакальних кінцівок. Постабдомен, котрий виконує головну функцію очищення, більш широкий ніж у інших представників родини *Daphniidae*. Він характеризується вищою кількістю анальних зубчиків та глибокою анальною заглибиною, котра збільшує поверхню постабдомена і забезпечує оптимальне очищення. Очищення фільтрувального апарату *Simocephalus* забезпечується і щетинками задньої частини червонного краю стулок, видозмінених у міцні зубчики [14, 15].

У *Simocephalus* є ряд пристосувань пасивного захисту, котрі забезпечують його від нападу хижаків. Зокрема, у них розвиваються шипики на голові, загострюється передній край голови, формуються виступи з боків тіла. Спостерігається також редукція заднього верхнього виступу стулок, котрий

гомологічний до хвостової голки *Daphnia*. У процесі еволюційних змін *Daphnia* хвостова голка збільшується, оскільки це формування є певною адаптацією до проживання в пелагіалі. При веденні фітофільного способу життя серед рослин у *Simocephalus* це утворення втрачає своє значення [14–16]. Спеціальними дослідженнями було показано, що *Simocephalus* прикріплюється до субстрату усіма щетинками верхніх гілок антен, а не тільки гачконосними. При цьому область головних пор у фіксації рачка не задіяна. Встановлено також, що *Simocephalus* утримується на субстраті за рахунок сили тертя спокою, що виникає при механічній фіксації за мікроскопічні нерівності поверхні [14, 15].

Друге місце за індексом домінування (D=74,5) займає *Ceriodaphnia pulchella*, проте за чисельністю вона виходить на перший план (31 % від загальної величини). Розміри *C. pulchella* набагато дрібніші в порівнянні з *S. vetulus*.

Подібна закономірність у формації спірогіри. За індексом домінування головну роль відіграють популяції *S. vetulus* (D=69,8) при невеликій чисельності (8 % від загальної величини). Біомаса *S. vetulus* досягає 4,8 г/м<sup>3</sup>. Друге місце за індексом домінування займає популяція *Mesocyclops leuckarti* (D=43,7) чисельність якої вдвічі більша (16 % від загальної величини). Приблизно така ж чисельність у *Pleuroxus aduncus*, який відзначається відносно малими розмірами. За індексом домінування цей вид на третьому місці.

У пелагіалі, поблизу водних рослин перевагу дістає дрібна форма: *Moina brachiata* (D=75,7). Біомаса особин цього виду сягає 5,9 г/м<sup>3</sup>. При середньому значенні 0,78 г/м<sup>3</sup>. На другому місці популяція *Mesocyclops crassus* (D=38,9), яка досягає найбільшої чисельності (40% від загальної величини). Дуже близьке значення індекса домінування у *Bosmina longirostris* (D=37,8) розміри якої дрібні. У заростях комишу оптимальні умови для свого розвитку знаходять угруповання *Chydorus ovalis* (781,3 тис. екз./м<sup>3</sup> і 11,8 г/м<sup>3</sup>).

Значення окремих груп організмів зоопланктону в досліджуваних формаціях неодинакові. За чисельністю, у процентному відношенні до загальної величини, в усіх рослинних формаціях переважають *Cladocera*: від 59 % у формації спірогіри до 93 % у формації рогозу. У формаціях осоки та очерету представленість *Cladocera* складає 70 %. У пелагіалі, поблизу рослин закономірність дещо інша. Гіллястовусі раки складають лише 32 % за чисельністю. Переважають *Copepoda*, в основному за рахунок популяції *Mesocyclops crassus*.

Показники відсоткового співвідношення для *Copepoda* і *Rotatoria* більш варіабельні в порівнянні з *Cladocera*. Для *Copepoda* вони змінюються від 4 % у рогазі до 43 % у пелагіалі. Для *Rotatoria* від 3 % у рогазі до 21 % у асоціації спірогіри.

Щодо відсоткового співвідношення за біомасою, то в цьому випадку доля *Cladocera* в усіх випадках є більш вагомою: від 82 % у пелагіалі

поблизу заростей) до 94 % у формаціях осоки та рогозу. Частка *Rotatoria* за біомасою найменш вагома 0,38–1,2 %. Відсоток біомаси *Copepoda* становить 1,79–18,5 %.

### 5. Висновки

Таким чином, зоопланктофауна різноманітних рослинних формацій водойм Українського Розточчя нараховує 45 видів. У тому числі 18 видів коловерток, 20 видів гіллястовусих раків і 7 видів веслоногих раків.

У заростях рослин, внаслідок постійного водообміну поряд з фітофільними формами зоопланктону представлені також і пелагічні види. Найбагатшою у видовому відношенні (37 видів) є планктофауна у формації осоки. Найменше видів зареєстровано у формаціях хари та спірогіри (відповідно 12 та 14 таксонів). Домінують *C. pulchella*, *Ch. sphaericus*, *Ch. ovalis*, *A. nana*, *B. longirostris*, *S. vetulus*, *M. brachiata*.

За чисельністю (58–92 %) та біомасою (83–94 %) у всіх рослинних формаціях переважають *Cladocera*. Значення *Rotatoria* та *Copepoda* менш вагоме, показники розвитку популяцій цих груп зоопланктерів більш мінливі.

### Література

1. Іванець, О. Р. Фауна гіллястовусих раків (Crustacea, Cladocera) Українського Розточчя [Текст] / О. Р. Іванець // Вісник Львівського національного університету. Серія біологічна. – 2013. – Вип. 63. – С. 110–117.
2. Іванець, О. Р. Таксономічна структура кладоцероценозів Українського Розточчя [Текст] / О. Р. Іванець // Вісник Львівського національного університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 64. – С. 260–269.
3. Іванець, О. Р. Еколого-морфологічна характеристика роду *Daphnia* O.F. Müller, 1785 (Crustacea, Cladocera) Українського Розточчя. Біологічні студії [Текст] / О. Р. Іванець // *Studia Biologica*. – 2014. – Т. 8. № 2. – С. 169–186.
4. Wetzel, R. *Limnological Analyses* [Text] / R. Wetzel, G. Likens. – Philadelphia; London; Toronto: W.B. Saunders Company, 1979. – 357 p.
5. Мануйлова, Е. Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР [Текст] / Е. Ф. Мануйлова. – Л.: Наука, 1964. – 327 с.
6. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Т. 2. Ракообразные [Текст] : определитель. / под ред. С. Я. Цалолыхина, В. Р. Алексева. – СПб.: Зоол ин-т РАН, 1995. – 627 с.
7. Bartoš, E. *Vířníci – Rotatoria. Fauna ČSR* [Text] / E. Bartoš. – Praha, 1959. – sv. 15. – 969 p.
8. Benzie, A. H. CLADOCERA: The Genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Vol. 21 [Text] / A. H. Benzie. – Leiden: Backhuys Publ., 2005. – 383 p. doi: 10.1086/501297
9. Dumont, H. J. Introduction to the class Branchiopoda. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World [Text] / H. J. Dumont, S. V. Negrea. – Leiden.: Backhuys Publishers, 2002. – 398 p.
10. Einsle, U. Crustacea. Copepoda. Calanoida und Cyclopoida [Text] / U. Einsle. – Stuttgart. Jena. New York.: Gustav Fischer Verlag, 1993. – 211 p.
11. Flössner, D. Die Haplopoda und Cladocera (ohne

- Bosminidae*) *Mittleuropas* [Text] / D. Flössner. – Leiden.: Backhuys Publishers, 2000. – 428 p.
12. Koste, W. *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. I. Textband. II. Tafelband* [Text] / W. Koste. – Berlin-Stuttgart. : Gebrüder Borntraeger, 1978. – 673 p.
13. Orlova-Bienkowskaja, M. Y. A revision of the cladoceran Genus *Simocephalus* (Crustacea: Daphniidae) [Text] / M. Y. Orlova-Bienkowskaja // *Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Zool.)*. – 1998. – Vol. 64. – P. 1–62.
14. Orlova-Bienkowskaja, M. Y. Cladocera: Anomopoda Daphniidae: genus *Simocephalus* [Text] / M. Y. Orlova-Bienkowskaja. – Leiden. : The Netherlands Backhuys, 2001. – 130 p.
15. Sharma, V. Studies of *Daphnia ambigua* and *Simocephalus vetulus* based on scanning electron micrographic observations [Text] / V. Sharma, M. S. Sharma, R. C. Bhatnaga, R. Sharma // *Journal of Cell and Tissue Research*. – 2009. – Vol. 9, Issue 2. – P. 1831–1838.
16. Young, S. Systematic Study of the *Simocephalus* *Sensu Stricto* Species Group (Cladocera: Daphniidae) from Taiwan by Morphometric and Molecular Analyses [Text] / S. Young, M. Ni, M. Liu // *Zoological Studies*. – 2012. – Vol. 51, Issue 2. – P. 222–231.

### References

1. Ivanets, O. R. (2013). The fauna of cladocerans (Crustacea, Cladocera) of Ukrainian Roztochya. The Bulletin of the Lviv University. Series Biology, 63, 110–117. (In Ukrainian).
2. Ivanets, O. R. (2014). The taxonomic structure of cladoceroceenoses of Ukrainian Roztochya. The Bulletin of the Lviv University. Series Biology, 64, 260–269. (In Ukrainian).
3. Ivanets, O. R. (2014). Ecological and morphological characteristics of genus *Daphnia* (Crustacea, Cladocera) Ukrainian Roztochia. *Studia Biologica*, 8 (2), 169–186. (In Ukrainian).
4. Wetzel, R., Likens, G. (1979). *Limnological Analyses*. Philadelphia; London; Toronto: W. B. Saunders Company, 357.
5. Manuylova, E. F. (1964). Cladocera of the USSR fauna. Lviv: Science, 327. (In Russian)
6. A key-book of the freshwater invertebrates of Russia. Vol. 2. Crustacea. (1995). St. Petersburg: Zool. In-t RAN., 627.
7. Bartoš, E. (1959). Rotifers – Rotatoria. Fauna ČSR. Praha, sv. 15., 969. (In Czech).
8. Benzie, A. H. (2005). CLADOCERA: The Genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Vol. 21. Leiden: Backhuys Publ., 383. doi: 10.1086/501297
9. Dumont, H. J., Negrea, S. V. (2002). Introduction to the class Branchiopoda. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 19 – Leiden.: Backhuys Publishers., 398.
10. Einsle, U. (1993). Crustacea. Copepoda. Calanoida and Cyclopoida. Stuttgart. Jena. New York. Gustav Fischer Verlag., 211. (in German)
11. Flössner, D. (2000). The Haplopoda and Cladocera (without Bosminidae) in Central Europe. Backhuys Publishers, Leiden, 428. (in German)
12. Koste, W. (1978). Rotatoria. Rotifers in Central Europe. Gebrüder-Borntraeger-Berlin-Stuttgart., I. Textband., 673., II. Illustrated volume with 234 tablets.
13. Orlova-Bienkowskaja, M. Y. (1998). A revision of the cladoceran Genus *Simocephalus* (Crustacea: Daphniidae). *Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Zool.)*, 64, 1–62.
14. Orlova-Bienkowskaja, M. Y. (2001). Cladocera: Anomopoda Daphniidae: genus *Simocephalus*. Leiden, the Netherlands: Backhuys, 130.

15. Sharma, V., Sharma, M. S., Bhatnagar, C., Sharma, R. (2009). Studies of *Daphnia ambigua* and *Simocephalus vetulus* based on scanning electron micrographic observations. *Journal of Cell and Tissue Research*, 9 (2), 1831–1838.

16. Young, S., Ni, M., Liu, M. (2012). Systematic Study of the *Simocephalus Sensu Stricto* Species Group (Cladocera: Daphniidae) from Taiwan by Morphometric and Molecular Analyses. *Zoological Studies*, 51 (2), 222–231.

*Рекомендовано до публікації д-р біол. наук, проф. Царик Й. В.  
Дата надходження рукопису 30.09.2014.*

**Іванець Олег Романович**, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра зоології, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського 4, м. Львів, Україна, 79005  
E-mail: oleh\_ivanets@mail333.com

УДК [591.84+576.31]:591.471.37  
DOI: 10.15587/2313-8416.2014.27550

## ИЗМЕНЕНИЯ ГИСТОСТРУКТУРЫ ПРОКСИМАЛЬНЫХ И ДИСТАЛЬНЫХ МЕТАФИЗОВ БЕДРЕННЫХ КОСТЕЙ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИПОКИНЕЗИИ

© **О. В. Полковенко**

*С использованием гистологических и морфометрических методов нами установлено, что в проксимальных и дистальных метафизах бедренных костей белых крыс при моделированной гипокинезии наблюдаются деструктивные изменения, а именно "разрежение" костных трабекул. Подсчеты показали достоверное уменьшение удельного объема костных трабекул по сравнению с контролем.*

*Ключевые слова: белые крысы, гистология, костная ткань, трабекулы, бедренная кость, метафиз, гипокинезия, морфометрия, деминерализация, удельный объем.*

*With the use of histological and morphometrical methods we established, that under experimental hypokinesia conditions the proximal and distal metaphyses of white rats' femoral bones show the destructive changes of bone trabeculae. The calculations showed a significant decrease in the proportion of volume of bone trabeculae as compared with the control.*

*Keywords: white rats, histology, bone tissue, trabeculae, thigh-bone, metaphysis, hypokinesia, morphometry, demineralization, specific volume.*

### 1. Введение

Согласно современных данных костная ткань является динамической системой со своими специфическими внутренними механизмами регуляции и контроля. Она очень чувствительна ко влиянию внешних факторов. Кости формируют скелет организма, защищают и поддерживают жизненно-важные органы. Кроме этого, костная ткань играет важнейшую роль и в минеральном обмене вследствие того, что является депо кальция (именно в костях содержится до 99 % всего кальция организма).

Одними из важнейших показателей метаболической активности костной ткани являются процессы перестройки и обновления костных структур, которые продолжаются на протяжении всей жизни. Рост, развитие, физиологическая и репаративная регенерация, а также инволюция костей происходят благодаря ремоделированию – перестройке костной ткани, которая происходит постоянно. Именно эти процессы обеспечивают структурную адаптацию костной ткани к условиям внешней среды, в частности, к изменению поперной нагрузки на костный скелет, а также являются

механизмом поддержания минерального гомеостаза организма.

### 2. Литературный обзор

Одним из самых серьезных негативных экосоциальных факторов – спутников современного цивилизованного общества, которое характеризуется снижением доли физической работы в жизни человека, является гипокинезия, обусловленная малоподвижным образом жизни. Она определяется как дефицит двигательной активности. Это сопровождается уменьшением механической нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Для некоторых категорий людей гипокинезия может быть профессиональною, для других – просто образом жизни. Одним из самых страшных последствий гипокинезии может быть остеопороз. Остеопороз – одно из заболеваний, обусловленное малоподвижным образом жизни (что и является по сути своей гипокинезией). За распространенностью и смертностью от его последствий (переломы костей у людей пожилого возраста, в особенности у женщин) именно остеопороз занимает ведущее место по всему миру (ВООЗ).