

УДК 594.382.4

Хлус Л.М., Козачок З.Г., Ракочий В.К., Сенік Б.Р. (Україна, Чернівці)

МОРФОМЕТРИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *CEPAEA VINDOBONENSIS* FER. З УРБАНІЗОВАНИХ МІСЦЕІСНУВАНЬ ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ УКРАЇНИ

Для дослідження особливостей виникнення критичних ситуацій у природних системах необхідне проведення систематичних спостережень у природних умовах, а це, в свою чергу, вимагає розробки та використання нових методів вивчення фауністичних комплексів у змінених умовах середовища. Огляд існуючих систем моніторингу показує переважання у цих дослідженнях методів фізико-хімічного аналізу, що обумовлюється можливістю автоматизації та відносною простотою стандартизації фізико-хімічних методів оцінки стану довкілля [1, 6]. Проте останнім часом в розробці методів контролю забруднення оточуючого середовища, його зниження та попередження намітилася стійка тенденція до використання біоіндикаційного методу [5, 8].

Протягом останніх десятиліть з'явилась значна кількість публікацій, які підтверджують можливість використання наземних моллюсків як біоіндикаторів забруднення довкілля важкими металами та пестицидами [3, 8], проте підхід, що базується на аналізі антропогенного впливу на популяційну структуру та чисельність наземних моллюсків, досі не набув належного розвитку. Перспективними виявляються екстер'єрні, габітуальні якісні та кількісні ознаки, які легко реєструються і часто несуть істотне таксономічне навантаження. Зважаючи на викладене, ми обрали для досліджень мінливості метричних конхологічних параметрів та поліморфної структури популяцій види родини Helicidae. Нами показана залежність згаданих показників як від мікро- так і від мезокліматичних і біотопічних умов, а також і від рівня антропогенного навантаження на середовище існування низки видів [9, 10, 14, 16].

Особливості поширення хеліцид на терені України і, зокрема, Буковини, зумовлюють необхідність розширення кола досліджуваних тварин, перспективних для наступного використання у якості біоіндикаторів. Зважаючи на це, метою даної роботи було вивчення морфометричних конхологічних особливостей популяцій цецеї австрійської, що населяють місцеіснування з різним рівнем антропогенної трансформації в урбоєкосистемах Прут-Дністровського межиріччя України. Морфометрична мінливість черепашок виду з природних місцеіснувань із зон невиснажливого використання проаналізована нами раніше [11-13, 15, 17].

Об'єкт та методи дослідження. Об'єкт дослідження – внутрішньопопуляційна та міжпопуляційна мінливість метричних конхологічних параметрів *Cepaea vindobonensis* (Ferussac, 1821) (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae). Цецея австрійська – ксеромезофільний вид, широко розповсюджений на теренах України (зокрема, він є фоновим у зоні Причорномор'я). У межах Північної Буковини цецея поширена як у природних місцеіснуваннях (обираючи відкриті біотопи та місцевості, де окрім трав'янистої, є також негуста чагарникова рослинність), так і в урбанізованих ландшафтах. Вид часто зустрічається разом з *Helix lutescens* Rssm. і щільність його популяцій завжди значно нижча за відповідний показник для хеліксів. Як і інші види роду, *C. vindobonensis* володіє добре вираженим поліморфізмом за загальним фоном забарвлення черепашки та характером її посмугованості.

618 особин виду було зібрано впродовж 2000 – 2008 років в межах шести урбоєкосистем Прут-Дністровського межиріччя України з біотопів, що зазнають різнорівневих урбанізаційних впливів. Моллюски зібрані в адміністративних межах чотирьох населених пунктів Чернівецької обл: м. Чернівці (обласний центр; досліджено 3 локалітети), смт. Кельменці, м. Кіцмань (райцентри, по одному локалітету) та м. Новодністровськ (1 локалітет); а також м. Чортків (райцентр Тернопільської обл., 1 локалітет) та м. Ямпіль (райцентр Вінницької обл., 3 локалітети). Для морфометричного аналізу, який здійснювали, як описано раніше [7], використовували тільки черепашки статевозрілих моллюсків з повністю сформованою губою. Статистичну обробку результатів здійснювали загальноживаними методами варіаційної статистики [4] за допомогою авторської програми для ПЕОМ.

Результати та обговорення. Для оптимізації статистичної обробки отриманих результатів нами розроблена прикладна програма «Helicidae Statistic», яка включає базу даних опрацьованих вибірок та додатки для здійснення розрахунків в обсязі дескриптивної статистики (min, max, σ та

$x \pm S_x$), підтвердження достовірності різниці між вибірками за допомогою t-критерія Стюдента при заданому рівні значущості. Програма дозволяє легко трансформувати результати обрахунків у таблиці програми Microsoft Word. Весь масив вхідних даних можна також експортувати у Microsoft Excel для здійснення розрахунків у цьому середовищі, а також за допомогою інших прикладних пакетів програм (Statistica 6.0., NCSS, SPSS). Окрім морфометричного, програма дає можливість здійснювати також фенетичний аналіз за окремими ознаками (наявністю-відсутністю спіральних смуг із визначенням частоти морф за характером посмугованості, фоновим забарвленням черепашок, кольором смуг тощо) та здійснювати аналіз фенетичної структури популяції з використанням математичного апарату, запропонованого Л.А. Животовським [2] (обчислювати показник внутрішньопопуляційної різноманітності μ та частку рідкісних морф h з похибками). Результати обчислень візуалізуються у вигляді колових діаграм із зазначенням частки (%) кожного сектору в ній та гістограм. Програма «Helicidae Statistic» дає можливість порівняти між собою дві та більше вибірок (обраховувати показники попарної r й групової R подібності популяцій та оцінювати їх значущість за величиною критерія ідентичності D). Цікавою є можливість проаналізувати тварин певної вибірки одночасно за кількома поліморфними ознаками.

Аналіз отриманих даних (табл.) показав, що в умовах Прут-Дністровського межиріччя України досліджені конхологічні параметри цепої австрійської змінюються в межах середньовидових (для усього ареалу) показників як просторово (для різних, географічно віддалених чи просторово розмежованих в одній урбоєкосистемі популяцій), так і в часі (що, ймовірно, обумовлюється кліматичними умовами конкретних років). При цьому різниця габітуальних розмірів черепашок цепої з різних місцеіснувань в межах однієї урбоєкосистеми не більша (а в деяких випадках – навіть менша), ніж варіабельність цих параметрів в часі у моллюсків з одного біогеоценозу, а розмах міжпопуляційної мінливості метричних конхологічних показників вужчий в умовах меншого рівня урбанізованості територій. Значення основних габітуальних конхологічних параметрів не менші (а в окремих випадках – і переважають) відповідні показники, характерні для виду в урбоєкосистемах півдня України, де вид є фоновим, а кліматичні умови для нього – сприятливими [7].

Таблиця 1

Морфометричні показники черепашок *C. vindobonensis* з урбоєкосистем деяких населених пунктів Прут-Дністровського межиріччя України

| Показник и | Вибірки | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | м. Чернівці | | | | |
| | Ч-1, 2002 р., n=78 | Ч-1, 2004 р., n=42 | Ч-2, 2000 р., n=43 | Ч-2, 2001 р., n=64 | Ч-3, 2000 р., n=101 |
| ВЧ | 18,68±0,11 | 17,16±0,13 | 18,64±0,15 | 17,39±0,12 | 18,19±0,11 |
| ВД | 21,53±0,12 | 21,20±0,11 | 21,74±0,13 | 20,63±0,09 | 21,46±0,11 |
| МД | 19,64±0,11 | 19,02±0,11 | 19,70±0,13 | 18,69±0,09 | 19,29±0,13 |
| ВУ | 11,48±0,07 | 11,12±0,07 | 11,44±0,09 | 10,99±0,07 | 11,22±0,06 |
| ШУ | 10,03±0,06 | 9,47±0,05 | 10,19±0,08 | 9,62±0,06 | 9,93±0,05 |
| КО | 4,94±0,02 | 4,65±0,03 | 4,86±0,03 | 4,91±0,02 | 4,85±0,02 |
| ВЧ/ВД | 0,870±0,010 | 0,810±0,010 | 0,860±0,010 | 0,840±0,010 | 0,850±0,010 |
| ВЧ/МД | 0,951±0,003 | 0,902±0,003 | 0,946±0,005 | 0,931±0,004 | 0,945±0,007 |
| ШУ/ВД | 0,466±0,002 | 0,447±0,002 | 0,469±0,002 | 0,466±0,002 | 0,463±0,002 |
| ШУ/МД | 0,511±0,002 | 0,498±0,003 | 0,518±0,003 | 0,515±0,002 | 0,517±0,004 |
| ВУ/ВД | 0,533±0,001 | 0,525±0,003 | 0,526±0,002 | 0,533±0,002 | 0,523±0,001 |
| ВУ/МД | 0,584±0,002 | 0,585±0,003 | 0,581±0,003 | 0,588±0,002 | 0,583±0,004 |
| ШУ/ВЧ | 0,537±0,003 | 0,553±0,004 | 0,547±0,004 | 0,553±0,003 | 0,547±0,003 |
| ВУ/ВЧ | 0,615±0,003 | 0,649±0,004 | 0,614±0,004 | 0,632±0,003 | 0,618±0,002 |
| ШУ/ВУ | 0,875±0,003 | 0,852±0,005 | 0,891±0,005 | 0,875±0,004 | 0,886±0,004 |
| МД/ВД | 0,912±0,002 | 0,897±0,002 | 0,906±0,003 | 0,906±0,002 | 0,899±0,004 |
| ОЧ | 3627±57 | 3118±59 | 3638±72 | 3052±48 | 3417±56 |
| ПлУ | 90,61±1,05 | 82,73±0,86 | 91,75±1,29 | 83,11±0,97 | 87,60±0,78 |
| ОЧ/ПлУ | 39,94±0,33 | 37,64±0,51 | 39,61±0,46 | 36,67±0,31 | 38,86±0,44 |
| ПрУ | 33,81±0,19 | 32,39±0,17 | 34,01±0,24 | 32,39±0,19 | 33,24±0,15 |
| ОЧ/ПрУ | 106,86±1,21 | 96,08±1,49 | 106,69±1,56 | 93,95±1,05 | 102,39±1,37 |

| м. Ямпіль | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|
| | Я-1, 2003 р., n=59 | Я-2, 2003 р., n=48 | Я-3, 2003 р., n=81 | Я-3, 2007 р., n=71 | Я-3, 2008 р., n=31 |
| ВЧ | 17,56±0,13 | 17,25±0,13 | 17,52±0,10 | 17,11±0,12 | 17,96±0,16 |
| ВД | 21,05±0,12 | 20,63±0,09 | 20,39±0,10 | 20,68±0,12 | 21,42±0,18 |
| МД | 19,12±0,11 | 18,51±0,09 | 18,20±0,09 | 18,59±0,11 | 19,25±0,16 |
| ВУ | 11,46±0,07 | 11,39±0,07 | 11,29±0,06 | 11,02±0,07 | 11,49±0,11 |
| ШУ | 9,79±0,06 | 9,57±0,06 | 9,40±0,06 | 9,79±0,07 | 10,22±0,08 |
| КО | 4,67±0,03 | 4,77±0,03 | 4,78±0,02 | 4,70±0,03 | 4,72±0,04 |
| ВЧ/ВД | 0,830±0,010 | 0,840±0,010 | 0,860±0,010 | 0,830±0,010 | 0,840±0,010 |
| ВЧ/МД | 0,919±0,004 | 0,932±0,006 | 0,963±0,003 | 0,921±0,004 | 0,933±0,006 |
| ШУ/ВД | 0,466±0,002 | 0,464±0,002 | 0,461±0,002 | 0,474±0,002 | 0,477±0,003 |
| ШУ/МД | 0,513±0,002 | 0,517±0,002 | 0,517±0,003 | 0,527±0,002 | 0,531±0,004 |
| ВУ/ВД | 0,545±0,002 | 0,553±0,003 | 0,554±0,002 | 0,533±0,002 | 0,536±0,004 |
| ВУ/МД | 0,600±0,003 | 0,616±0,003 | 0,620±0,002 | 0,593±0,003 | 0,597±0,005 |
| ШУ/ВЧ | 0,559±0,004 | 0,556±0,004 | 0,537±0,003 | 0,573±0,003 | 0,569±0,005 |
| ВУ/ВЧ | 0,654±0,004 | 0,662±0,004 | 0,645±0,003 | 0,645±0,003 | 0,640±0,006 |
| ШУ/ВУ | 0,855±0,004 | 0,839±0,004 | 0,833±0,004 | 0,889±0,005 | 0,891±0,007 |
| МД/ВД | 0,908±0,002 | 0,898±0,002 | 0,893±0,002 | 0,899±0,002 | 0,899±0,003 |
| ОЧ | 3227±58 | 2965±46 | 2921±46 | 2980±54 | 3344±80 |
| ПлУ | 88,27±0,99 | 85,69±0,95 | 83,48±0,88 | 84,88±1,00 | 92,29±1,48 |
| ОЧ/ПлУ | 36,50±0,45 | 34,59±0,36 | 34,96±0,33 | 34,99±0,37 | 36,23±0,64 |
| ПрУ | 33,44±0,19 | 32,99±0,18 | 32,57±0,17 | 32,71±0,19 | 34,11±0,27 |
| ОЧ/ПрУ | 96,27±1,38 | 89,74±1,09 | 89,44±1,05 | 90,73±1,24 | 97,83±1,89 |
| Інші населені пункти | | | | | |
| | с.мт. Кельменці, 2006 р., n=21 | с.мт. Кельменці, 2008 р., n=84 | м. Кіцмань, 2008 р., n=207 | м. Новодніст- ровськ, 2004 р., n=162 | м. Чортків, 2002 р., n=78 |
| ВЧ | 16,09±0,15 | 16,34±0,09 | 16,58±0,06 | 15,05±0,07 | 17,25±0,09 |
| ВД | 18,76±0,16 | 19,23±0,09 | 19,34±0,06 | 18,74±0,06 | 20,75±0,09 |
| МД | 17,08±0,16 | 17,38±0,09 | 17,67±0,05 | 16,99±0,06 | 18,86±0,08 |
| ВУ | 10,08±0,07 | 10,18±0,06 | 10,32±0,03 | 10,25±0,04 | 11,05±0,05 |
| ШУ | 8,77±0,09 | 8,78±0,06 | 8,90±0,03 | 8,85±0,03 | 9,48±0,05 |
| КО | 4,75±0,04 | 4,73±0,02 | 4,75±0,01 | 4,52±0,02 | 4,68±0,02 |
| ВЧ/ВД | 0,860±0,010 | 0,850±0,010 | 0,860±0,010 | 0,800±0,010 | 0,830±0,010 |
| ВЧ/МД | 0,943±0,004 | 0,940±0,003 | 0,939±0,002 | 0,885±0,002 | 0,915±0,003 |
| ШУ/ВД | 0,467±0,004 | 0,457±0,002 | 0,460±0,001 | 0,472±0,001 | 0,457±0,002 |
| ШУ/МД | 0,514±0,005 | 0,505±0,002 | 0,504±0,001 | 0,521±0,002 | 0,503±0,002 |
| ВУ/ВД | 0,537±0,003 | 0,529±0,002 | 0,534±0,001 | 0,547±0,001 | 0,533±0,002 |
| ВУ/МД | 0,591±0,004 | 0,586±0,002 | 0,585±0,001 | 0,604±0,002 | 0,586±0,002 |
| ШУ/ВЧ | 0,545±0,005 | 0,538±0,003 | 0,538±0,002 | 0,589±0,002 | 0,550±0,003 |
| ВУ/ВЧ | 0,627±0,005 | 0,624±0,003 | 0,623±0,002 | 0,682±0,002 | 0,641±0,003 |
| ШУ/ВУ | 0,870±0,007 | 0,863±0,004 | 0,863±0,003 | 0,864±0,002 | 0,858±0,003 |
| МД/ВД | 0,910±0,004 | 0,904±0,002 | 0,913±0,001 | 0,907±0,001 | 0,909±0,001 |
| ОЧ | 2358±66 | 2483±38 | 2601±24 | 2185±23 | 3083±43 |
| ПлУ | 69,41±1,12 | 70,33±0,81 | 72,25±0,46 | 71,37±0,51 | 82,29±0,75 |
| ОЧ/ПлУ | 33,96±0,74 | 35,29±0,32 | 35,96±0,20 | 30,59±0,21 | 37,42±0,33 |
| ПрУ | 29,63±0,23 | 29,82±0,17 | 30,23±0,09 | 30,04±0,11 | 32,28±0,14 |
| ОЧ/ПрУ | 79,47±1,88 | 83,02±0,91 | 85,81±0,59 | 72,55±0,59 | 95,30±1,01 |

Висновок

Таким чином, в умовах Прут-Дністровського межиріччя України мінливість габітуальних розмірів черепашок *S. vindobonensis* з різних місцевостей в межах однієї урбоекосистеми до певної міри залежить від рівня антропогенного навантаження на біогеоценоз; варіабельність

морфометричних конхологічних параметрів в часі у моллюсків з одного місцеіснування не менша, ніж їх міжпопуляційна мінливість в межах однієї урбоєкосистеми. Розроблена прикладна програма для оптимізації статистичної обробки результатів морфометричного та фенетичного аналізу хеліцид.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р.Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 345 с.
2. Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 38-44.
3. Зейферт Д.В., Хохуткин И.М. Использование наземных моллюском для оценки качества окружающей среды //Экология. – 1995. – № 4. – С. 307-312.
4. Лакин Г.В. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
5. Нифонтова М.Г., Куликов Н.В. Радиоэкологический мониторинг природных экосистем в зоне Белоярской атомной электростанции на Урале // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. 13. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 162-175.
6. Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Значение системы раннего предупреждения в экологическом мониторинге. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. 12. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 242-249.
7. Сверлова Н.В., Хлус Л.Н., Крамаренко С.С. и др. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде. – Львов, 2006. – 226 с.
8. Хлус Л.М. Безхребетні як індикатори забруднення природних екосистем // Наук. вісник Чернівецького університету. Зб. наук. праць. Вип. 39.: Біологія. - Чернівці: ЧДУ, 1999. – С. 131-140.
9. Хлус Л.М. Онтогенетична мінливість конхологічних параметрів моллюска *Eobania vermiculata* Muller у зв'язку з адаптацією до аридних умов існування // Питання біоіндикації та екології. – 2002. – Вип. 7, № 1. – С. 84-91.
10. Хлус Л.М. Конхологічна характеристика виноградного слимака з охоронюваних територій Карпатського регіону України // Заповідна справа в Україні. – Т.8, вип. 1. – 2002. – С. 63-69.
11. Хлус Л.М. Аналіз конхологічної мінливості локальної популяції *Seraea vindobonensis* Fer. // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗДУ, 2003. – Вип. 8, № 1. – С. 78-84.
12. Хлус Л.Н. Конхологическая изменчивость *Seraea vindobonensis* Fer. (Gastropoda, Helicidae) из разных частей видовой ареала в пределах Украины // Актуальные проблемы сохранения устойчивости живых систем: Матер. 8-й Междунар. науч. экол. конф. г. Белгород, 27-29 сентября 2004 г. – Белгород, 2004. – С. 230-231.
13. Хлус Л.М. Морфометрична структура природних популяцій *Seraea vindobonensis* Fer. на теренах України // Наук. вісник Чернівецького університету. Зб. наук. праць. Вип. 223.: Біологія. – Чернівці: Рута, 2004. – С. 83-88.
14. Хлус Л.Н. Внутривидовая конхологическая изменчивость *Helix pomatia* L. из опушечных местообитаний Хотинской возвышенности (Украина) // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Матер. 2-й Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. – С. 236-239.
15. Хлус Л.Н., Козачок З.Г. Морфометрическая структура пространственно разобщенных популяций *Seraea vindobonensis* Fer. из степной зоны Украины // Фундаментальные аспекты биологии в решении актуальных экологических проблем: Матер. междунар. науч-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения К.В. Горбунова, 10-12 декабря 2008 года, г. Астрахань. – Астрахань: ООО «КПЦ ПолиграфКом», 2008. – С. 254-257.
16. Хлус Л.М., Хлус К.М. Изучение изменчивости наземного моллюска *Helix lutescens* с применением факторного анализа // Поволжский экологический журнал. – 2002. – № 1. – С. 53-60.
17. Хлус Л.М., Хлус К.М. Конхологічні особливості буковинських популяцій *Seraea vindobonensis* Fer. (Geophyla, Helicidae) // „Гори і люди (у контексті сталого розвитку)”. Матеріали міжнародної конференції 14-18 жовтня 2002 р. - Т. 2. – Рахів, 2002. – С. 522-526.