

УДК 577.152.3:597.556.33.1(262.5-16)

**В. В. Заморов**, канд. біол. наук, доцент

**І. Л. Рижко**, ст. викладач

**О. В. Друзенко**, аспірант

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
біологічний факультет, кафедра гідробіології та загальної екології  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна  
E-mail: hydrobiologia@mail.ru

## ПОЛІМОРФІЗМ ЕСТЕРАЗ БИЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIVUS MELANOSTOMUS* (PALLAS) З АКВАТОРІЇ ОСТРОВА ЗМІЊНИЙ

Досліджували електрофоретичні спектри естераз (КФ: 3.1.1) тканин зябер, м'язів, гонад, кишечника і печінки бичка-кругляка, якого виловлено в прибережних водах о. Зміїний. В усіх тканинах встановлено наявність чотирьох основних форм естераз, відмінних за електрофоретичною рухливістю. Виявлено відмінності спектрів естераз тканин зябер риб, виловлених в різні роки. На цій підставі зроблено припущення, що в акваторії о. Зміїний можуть мешкати генетично неідентичні угруповання бичка-кругляка.

**Ключові слова:** естерази, поліморфізм, бичок-кругляк, о. Зміїний.

Завдяки розвитку електрофоретичних методів дослідження білків у багатьох видів риб виявлені генетично детерміновані варіанти різних білкових (у тому числі ферментних) систем, що відкриває можливість нових підходів до вирішення таких питань популяційної біології, як структура, динаміка, стійкість популяцій у часі тощо [11, 13, 20, 21]. Результати таких досліджень у поєднанні з іншими існуючими уявленнями про механізми формування внутрішньовидової, міжвидової і більш високих рівнів мінливості можуть істотно вплинути на реконструкцію історії формування сучасної іхтіофауни [2, 7, 9, 22].

Для дослідження поліморфізму популяцій різних видів тварин в якості маркерів широко використовуються естерази [3, 4, 12, 16, 17], оскільки вони відзначаються простотою гістохімічного виявлення, добре відображають ступінь внутрішньовидової мінливості і надають можливість одночасно вивчати експресію декількох генів, контролюючих синтез їх ізоформ. Першим кроком у подібних дослідженнях є з'ясування органно-тканинної гетерогенності спектрів естераз. В спектрах ферментів різних тканин часто спостерігаються певні відмінності щодо наявності та експресивності тих чи інших ізоформ, які сумарно дають уяву про внутрішньовидовий та міжвидовий поліморфізм досліджуваних об'єктів. Поліморфізму естераз у риб присвячено багато досліджень [15, 18, 19, 21, 24], але даних про його молекулярні і генетичні основи поки що недостатньо.

Під назвою «естерази» об'єднуються різні ферменти, загальною властивістю яких є здатність розщеплювати ефірні зв'язки карбонових кислот з нафтолом (КФ: 3.1.1). Ці ферменти поділяють на чотири групи — карбоксил-, арил-, ацетил- і ацетилхолін- (включаючи псевдохолін) естерази. У риб естерази частіше є продуктами декількох локусів, і за багатьма з них спостерігають індивідуальну мінливість [14].

Серед численних видів риб, які зустрічаються в акваторії о. Зміїний, особливо увагу на себе звертає бичок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas). Цей вид відіграє важливу роль в донних біоценозах, а також має промислове значення. Існування кругляка як у Чорному морі, так і в прісних водоймах Північно-Західного Причорномор'я дозволяє вивчати його адаптаційні реакції на різні чинники екологічного середовища. Особливого значення набувають дослідження, які проводяться в районі о. Зміїний. Для прибережної екосистеми острова характерна різноманітність умов існування, багатий видовий склад флори і фауни, а також низький рівень антропогенного навантаження. Внутрішньовидова структура бичка-кругляка в північно-західній частині Чорного моря, зокрема, в акваторії острова, залишається недослідженою. Виходячи з цього, метою даної роботи було вивчення органно-тканинного поліморфізму (наявності та експресії ізоформ) естераз у бичка-кругляка із прибережних вод о. Зміїний.

### Матеріали та методи досліджень

Виллов риби здійснювали в акваторії о. Зміїний у 2008 і 2009 роках. Зібраний матеріал обробляли на кафедрі гідробіології та загальної екології і в лабораторії фізико-хімічних методів досліджень біологічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Дослідження електрофоретичних спектрів естераз проводили на тканинах зябер, м'язів, гонад, кишечника, печінки самців і самок бичка-кругляка (380 особин). Для аналізу відбирали рибин віком приблизно 3 роки; стандартна довжина особин — 16,0—19,3 см.

Рибу заморожували і до проведення аналізу зберігали при температурі  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Перед експериментом матеріал дефростували, відокремлювали органи риб і гомогенізували їх у 0,1 М гліцин-NaOH буфері (рН 9,0), який містив 1 %-вий Тритон X-100. Приготовлені гомогенати центрифугували, після чого отриманий супернатант використовували для електрофоретичного розподілу естераз. Електрофорез ферментів проводили в 7 %-вому поліакриламідному гелі за системою Davis [25].

Для виявлення молекулярних форм ферментів (МФФ) використовували методику, яка описана Л. І. Корочкіним [17], з модифікаціями [5, 10]. З метою виявлення зон локалізації естераз в гелі, ферментативну реакцію проводили за наявності діазонія — синього міцного RR [8]. В якості субстрату використовували  $\alpha$ -нафтилпропіонат.

Кількісну оцінку електрофореграм здійснювали за допомогою спеціальної комп'ютерної програми «АнаИС».

Експресію виявлених естераз оцінювали за показниками оптичної щільності ( $\Delta D_{500}$ , відносні одиниці — в. од.) відповідних ферментутримуючих зон гелевого блоку [5, 17]. Отримані цифрові дані, що відображають рівень активності досліджуваних ферментів, обробляли статистично [6]. Для розрахунку частоти відповідних генів і генотипів у вибірках риб використовували формулу Харді—Вайнберга [1].

### Результати досліджень та їх обговорення

Всі виявлені ізоформи естераз за їх електрофоретичною рухливістю можна розділити на чотири групи (рис. 1, табл. 1). Перша група є найбільш електрофоретично рухливою ( $R_f$  від 0,324 до 0,380) і одночасно має досить невелику експресивність. Друга і третя групи у більшості органів бичків представлені двома фракціями: однією більш рухливою ( $F$ ) і другою менш рухливою ( $S$ ). Четверту

групу складають ізоформи, які мають нафтилацетазну і ліпазну активність. Це група найменш рухливих форм естераз ( $Rf$  від 0,090 до 0,114), вони мають велику молекулярну масу [4, 14] і слабо експресуються. Інші групи естераз ліпазної активності не проявляють.

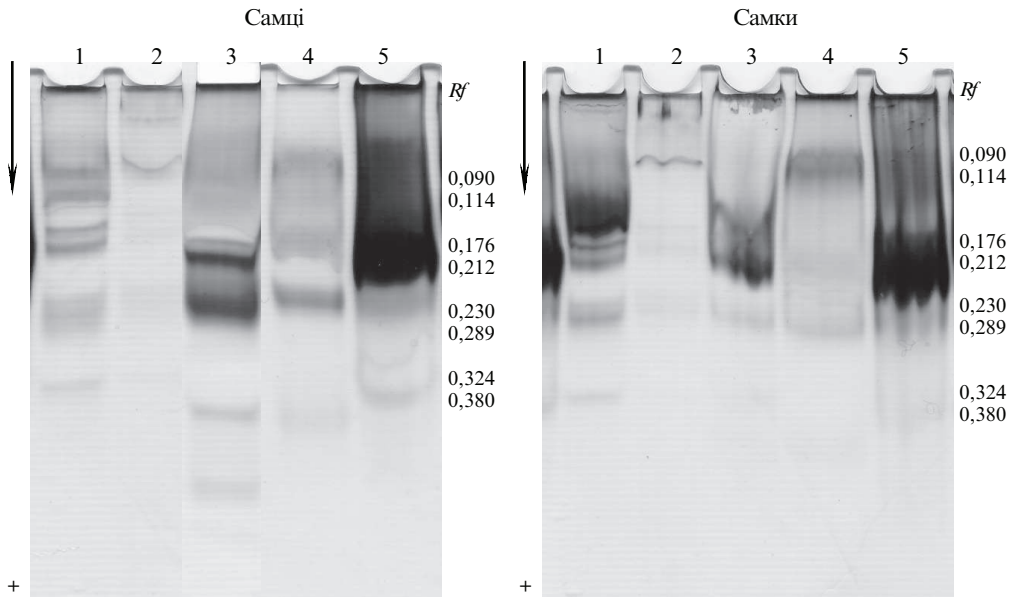


Рис. 1. Електрофоретичні спектри естераз тканин самців і самиць бичка-кругляка з акваторії о. Зміїний:

1 — м'язи, 2 — печінка, 3 — гонади, 4 — кишечник, 5 — м'язи;  $Rf$  — показник коефіцієнта відносної електрофоретичної рухливості окремої форми естерази; стрілками зазначено напрямку руху ферментів у ході електрофорезу

В результаті електрофоретичного розподілу естерази зябрової тканини утворюють шість смуг, які відносяться до чотирьох вищезазначених форм з певними для кожної величинами  $Rf$ . Найбільша активність спостерігається в третій групі (0,586 в. од. — естераза  $3_F$  у самок, 1,523 в. од. — естераза  $3_S$  у самців), яка представлена двома фракціями (S з  $Rf$  0,176 і F з  $Rf$  0,212). Найменша експресивність притаманна першій формі (0,223 в. од. у самок і 0,324 в. од. у самців), яка є найбільш електрофоретично рухливою ( $Rf = 0,324$ ).

У м'язовій тканині всіх особин також виявлено чотири групи естераз, які за електрофоретичною рухливістю поділяються на шість смуг. У цілому спектри естераз тканин м'язів та зябрових пелюстків досить схожі. Однак майже всі фракції естераз тканин м'язів проявляють більш низьку активність, а у деяких випадках вона ледь виявляється (максимальна активність ферментів досягала значення лише 0,575).

Незважаючи на те, що тканини кишечника і печінки характеризуються високою активністю естераз, кількість виявлених форм ферментів в цих органах (всього їх знайдено чотири) дещо менша, ніж в м'язах і зябрах, де виявлено шість форм. Це відбувається завдяки тому, що в другій і третій групах естераз відсутні F- і S-форми ферменту. У переважній частині проаналізованих особин бичків (90 %) в кишечнику та печінці спостерігаються електрофоретично більш рухливі (F-форми) першої та другої груп естераз у порівнянні з такими ж групами естераз у тканинах зябрових пелюстків і м'язів.

## Активність молекулярних форм естераз у різних органах бичка-кругляка з акваторії о. Зміїний

МФФ	Rf	Активність ( $\Delta Do$ , відносні одиниці)	
		Самці (n = 30)	Самки (n = 13)
Зяброві пелюстки			
4 <sub>F</sub>	0,114	0,837 ± 0,014	0,678* ± 0,013
3 <sub>S</sub>	0,176	1,523 ± 0,040	1,430* ± 0,040
3 <sub>F</sub>	0,212	1,367 ± 0,034	0,586* ± 0,011
2 <sub>S</sub>	0,230	0,853 ± 0,027	0,238* ± 0,007
2 <sub>F</sub>	0,289	1,255 ± 0,050	0,247* ± 0,007
1 <sub>S</sub>	0,324	0,324 ± 0,024	0,223* ± 0,007
М'язи			
4 <sub>S</sub>	0,090	0,575 ± 0,036	0,546* ± 0,064
3 <sub>S</sub>	0,176	0,355 ± 0,040	0,315 ± 0,011
3 <sub>F</sub>	0,212	0,281 ± 0,011	0,248* ± 0,007
2 <sub>S</sub>	0,230	0,352 ± 0,047	0,206* ± 0,007
2 <sub>F</sub>	0,289	0,436 ± 0,090	0,205* ± 0,002
1 <sub>S</sub>	0,324	0,217 ± 0,004	—
Гонади			
4 <sub>S</sub>	0,090	0,726 ± 0,012	0,243* ± 0,010
4 <sub>F</sub>	0,114	1,937 ± 0,066	—
3 <sub>S</sub>	0,176	1,010 ± 0,026	—
3 <sub>F</sub>	0,212	0,357 ± 0,010	—
2 <sub>S</sub>	0,230	0,327 ± 0,033	0,571* ± 0,040
2 <sub>F</sub>	0,289	0,314 ± 0,044	—
1 <sub>S</sub>	0,324	0,268 ± 0,015	0,264 ± 0,011
Кишечник			
4 <sub>F</sub>	0,114	1,392 ± 0,047	0,262* ± 0,007
3 <sub>S</sub>	0,176	1,545 ± 0,046	0,245* ± 0,007
2 <sub>F</sub>	0,289	1,063 ± 0,037	0,341* ± 0,010
1 <sub>F</sub>	0,380	0,299 ± 0,024	0,409* ± 0,020
Печінка			
4 <sub>F</sub>	0,114	2,305 ± 0,082	1,150* ± 0,070
3 <sub>S</sub>	0,176	1,218 ± 0,028	0,729* ± 0,030
2 <sub>F</sub>	0,289	0,390 ± 0,028	0,322* ± 0,007
1 <sub>F</sub>	0,380	0,235 ± 0,007	0,233 ± 0,007

Примітка: МФФ — молекулярні форми ферментів, Rf — показник коефіцієнта відносної електрофоретичної рухливості окремої форми естерази, «\*» — відмінності у порівнянні активності естераз самців і самиць кругляка достовірні при  $P < 0,05$ .

Найбільша кількість ізоформ естераз виявляється в тканинах гонад. Крім фракцій, які є спільними для гонад, зябер і м'язів, в статевих залозах наявна ще одна форма ферменту, яка відноситься до найменш рухливої четвертої групи естераз. Ця група гонадних естераз включає в себе дві ізоформи зі значеннями Rf 0,090 і 0,114. Значна експресивність малорухливих фракцій в гонадах ускладнює ідентифікацію інших форм естераз на електрофореграмах і погіршує розрізняльну здатність аналізу.

Суттєві кількісні, а у випадку гонад і якісні відмінності ізоформ естераз спостерігаються у риб різної статі (табл. 1). Так, у самців кругляка в переважній

більшості органів спостерігається більш висока активність ферментів, ніж у самок. У випадку тканин гонад самок на електрофореграмах наявні лише три смуги, тоді як в спектрах гонад самців їх виявлено сім. У гонадах самок бичків третя група естераз взагалі відсутня, а решта форм представлена лише однією S або F фракцією. На відміну від самців, у тканинах м'язів самок кількість ізоформ естераз менша — відсутня форма з  $Rf 0,324$ . В інших досліджуваних органах кількість форм ферменту у риб обох статей співпадає, але кількісні показники експресивності дуже розрізняються. За винятком двох форм естераз, що належать гонадам і печінці, експресивність всіх інших ізоформ естераз у особин різної статі достовірно відрізняється, причому, як правило, у самиць ця експресивність значно менша.

Отримані результати дають можливість прийти до висновку, що з усіх досліджуваних органів найбільш сприйнятливими для вивчення внутрішньовидової різноманітності системи естераз бичка-кругляка є зяброві пелюстки. Чіткий поділ окремих ізоформ ферментів цієї тканини на шість смуг, їх висока активність, легкість ідентифікації окремих форм, їх гетерогенність за різних умов та інші чинники дозволяють вважати зяброву тканину зручною для подальшого вивчення внутрішньовидової мінливості бичка-кругляка. Виходячи із цих міркувань, подальші дослідження поліморфізму естераз бичків, які були виловлені біля острова Зміїний у різні роки, провадили виключно на тканинах зябер риб.

Порівняння спектрів естераз бичка-кругляка акваторії о. Зміїний вказує на відмінності кількості молекулярних форм та їх активності у окремих екземплярів риб як в різні роки лову, так і в різні сезони одного і того ж року (табл. 2). В 2008 р. кількість смуг на електрофореграмах варіювала від 8 весною та восени до 7 влітку — у риб, яких виловили літом, була відсутня форма естерази  $3_S$ . Влітку в тканинах зябер виловлених бичків спостерігали більшу експресивність ізоформ естераз, ніж навесні або восени. Так, активність повільної форми  $4_S$  влітку збільшилася на 72 %, а форм  $2_S$  і  $2_{SF}$  — майже у 4 рази порівняно з весною. Висока експресивність естераз спостерігалася також восени.

Електрофоретичний спектр естераз у риб, виловлених у 2009 році, був більш різноманітним у порівнянні з 2008 роком і складався з більшої кількості форм, які відрізнялися також іншою інтенсивністю експресії. У 2009 році найменша кількість форм (8) виявлена у виловлених осінню риб, тоді як навесні та влітку в зябрах знайдено по 10 ізоформ. Експресивність естераз у цьому році, як і в 2008, мінімальною була весною, але максимальною не літом, а восени, коли кількість ізоформ була найменшою. Слід також зазначити, що величини експресивності всіх форм естераз у 2008 р. достовірно відрізнялися від експресивності відповідних форм ферменту у риб, що виловлені у 2009 р.

Бички, які виловлені у вищезазначені роки, відрізнялися також частотою зустрічальності окремих форм естераз. У 2008 році на електрофореграмах було виявлено тільки по одному аельному варіанту генів двох локусів, а саме швидко рухливі форми (F) естераз 1 і 4, малорухливі форми (S) зазначених ферментів були відсутні. Таким чином, у риб досліджуваної у 2008 р. вибірки відповідні два локуси виявлялися мономорфними. На відміну від цього, серед бичків 2009 р. вилову, крім гомозиготних генотипів, зустрічалися особини із обома формами (F і S) цих ферментів, тобто гетерозиготи. Розраховані по Харді—Вайнбергу частоти зустрічальності аельних генів F і S склали 0,5 і 0,5 та 0,42 і 0,58 для естераз 1 і 4 відповідно.

Поліморфізм ізоформ естераз (різна кількість фракцій, неоднакова експресивність їх на електрофореграмах) та відмінності частот зустрічальності виявлених електрофоретично фенотипів дають можливість припустити, що в прибережних водах о. Зміїний мешкають генетично гетерогенні угруповання бичка-

## Експресивність молекулярних форм естераз у зябрах бичка-кругляка з акваторії о. Зміїний в різні роки досліджень

МФФ	<i>Rf</i>	Активність ( $\Delta Do$ , відносні одиниці)	
		2008 рік ( <i>n</i> = 187)	2009 рік ( <i>n</i> = 150)
весна			
$4_S$	0,090	—	0,481 ± 0,003
$4_F$	0,114	2,658 ± 0,021	0,484* ± 0,002
$3_S$	0,176	0,797 ± 0,008	0,526* ± 0,006
$3_{SF}$	0,196	0,515 ± 0,004	0,615* ± 0,003
$3_F$	0,212	0,374 ± 0,002	0,667* ± 0,004
$2_S$	0,230	0,257 ± 0,001	0,751* ± 0,006
$2_{SF}$	0,271	0,255 ± 0,001	0,508* ± 0,002
$2_F$	0,289	0,267 ± 0,001	0,522* ± 0,002
$1_S$	0,324	—	0,696 ± 0,010
$1_F$	0,380	0,185 ± 0,003	0,474* ± 0,003
літо			
$4_S$	0,090	—	0,716 ± 0,010
$4_F$	0,114	4,584 ± 0,050	0,927* ± 0,010
$3_S$	0,176	—	0,857 ± 0,020
$3_{SF}$	0,196	2,551 ± 0,040	0,922* ± 0,030
$3_F$	0,212	0,880 ± 0,030	1,030* ± 0,021
$2_S$	0,230	0,824 ± 0,020	0,869 ± 0,020
$2_{SF}$	0,271	1,072 ± 0,020	0,977* ± 0,020
$2_F$	0,289	1,047 ± 0,020	1,058 ± 0,020
$1_S$	0,324	—	0,685 ± 0,010
$1_F$	0,380	0,234 ± 0,001	0,891 ± 0,010
осінь			
$4_S$	0,090	1,073 ± 0,030	1,251* ± 0,026
$4_F$	0,114	0,968 ± 0,020	0,747* ± 0,045
$3_S$	0,176	2,817 ± 0,060	—
$3_{SF}$	0,196	1,794 ± 0,053	0,876* ± 0,053
$3_F$	0,212	2,039 ± 0,049	0,624* ± 0,004
$2_S$	0,230	—	—
$2_{SF}$	0,271	1,160 ± 0,020	1,250* ± 0,020
$2_F$	0,289	1,353 ± 0,020	0,952* ± 0,059
$1_S$	0,324	—	0,679 ± 0,052
$1_F$	0,380	0,366 ± 0,003	0,656* ± 0,079

Примітка: МФФ — молекулярні форми ферментів, *Rf* — показник коефіцієнта відносної електрофоретичної рухливості окремої форми естерази. «\*» — відмінності у порівнянні активності естераз кругляка 2008 р. з активністю естераз бичків 2009 р. достовірні при  $P < 0,05$ .

кругляка, представники яких домінували у вибірках різних років, що досліджувались.

Дані щодо біологічної та генетичної різноякісності популяцій, які можна отримати при одночасному проведенні іхтіологічних, морфометричних і генетико-біохімічних досліджень, є корисними для удосконалення режиму промислу і збереження генофонду окремих видів риб. Отримані дані, які відображають індивідуальні якісні та кількісні особливості ізоформ естеразної системи, можуть бути показником біохімічного поліморфізму і генетичної гетерогенності досліджуваних угруповань чорноморських бичків і суттєво доповнювати результати традиційних морфометричних досліджень.

## Висновки

1. Естерази бичка-кругляка електрофоретично можна розділити на чотири групи, які в тканинах різних органів можуть складатися із швидких, середньорухливих та повільно рухливих форм.

2. Для вивчення внутрішньовидового поліморфізму ензимної системи естераз бичка-кругляка найбільш придатним матеріалом досліджень є зяброві пелюстки.

3. Спостерігаються істотні зміни кількості та експресивності форм естераз у риб, виловлених у різні сезони одного року.

4. Спектри естераз зябер бичків, виловлених у різні роки поблизу о. Зміїний, достовірно відрізняються як кількісними, так і якісними показниками (кількістю смуг у спектрі, їх експресивністю, наявністю F- і S-алозимних фракцій, частотою стривальності їх у спектрах), що свідчить про можливість мешкання генотипово відмінних угруповань бичка-кругляка в акваторії цього острова.

*Автори вдячні науковому співробітнику Регіонального центру екологічного моніторингу природного середовища С. М. Снігирьову за надання іхтіологічного матеріалу та молодшому науковому співробітнику кафедри генетики і молекулярної біології В. О. Кучерову за допомогу у проведенні електрофорезу.*

## Література

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. — Москва: Мир, 1988. — Т. 3. — С. 137—138.
2. Алексеев Ф. Е., Алексеева Е. И., Титова Н. В. Поліморфная система мышечных эстераз, экологическая структура поселений и исследование вида у макруруса (*Macrurus rufestis* Gunn.). Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 58—62.
3. Алферова Н. М., Нефедов Г. Н. Электрофоретическое исследование эстераз некоторых видов рыб Восточной Атлантики // Биохимическая генетика рыб. Материалы 1-го всесоюз. совещ. Ленинград, 6—9 февраля 1973 г. — Л., 1973. — С. 195—199.
4. Андриевский А. М., Заморов В. В., Черников Г. Б., Кучеров В. А., Косенко С. Ю. Разнообразие карбоксиэстераз как генетико-биохимический показатель гетерогенности черноморских популяций бычка-кругляка и бычка-ратана // Тез. докл. Межд. науч. конф., март 2005 г., Саранск. — С.: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. — С. 11—14.
5. Андриевський О. М. Фізико-хімічні методи дослідження білків. — Одеса: Вознесенська друкарня, 2003. — 39 с.
6. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Статистичні методи в біології: Підручник. — Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. — 288 с.
7. Афанасьев Б. И., Беккер В. Э., Фетисов А. Н. Электрофоретическое исследование изозимов трех видов семейства *Mustophidae* // Вопросы ихтиологии. — 1989. — Т. 29, вып. 6. — С. 1018—1026.
8. Берстон М. Гистохимия ферментов. — Москва: Мир, 1965. — 464 с.
9. Богданов Л. В., Фрусова Г., Д., Бишле Л. А. и др. Популяционно-генетические исследования тихоокеанской сельди (*Clupea pareticus* Pallas). Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 74—82.
10. Гаркуша О. П., Андриевский А. М., Заморов В. В., Олейник Ю. Н., Кучеров В. А. Поліморфізм карбоксиэстераз бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) из северо-западной части Черного моря // Экология моря, 2005. — Вып. 69. — С. 12—17.
11. Дьяков Ю. П., Коваль Е. З., Богданов А. В. Внутривидовой биохимический полиморфизм и популяционная структура черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) (*Pleuronectidae*) в Беринговом и Охотском морях // Вопросы ихтиологии. — 1981. — Т. 21, вып. 5. — С. 809—815.

12. *Зенкин В. С., Рязанцева Е. И., Лосев О. Д.* Полиморфизм мышечных эстераз и анализ популяционной структуры обыкновенной и капской ставрид *Trachurus trachurus* L. и *T. trachurus capensis castelnaui* шельфа Западной Африки. Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 94—98.
13. *Зенкин В. С.* Биохимический полиморфизм и популяционно-генетический анализ атлантической сельди (*Clupea harengus* H.). Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 64—68.
14. *Кирпичников В. С.* Генетика и селекция рыб. — Л.: Наука, 1987. — 520 с.
15. *Коваль Л. И.* Термическая структура вод и распределение фенотипов эстераз Est-1-Вс у придунайской ставриды // Тез. докл. 12-й Междунар. конф. по промышленной океанологии, Светлогорск, 9—14 сент., 2002. — Калининград, 2002. — С. 115—116.
16. *Корешкова Н. Д., Паюсова А. Н.* Популяционная структура рыбца (*Vimba vimba*), выявленная на основании электрофоретического анализа мышечных эстераз. Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 116—118.
17. *Корочкин Л. И., Серов О. Л., Пудовкин А. И.* и др. Генетика изоферментов. — М.: Наука, 1977. — 275 с.
18. *Логвиненко Б. М., Кодолова О. П., Полянская М. Б.* Полиморфизм мышечных неспецифических эстераз у ерша *Gymnocephalus cernua* (L.) (*Percidae*) // Вопросы ихтиологии. — 1983. — Т. 23, вып. 2. — С. 339—342.
19. *Мартинсон М. А., Оявеер Э. А., Таннер Р. Х.* О встречаемости мышечных эстераз у балтийской сельди (*Clupea harengus membras* H.). Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 70—73.
20. *Махоткин М. А.* Биологический полиморфизм пеленгаса *Mugil soiyu* bas. Азовского моря // Тез. докл. Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н. М. Книповича. — Мурманск, 2002. — С. 133—134.
21. *Павлов С. Д.* Аллозимная изменчивость и генетическая дивергенция тихоокеанских форелей (род *Parasalmo*) западной Камчатки // Генетика. — 2000. — Т. 36, № 9. — С. 1251—1261.
22. *Пудовкин А. И.* Использование аллозимных данных для оценки генетического сходства. Биохимическая и популяционная генетика рыб / Под ред. В. С. Кирпичникова. — Л., 1979. — С. 10—17.
23. *Салменкова Е. А.* Генетика изоферментов рыб // Успехи современной биологии. — 1973. — Т. 75, № 2. — С. 217—235.
24. *Семенова А. В., Андреева А. П., Карпов А. К., Фролов С. Ю., Феоктистов Е. И., Новиков П. Г.* Генетическая изменчивость сельдей рода *Clupea* Белого моря // Вопросы ихтиологии. — 2004. — Т. 44, № 2. — С. 207—217.
25. *Davis B. J.* Disk electrophoresis. 2. Method and application to human serum proteins // Ann. N. Y. Acad. Sci. — 1964. — 121. — P. 404—427.

**В. В. Заморов**, канд. биол. наук, доцент

**И. Л. Рыжко**, ст. преподаватель

**О. В. Друзенко**, аспирант

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
биологический факультет, кафедра гидробиологии и общей экологии  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина  
E-mail: hydrobiologia@mail.ru

#### **ПОЛИМОРФИЗМ ЭСТЕРАЗ БЫЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIVUS MELANOSTOMUS* (PALLAS) ИЗ АКВАТОРИИ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ**

##### **Резюме**

Исследовали электрофоретические спектры эстераз тканей жабр, мышц, гонад, кишечника и печени бычка-кругляка, выловленного в прибрежных водах о. Змеиный. Во всех тканях установлено наличие четырех основных форм эстераз, отличающихся по

электрофоретической подвижности. Выявлены различия спектров эстераз тканей жабр рыб, выловленных в разные годы. На этом основании сделано предположение, что в акватории о. Змеиний могут обитать генетически неидентичные группировки бычка-кругляка.

**Ключевые слова:** эстеразы, полиморфизм, бычок-кругляк, о. Змеиний.

**V. V. Zamorov**, PhD. Biol., Assistant professor

**I. L. Ryzhko**, senior teacher

**O. V. Druzenko**, graduate student

Odessa National University named after I. I. Mechnikov

Faculty of Biology, Department of Hydrobiology and General Ecology

st. Dvoryanska, 2, Odessa, 65026, Ukraine

E-mail: hydrobiologia@mail.ru

**ESTERASES POLYMORPHISM OF *NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* (PALLAS)  
FROM THE ZMEINY ISLAND WATER AREA**

**Summary**

The electrophoretic esterases spectrum tissues of gills, muscles, gonads, intestine and liver of *Neogobius melanostomus* caught in the waters of the Zmeiny island were investigated. The presence of four main forms of esterases that differ in electrophoretic mobility were revealed in all studied tissues. There were exposed the differences between the spectra of esterases of the tissues of fish gills caught in different years. On this basis there was made the assumption that in the waters of the is. Zmeiny can inhabit genetically non-identical groups *N. melanostomus*.

**Key words:** esterase, polymorphism, *Neogobius melanostomus*, the Zmeiny island.

---