

УДК 594.38

## ФЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *CAUCASOTACHEA VINDOBONENSIS* (GASTROPODA, HELICIDAE) У М. ХАРКІВ ТА ЇХ МОРФОЛОГІЧНІ ВІДМІННОСТІ

Ковальов В. В., Хоменко А. М.<sup>1</sup>

**Фенетична структура популяцій *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda, Helicidae) у м. Харків та їх морфологічні відмінності.** — В. В. Ковальов, А. М. Хоменко. — У результаті роботи було проаналізовано 516 черепашок *C. vindobonensis* з міста Харкова. Всього було виявлено 6 фенотипів. Домінантними морфами є фенотипи 10345 та 12345, які разом становлять більше 97% черепашок з усіх вибірок. Серед фенотипу 12345 найбільш поширеним є варіант з вузькою другою смугою порівняно з першою та третьою (майже 50%). Частота поширення фенотипу 1(23)45 менше 1%. Відмінності черепашок з різних вибірок за розмірами черепашки є статистично значущими. Порівняння результатів з літературними даними показало, що у Харкові черепашки світліші та мають більш округлу форму.

**Ключові слова:** *Caucasotachea vindobonensis*, наземні молюски, фенетика, поліморфізм, Харків, Україна.

**Адреси:**<sup>1</sup> — Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 61022, майдан Свободи, 4, Харків, Україна, e-mail: kovalov.vik@gmail.com.

**Phenetic structure of *Caucasotachea vindobonensis* populations (Gastropoda, Helicidae) in Kharkiv and their morphological differences.** — V. Kovalov, A. Khomenko<sup>1</sup>. — Five hundred sixteen shells of *C. vindobonensis* from Kharkiv were analyzed. Only six phenotypes were found. The frequency of dominant morphs (10345 and 12345) exceeded 97% of all shells. A variant of the 12345-phenotype with the second thin band was the most frequent morph among five-bands phenotype. The frequency of the 1(23)45 phenotype was less than 1%. The significant differences in shell sizes between different localities was revealed. The comparison of results with published data suggests that *C. vindobonensis* shells of Kharkiv are brighter and have a more rounded shape.

**Key words:** *Caucasotachea vindobonensis*, land mollusks, phenetic, polymorphism, Kharkiv, Ukraine.

**Address:**<sup>1</sup> — V. N. Karazin Kharkiv National University, 61022, Svobody Sq., 4, Kharkiv, Ukraine, e-mail: kovalov.vik@gmail.com.

### Вступ

*Caucasotachea vindobonensis* (Féruassac, 1821) – представник родини Helicidae, якого раніше відносили до роду *Cerpea*, але за результатами таксономічної ревізії було показано приналежність даного виду до роду *Caucasotachea* [13]. Даному виду притаманний певний рівень поліморфізму, що стосується смугастості черепашки. При цьому рівень поліморфізму менший, ніж у двох західноєвропейських видів *Cerpea hortensis* (O. F. Müller, 1774) та *Cerpea nemoralis* (Linnaeus, 1758). Ці два види слугують зручними об'єктами вивчення генетико-популяційних процесів, оскільки в них добре виділяються окремі альтернативні якісні ознаки (фени), що є спадковими. Але в Україні вони представлені декількома інтродукованими популяціями на Заході країни [7]. У той же час *C. vindobonensis* широко зустрічається по всій території України [10].

На даний момент фенетична структура популяцій *C. vindobonensis* вивчена досить повно на території центрально-європейських країн [12; 14; 16]. В Україні роботи присвячені поліморфізму забарвлення та форми черепашки *C. vindobonensis* з'явилися на межі ХХІ ст. На даний момент досить повно досліджено фенетичну структуру *C. vindobonensis* для західної [8], південно-західної [4; 5] та південно-східної [2]

частин України. При узагальнювальному аналізі робіт [1; 7] було показано, що поліморфізм черепашки за забарвленням та формою є адаптацією до конкретних кліматичних умов.

Метою цієї роботи є вивчення конхіологічних особливостей *C. vindobonensis* з території м. Харків та порівняння отриманих результатів з літературними даними, що описують мінливість забарвлення та форми черепашки *C. vindobonensis* з інших регіонів країни.

### Матеріали та методи

Матеріал для визначення фенетичної структури популяцій збирався протягом лютого-квітня у 2016 році в межах міста Харкова. Всього було зібрано 7 вибірок. Кожна досліджувана ділянка не перевищувала за площею 50 м<sup>2</sup>. Інформація про кожну ділянку надається в таблиці 1.

Збори були представлені пустими черепашками та живими особинами. У будь-якому випадку вряховувались лише черепашки з повністю сформованим устям та з чітким незнебарвленим малюнком. Усього при фенетичному аналізі опрацьовано 516 черепашок. Під час морфометричного аналізу було опрацьовано 426 черепашок, тому що відбиралися тільки цілі непошкоджені екземпляри.

Таблиця 1. Точки збору матеріалу

Table 1. The material collection sites

Код вибірки	Місце збору	Дата збору	Широта	Довгота
SaR-I	Берег річки Саржинка біля пр. Науки	20.02.16	50°01'27"N	36°13'19.1"E
LRF-I	Луг на березі р. Лопань біля вул. Авіахімічна	20.02.16	50°01'04.5"N	36°12'09.9"E
NIB-I	Обочина на Новоіванівському мості	24.02.16	50°00'15.26"N	36°21'36.30"E
LRF-II	Берег р. Лопань біля пров. Білобровського	27.02.16	50°00'04.3"N	36°12'46.8"E
MAP-I	Зрублена посадка між вул. Миру та пр. Московським	03.03.16	49°56'30.5"N	36°24'13.3"E
CRF-I	Пустир біля вул. Квітуча та вул. Потапенка	05.03.16	50°01'56.9"N	36°19'52.9"E
MAP-II	Зрублена посадка між вул. Миру та пр. Московським	15.03.16	49°56'34.8"N	36°24'08.4"E

Фенотип черепашки визначали за методикою Кларка [11]. Кожна Смуга має свій порядковий номер (від «1» до «5») за напрямком від шва між передостаннім та останнім обертами до пупка, злиття смуг позначали круглими дужками, а відсутність смуги – «0». Фенотип записували з останнього обороту за 90° від устя черепашки. Для оцінки фенетичного різноманіття використовували індекси, запропоновані Л.А. Животовським [3].

Для морфометричного аналізу вимірювали висоту (ВЧ) та ширину (ШЧ) черепашки, висоту (ВУ) та ширину (ШУ) устя. При вимірюванні не враховували відворот устя [7]. Розраховували індекси, що описують форму черепашки (ВЧ/ШЧ та ВУ/ШУ) та її розміри (об'єм черепашки та площа устя) [7].

Усі вимірювання проводили штангенциркулем з точністю до 0,02 мм. Статистичний аналіз отриманих даних проводили з використанням програмного забезпечення STATISTICA 8.0 за описаною методикою [6].

### Результати та їх обговорення

В результаті фенетичного аналізу зібраного матеріалу всього було виявлено 6 фенотипів (табл. 2). Серед них домінантною морфою у місті є фенотип 10345, частота якого, в середньому, становить 49,96%.

Морфа 12345 також часто трапляється у місті (у середньому в 48,39% випадків). Було виявлено три варіанти цієї морфи, які відрізняються відносною шириною перших двох смуг: 1=2<3 – вузька перша та друга смуги щодо третьої; 1>2<3 – вузька друга смуга щодо першої та третьої; 1=2=3 – перші три смуги однакової ширини. Серед фенотипу 12345 найпоширенішим є варіант 1>2<345, який трапляється у 49,68% випадків від загальної кількості черепашок з усіма п'ятьма смугами. Досить поширеним є також варіант 1=2<345 (40,09%) (табл. 3).

Серед рідкісних фенотипів можна виділити наступні: 1(23)45, 00345, 12045 та 12305. Щодо фенотипу 12045, який іноді трапляється у різних частинах ареалу *C. vindobonensis*, то вважають, що він є модифікацією генотипу 12345 [7].

Отримані результати показують, що популяції з міста Харкова відрізняються розподілом частот фенотипів від популяцій з інших міст України. З існуючих літературних даних відомо, що в західній та південно-західній частинах України фенотип

10345 трапляється не так часто у порівнянні із Харковом (11,3 та 9,7% відповідно). А ось фенотип 1(23)45, навпаки, трапляється частіше (14 та 2,1% відповідно) [7]. Дані по Донецькій області показують зростання частоти фенотипу 10345 у порівнянні із Правобережжям (26,8%) [2].

Одна із ймовірних причин відмінностей між містами – кліматична селекція. Відомо, що на ступінь забарвлення черепашки впливає як інтенсивність сонячного освітлення, так і континентальність клімату [9]. Черепашки з більш темним забарвленням схильні до перегріву. Тому в степовій зоні відбувається освітлення черепашки. Окрім того, світлі черепашки менш чутливі до різких перепадів температури, що відбувається в умовах більш континентального клімату.

Континентальність клімату в Україні збільшується із заходу на схід та з півдня на північ [2]. Цей факт може пояснювати високу частку черепашок з відсутньою другою смугою (10345) як на території Донецької, так і на території Харківської областей. Також освітлення черепашки відбувається за рахунок звуження другої смуги (фенотип 1>2<345). У Харкові загальна частина освітлених черепашок (з урахуванням фенотипу 10345 та 1>2<345) становить 380 черепашок з 516 досліджених.

Розраховані показники фенетичної подібності популяцій (табл. 4) показали, що вибірки з Харкова розділилися на дві групи. В одній представлені MAP-I та MAP-II, показник подібності між якими дорівнює 0,943. При цьому кожна з цих вибірок має низький рівень подібності до інших вибірок (менше 0,814). У другій групі вибірки подібні одна до одної з показником подібності більше 0,9.

Середні значення основних індексів, що описують форму та розмір черепашки, їх стандартна помилка та коефіцієнт варіації представлені в таблиці 5.

Дисперсійний аналіз на основі розрахованих індексів показав, що вибірки між собою мають значущі відмінності (з  $p < 0,05$ ) лише за індексами, що описують розміри черепашки. Найбільші черепашки були зібрані з вибірки NIB-I. А за показниками ВЧ/ШЧ та ВУ/ШУ черепашки з різних вибірок відрізняються з  $p$ -рівнем більше 0,05. Тобто у межах міста на різних ділянках форма черепашки зберігається приблизно однаковою, наближеною до округлої. Змінюються лише розміри черепашки.

Таблиця 2. Фенетична структура вибірок

Table 2. Sites phenetic structure

Вибірка	Ns	Фенотипи, %						Nm	$\mu \pm S_\mu$	$h \pm S_h$
		12345	10345	1(23)45	00345	12045	12305			
LRF-I	72	41,6	51,4	1,4	2,8	1,4	1,4	6	3,55±0,35	0,41±0,06
LRF-II	38	13,2	86,8	-	-	-	-	2	1,68±0,12	0,16±0,06
SaR-I	11	27,3	72,7	-	-	-	-	2	1,89±0,14	0,05±0,07
CRF-I	93	42,9	56	-	1,1	-	-	3	2,27±0,13	0,24±0,0
MAP-I	106	96,2	2,8	1	-	-	-	3	1,56±0,15	0,48±0,05
MAP-II	83	80,7	16,9	2,4	-	-	-	3	2,14±0,15	0,29±0,05
NIB-I	114	36,8	63,2	-	-	-	-	2	1,96±0,03	0,02±0,01
<b>Середнє</b>	<b>74,0</b>	<b>48,39</b>	<b>49,96</b>	<b>0,69</b>	<b>0,58</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>3</b>	<b>2,15</b>	<b>0,24</b>

Примітка: Ns – кількість черепашок, Nm – кількість морф,  $\mu$  – індекс фенетичного різноманіття, h – доля рідких морф.

Note: Ns – number of shells; Nm – number of morphs;  $\mu$  – index of phenetic variety; h – proportion of rare morph.

Таблиця 3. Варіанти фенотипу 12345

Table 3. The variances of 12345 phenotype

Вибірка	N <sub>5</sub>	Фенотипи, %		
		1>2<3	1=2<3	1=2=3
LRF-I	30	56,67	43,33	0,00
LRF-II	5	60,00	40,00	0,00
SaR-I	3	33,33	66,67	0,00
CRF-I	40	90,00	5,00	5,00
MAP-I	101	32,67	47,52	19,80
MAP-II	67	17,91	44,78	37,31
NIB-I	42	57,14	33,33	9,52
<b>Середнє</b>	<b>41,1</b>	<b>49,68</b>	<b>40,09</b>	<b>10,23</b>

Примітка: N<sub>5</sub> – кількість черепашок із фенотипом 12345.

Note: N<sub>5</sub> – shell number with 12345 phenotype.

Таблиця 4. Показники подібності популяцій

Table 4. Populations similarity indexes

Вибірки	LRF-I	LRF-II	SaR-I	CRF-I	NIB-I	MAP-I	MAP-II
LRF-I		0,902	0,939	0,918	0,941	0,691	0,753
LRF-II	0,902		0,977	0,905	0,950	0,469	0,628
SaR-I	0,939	0,977		0,888	0,966	0,600	0,722
CRF-I	0,918	0,905	0,888		0,958	0,635	0,710
NIB-I	0,941	0,950	0,966	0,958		0,709	0,814
MAP-I	0,691	0,469	0,600	0,635	0,709		0,943
MAP-II	0,753	0,628	0,722	0,710	0,814	0,943	

Таблиця 5. Основні індекси черепашки

Table 5. Main shells indexes

Вибірка	N	Індекс ВЧ/ШЧ		Індекс ВУ/ШУ		Об'єм черепашки, мм <sup>3</sup>		Площа устя, мм <sup>2</sup>	
		$X \pm S_x$	Cv, %	$X \pm S_x$	Cv, %	$X \pm S_x$ , мм <sup>3</sup>	Cv, %	$X \pm S_x$ , мм <sup>2</sup>	Cv, %
LRF-I	72	0,86±0,006	8,16	0,93±0,007	5,25	3846±66,7	13,88	113,2±1,42	9,19
LRF-II	38	0,88±0,008	5,47	1,00±0,008	4,79	4169±86,7	13,72	111,56±2,34	11,88
CRF-I	93	0,85±0,005	4,07	1,00±0,005	4,41	4056±57	15,60	105,6±1,39	11,36
MAP-I	106	0,85±0,005	4,03	0,97±0,003	3,45	3715±50,3	10,17	101,56±0,78	7,47
MAP-II	83	0,84±0,006	4,10	1,00±0,005	4,16	3553±59	10,98	96,88±0,93	8,00
NIB-I	114	0,87±0,005	6,14	0,98±0,007	6,84	4586±48,8	10,36	127,29±1,63	12,84
<b>Середнє</b>	<b>84,33</b>	<b>0,86</b>	<b>5,33</b>	<b>0,98</b>	<b>4,82</b>	<b>3987,39</b>	<b>12,45</b>	<b>109,35</b>	<b>10,12</b>

Примітка: X – середнє арифметичне, Sx – стандартна помилка, Cv – коефіцієнт варіації

Note: X – mean, Sx – standard error, Cv – variation coefficient

Порівняння за морфометричними показниками найбільш поширених фенотипічних класів (10345 та три варіанти морфи 12345) показало, що всі черепашки чотирьох фенотипів поділяються на дві групи, які відрізняються між собою за двома показниками – об'єм черепашки та площа устя. Черепашки з фенотипами 10345 та 1>2<345 значущо ( $p < 0,05$ ) більше черепашок з фенотипами 12<345

та 1=2=345. Тобто форма черепашки (відношення сторін) у різних фенотипічних класів змінюється слабо, а розмірний показник варіює.

Порівняння морфометричних показників черепашок з Харкова з літературними даними по інших містах України [2; 7] показало різницю з високим рівнем значущості ( $p < 0,05$ ) між популяціями тільки за індексом ВЧ/ШЧ. За іншими показниками

популяції з різних міст не відрізняються. Тобто черепашки *C. vindobonensis* з міста Харкова більш округлі, ніж черепашки з інших міст.

### Висновки

У результаті дослідження з'ясовано фенетичну структуру *C. vindobonensis* у місті Харкові. Домінантними є фенотипи 10345 та 12345 з трьома варіантами, що відрізняються відносною шириною перших трьох смуг. Таке фенотипічне розподілення відрізняється від даних, зазначених у літературі для інших міст України, та може пояснюватися, окрім іншого, впливом кліматичної селекції. Харків знаходиться у більш континентальному регіоні,

тому тут отримують перевагу освітлені черепашки. Поширена на заході морфа 1(23)45 у Харкові трапляється рідко.

У ході порівняння вибірок за морфометричними індексами показано, що форма черепашки залишається приблизно однаковою у різних популяціях, відрізняються вони тільки розмірами черепашки.

Відрізняються тільки розмірами черепашки й фенотипові групи.

Також показано різницю за індексом ВЧ/ШЧ між черепашками з міста Харкова та з інших міст. Харківські черепашки в середньому більш округлі, ніж черепашки з інших міст.

**Подяки.** Автори статті висловлюють подяку к. б. н. Н. В. Гураль-Сверлової (Державний природознавчий музей НАНУ) та д. б. н. С. Ю. Утевському (Харківський національний університет) за цінні поради, надані під час виконання цієї роботи.

1. Гураль-Сверлова Н. В. Зависимость размеров, формы и окраски раковин в популяциях австрийской цепи *Cepaea vindobonensis* (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae) из разных регионов Украины / Н. В. Гураль-Сверлова // Природничий альманах. – 2013. – В. 19. – С. 75–82.
2. Гураль-Сверлова Н. В. Конхологические особенности популяций *Cepaea vindobonensis* (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae) на территории Донецкой области. Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. науч. работ / С. В. Гураль-Сверлова, В. В. Мартынов – Донецк: ДонНУ, 2007. – Вып. 7. – С. 85–92.
3. Животовский Л. А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам. Фенетика популяций / Л. А. Животовский – М.: Наука, 1982. – С. 38–44.
4. Крамаренко С. С. Особенности фенетической структуры наземного моллюска *Cepaea vindobonensis* (Pulmonata; Helicidae) / С. С. Крамаренко, И. М. Хохуткин, М. Е. Гребенников // Экология. – 2007. – №1. – С. 42–48.
5. Крамаренко С. С. Особливості формування поліморфізму наземних моллюсків *Cepaea vindobonensis* (Gastropoda; Pulmonata; Helicidae) в умовах тиску хижаків / С. С. Крамаренко // Наук. праці Миколаїв. держ. гум. унів. ім. Петра Могили. – 2006. – Т. 58, вип. 45 – С. 23–26.
6. Лакин Г. В. Биометрия / Г. В. Лакин – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
7. Сверлова Н. В. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде / Н. В. Сверлова, Л. Н. Хлус, С. С. Крамаренко. – Львов, 2006. – 226 с.
8. Сверлова Н. В. Фенетична структура популяцій *Cepaea vindobonensis* (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae) на Заході України / Н. В. Сверлова, С. П. Кирпан // Наукові записки Державного природознавчого музею. – 2004. – Т. 19. – С. 107–114.
9. Arnason E. Climatic selection in *Cepaea nemoralis* (L.) at the northern limit of its range in Iceland / E. Arnason, P. R. Grant // Evolution. – 1976. – Vol. 30. – P. 499–508.
10. Balashov I An annotated checklist of the terrestrial mollusks of Ukraine / I. Balashov, N. Gural-Sverlova // Journal of conchology. – 2012. – Vol. 41. – P. 91–109.
11. Clarke B. Divergent effect of natural selection on two closely-related polymorphic snails / B. Clarke // Heredity. – 1960. – Vol. 14, N 3-4. P. 423–443.
12. Honek A. Shell-band color polymorphism in *Cepaea vindobonensis* at the northern limit of its range / A. Honek // Malacologia. – 2003. – Vol. 45. – P. 133–140.
13. Neiber M. T. Molecular phylogeny reveals the polyphyly of the snail genus *Cepaea* (Gastropoda: Helicidae) / M. T. Neiber, B. Hausdorf // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2015. – Vol. 93. – P. 143–149.
14. Ozgo M. Shell Banding Polymorphism in *Cepaea vindobonensis* in Relation to Habitat In Southeastern Poland / M. Ozgo, A. Komorowska // Malacologia. – 2009. – Vol. 51(1). – P. 81–88.
15. Schilder F. A. Die Wdnderschncken. Eine Studie zur Evolution der Tiere. SchluЯ: Die Wdnderschncken Europas. / F. A. Schilder, M. Schilder – Jena: G. Fischer-Verlag, 1957. – S. 93–206.
16. Staikou A. Shell temperature, activity and resistance to dessication in the polymorphic land snail *Cepaea vindobonensis* / A. Staikou // J. Moll. Stud. – 1999. – Vol. 65. – P. 171–184.

Отримано: 8 червня 2016 р.

Прийнято до друку: 16.06.2016