

УШКОДЖЕННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА ПЕРЛІВНЕЦЕВИХ І КУЛЬКОВИХ ЯК ЧУТЛИВИЙ БІОІНДИКАЦІЙНИЙ ПОКАЗНИК

Шевчук Л.М.¹, Билина Л.В.¹, Куровська А.С.²

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, 10008, м. Житомир

²Державний навчальний заклад «Центр сфери обслуговування м. Житомира»
вул. Корольова, 132, 10025, м. Житомир
shevchuk.biol@gmail.com, bylyna.lili@gmail.com

Проблема екологічного стану водних об'єктів є актуальною для усіх річкових басейнів України. Зміна гідрологічного і гідрохімічного режимів більшості водойм і водотоків є наслідком довготривалого, різнобічного і значного антропогенного впливу, який полягає у скиданні неочищених стоків і непродуманому зарегулюванні. Мінливість – це універсальна властивість живих організмів. Прояви мінливості природних популяцій живих організмів у змінених умовах довкілля є надзвичайно різноманітними, що ставить перед біологами проблему їх класифікації. Як окремих видів мінливості можна розглядати травматичну мінливість. У прісноводних двостулкових молюсків цікавим є вивчення травматичної мінливості твердого тіла (черепашки), яка найбільше контактує зі зміненим середовищем. Проте мінливість черепашок двостулкових молюсків під впливом антропогенних змін середовища майже не досліджувалася. Під час дослідження ми взяли молюсків двох родин: Перлівниці (Unionidae) та Кулькові (Pisidiidae), оскільки вони продовжують залишатись однією з основних груп тварин-фільтраторів, які визначають якість води у місцях свого існування. До того ж вони є індикаторами стану водного середовища і у багатьох країнах використовуються під час біомоніторингових досліджень. Унаслідок візуального обстеження черепашок молюсків відмічено такі їх uszkodження, як зміна первинного кольору гіпостракуму (виникнення плям бурого та сірого кольору), формування пустотлих скульптурних утворень (здуття) гіпостракуму, деформування черепашки. Набуті uszkodження перешкоджають нормальному існуванню молюсків. Такі зміни можуть бути однією з причин зниження тривалості життя двостулкових молюсків та їх вимирання аж до повного зникнення із водойми. *Ключові слова:* травматична мінливість, черепашка, перлівниці, кулькові, біоіндикація.

Damage to the solid body of Unionidae and Pisidiidae as a sensitive bioindication indicator. Shevchuk L., Bylyna L., Kurovska A.

The problem of the ecological state of waterbodies is relevant for all river basins of Ukraine. Changes in the hydrological and hydrochemical regimes of most waterbodies and watercourses are the result of a long, multifaceted, significant anthropogenic impact, consists of the discharge of untreated wastewater and ill-conceived regulation. The variability is a universal peculiarity of living organisms. The appearance of the variability of natural living organism populations of under changed environmental conditions is extremely diverse, which poses a problem for biologists to classify them. Traumatic variability can be considered as a separate type of variability. It is interesting to study the traumatic variability of the solid body (shells) of freshwater mollusks, which is most in contact with the altered environment. However, the variability of shells of bivalve mollusks under the influence of anthropogenic changes in the environment has hardly been studied. In the course of our research, we took mollusks of two families, Unionidae and Pisidiidae, because they are still to be one of the main groups of filter-feeding animals that determine the quality of water in their places of existence. Moreover, they are indicators of the condition of the aquatic environment and are used in biomonitoring studies in many countries. As a result of a visual examination of the mollusk shells, such damages were noted as a change in the original colour of the hypostracum (the appearance of spots of brown and gray colour), the formation of hollow sculptural formations (swelling) of the hypostracum, and deformation of the shell. The acquired damage interferes with the ordinary existence of mollusks. Besides, such changes can be one of the reasons for the decrease in the life expectancy of mollusks and their extinction until they completely disappear from the water reservoir. *Key words:* traumatic variability, shell, Unionidae, Pisidiidae, bioindication.

Постановка проблеми. Незважаючи на відмічену чітку тенденцію до зниження частоти поширення і щільності населення у прісних водоймах та водотоках України двостулкових молюсків родин Перлівниці (Unionidae) та Кулькові (Pisidiidae), вони продовжують залишатись однією з основних груп тварин-фільтраторів, які визначають якість води у місцях свого існування. До того ж вони є індикаторами стану водного середовища і у багатьох країнах використовуються під час біомоніторингових досліджень [9]. Важливим показником екологічного стану водойм є видовий склад поселень двостулкових молюсків. Виконувати біоінди-

каційну функцію можуть і черепашки цих тварин (тверде тіло), що збереглися у музейних зборах або на берегах водойм. Зміни твердого тіла можуть свідчити про гідрологічні і гідрохімічні показники водойми [4; 9; 10], тому дедалі більше основним аспектом вивчення стає екологічна мінливість черепашки молюсків. Однак до цього часу була детально вивчена мінливість лише дуже невеликої кількості модельних видів, таких, наприклад, як види роду *Viviparus* [8; 12] або ставковик великий [6; 7; 14]. Двостулкові молюски в аспекті мінливості черепашки, зумовленої антропогенним впливом, не досить вивчені [2; 6].

Актуальність дослідження. Проблема екологічного стану водних об'єктів є актуальною для всіх річкових басейнів України. Істотні зміни гідрологічного і гідрохімічного режимів переважної більшості водойм і водотоків є наслідком довготривалого, різнобічного і значного антропогенного впливу, що полягає у скиданні неочищених стоків і непродуманому зарегулюванні. Прояви мінливості природних популяцій живих організмів у змінених умовах довкілля є надзвичайно різноманітними, що ставить перед біологами проблему їх класифікації. Як окремих видів мінливості можна розглядати травматичну мінливість. У прісноводних молюсків цікавим є вивчення травматичної мінливості твердого тіла (черепашки), яка найбільше контактує зі зміненим середовищем. Цей вид мінливості має біоіндикаційне значення. Тому важливим є дослідження черепашок цих тварин як у сучасних водоймах, так і в музейних колекціях.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Україна – одна із найменш забезпечених водою країн Європи, яка прагне інтеграції до Європейського Союзу. Нині основним документом у галузі водної політики ЄС є Директива № 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 р., більше відома як Водна Рамкова Директива (ВРД) [5]. На відміну від чинної в Україні системи моніторингу водних ресурсів у ВРД застосовано принцип багаторівневого моніторингу, зокрема із використанням методів біоіндикації [1]. Отже, визначення якості води з використанням видів-індикаторів дедалі набуває все більшої актуальності поряд із використанням традиційних методів здійснення такого дослідження [10]. На нашу думку, прісноводні двостулкові молюски є одними із найкращих об'єктів біомоніторингу. До того ж цю функцію може виконувати і їхнє тверде тіло, що зберігається у музейних колекціях та на берегах водойм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що найповніше відхилення від норми у вигляді черепашки перлівниць у Радянському Союзі вивчалися у 20-30-х роках ХХ століття у зв'язку із питанням промислового використання черепашок для виготовлення гудзиків, клавіш фортепіано, поробок тощо [3]. Саме тоді вивчалися молюски із різних ділянок водойм Радянського Союзу та було встановлено, що найбільш якісною є сировина (черепашки без плям, наростів, деформацій) із тих ділянок, де водойма має достатню проточність і невисоку каламутність води. Загалом зазначалося, що максимальний відсоток перлівниць зі зміною первинного кольору гіпостракуму (внутрішнього шару черепашки) становив 25%, із його скульптурними утвореннями (здуттями) – 10%. У досить проточних ділянках водойми зазначених ушкоджень не було відмічено.

Травматична мінливість черепашок кулькових у вказаному аспекті не вивчалася.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Як неодноразово зазначено в малакологічній літературі, прісноводні двостулкові молюски є вдалим об'єктом для моніторингових досліджень. Водночас мінливість черепашок двостулкових молюсків під впливом антропогенних змін середовища майже не досліджувалась. Все гостріше постає проблема екологічної мінливості черепашки. Цікавим вбачається вивчення мінливості аборигенних видів, які стрімко скорочують свою чисельність у водоймах України, та вида-вселенця, який успішно продовжує свою експансію в Європейських водоймах.

Викладення основного матеріалу. Під час дослідження матеріалом виступили черепашки (тверде тіло) двостулкових молюсків підродина Anodontinae родини Unionidae, а саме видів *Pseudanodonta complanata* Rossmassler, 1835, *Anodonta anatina* Linnaeus, 1758 та *A. cygnea* Linnaeus, 1758, *Sinanodonta woodiana* Lea, 1834. Загалом обстежено 317 екземплярів перлівниць. Відбір молюсків відбувався за останні десятиліття із різних річкових басейнів України. Досліджено тварин із 35 пунктів, розташованих у 8 річкових басейнах. Інформація про досліджений матеріал представлена у табл. 1. Окрім того, обстежено черепашки 113 екземплярів беззубок тих самих видів із колекції молюсків родини *Unionidae* Державного природознавчого музею НАН України (м. Львів). Для аналізу відібрано матеріал, зібраний до 1914 року, тобто до значних антропогенних змін водойм і водотоків. Окрім того, досліджено 1382 екземпляри черепашок кулькових тринадцяти видів, а саме: *Sphaerium corneum* Linnaeus, 1758, *Sp. solidum* Normand, 1844, *Sp. rivicola* Lamarck, 1818, *Sp. nitidum* Clessin, 1876, *Sp. nucleus* Studer, 1820, *Pisidium amnicum* Muller, 1774, *P. supinum* Schmidt, 1851, *P. casertanum*, Poli, 1791, *P. milium*, Held, 1836, *P. personatum*, Malm, 1855, *P. lilljeborgii*, Clessin, 1886, *P. pseudosphaerium*. Favre, 1927. *Musculium, lacustre*, Muller, 1774. Відбір молюсків відбувався у 2019-2021 роках із 48 пунктів, розташованих у 2 річкових басейнах. Інформація про кулькових, використаних у дослідженні, представлена у табл. 2. Окрім того, досліджено 982 екземплярів цих тварин до 1914 року, до збору фондів Державного природознавчого музею НАН України (м. Львів). Більшу частину інформації про матеріал дослідження перлівницьких і кулькових сучасних водойм внесено до бази даних [16].

Під час дослідження використовувався метод визначення виду тварин, їх віку [4; 11], а також метод огляду черепашок молюсків із метою виявлення ушкоджень.

Для дослідження використано саме черепашки беззубок, а не перлівниць, оскільки вони є більш чутливими до змін умов навколишнього середовища. Перегляд черепашок беззубок дозволив виявити такі типи ушкоджень черепашки: зміна

Інформація про досліджених перлівницевих сучасних водойм і водотоків

Місце збирання	Кількість досліджених особин, екз.	Ушкодження твердого тіла		
		Скульптурні утворення гіпостракуму, екз.	Деформація черепашки, екз.	Зміна первинного кольору гіпостракуму, екз.
<i>Anodonta anatina</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
м. Баранівка, р. Случ	17	3	5	10
смт. Миропіль, р. Случ	17	9	4	7
с. Кикова, р. Случ	12	9	5	7
Річковий басейн Дніпра				
м. Полтава, р. Ворскла	10	1	4	9
Київ, р. Дніпро	7	6	5	7
м. Радомишль, ставок	21	11	10	14
смт. Семенівка, р. Крива Руда	6	2	–	5
Річковий басейн Вісли				
с. Судова Вишня, р. Вишня	2	1	1	1
Річковий басейн Дністра				
с. Заліщики, р. Дністер	17	10	7	12
с. Черляни, ставок	7	5	1	7
Річковий басейн Дунаю				
с. Вилкове, р. Дунай (канал ПМК)	1	–	–	1
Річковий басейн Західного Бугу				
смт. Шацьк, озеро Люцимер	1	1	–	1
Річковий басейн Сіверського Дінця				
смт. Станично-Луганське, р. Сіверський Донець	7	4	–	4
<i>Anodonta cygnea</i>				
Річковий басейн Дніпра				
смт. Ружин, р. Роставиця	2	1	–	1
с. Гришківці, р. Гнилоп'ять	4	1	1	3
м. Житомир, гідропарк	22	12	7	17
<i>Pseudanodonta complanata</i>				
Річковий басейн Дніпра				
с. Климентове, р. Ворскла	2	–	–	–
с. Н. Каховка, Київське водосховище	1	1	–	–
с. Омельник, р. Псел	10	–	–	–
м. Суми, р. Псел	4	–	–	1
с. Ворсівка, р. Возня	1	–	–	1
Річковий басейн Південного Бугу				
с. Берізки-Бершадські, р. Південний Буг	9	1	–	4
с. Пробужани, р. Південний Буг	4	–	–	–
с. Пробужани, р. Південний Буг	1	1	–	–
м. Хмільник, р. Південний Буг	6	2	1	2
с. Привільне, р. Інгул	1	–	1	1
Річковий басейн Прип'яті				
с. Ушомир, р. Уж	3	–	–	1
с. Кишин, р. Уборть	26	4	6	20
с. Кишин, р. Уборть	8	–	3	5
м. Баранівка, р. Случ	2	1	–	1
смт. Миропіль, р. Случ	3	–	–	–

Продовження таблиці 1

Річковий басейн Сіверського Донця				
с. Андріївка, р. Сіверський Донець	2	1	–	–
С. Станично- Луганське, р. Сіверський Донець	7	1	1	–
с. Нова Баварія, р. Уди	2	–	–	1
Річковий басейн Дністра				
м. Троїцьке, р. Турунчук	10	4	8	8
с. Маяки, р. Дністер	3	–	1	3
с. Чортків, р. Серет	12	2	–	–
<i>Sinanodonta woodiana</i>				
Річковий басейн: Дунай				
с. Приморське, канал Дунай-Сасик	24	11	7	3
с. Матроска, р. Репіда	13	6	3	4
с. Вилкове, р. Дунай (канал ПМК)	6	5	3	–
м. Рені, канал	5	3	–	–

Таблиця 2

Інформація про досліджених кулькових сучасних водойм і водотоків

Місце збирання	Кількість досліджених особин, екз.	Ушкодження твердого тіла		
		Скульптурні утворення гіпостракуму, екз.	Деформація черепашки, екз.	Зміна первинного кольору гіпостракуму, екз.
<i>Sphaerium rivicola</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
смт. Миропіль, р. Случ	10	–	2	–
м. Баранівка, р. Случ	1	–	–	–
с. Понінки, р. Хомора	27	–	–	–
смт. Полонне, р. Хомора	4	–	–	–
смт. Любар, р. Случ	4	–	–	–
с. Поліське, р. Уж	10	–	–	–
с. Гуничі, р. Норинь	2	–	–	–
с. Нова Чортгорія, р. Случ	8	–	–	–
с. Пилиповичі, р. Случ	10	–	1	–
с. Весняне, р. Корчик	5	–	–	–
с. Устя, р. Корчик	14	–	2	–
с. Соснове, р. Случ	7	–	–	–
с. Гоща, р. Горинь	6	–	–	–
с. Олександрія, р. Горинь	9	–	–	–
с. Великий Житин, р. Кустинка	7	–	1	–
м. Тучин, р. Горинь	4	–	–	–
с. Степанець, р. Горинь	3	–	–	–
м. Березне, р. Случ	4	–	–	–
Річковий басейн Дніпра				
с. Чоповичі, р. Ірша	6	–	2	–
с. Рея, р. Гнилоп'ятка	447	–	107	–
с. Мирославка, р. Гнилоп'ятка	24	–	6	–
м. Житомир, р. Кам'янка	17	–	4	–
с. Глибочок, р. Ів'янка	29	–	7	–
с. Бондарці, р. Лісова	14	–	–	–

<i>Sphaerium nucleus</i>				
Річковий басейн Дніпра				
с. Глибочок, р. Ів'янка	167	–	16	–
с. Понінки, р. Хомора	6	–	–	–
Річковий басейн Прип'яті				
с. Поліське, р. Уж	14	–	–	–
м. Коростень, р. Уж	36	–	–	–
с. Ігнатпіль, р. Жерев	74	–	–	–
с. Гуничі, р. Норинь	5	–	–	–
м. Олевськ, р. Уборть	6	–	–	–
с. Нова Чорторія, р. Случ	10	–	–	–
м. Корець, р. Корчик	7	–	–	–
<i>Sphaerium corneum</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
м. Новоград-Волинський, р. Случ	9	–	–	–
село Смілка, р. Смілка	1	–	–	–
м. Баранівка, р. Случ	9	–	–	–
с. Понінки, р. Хомора	7	–	–	–
смт. Любар, р. Случ	6	–	–	–
с. Весняне, р. Корчик	2	–	–	–
с. Устя, р. Корчик	7	–	1	–
с. Соснове, р. Случ	3	–	–	–
<i>Sphaerium nitidum</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
село Смілка, р. Смілка	3	–	–	–
с. Понінки, р. Хомора	3	–	–	–
смт. Полонне, р. Хомора	4	–	–	–
м. Малин, р. Ірша	–	–	–	–
с. Щекічин, р. Стави	4	–	–	–
с. Забороль, р. Кустинка	1	–	–	–
Річковий басейн Дніпра				
м. Житомир, р. Кам'янка	34	–	–	–
с. Бондарці, р. Лісова	24	–	–	–
<i>Sphaerium solidum</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Понінки, р. Хомора	5	–	–	–
смт. Любар, р. Случ	1	–	–	–
с. Ремчиці, р. Горинь	4	–	–	–
с. Берестя, р. Горинь	22	–	1	–
с. Колки, р. Случ	15	–	–	–
с. Тинне, р. Случ	4	–	–	–
Річковий басейн Дніпра				
с. Чоповичі, р. Ірша	21	–	–	–
<i>Musculium lacustre</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Левківка, р. Гусак	11	–	–	–
с. Олександрія, р. Горинь	3	–	–	–
Річковий басейн Дніпра				
смт. Полонне, р. Хомора	5	–	–	–
с. Понінки, річка Хомора	4	–	–	–
с. Хажин, р. Гнилоп'ять	21	–	–	–
с. Щекічин, р. Стави	2	–	–	–

<i>Pisidium amnicum</i>				
Річковий басейн Дніпра				
с. Бондарці, р. Лісова	1	–	1	–
с. Чоповичі, р. Ірша	14	–	–	–
Річковий басейн Прип'яті				
с. Поліське, річка Уж	3	–	–	–
м. Коростень, річка Уж	5	–	–	–
18 км. від смт. Народичів, р. Жерев	4	–	–	–
смт. Народичі, р. Уж	11	–	–	–
смт. Лугини, р. Жерев	1	–	–	–
м. Олевськ, р. Уборть	3	–	–	–
с. Гоща, р. Горинь	2	–	–	–
с. Забороль, р. Кустинка	7	–	–	–
с. Олександрія, р. Горинь	8	–	–	–
с. Великий Житин, р. Кустинка	1	–	–	–
м. Тучин, р. Горинь	5	–	–	–
с. Диражне, р. Горинь	2	–	–	–
с. Велунь, р. Случ	3	–	–	–
м. Дубровиця, р. Горинь	1	–	–	–
м. Березне, р. Случ	7	–	2	–
<i>Pisidium supirum</i>				
Річковий басейн Дніпра				
м. Житомир, р. Кам'янка	16	–	–	–
Річковий басейн Прип'яті				
с. Ігнатпіль, р. Жерев	6	–	–	–
с. Гуничі, р. Норинь	1	–	–	–
смт. Лугини, р. Жерев	3	–	–	–
с. Весняне, р. Корчик	12	–	–	–
с. Устя, р. Корчик	4	–	–	–
с. Олександрія, струмок	5	–	–	–
с. Великий Житин, р. Кустинка	1	–	–	–
м. Тучин, р. Горинь	1	–	–	–
с. Диражне, р. Горинь	2	–	–	–
с. Велунь, р. Горинь	4	–	–	–
с. Тинне, р. Случ	1	–	–	–
<i>Pisidium milium</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Гоща, р. Горинь	7	–	–	–
<i>Pisidium casertanum</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Олександрія, р. Горинь	1	–	–	–
<i>Pisidium personatum</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Злазне, струмок	13	–	–	–
<i>Pisidium lilljeborqi</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Яполоть, р. Горинь	2	–	–	–
с. Велунь, р. Горинь	2	–	–	–
<i>Pisidium pseudosphaerium</i>				
Річковий басейн Прип'яті				
с. Тиниця, р. Случ	1	–	–	–

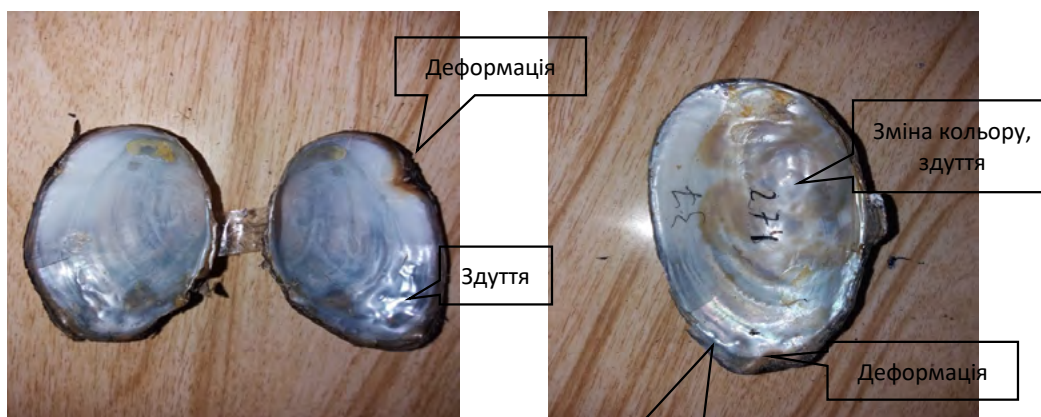


Рис. 1. Ушкодження черепашки беззубок із сучасних водойм (власне фото)

первинного кольору гіпостракуму (виникнення плям бурого та сірого кольору), формування пустотілих скульптурних утворень (здуття) гіпостракуму, деформування черепашки (рис. 1). У подальшому такі ушкодження перешкоджають нормальній життєдіяльності моллюсків. Такі ушкодження спричинені умовами конкретного пункту дослідження і є загальними для особин видів.

Для перевірки висунутої нами гіпотези про травматичний характер мінливості, спричиненої антропогенним впливом, ми проаналізували у зазначеному аспекті черепашки із колекції моллюсків родини *Unionidae* Державного природознавчого музею НАН України, зібрані до 1914 року, тобто до значних зрушень у гідроценозах. Аналіз характеру зміни черепашки цих тварин і тих, що мешкали у водоймах за останні десятиліття, дозволив установити, що характер змін твердого тіла тварин львівської колекції має низку принципів відмінностей. Здуття гіпостракуму таких моллюсків у 33% випадків під час обстеження *P. complanata* та 4% – *A. cygnea* мали вигляд так званих «несправжніх перлинок», їхній колір відповідає кольору решти гіпостракуму (рис. 2). Зміна кольору цього шару черепашки має вигляд світло-коричневих плям переважно верхівкової ділянки; такі зміни відмічались у близько 20% особин кожного із трьох видів. Після механічного ушкодження черепашки двох особин *A. anatina* (4% від обстежених) її колір

не змінився (рис. 2). Щоправда, у 2% випадків під час обстеження *A. anatina* та *A. cygnea* відмічено здуття гіпостракуму і зміну кольору у вигляді сірих або бурих плям, як це зафіксовано у тварин сучасних водойм.

Причинами появи відмічених нами ушкоджень твердого тіла тварин за останні десятиліття ми вважаємо зміну хімічного складу води, її закислення; забруднення довкілля хімічними речовинами, які впливають на ріст і розвиток тварин; механічний вплив водних мас і субстрату, наприклад, налипання піщинок на тіло. Водночас ми вважаємо, що подібні здуття гіпостракуму і зміну його кольору навіть можна класифікувати як своєрідні «новоутворення» твердого тіла, враховуючи, що вони не мають клітинної будови. На нашу думку, деформація черепашки також спричинена втратою нею первинної міцності. Адже на відміну від ушкоджень, відмічених у тварин, зібраних у XVIII – на початку XIX століття, після такого впливу нормальний ріст черепашки не відбувається. Це свого роду підвищена чутливість до найменших механічних впливів. Раніше деформації черепашки виникали лише у разі значних механічних впливів. Ушкоджена ділянка має інший колір і структуру. У подальшому такі ушкодження перешкоджають нормальному існуванню моллюсків. Такі зміни можуть бути однією із причин зниження тривалості життя моллюсків та їх вимирання аж до повного зникнення із водойми.



Рис. 2. Ушкодження черепашки беззубок із водойм XVIII – початку XIX століття (власне фото)

Ушкодження відзначені тільки у статевозрілих беззубок із відносно великими розмірами черепашок. Ювенільні особини виявилися вільними від аномалій. Отже, ймовірність їх контакту із факторами негативного впливу зростає із зростанням часу перебування особини у забрудненому середовищі, тобто відмічені ушкодження черепашок дорослих особин не є вродженими, а виникають на певних стадіях індивідуального розвитку під дією чинників середовища.

Отримані результати показують, що частота виявлення різних типів травматичної мінливості відрізняється серед видів беззубок і змінюється з віком. Зокрема, в особин *A. anatina* відмічено тенденцію до зростання з віком частоти усіх видів травматичної мінливості. Серед 12-річних тварин усі 100% мали скульптурні здуття гіпостракуму і зміну його первинного кольору, а серед 13-річних – усі 100% тварин мали деформовану черепашку. Серед *A. cygnea* така динаміка не простежується.

Аналіз травматичної мінливості черепашок *P. complanata* показує зростання її частоти з віком. Щоправда, черепашка однорічної особини вже мала змінений колір гіпостракуму, що підтверджує вибагливість цього виду до місць існування та високу чутливість до антропогенних впливів, що стало причиною його зникнення із багатьох водойм України та Європи [13; 15]

Аналіз твердого тіла вида-вселенця *S. woodiana* показав, що незалежно від віку тварин частота виявлення особин зі здуттями гіпостракуму є високою, що узгоджується з екологічною пластичністю виду-вселенця щодо каламутності води. Адже, як відомо,

такі ушкодження формуються під час потрапляння сторонніх предметів між черепашкою і мантиєю. Деформовані черепашки також відмічені у представників різного віку, а змінений первинний колір гіпостракуму мають переважно особини середнього віку.

Аналіз частоти виявлення трьох видів ушкоджень серед трьох аборигенних видів беззубок та вида-вселенця показав, що в аборигенних видів найчастіше відмічається зміна первинного кольору гіпостракуму: *A. anatina* – 68% досліджених особин, *A. cygnea* – 81%, *P. complanata* – 41%, що підтверджує їх чутливість до забруднення води хімічними сполуками. Проте серед *S. woodiana* найбільша частка особин (52%) має здуття гіпостракуму.

Аналіз частоти поширення серед трьох аборигенних видів кожного виду травматичної мінливості засвідчив, що усі її види відмічені частіше серед *A. anatina* та *A. cygnea*; вид *P. complanata* є найвибагливішим до умов існування і у забрудненому чи зміненому середовищі не відмічається. *P. complanata* у майже 20% пунктів збору жодних аномалій не мала, що може бути показником задовільних умов існування.

Виявлення міжвидових відмінностей за частотою ушкоджень не можна вважати несподіваними. Установлено, що навіть близькоспоріднені види беззубок по-різному реагують на вплив того ж самого зовнішнього фактора, що проявляється у їхній різній екологічній пластичності, витривалості під час негативних впливів. Цю обставину пояснюють відмінностями у системі гомеостазу видів, які проявляються у вигляді не лише неоднакової схильності до виникнення ушкоджень черепашки, але і різної витривалості в умовах забруднення середовища.

Таблиця 3

Частота ушкодження твердого тіла видів беззубок

Вид молюска	Кількість досліджених особин, екз.	Типи травматичної мінливості черепашки		
		Скульптурні утворення гіпостракуму, екз. (%)	Деформація черепашки, екз. (%)	Зміна первинного кольору гіпостракуму, екз. (%)
<i>A. anatina</i>	126	60(58))	42(33)	86(68)
<i>A. cygnea</i>	26	14(54)	8(31)	21(81)
<i>P. complanata</i>	117	18(15)	21(18)	48(41)
<i>S. woodiana</i>	48	25(52)	13(27)	7(15)

Рис. 3. Ушкодження черепашки *Sp. rivicola* із річки Гнилон'ятка (власне фото)

Ушкодження твердого тіла кулькових

Вид молюска	Кількість досліджених особин, екз.	Типи травматичної мінливості черепашки		
		Скульптурні утворення гіпостракуму, екз (%)	Деформація черепашки, екз. (%)	Зміна первинного кольору гіпостракуму, екз. (%)
<i>Sp. rivicola</i>	645	–	138(21)	–
<i>Sp. nucleus</i>	325	–	16 (5)	–
<i>P. amnicum</i>	78	–	2 (2)	–
<i>Sp. corneum</i>	44	–	1(2)	–
<i>Sp. solidum</i>	72	–	1(1)	–
<i>Sp. nitidum</i>	73	–	–	–
<i>P. supinum</i>	56	–	–	–
<i>Ms. lacustre</i>	46	–	–	–
<i>P. casertanum</i>	1	–	–	–
<i>P. milium</i>	7	–	–	–
<i>P. personatum</i>	13	–	–	–
<i>P. lilljeborgii</i>	4	–	–	–
<i>P. pseudosphaerium</i>	1	–	–	–

Цікавим завданням було проаналізувати травматичну мінливість кулькових, які мають короткий життєвий цикл (до 2 років) на відміну від перлівницевих, котрі у сучасних українських водоймах можуть жити більше 10 років [2; 11]. Саме тому час контакту дрібних двостулкових молюсків зі змінним середовищем обмежений. Аналіз ушкоджень тіла кулькових дозволив констатувати лише механічні ушкодження, тобто деформацію черепашки. Зміни первинного кольору і скульптурні утворення гіпостракуму не спостерігалися.

Загалом під час обстеження *Sp. rivicola* механічні ушкодження черепашки мали 17% тварин та 5% *Sp. nucleus* (табл. 4). За обстеження *P. amnicum* було виявлено тільки 1 незначну деформацію черепашки із 40 досліджених тварин, що становить 2,5%. Ушкодження черепашки реєструвалися лише в дорослих особин, так само, як і у перлівницевих.

Аналіз матеріалів Державного природознавчого музею НАН України (м. Київ та м. Львів) молюсків родів *Sphaerium*, *Pisidium* (*Euglesa*) та *Musculium* дозволив установити, що понад 100 років тому кулькові також мали лише механічні пошкодження черепашки. Загалом відсоток особин із деформацією черепашки у музейних колекціях не перевищував 5%, тобто був нижчим від максимально зафіксованого у сучасних водоймах. Це підтверджує, що кулькові вибагливі до умов існування, тому можуть виконувати біоіндикаційну роль. Вони зустрічаються на ділянках із проточною водою, піщаним або піщано-кам'янистим дном без мулу. Саме тому нами відмічена чітка тенденція до їх зникнення у сучасних українських водоймах та водотоках.

Головні висновки.

1. Аналіз твердого тіла трьох аборигенних та одного адвентивного виду беззубок (*Pseudanodonta complanata* Rossmassler, 1835, *Anodonta anatina* Linnaeus, 1758, *A. cygnea* Linnaeus, 1758, *Sinanodonta*

woodiana Lea, 1834), дозволив виділити такі типи травматичної мінливості черепашки: зміна первинного кольору гіпостракуму (виникнення плям), формування пустотілих скульптурних утворень (здуття) гіпостракуму, деформування черепашки.

2. У всіх видів беззубок відмічено всі види ушкоджень твердого тіла. Несправжня беззубка *P. complanata* у майже 20% пунктів збору жодних ушкоджень не мала, що підтверджує її чутливість і вибагливість до умов існування.

3. Відмічено зростання відсотка беззубок зі скульптурними утвореннями гіпостракуму за останні 100 років майже у 6 разів і зі змінами його первинного кольору (більш ніж утричі).

4. В аборигенних видів найчастіше відмічалася зміна первинного кольору гіпостракуму, натомість у вида-вселенця найчастіше (52%) траплялися пустотілі скульптурні здуття черепашки, що підтверджує байдужість вселенця до ступеня каламутності води.

5. У кулькових відмічено лише деформацію черепашки. Відсоток тварин із таким ушкодженням становив у сучасних біотопах 1-21%, а у представників, зібраних до 1914 року, не перевищував 5%. Травматичну мінливість зафіксовано лише у трьох із тринадцяти досліджених видів кулькових, а саме *Sphaerium rivicola*, Lamarck, 1818, *S. nucleus*, Studer, 1820, *Pisidium amnicum*, Muller, 1774.

Перспективи використання. Підтверджено можливість використання черепашок перлівницевих та кулькових із метою біологічної індикації стану водного середовища. Окрім того, виявлення у музейних зборах черепашок аборигенного виду *P. complanata* та молюсків родів *Sphaerium*, *Pisidium* (*Euglesa*) та *Musculium* може свідчити про наявність течії та насичення води киснем у водоймі у період дослідження. Виявлення *A. cygnea* може також слугувати підтвердженням доброго екологічного стану водойми.

Література

1. Адаптація системи моніторингу поверхневих вод Державної гідрометеорологічної служби України МНС України до положень Водної рамкової директиви ЄС. Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту: Зб. наук. пр., 2008. Вип. 257. С. 146–161.
2. Алимов А. Ф. Заметки по изменчивости некоторых моллюсков сем. Sphaeriidae. Гидробиологические исследования самоочищения водоемов. Ленинград, 1976. С. 119–128.
3. Бартош А. А. Биология и запасы перловиц реки Кубни. *Зап. о-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те.* 1938. Вып. 3/4. С. 69–94.
4. Васильєва Л. А. Перлівницеві Unionidae (Bivalvia) фауни України: алозимна й морфологічна мінливість: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08. Київ, 2011. 23 с.
5. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. Київ: Твій формат, 2006. 240 с.
6. Голиков А. Н. Некоторые закономерности роста и изменчивости на примере моллюсков. Гидробиологические исследования самоочищения водоемов. Ленинград, 1976. С. 97–118.
7. Жадин В. И. К изучению изменчивости пресноводных моллюсков. *Limnaea stagnalis* L. var. Goktschana. *Русский гидробиологический журнал.* 1928. № 7. С. 146–150.
8. Жадин В. И. Исследования по морфологии и изменчивости *Vivipara fasciata* Mull. Монографии Волжской биологической станции. 1928. № 3. С. 1–94.
9. Мальцев В. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. Київ : Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. 112 с.
10. Рындович С. Определение экологического состояния водных экосистем на основе анализа видового состава беспозвоночных: практическое пособие. Барановичи, 2015. 27 с.
11. Стадниченко А. П. Фауна України. Перлівницеві. Кулькові (Unionidae, Cycladidae). Київ: Наук. думка, 1984. Т. 29, вип. 9. 384 с.
12. Franz V. Viviparus. Morphometrie, Phylogenie und Geographie der europaischen, fossilen und rezenten Paludinen. *Denkschriften der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena.* 1932. № 18 (1). S. 1–160.
13. Mcivor A. L. The reproductive biology of depressed river mussel, *Pseudanodonta complanata* (Bivalvia: Unionidae), with implications for its conservation. *J. Moll. Stud.* 2007. Vol. 73. Issue 3. P. 259–266.
14. Mozley A. The variation of *Limnaea stagnalis* (Linne). *Proceedings of the Malacological Society of London.* 1939. № 23 (5). P. 267–269.
15. Zettler M. L. The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca.* 2007. Vol. 25. P. 165–174.
16. Harbar O., Shevchuk L., Harbar D., Vlasenko R., Onychuk I., Kotsyuba I., Korchunova O., Chernychova T., Demchuk N., Bylina L., Susol T., Chechet I., Lasarthuk O. Database of animal species of the laboratory of analysis and expertise of biotic resources (Ivan Franko Zhytomyr State University, Ukraine). 2021. Zhytomyr Ivan Franko State University. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/c3yvy5> accessed via GBIF.org on 2021-03-21
17. <https://www.gbif.org/dataset/2530a330-a579-4335-aea4-56e3c3fad9b0> (дата звернення 25.09.2021 р.)