

Л.М. ХЛУС<sup>1</sup>, К.М. ХЛУС<sup>2</sup>, О.В. КОЛОТИЛО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,  
вул. Коцюбинського, 2, 58012, м. Чернівці,

<sup>2</sup> Буковинська державна медична академія,  
пл. Театральна, 58000, м. Чернівці,

## ВІКОВІ АСПЕКТИ МІНЛИВОСТІ *UNIO PICTORUM* L.

**ключові слова:** *Unio pictorum* L., конхологічна мінливість

**key words:** *Unio pictorum* L., conchologic variability

---

Л.М. KHLUS<sup>1</sup>, К.М. KHLUS<sup>2</sup>, О.В. KOLOTYLO<sup>1</sup>

## AGE ASPECTS OF VARIABILITY OF *UNIO PICTORUM* L.

<sup>1</sup> Yu. Fedkovych National University of Chernivtsi,

2 M. Kotsubynsky str., Chernivtsi, 58012, Ukraine

<sup>2</sup> Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsy)

Teatralna Sq., Chernivtsi, 58012, Ukraine

The ontogenetic variability of the shell size and form of *Unio pictorum* L. (*Bivalvia*, *Actinodontida*, *Unionidae*) were studied. All shell indices depend on age. The index of elongation is the safest conchologic characteristic.

---

Вивчення конхологічної мінливості двостулкових молюсків може вважатися ефективним інструментом для здійснення різноманітних робіт в області таксономії, популяційної екології та біоіндикації стану навколишнього середовища, проте на сьогодні гостро відчувається брак таких досліджень, зокрема проведених із застосуванням сучасних комп'ютерних статистичних програм. У пропонованій роботі в розвиток попередніх результатів [5] ми здійснили факторний, кореляційний і регресійний аналіз даних щодо конхологічних параметрів поширеного в природі прісноводного молюска *Unio pictorum* L. з різних вікових груп.

**Методика досліджень.** Об'єкт дослідження – стулки черепашок (1000 екземплярів) *Unio pictorum* L. (*Bivalvia*, *Actinodontida*, *Unionidae*), зібраних у 2000 р. з ділянки дна ( $S = 25 \text{ м}^2$ ) р. Гукео (Чернівецька обл., Новоселицький р-н, с. Чорнівка), яка належить до басейну р. Прут.

Вік тварин визначали за кількістю річних дуг зимового припинення росту черепашок [4]. Штангенциркулем із точністю до 0,1 мм вимірювали довжину ( $l$ ), висоту ( $h$ ) й опуклість ( $d$ ) правої стулки, відтак розраховували умовний об'єм черепашки ( $v = 2lhd$ ) й відношення  $h/l$ ,  $d/l$ ,  $d/h$ . Окремо за віковими групами тварин для кожної змінної визначали середнє арифметичне з помилкою  $M \pm m$  [2].

Оцінювали залежність між віком молюсків ( $t$ ) і середньорічними показниками ( $M_t$ ) з використанням коефіцієнтів параметричної кореляції  $r$ , знаходили відповідні коефіцієнти регресії та емпіричне рівняння лінійної регресії між цими параметрами [2]. Визначали також кореляційну залежність між віком тварин й окремими змінними ( $x_i$ ) для п'яти з вивчених меристичних параметрів ( $l, d, h, V, h/l$ ).

Розраховували коефіцієнти параметричної кореляції  $r$  між змінними  $x_i$  для всіх вивчених конхологічних параметрів у кожній віковій групі окремо [2]. Отриману матрицю параметричних інтеркореляцій 7-ого порядку використовували для здійснення факторного аналізу, який може надати принципово нову інформацію відносно характеру мінливості конхологічних показників [3]. У результаті факторного аналізу після ортогональної ротації за методом "varimax" оцінювали: 1) кількість спільних факторів, що визначають мінливість форми ступок (фактор визнавали діючим, якщо відповідне факторне навантаження хоча б однієї змінної перевищувало по модулю величину 0,4); 2) власні значення і частки факторів (%) у загальній мінливості як окремо, так і сумарно (кумулятивно); 3) спільності (дисперсії, зумовлені наявністю спільних факторів) і факторні навантаження вихідних змінних (при цьому змінні з величинами факторних навантажень, більшими за 0,4 по модулю, вважалися такими, що визначають цей фактор) [2].

Для оцінки вірогідності кореляційно-регресійних залежностей розраховували F-критерій Фішера. Для тлумачення значень, що приймаються показниками тісноти кореляційного зв'язку, використовували коефіцієнт детермінації  $r^2$ .

Константи росту  $k$  (зміни довжини ступки з віком) визначали з використанням рівняння Людвіга фон Берталанфі:  $L_t = L_{\max}(1 - e^{-kt})$ , де  $L_t$  – довжина у віці  $t$ ,  $L_{\max}$  – теоретична максимальна довжина тварин (у даному дослідженні ми прийняли  $L_{\max} = 66$  мм, оскільки саме таких розмірів досягали найстаріші – 14-річні – особини),  $e$  – основа натурального логарифма;  $t$  – вік тварин, років [1, 4].

**Результати досліджень.** Кореляційний аналіз закономірно продемонстрував наявність тісного зв'язку між віком і середньорічними величинами  $M_t$  абсолютних конхологічних показників –  $l, h, d$  і  $V$  (табл. 1). Дещо меншою була вікова детермінація середньорічних відношень  $d/l$  і  $d/h$ , що вказує на відносне потовщення черепашок з часом. Значно нижчим виявився рівень залежності між віком і коефіцієнтом  $h/l$  окремих вікових груп ( $-0,530$ ).

Кореляційним аналізом вікових залежностей меристичних параметрів черепашок для всієї сукупності змінних вибірки  $x_i$  було показано набагато менші онтогенетичні детермінації для всіх обраних параметрів

рів. Таке явище свідчить, насамперед, про їх високу варіабельність серед моллюсків кожної вікової групи.

Таблиця 1.

**Коефіцієнти параметричної кореляції між віком тварин і середньорічними ( $M_t$ ) значеннями або окремими змінними ( $x_i$ ) *Unio pictorum L.***

Параметр порівняння	l	h	d	V	h/l	d/l	d/h
$M_t$	0,975	0,975	0,973	0,986	-0,530	0,848	0,892
$x_i$	0,563	0,534	0,569	0,545	-0,212	–	–

Найменшого значення ( $-0,212$ ) коефіцієнт кореляції досягає для показника видовженості стулочок  $h/l$ . Отже, відношення  $h/l$  можна вважати найбільш сталим в онтогенетичному аспекті конхологічним параметром черепашок *Unio pictorum L.*

Подальше підтвердження цієї тези дає регресійний аналіз вікових залежностей вивчених показників (табл. 2).

Таблиця 2.

**Емпіричні рівняння регресії між віком тварин  $t$  і середньорічними значеннями конхологічних показників *Unio pictorum L.***

Рівняння регресії	F-критерій Фішера	P	Коефіцієнт детермінації $r^2$ , %
$l=36,4362+1,9505*t$	172,47	<0,001	95,04
$h=20,6071+1,0017*t$	174,33	<0,001	95,09
$d=5,0784+0,4924*t$	157,05	<0,001	94,58
$V=394,914+3601,66*t$	307,79	<0,001	97,16
$h/l=0,5662-0,0017*t$	3,51	0,094	28,04
$d/l=0,1486+0,0029*t$	24,34	0,0008	73,00
$d/h=0,2655+0,0059*t$	34,87	0,0002	79,48

Запропоновані рівняння регресії з високою вірогідністю ( $P<0,001$ ) описують характер вікової залежності для всіх абсолютних меристичних параметрів. У цьому випадку відповідні величини коефіцієнтів детермінації  $r^2$  вказують на те, що обрані моделі лінійної регресії майже повністю (на 94,58-97,16%) пояснюють варіабельність цих параметрів. У той же час, величина коефіцієнта  $h/l$  лише на 28,04% ви-

значається віком тварин, тобто між ними не існує достовірного зв'язку (F-критерій Фішера не перевищує стандартного значення,  $P > 0,05$ ).

Максимальний вік знайдених нами тварин сягає 14 років, а їх максимальна довжина – 66 мм. Обчислені з урахуванням величини останнього параметра константи росту для найбільш масових вікових груп (4 роки,  $n=22$ ; 5 років,  $n=96$ ; 6 років,  $n=375$ ; 7 років,  $n=294$ ; 8 років,  $n=125$ ; 9 років,  $n=30$ ) становлять, відповідно:  $k_4=0,2720$ ,  $k_5=0,2166$ ,  $k_6=0,2197$ ,  $k_7=0,2180$ ,  $k_8=0,2008$ ,  $k_9=0,2010$ . Отже, з віком швидкість росту значно знижується.

Для деяких вікових груп (4, 5, 6, 9 років) було здійснено факторний аналіз з метою виявлення змін провідних факторів мінливості параметрів ступок (табл. 3).

Таблиця 3.

**Внесок провідних факторів мінливості конхологічних показників *Unio pictorum L.* різного віку в загальну мінливість**

Вік тварин, роки	Фактор	Власне значення	Індивідуальна частка, %	Кумулятивна частка, %
4	I	3,608	51,82	51,82
	II	1,693	24,31	76,13
	III	1,659	23,83	99,95
5	I	3,413	49,21	49,21
	II	1,978	28,51	77,72
	III	1,541	22,22	99,94
6	I	3,216	46,44	46,44
	II	2,084	30,10	76,54
	III	1,623	23,45	99,98
9	I	3,021	43,24	43,24
	II	2,618	37,48	80,71
	III	1,346	19,27	99,98

Це дозволило виявити, що конхологічна варіабельність *Unio pictorum L.* у кожній віковій групі визначається повністю (на 99,94-99,98%) 3-ма спільними факторами. Характерним є поступове зменшення з віком внеску в загальну мінливість обраної системи показників найсильнішого фактора I (від 51,825 у 4-річному віці до 43,24% – у 9-річному), тоді як значення фактора II значно зростає (відповідно з 24,31% до 37,48%). Необхідно відзначити, що найменший за силою фактор III зазнає відносно незначних коливань у діапазоні 19,27-23,83%.

Важливо, що дисперсії всіх вивчених конхологічних параметрів повністю зумовлені вказаними спільними факторами мінливості, про що свідчать надзвичайно високі спільності цих змінних (0,962-1,0) (табл. 4).

З метою інтерпретації кожного з виявлених факторів були розраховані відповідні факторні навантаження змінних, які фактично можна розглядати як коефіцієнти кореляції між змінними й факторами мінливості (табл. 5).

Таблиця 4.

**Спільності конхологічних показників черепашок  
*Unio pictorum L.* різного віку**

Змінні	Вік тварин, роки			
	4	5	6	9
l	1,0	0,998	0,999	0,999
h	0,993	0,992	0,988	0,998
d	0,994	0,999	0,995	1,0
V	0,985	0,962	0,972	0,992
h/l	0,991	0,992	0,992	0,999
d/l	0,997	0,991	0,992	0,999
d/h	1,0	0,999	0,984	0,999

Таблиця 5.

**Факторні навантаження конхологічних показників черепашок  
*Unio pictorum L.* різного віку**

Фактор	Вік, роки	Змінні						
		l	d	h	V	h/l	d/l	d/h
I	4	<b>-0,891</b>	<b>-0,981</b>	<b>-0,887</b>	<b>-0,938</b>	0,369	0,147	-0,168
	5	<b>-0,919</b>	<b>-0,976</b>	<b>-0,821</b>	<b>-0,950</b>	0,152	-0,007	-0,121
	6	<b>-0,928</b>	<b>-0,924</b>	<b>-0,771</b>	<b>-0,945</b>	0,075	-0,020	-0,088
	9	<b>-0,935</b>	<b>-0,975</b>	<b>-0,634</b>	<b>-0,866</b>	0,065	-0,142	-0,143
II	4	-0,146	-0,177	0,278	0,017	0,034	<b>0,974</b>	<b>0,783</b>
	5	-0,053	-0,094	<b>0,511</b>	0,167	-0,042	<b>0,983</b>	<b>0,842</b>
	6	-0,072	-0,114	<b>0,606</b>	0,262	-0,011	<b>0,979</b>	<b>0,819</b>
	9	0,167	0,034	<b>0,741</b>	<b>0,464</b>	-0,228	<b>0,989</b>	<b>0,891</b>
III	4	<b>0,430</b>	0,014	0,361	0,323	<b>-0,924</b>	-0,166	<b>0,599</b>
	5	0,388	-0,175	0,251	0,176	<b>-0,983</b>	-0,159	<b>0,524</b>
	6	0,363	-0,349	0,185	0,103	<b>-0,993</b>	-0,183	<b>0,553</b>
	9	-0,310	0,216	-0,221	-0,165	<b>0,971</b>	-0,041	<b>-0,429</b>

Аналіз навантажень дозволяє констатувати, що у фактор I найбільший внесок роблять змінні, які характеризують розмір черепашок – l, h, d і V, а решта конхологічних параметрів істотно не впливає на його величину. Тому фактор I можна назвати фактором розміру, і, як впливає

з попередніх даних (табл. 3), його роль у мінливості черепашки з віком значно зменшується. Характерно, що в процесі зростання тварин знижується навантаження параметра  $d$  на цей фактор (з  $-0,887$  до  $-0,634$ ).

У системі другої головної компоненти (фактор II) найбільші факторні навантаження продемонстровані в коефіцієнтів  $d/l$  і  $d/h$ , які відображають форму черепашок, і дещо менші у спільного для них елемента – показника опуклості стулок  $d$ , причому внесок останнього з віком істотно зростає (від  $0,278$  у 4-річних тварин до  $0,741$  – у 9-річних).

Саме це дозволяє охарактеризувати цей фактор як фактор форми. Його роль у загальній мінливості системи з віком виражено збільшується (табл. 3), й, очевидно, що це відбувається переважно за рахунок зростання навантаження змінної  $d$ .

У найменший за величиною фактор III найбільший внесок робить показник  $h/l$  (за незначних його коливань у різних вікових групах), тому цей фактор може бути названий фактором видовженості стулок.

## ВИСНОВКИ

Найтісніші вікові кореляційні залежності показані для лінійних меристичних показників – довжини, висоти, опуклості, об'єму черепашок.

Коефіцієнт  $h/l$ , який характеризує видовженість стулок, є найпростішим конхологічним параметром і мало залежить від віку тварин.

З віком зменшується швидкість лінійного росту черепашок (за константою росту для довжини стулки).

Мінливість розміру й форми черепашок у всіх вивчених вікових групах повністю визначається 3-ма спільними факторами.

Протягом онтогенезу *Unio pictorum* L. відбувається зменшення внеску в загальну мінливість фактора розмірів і збільшується роль фактора форми.

Фактор видовженості стулок є найсталішим фактором мінливості черепашок і визначає не більше чверті її загальної величини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф., Богатов В.В. Рост беззубки *Anodonta piscinalis* в водохранилищах Калининской обл. // Зоол. ж. – 1975. – 54, вып. 1. – С. 27-31.
2. Афффи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
3. Наумов А.Д., Нинбург Е.А., Ростова Н.С. Изменчивость формы раковины *Portlandia arctica* (Mollusca, Bivalvia) из Белого моря // Зоол. ж. – 1983. – 62, № 1. – С. 45-50.
4. Стадниченко А.П. Фауна України. Перлівниці. Кулькові (*Unionidae*, *Cycladidae*). – 1984. – 29, вып. 9. – 384 с.
5. Хлус Л.Н., Хлус К.Н., Колотило О.В. Мінливість конхологічних параметрів локальної популяції *Unio pictorum* L. (*Bivalvia*, *Unionidae*) // Наукові записки Тернопільського дер. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Серія: Біологія. – 2001. – № 3 (14). – Спеціальний випуск: Гідроекологія. – С. 97-99.