

## ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ УКРАЇНСЬКИХ ПОРІД ЛУСКАТИХ І РАМЧАСТИХ КОРОПІВ ЛИМАНСЬКОГО ДВСРП ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Т. А. Нагорнюк, С. І. Тарасюк*

Інститут рибного господарства НААН України, Київ

*Досліджено генетичну структуру репродуктивно ізольованих українських порід лускатих і рамчастих коропів за 6-ма генетико-біохімічними системами крові. Виявлено породоспецифічні особливості будови генетичної структури за дослідженими локусами. Обраховано наявний та очікуваний рівень середньої гетерозиготності на кожний локус у лускатих і рамчастих коропів. Подано результати досліджень за станом генетичної рівноваги популяції.*

У рибних господарствах України короп є одним з традиційних і основних об'єктів вирощування. Завдяки цілеспрямованій селекційно-племінній роботі створена прогресивна, гетерогенна структура українських порід коропа на рівні внутрішньопорідних та екологічних типів і відгалужень з урахуванням зональності рибництва [1].

Вивчення рибогосподарських об'єктів потребує отримання кількісних оцінок популяційно-генетичних параметрів, що є можливим на основі молекулярно-генетичних маркерів. Ізоферментні генні маркери залишаються одним із головних інструментів вивчення популяційно-генетичної структури, внутрі- і міжвидової диференціації і гібридизації об'єктів рибництва. Незважаючи на розвиток методів аналізу мінливості ДНК, за допомогою ізоферментів досі отримують значну долю інформації про стан генофондів природних та штучних популяцій риб за короткий час і при порівняно невеликих затратах матеріальних ресурсів. Особливо такі дослідження мають значний сенс при виявленні локуспецифічних і породоспецифічних особливостей генетичних структур українських коропів.

З метою виявлення специфічних особливостей генетичної структури популяцій лускатих та рамчастих коропів різних регіонів України були проведені дослідження груп коропів, які вирощуються у Лиманському ДВСРП Харківської області.

**Матеріали і методи.** Досліджували генетичну структуру коропів за шістьма генетико-біохімічними системами, а саме транспортними білками — локуси трансферину (TF) та альбуміну (ALB), ферментами загального внутрішньоклітинного метаболізму — локуси НАД-залежної малатдегідрогенази (MDH, К.Ф.1.1.1.37), НАДФ-залежної малатдегідрогенази, або малік-ензиму (ME, К.Ф.1.1.1.40), естерази плазми (Est, К.Ф.3.1.1.1) та карбоангідрази (естераза еритроцитів) (CA, К.Ф. 4.2.1.1.).

Дослідження проводили з використанням методу вертикального поліакриламідного та горизонтального крохмального електрофорезів [2, 3] з наступним гістохімічним фарбуванням та генотипуванням за алейними варіантами досліджуваних локусів генетико-біохімічних систем крові [4].

Відбір зразків крові проводили 2009 року у лускатих (УЛК, n=33) і рамчастих (УРК, n=30) коропів з Лиманського ДВСРП Зміївського району Харківської області. Кров відбирали у живих особин пастерівською піпеткою з серця у пластикові пробірки з гепарином. Кров центрифугували при 3 тис. обертів 10 хв і відбирали плазму в окремі пробірки. Зразки плазми та еритроцитів заморожували при -20 °С. Статистичну обробку отриманих результатів виконували з допомогою комп'ютерної програми «Biosys-1» [5].

Автори статті виражають вдячність керівництву Лиманського ДВСРП Зміївського району Харківської області за надання можливості відбору зразків крові у коропів.

**Результати та обговорення.** Виконаний аналіз генетичної структури за шістьма поліморфними генетико-біохімічними системами крові. За локусом TF у лускатих і рамчастих коропів виявлено алельні варіанти — A, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D, розподіл частот яких подано в таблиці 1.

Таблиця 1

**Алельні частоти у української породи лускатих і рамчастих коропів за окремими генетико-біохімічними системами**

Групи коропів	TF					ALB		
	A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D	A	B	
УЛК	0	0	0,742	0,122	0,136	0,515	0,485	
УРК	0,017	0,017	0,833	0,050	0,083	0,433	0,567	
Групи коропів	ME		EST		CA		MDH	
	F	S	F	S	F	S	F	S
УЛК	0,636	0,364	0,394	0,606	0,617	0,383	0,652	0,348
УРК	0,667	0,333	0,317	0,683	0,617	0,383	0,667	0,333

*Примітка:* у цій та наступних таблицях УЛК — українські лускаті коропи; УРК — українські рамчасті коропи

За локусом TF в обох груп коропів з найбільшою частотою зустрічався алельний варіант C<sub>1</sub> (0,742 і 0,833 відповідно). Алелі Tf C<sub>2</sub> і Tf D у лускатих і рамчастих коропів помітно не відрізнялись і були близькими за частотою. Слід зазначити, що в дослідженій групі лускатих коропів Tf A і Tf B не виявлявся, а у групі рамчастих коропів Tf A і Tf B зустрічався з найменшою частотою порівняно з іншими алелями (0, 017) (табл. 1).

Ферментна система EST представлена двома алельними варіантами — Est F (зона із швидкою рухливістю) і Est S (зона з повільною рухливістю). В обох досліджених групах коропів з більшою частотою був присутній алельний варіант з повільною рухливістю (0,606 та 0,683). Локус MDH представлений двома алельними варіантами — Mdh F (швидка рухливість) і Mdh S (повільна рухливість). У лускатих і рамчастих коропів з вищою частотою присутній алельний варіант Mdh F, порівняно з Mdh S і становив 0,652 і 0,667 відповідно.

За ферментною системою ME виявлено також два алельні варіанти — Me F і Me S. Помітно більшою в обох групах коропів була частота алелю з швидкою рухливістю. У зоні ALB виявлено два алельні варіанти — Alb A (швидка рухливість) і Alb B (повільна рухливість). За частотою цих алелів в обох групах помітних відмінностей не було виявлено.

За ферментною системою CA виявлено два алельні варіанти — F і S. У лускатих і рамчастих коропів з більшою частотою зустрічався алельний варіант Ca F, порівняно з алелем Ca S. Між групами коропів не виявлено відмінностей за частотою обох алелів.

У таблиці 2 подано наявні та очікувані генотипи за локусами генетико-біохімічних систем, включених в дослідження.

Найбільш генетично врівноваженим був локус TF у рамчастих ( $\chi^2=2,883$ , P=0,984) та лускатих ( $\chi^2=1,435$ , P=0,697) коропів, а також локус EST у рамчастих коропів ( $\chi^2=0,007$ , P=0,931).

Популяція лускатих і рамчастих коропів була генетично невірноважена за локусом ALB, тобто присутній статистично достовірний надлишок гетерозигот AB ( $\chi^2=10,419$ , P=0,001 та  $\chi^2=16,800$ , P=0,000 відповідно).

За ферментними системами MDH, ME і CA спостерігався також статистично достовірний надлишок гетерозигот в групі лускатих і рамчастих коропів.

Збалансований поліморфізм, оснований на перевазі гетерозигот, явище, яке розповсюджене досить широко [6].

Гетерозиготи нерідко переважають відповідні типи гомозигот за загальною кількістю або за тим чи іншим компонентом життєздатності, наприклад за здатністю до

конкуренції чи за стійкістю до захворювань. Таку перевагу можуть мати генотипи, гетерозиготні за одиничним геном чи за цілим блоком генів.

Таблиця 2

**Наявні та очікувані генотипи за генетико-біохімічними системами у лускатих і рамчастих коропів**

Локуси	Генотипи	УЛК				УРК			
		наявні	очікувані	$\chi^2$	P	наявні	очікувані	$\chi^2$	P
TF	AC1	0	0	1,435	0,697	1	0,847	2,883	0,984
	BC1	0	0			1	0,847		
	C1C1	17	18,092			21	20,763		
	C1C2	7	6,031			2	2,542		
	C2C2	0	0,431			0	0,051		
	C1D	8	6,785			4	4,237		
	C2D	1	1,108			1	0,254		
	DD	0	0,554			0	0,169		
ALB	AA	4	8,631	10,419	0,001	0	5,508	16,8	0,000
	AB	26	16,738			26	14,983		
	BB	3	7,631			4	9,508		
ME	FF	9	13,246	10,258	0,001	10	13,220	7,064	0,008
	FS	24	15,508			20	13,559		
	SS	0	4,246			0	3,220		
MDH	FF	11	13,892	4,951	0,026	10	13,220	7,064	0,008
	FS	21	15,215			20	13,559		
	SS	1	3,892			0	3,220		
EST	FF	7	5,000	2,133	0,144	3	2,898	0,007	0,931
	FS	12	16,000			13	13,203		
	SS	14	12,000			14	13,898		
CA	FF	7	11,288	11,017	0,001	8	11,288	6,477	0,011
	FS	23	14,424			21	14,424		
	SS	0	4,288			1	4,288		

У тих випадках, коли гетерозигота має селективну перевагу порівняно з однією або з обома гомозиготами, відбір сприяє збереженню в популяції обох алелів. У генофонді створюється врівноважена частота алелів, необхідний рівень якої визначається відносними селективними цінностями альтернативних типів. Проте, до тих пір, поки частоти алелів контролюються відбором, жоден алель не елімінується. У популяції підтримується стан збалансованого поліморфізму.

Слід сказати, що основними факторами, які впливають на формування генетичної структури досліджених популяцій є фактори стабілізуючого відбору, які сприяють перевазі гетерозигот. При цьому, поза сумнівом, зберігаються пристосовані генотипи, тоді як менш пристосовані форми елімінуються. Хоча слід сказати, що не відбувається повного закріплення або елімінації альтернативних алелів або блоків генів, якому сприяє відбір, в даному випадку виявляється гетерозиготна пара алелів або поєднання. Це має відношення до питання про очікувані результати направленої відбору в збалансованій поліморфній системі.

Таким чином, передбачається, що направлений відбір в комбінації з стабілізуючим, в даному випадку, веде не до заміни в генофонді одного гена або блоку генів іншими, а до ряду переходів від одної гетерозиготної комбінації до іншої.

У лускатих і рамчастих коропів вивчали рівень середньої гетерозиготності на локус (табл. 3). З досліджених генетико-біохімічних систем найбільший рівень середньої гетерозиготності спостерігався за локусом малатдегідрогенази, малік-ензиму та альбуміну в обох групах коропів, а також за локусом естерази у рамчастих коропів.

Таблиця 3

**Середня гетерозиготність за дослідженими локусами у коропів**

Досліджені локуси	Рівень середньої гетерозиготності			
	УЛК		УРК	
	наявна	очікувана	наявна	очікувана
TF	0,485	0,422	0,300	0,301
ALB	0,788	0,507	0,433	0,440
ME	0,727	0,470	0,667	0,452
MDH	0,636	0,461	0,667	0,452
EST	0,364	0,485	0,867	0,499
CA	0,767	0,481	0,700	0,481

Гетерозиготність є однією з основних характеристик популяції, через інтенсивність і пластичність метаболізму, які безпосередньо впливають на пристосованість (виживання, плодючість, якість нащадків) і таким чином визначають багато аспектів їх взаємовідношення із середовищем [7, 8].

### ВИСНОВКИ

Досліджено генетичну структуру українських порід лускатих і рамчастих коропів з Лиманського ДВСПІ за поліморфними генетико-біохімічними системами — TF, ALB, EST, MDH, ME CA. Виявлені особливості генетичної структури досліджених груп коропів.

За розподілом алельних частот за локусом трансферину слід відмітити присутність алельних варіантів Tf A і Tf B у групі рамчастих коропів і відсутність цих алелів у групі лускатих коропів. За рівнем середньої гетерозиготності лускаті коропи відрізнялись від рамчастих за локусами EST та ALB. Помітно вищий рівень гетерозиготності в групі рамчастих коропів виявлено за локусом естерази, а в групі лускатих коропів цей рівень переважав за локусом альбуміну. Рівень середньої гетерозиготності за іншими дослідженими генетико-біохімічними системами — TF, MDH, ME і CA — мав наближені значення між двома породами коропів. Загалом, отримані дані свідчать про те, що існує відмінність між дослідженими групами коропів. Можливо, причиною цих відмінностей є неоднаковий рівень мінливості генетичної структури груп коропів у зв'язку з пристосуванням до дії різних факторів добору.

**Перспективи подальших досліджень.** Роботи з біохімічної генетики риб мають важливе практичне значення. Використання біохімічних маркерів може суттєво полегшити формування генофонду риб з бажаним комплексом продуктивності за наявності попередньо виявлених найбільш значимих для цього процесу генетико-біохімічних систем. Це обумовлює особливу актуальність розширення спектру досліджуваних локусів і проведення аналізу генетичної структури груп коропів, найбільш важливих для збереження, покращення існуючих і створення нових порід.

## GENETIC PECULIARITIES OF THE UKRAINIAN SCALED AND FRAMED CARPS FROM THE LIMANSKY ECONOMY OF THE KHARKOV REGION

*T. A. Nagornyuk, S. I. Tarasjuk*

### SUMMARY

Genetic structure of the reproductively isolated Ukrainian scaled carps and Ukrainian framed carps on six genetic-biochemical systems of blood was investigated. Breed-specific peculiarities of genetic structure according to the investigated locuses were established. The observable and expected level of average heterozygosity on each locus of scaly and frame carps were counted. Results of research about the condition of genetic balance of the population are presented.

# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УКРАИНСКИХ ПОРОД ЧЕШУЙЧАТЫХ И РАМЧАТЫХ КАРПОВ ЛИМАНСКОГО ГПСРП ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Т. А. Нагорнюк, С. И. Тарасюк*

## АННОТАЦИЯ

Исследовано генетическую структуру репродуктивно изолированных украинских пород чешуйчатых и рамчатых карпов по 6-ти генетико-биохимическим системам крови. Обнаружены породоспецифические особенности генетической структуры по исследованным локусам. Рассчитывали наблюдаемый и ожидаемый уровень средней гетерозиготности на каждый локус у чешуйчатых и рамчатых карпов. Представлены результаты исследований по состоянию генетического равновесия популяции.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Гринжевський М. В.* Організація селекційно-племінної роботи в рибицтві / М. В. Гринжевський, І. М. Шерман, І. І. Грициняк та ін. ; під ред. М. В. Гринжевського і І. М. Шермана. — К. : Рибка моя, 2006. — 352 с.
2. *Davis B. J.* Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins / B. J. Davis // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* — 1964. — V. 121. — P. 404–408.
3. *Harris H.* Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics / H. Harris, D. A. Hopkinson. — Amsterdam : North-Holland Publ. Comp., 1976. — 680 p.
4. *Корочкин Л. И.* Генетика изоферментов / Л. И. Корочкин, О. Л. Серов, А. И. Пудовкин и др. — М. : Наука, 1977. — 275 с.
5. *Swofford D. L.* BIOSYS-1: a Fortran program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics / D. L. Swofford, R. B. Selander // *J. Heredity.* — 1981. — V. 72. — P. 281–283.
6. *Michael Lerner.* Genetic Homeostasis / Lerner Michael. — New York, 1954. — P. 113–114.
7. *Алтухов Ю. П.* Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. — М. : Наука, 1989. — С. 328.
8. *Алтухов Ю. П.* Гетерозиготность генома, интенсивность метаболизма и продолжительность жизни / Ю. П. Алтухов // *Докл. РАН.* — 1999. — Т. 369, № 5. — С. 704–707.

**Рецензент:** кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту рибного господарства НААН України О. В. Городна.