

DOI: 10.32999/ksu2524-0838/2021-30-4
УДК 594.382

Вичалковська Н.В., Алфорова А.В.

**ВНУТРІШНЬО- ТА МІЖПОПУЛЯЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ
ЧЕРЕПАШКИ НАЗЕМНИХ МОЛЮСКІВ *BREPHULOPSIS
CYLINDRICA* ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського,
м. Миколаїв, Україна, e-mail: vuchalkovskay@gmail.com

*Вивчення меж мінливості наземних молюсків у природних популяціях та розподіл всього спектру мінливості на генетичну та екологічну складові є однією із найважливіших задач еволюційної екології та екогенетики цих організмів. Автори, які вивчали малакофауну цього виду, неодноразово вказували на широкі межі географічної (міжпопуляційної) мінливості конхологічних ознак представників молюсків роду *Brephulopsis*.*

Особливий інтерес викликають особливості популяцій Північного Причорномор'я України, де цей вид поширений і займає різноманітні за своїми гео-кліматичними характеристиками території. Популяція виду була вперше виявлена поблизу оз. Солонець-Тузли біля с. Рибаківка Березанського р-ну Миколаївської області.

*На основі даних вимірювань черепашки з вперше виявленої популяції *B. cylindrica* з околиць оз. Солонець-Тузли (С) визначено межі мінливості ознак. Максимальний показник ширини черепашки із популяції Солонець-Тузли виявився найбільшим серед відомих в регіоні, таким чином впливаючи на конхологічні характеристики виду загалом.*

Підтверджено, що показники черепашки знаходяться під ретельним генетичним контролем в межах кожної окремої популяції. За показниками висоти апекса не виявлено статистично достовірних відмінностей між всіма дослідженими популяціями. Показники апекса знаходяться під високим рівнем генетичного контролю.

*Дослідження конхологічних показників кожної нової виявленої популяції наземних молюсків дозволяє уточнити ідентифікаційні показники виду. Мікроеволюційні процеси в популяціях *B. cylindrica* Північного Причорномор'я активні, специфічні та залежать від факторів локалізації. Різноманіття умов сприяє активізації еволюційних процесів у популяціях та надбанню значних розбіжностей за конхологічними ознаками. Відмічається тенденція до наближення абсолютних показників висоти раковини у популяцій, розташованих в схожих геокліматичних умовах, які впливають на ростові процеси.*

Ключові слова: *Північне Причорномор'я, *Brephulopsis cylindrica*, локальна популяція, внутрішньопопуляційна мінливість, міжпопуляційна мінливість, черепашка.*

Vuchalkovska N.V., Alforova A.V.

**INTRA- AND INTERPOPULATION SHELL VARIABILITY OF TERRESTRIAL
MOLLUSC *BREPHULOPSIS CYLINDRICA* FROM THE NORTHERN BLACK SEA
COAST REGION**

*The study of the limits of variability of terrestrial mollusks in natural populations and the distribution of the whole spectrum of variability into genetic and ecological components is one of the most important tasks of evolutionary ecology and ecogenetics of these organisms. The authors who studied the malacofauna of this species have repeatedly pointed to the wide range of geographical (interpopulation) variability of conchological characteristics of mollusks of the genus *Brephulopsis*.*

Of particular interest are the features of the populations of the Northern Black Sea coast of Ukraine, where this species is widespread and occupies a variety of geoclimatic characteristics of

the territory. The population of the species was first discovered near Lake Solonets-Tuzla near the village Rybakivka of the Berezansky district of the Mykolaiv region.

Based on the measurements data of the shell from the first detected population of *B. cylindrica* from the vicinity of Lake Solonets-Tuzla (C), the limits of variability of traits were determined. The maximum indicator of the width of the shell from the population of Solonets-Tuzla was the largest among those known in the region, thus influencing the conchological characteristics of the species as a whole.

It has been confirmed that shell indicators are under close genetic control within each individual population. In terms of apex height, no significant differences found between all studied populations. Apex indicators are under a high level of genetic control.

The study of conchological indicators of each newly identified population of terrestrial mollusks allows clarifying the identification indicators of the species. Microevolutionary processes in *B. cylindrica* populations of the Northern Black Sea coast are active, specific and depend on localization factors. The variety of conditions contributes to the intensification of evolutionary processes in populations and the acquisition of significant differences in conchological characteristics. There is a tendency to approximate the absolute values of shell height in populations located in similar geoclimatic conditions that affect growth processes.

Key words: Northern Black Sea coast, *Brephulopsis cylindrica*, local population, intrapopulation variability, interpopulation variability, shell.

Вивчення меж мінливості наземних молюсків у природних популяціях та розподіл всього спектру мінливості на генетичну та екологічну складові є однією із найважливіших задач еволюційної екології та екогенетики цих організмів. Автори, які вивчали малакофауну цього виду, неодноразово вказували на широкі межі географічної (міжпопуляційної) мінливості конхологічних ознак представників молюсків роду *Brephulopsis* [1–3]. Найбільш повно спектр міжпопуляційної мінливості кількісних та якісних ознак раковини виду *Brephulopsis cylindrica* (Menke, 1828) із різних природно-кліматичних районів Криму із виявленням характеру зв'язку з абіотичними факторами зовнішнього середовища був вивчений С.С. Краманенком [4]. Спектр міжпопуляційної мінливості кількісних та якісних ознак черепашки із різних природно-кліматичних районів континентальної України було вивчено Н.В. Вичалковською [5, 6]. Особливий інтерес викликають особливості популяцій Північного Причорномор'я України, де цей вид поширений і займає різноманітні за своїми гео-кліматичними характеристиками території. Популяція виду була вперше виявлена поблизу озера Солонець-Тузла біля с. Рибаківка Березанського р-ну Миколаївської області. Ареал цієї популяції охоплює територію із підвищеним рівнем засолення ґрунту (кришталіки солі наявні на його поверхні). Тому дослідження популяції виду із означеного ареалу представляє інтерес на предмет конхологічних характеристик на внутрішньо- та міжпопуляційному рівні.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

У якості матеріалу були використані по 30 дорослих особин *B. cylindrica* із кожної дослідженої популяції. Досліджувалися: популяція із прилеглої території оз. Солонець - Тузла поблизу с. Рибаківка Березанського р-ну Миколаївської області (С), популяція з о. Березань (Б), з м. Одеса (О), з м. Бердянськ Запорізької області (З). Збір матеріалу здійснювався випадковим способом.

При дослідженні черепашки у кожної особини під біокулярним мікроскопом МБС-9 з точністю до 0,05 мм вимірювали наступні конхологічні параметри: висота черепашки (ВЧ), ширина черепашки (ШЧ), висота устя (ВУ), ширина устя (ШУ), висота апекса (ВА), ширина апекса (ША), кількість обертів (КО). Вимірювання проводили за методиками А.А. Шилейка [3], а також С.С. Крамаренка та Н.В. Сверлової [7]. При вимірюванні параметрів завитка кожна черепашка була зорієнтована таким чином, щоб вісь симетрії (умовна) проходила точно через початок кожного оберту (рис.1). Для статистичного аналізу основних

конхологічних показників розраховували середньоарифметичне значення з похибкою, коефіцієнт варіації ознаки. Статистична обробка даних проводилася за загальноприйнятими методиками параметричної статистики [8], гістограми виконані за допомогою програми PASWStatistics 17,0.

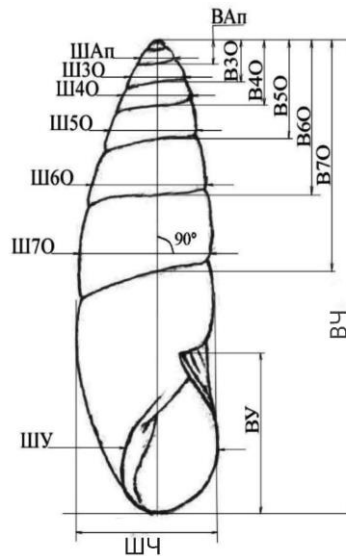


Рис. 1. Основні показники черепашки *Brephulopsis cylindrica*

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На основі даних вимірювань черепашки з вперше виявленої популяції *B. cylindrica* з околиць оз. Солонець-Тузли (С) визначено межі мінливості ознак, які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

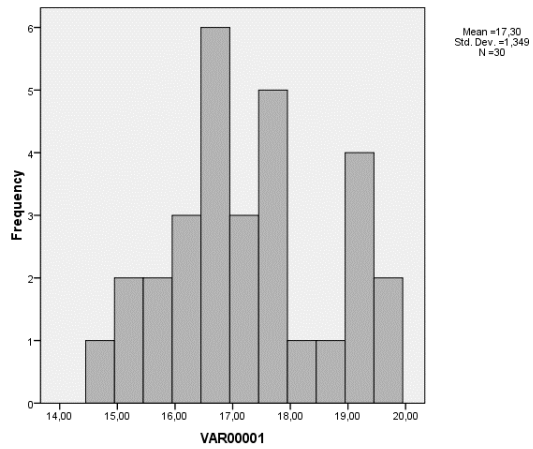
Межі мінливості ознак черепашки *B. cylindrica* із популяції Солонець-Тузли

Ознака	lim (мм)	Ознака	lim (мм)
ВЧ	14,7-19,7	ВА	0,5-1,2
ШЧ	5,7-8,7	ША	0,5-2,0
ВУ	4,8-6,8	КО	5,5-8,5
ШУ	3,6-5,9	Іч*	2,27-3,37

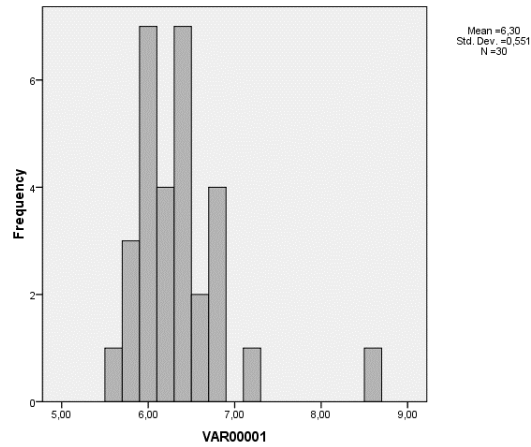
Примітка: * - Індекс черепашки (ВЧ/ШЧ).

У порівнянні із раніше дослідженими популяціями Північного Причорномор'я [5] ми відмічаємо, що максимальний показник ШЧ із популяції Солонець-Тузли виявився найбільшим серед відомих в регіоні, таким чином впливаючи на конхологічні характеристики виду у цілому. Показник індексу черепашки ми розглядаємо вперше, він також може стати корисним для аналізу мінливості черепашки популяцій виду.

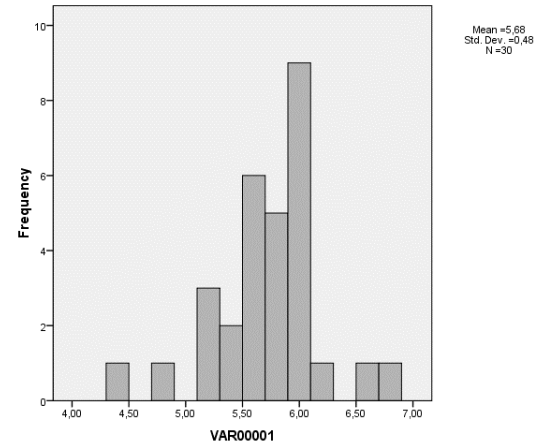
Характер варіювання ознак черепашки в популяції С представлений в таблиці 2. Варіювання ознак черепашки дослідженої популяції загалом виявляється не дуже високим за загальними уявленнями (до 20%). Тим не менш ми відмічаємо, що показник варіації висоти апекса перевищує 20% та дорівнює 28%. У всіх досліджених раніше популяцій регіону цей показник не перевищував 10% [5]. Варіювання показників ширини апекса також виявилось вищим в 3-4 рази у порівнянні із раніше дослідженими популяціями Північного Причорномор'я [5]. Значні коливання висоти апекса та певною мірою ширини апекса можуть свідчити про молодість популяції, а також пристосувальні напрями її еволюції в умовах нерівномірної засоленості ґрунту на різних досить великих ділянках в залежності від віддаленості від водойми, солоність якої досягає 70‰. Варіювання ознак черепашки в популяції С показово виглядає на гістограмах розподілу їхніх частот (рис. 2).



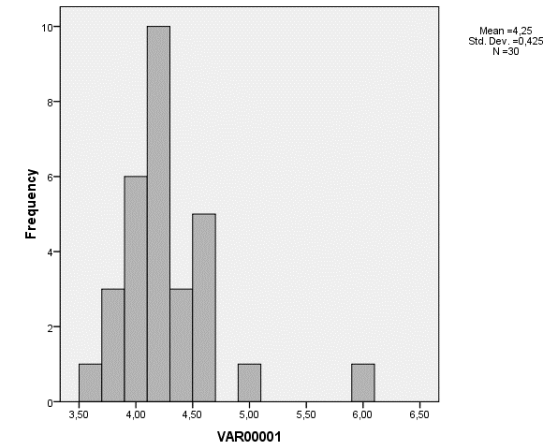
А



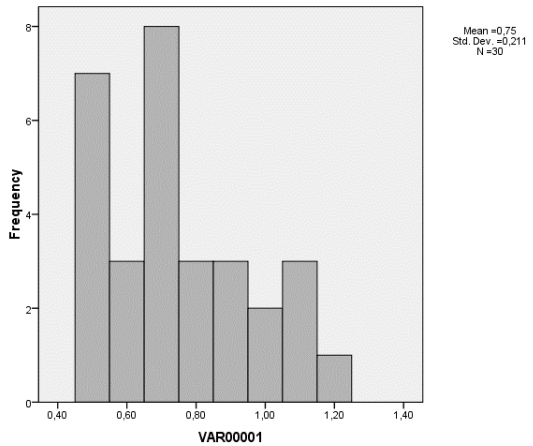
Б



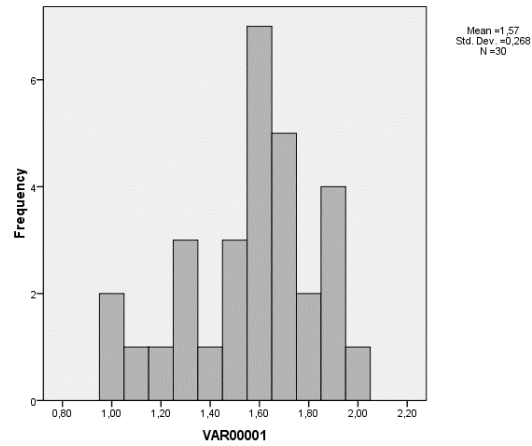
В



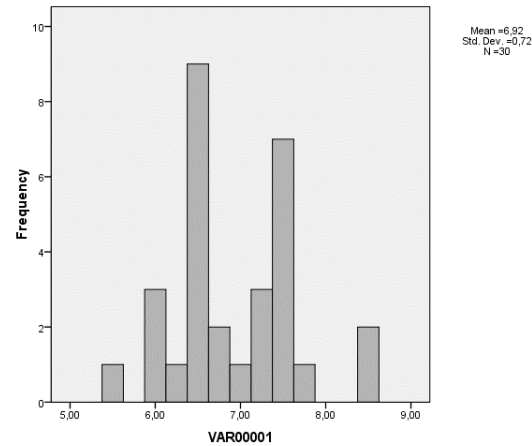
Г



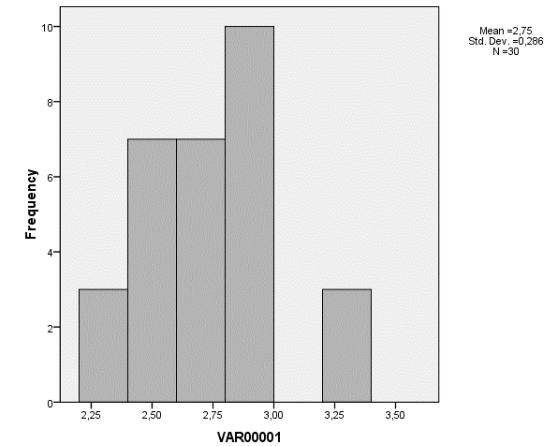
Д



Е



Ж



З

Рис. 2. Гістограма розподілу частот показників черепашки із популяції *B. cylindrica* з прилеглої території оз. Солонець-Тузли: А - (ВЧ), Б - (ШЧ), В - (ВУ), Г - (ШУ), Д - (ВА), Е - (ША), Ж - (КО), З - (Іч) (У кожному випадку на осі x представлені автоматично розраховані інтервали показника (мм), на осі y – кількість особин у вибірці, показники яких відповідають визначеному інтервалу)

Таблиця 2

Коефіцієнти варіації ознак черепашки *B. cylindrica* із популяції Солонець-Тузли

Ознака	ВЧ	ШЧ	ВУ	ШУ	ВА	ША	КО	Ір
CV%	7,74	8,73	8,45	9,88	28,0	17,19	10,4	10,54

Ступінь варіювання показників черепашки в досліджених популяціях представлений в таблиці 3. Для наземних молюсків варіювання ознаки у межах до 20% не вважається високою. Виходячи із наведених у таблиці даних, спостерігається стабільний контроль окремих показників. Ці показники знаходяться під ретельним генетичним контролем в межах кожної окремої популяції (абсолютні значення показників розглядаються нижче).

Таблиця 3

Варіювання ознак черепашки *B. cylindrica* в чотирьох популяціях

№ з/п	Ознака черепашки	Коефіцієнт варіації ознаки (%)			
		Одеса	м. Бердянськ	о.Березань	Солонець-Тузли
1	ВЧ	5,43	9,74	5,64	7,74
2	ШЧ	4,93	7,27	4,37	8,73
3	ВУ	5,53	8,33	4,49	8,45
4	ШУ	4,16	6,87	4,42	9,88
5	ВА	6,523	7,735	8,500	28
6	ША	4,249	5,452	5,591	17,19

Примітка: жирним шрифтом виділений коефіцієнт варіації ознаки, більший за 20%.

Порівняльний аналіз чотирьох популяцій *B. cylindrica* за середніми показниками черепашки представлений в таблиці 4. За показниками висоти апекса не виявлено статистично достовірних відмінностей між всіма дослідженими популяціями. За шириною апекса відмінності між дослідженими популяціями у більшості випадків невисокі у трьох випадках не виявлено статистично достовірних відмінностей, у двох випадках рівень значущості відмінностей перебуває на рівні 5%, та тільки між популяцією Солонець-Тузли і популяцією о. Березань рівень значущості відмінностей складає 1%. Фактично параметри апексу є параметрами новонародженої особини виду. Виявлені раніше особливості виконання кладки та умови, в яких розвиваються особини в ґрунті, передбачають певні стабільні показники як самої кладки, так і новонароджених молюсків [9]. Показники апекса знаходяться під високим рівнем генетичного контролю.

За іншими показниками черепашки між окремими популяціями спостерігається як повна схожість показників, так і велика статистично достовірна відмінність. Причому ці відмінності не залежать від віддаленості популяцій між собою за локалізацією і є скоріше за все специфічними ознаками кожної окремої локальної популяції. Успішність спарювання залежить від наближеності показників розмірів черепашки та окремо устя [10]. Тим не менш можна відмітити тенденцію до наближення абсолютних показників висоти черепашки у популяцій, розташованих в схожих геокліматичних умовах, які впливають на ростові процеси (див. табл. 4). Кліматичний режим в природному середовищі визначає здатність наземних молюсків виживати в посушливих умовах [11]. В процесі еволюції у наземних молюсків вироблена низка конхологічних та фізіологічних адаптацій, які перешкоджають втраті вологи: форма та розміри черепашки, розміри та структура устя [12, 13].



Порівняльний аналіз чотирьох популяцій *V. cylindrica* за параметрами раковини (мм)

Популяція	ВЧ	t-критерій	ШЧ	t-критерій	ВУ	t-критерій
С	17,3±0,25 n=30	tCB=1,522 tCO=0,232	6,30±0,10 n=30	<u>tCB=3,041</u> <u>tCO=3,344</u>	5,68±0,09 n=30	<u>tCB=3,205</u> <u>tCO=2,686</u>
Б	16,84±0,17 n=30	tCЗ=2,343 tBO=2,205	6,64±0,05 n=30	(tCЗ=6,318) tBO=0,640	6,01±0,05 n=30	(tCЗ=5,054) tBO=0,370
О	17,37±0,17 n=30	(tБЗ=3,852) tOЗ=2,425	6,69±0,06 n=30	(tБЗ=4,954) (tOЗ=4,253)	5,97±0,06 n=30	tБЗ=2,602 <u>tOЗ=3,344</u>
З	18,27±0,33 n=30		7,15±0,09 n=30		6,36±0,10 n=30	
Популяція	ШУ	t-критерій	ВА	t-критерій	ША	t-критерій
С	4,25±0,08 n=30	tCB=0,559 tCO=0,936	0,750±0,04 n=30	tCB=0,886 tCO=0,976	1,57±0,05 n=30	<u>tCB=2,720</u> tCO=1,914
Б	4,30±0,042 n=30	(tCЗ=4,100) tBO=0,600	0,787±0,012 n=30	tCЗ=0,434 tBO=0,200	1,423±0,015 n=30	tCЗ=1,762 tBO=2,634
О	4,33±0,03 n=30	(tБЗ=4,992) (tOЗ=4,919)	0,790±0,009 n=30	tБЗ=1,167 tOЗ=1,548	1,472±0,011 n=30	tБЗ=2,593 tOЗ=0,323
З	4,66±0,06 n=30		0,768±0,011 n=30		1,478±0,015 n=30	

Примітка: жирним шрифтом позначені вірогідні значення t-критерія ($p < 0,05$), підкреслено – ($p < 0,01$), у дужках - ($p < 0,001$). С – популяція з прилеглої території оз. Солонець-Тузли, Б – популяція з о. Березань, О – популяція з м. Одеса, З – популяція з м. Бердянськ Запорізької області.

ВИСНОВКИ

Дослідження конхологічних показників кожної нової виявленої популяції наземних молюсків дозволяє уточнити ідентифікаційні показники виду. Так, максимальний показник ШЧ із популяції Солонець-Тузли виявився найбільшим серед відомих в регіоні. Мікроеволюційні процеси в популяціях *B. cylindrica* Північного Причорномор'я активні, специфічні та залежать від факторів локалізації. Показники апекса знаходяться під високим рівнем генетичного контролю. Різноманіття умов сприяє активізації еволюційних процесів в популяціях та надбанню значних розбіжностей за конхологічними ознаками. Відмічається тенденція до наближення абсолютних показників висоти черепашки у популяцій, розташованих в схожих геокліматичних умовах, які впливають на ростові процеси.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пузанов ИИ. Моллюски степного Крыма. Бюллетень МОИП: Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. Отд. биол. 1926;35(II):84-101.
2. Лихарев ИМ. Наземные моллюски [горного Крыма] М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958;5. 656 с.
3. Шилейко АА. Наземные моллюски подотряда Pupillina фауны СССР (Gastropoda, Pulmonata, Geophila). Л.: Наука, 1984;3(3) №35. 399 с.
4. Крамаренко СС. Фенотипическая изменчивость крымских моллюсков рода *Brephulopsis* Lindholm (Gastropoda, Pulmonata, Buliminidae) [диссертация]. К.; 1995. 125 с.
5. Вычалковская НВ. Распространение и внутривидовая изменчивость Крымского эндемичного моллюска *Brephulopsis cylindrica* (Gastropoda, Pulmonata, Buliminidae) за пределами нативного ареала. Вестник зоологии. 2008;42(3):229–235.
6. Вычалковская НВ. Наземные моллюски *Brephulopsis cylindrica* (Menke, 1828) в Северном Причерноморье (распространение, морфологическая изменчивость и аутоэкология): дис. ...канд. биол. наук: 03.00.08 / Вычалковская Наталья Валентиновна. К.; 2009. 156 с.
7. Крамаренко СС., Сверлова НВ. До вивчення внутрішньовидової мінливості *Chondrula tridens* (Gastropoda, Pulmonata, Buliminidae) на заході України та з'ясування таксономічного статусу окремих форм. Наук. Зап. Держ. Природ. Музею. 2003;18:93-110.
8. Лакин ГФ. Биометрия. М.:Выш. шк., 1980. 293 с.
9. Вычалковская НВ. Особенности размножения наземных моллюсков *Brephulopsis cylindrica* (Pulmonata, Buliminidae) в лабораторных условиях. Вестник зоологии. 2005;39(3):77–83.
10. Вычалковская НВ. Размерно-ассортативное скрещивание в популяции наземного моллюска *Brephulopsis cylindrica* (Buliminidae). Вісник проблем біології та медицини: Український науково-практичний журнал. Полтава: ВДНЗУ «УМСА». 2011;3 1(87):25-27.
11. Arad Z., Goldenberg S., Heller J. Intraspecific variation in resistance to desiccation and climatic gradients in the distribution of the bush-dwelling land snail *Trochoidea simulate*. Journal of Zoology. 1993;229:249-265.
12. Machin J. Structural adaptation for reducing water-loss in the three species of terrestrial snail. Journal of Zoology. 1967;152:55-65.
13. Riddle WA. Physiological ecology of land snails and slugs. The Mollusca. London: Academ. Press. 1983;6:431-461.

REFERENCES

1. Puzanov II. Molljuskii stepnogo Kryma. B'ulleten' MOIP: Materialy k poznaniyu nazemnykh molljuskov Kryma. Otd. biol. 1926;35(II):84-101. [in Russian].

2. Liharev IM. Nazemnye molljuski [gornogo Kryma] M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1958;5. 656 s. [in Russian].
3. Shilejko AA. Nazemnye molljuski podotrjada Pupillina fauny SSSR (Gastropoda, Pulmonata, Geophila). L.: Nauka, 1984;3(3) №35. 399 s. [in Russian].
4. Kramarenko SS. Fenotipicheskaja izmenchivost' krymskih molljuskov roda Brephulopsis Lindholm (Gastropoda, Pulmonata, Buliminidae) [dissertacija]. K.; 1995. 125 s. [in Russian].
5. Vychalkovskaja NV. Rasprostranenie i vnutrividovaja izmenchivost' Krymskogo jendemichnogo molljuska Brephulopsis cylindrica (Gastropoda, Pulmonata, Buliminidae) za predelami nativnogo areala. Vestnik zoologii. 2008;42(3):229–235. [in Russian].
6. Vychalkovskaja NV. Nazemnye molljuski Brephulopsis cylindrica (Menke,1828) v Severnom Prichernomor'e (rasprostranenie, morfologicheskaja izmenchivost' i autjekologija): dis...kand. biol. nauk: 03.00.08 / Vychalkovskaja Natal'ja Valentinovna.- K.; 2009. 156 s. [in Russian].
7. Kramarenko SS., Sverlova NV. Do vyvchennia vnutrishnovydovoi minlyvosti Chondrula tridens (Gastropoda, Pulmonata, Buliminidae) na zakhodi Ukrainy ta ziasuvannia taksonomichnoho statusu okremykh form. Nauk. Zap. Derzh. Pryrod. Muzeiu. 2003;18:93-110. [in Ukrainian].
8. Lakin GF. Biometrija. M.:Vyssh. shk., 1980. 293 s. [in Russian].
9. Vychalkovskaja NV. Osobennosti razmnozhenija nazemnyh molljuskov Brephulopsis cylindrica (Pulmonata, Buliminidae) v laboratornyh uslovijah. Vestnik zoologii. 2005;39(3):77–83. [in Russian].
10. Vychalkovskaja NV. Razmerno-assortativnoe skreshhivanie v populjacii nazemnogo molljuska Brephulopsis cylindrica (Buliminidae). Visnik problem biologii ta medicini: Ukrains'kij naukovopraktichnij zhurnal. Poltava: VDNZU «UMSA», 2011;3 1(87):25-27. [in Russian].
11. Arad Z., Goldenberg S., Heller J. Intraspecific variation in resistance to desiccation and climatic gradients in the distribution of the bush-dwelling land snail *Trochoidea simulate*. Journal of Zoology. 1993;229:249-265.
12. Machin J. Structural adaptation for reducing water-loss in the three species of terrestrial snail. Journal of Zoology. 1967;152:55-65.
13. Riddle WA. Physiological ecology of land snails and slugs. The Mollusca. London: Academ. Press. 1983;6:431-461.

Стаття надійшла до редакції 19.02.2021.

The article was received 19 February 2021.