

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ЛУСКАТИХ ТА
РАМЧАСТИХ КОРОПІВ ПрАТ «ЧЕРНІГІВРИБГОСП»**

Н. О. БОРИСЕНКО, А. Е. МАРІУЦА, О. Ю. БЕЛІКОВА

Інститут рибного господарства НААН (Київ, Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-5031-5682> – Н. О. Борисенко

<https://orcid.org/0000-0001-5678-2260> – А. Е. Маріуца

<https://orcid.org/0000-0003-1020-7331> – О. Ю. Белікова

b_natalia@i.ua

Проведено порівняльний аналіз генетичної структури лускатого та рамчастого коропів на основі дослідження розподілу алельних частот та генотипів за білковими поліморфними системами – трансферіном (TF), естеразою (EST) та альбуміном (ALB). за локусом Tf з найбільшою частотою зустрічався алельний варіант Tf B у обох групах коропів, частота якого у лускатого становила 0,400 та у рамчастого – 0,739. У досліджуваних групах коропів даного господарства за локусом EST не зустрічався гомозиготний генотип SS. Середні значення рівнів гетерозиготності за трьома локусами були вищі у групі лускатих коропів ($H_o = 0,517$ та $H_e = 0,545$) у порівнянні з рамчастим ($H_o = 0,362$ та $H_e = 0,365$). Результати роботи вказують на те, що аналіз поліморфізму за даними білковими поліморфними системами може бути складовою частиною методів об'єктивної оцінки генетичної структури досліджуваного ремонтно-маточного стада при подальшій моніторинговій роботі.

Ключові слова: лускатий короп, рамчастий короп, гетерозиготність, поліморфізм, генетична структура, алельні варіанти

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GENETIC STRUCTURE OF SCALED AND
FRAMED CARP CHERNIGIVRYBHOSP PJSC**

N. Borysenko, A. Mariutsa, O. Bielikova

Institute of Fisheries of NAAS (Kyiv, Ukraine)

A comparative analysis of the genetic structure of scaly and frame carp was carried out based on the study of the distribution of allelic frequencies and genotypes according to protein polymorphic systems – transferrin (TF), esterase (EST) and albumin (ALB). At the Tf locus, the Tf B allelic variant was found with the highest frequency in both groups of carp, the frequency of which was 0.400 in scaly carp and 0.739 in frame carp. The SS homozygous genotype was not found at the Est locus in the studied groups of carp of this farm. The average values of heterozygosity levels for three loci were higher in the group of scaly carp ($H_o = 0.517$ and $H_e = 0.545$) compared to the frame group ($H_o = 0.362$ and $H_e = 0.365$). The results of the work indicate that the analysis of polymorphism of these protein polymorphic systems can be an integral part of the methods of objective assessment of the genetic structure of the researched replacement breeding stock during further monitoring work.

Keywords: scaled carp, framed carp, heterozygosity, polymorphism, genetic structure, allelic variants

Вступ. Питання генетичної мінливості тварин – об'єктів сільськогосподарської діяльності людини – представляють особливий інтерес не лише з фундаментальної, але і з практичної точки зору.

Коропові (Cyprinidae) являють собою одну з найбільш багаточисельних груп промисло-

вих прісноводних риб. Сучасні породи коропа (*Cyprinus carpio* L.) виведені методом довготривалої селекції, яка мала за мету підвищення продуктивності в аквакультури. Вирощування товарного коропа практикують на основі чистопорідного, помісного та гібридного потомства [1].

У культивованих стадах риб, як і у природних популяціях риб, підтримка генетичного різноманіття є неодмінною умовою успішного виживання. Тому виникає питання про фактори, які зумовлюють значні коливання частот генотипів навіть у близько розташованих популяціях або родинних стадах. Очевидно, тут поряд з природним відбором значну роль відіграє так званий «генетичний дрейф» в ізольованих популяціях та стадах з великою чисельністю [2, 3, 4].

Популяційно-генетичні дослідження набувають дедалі більшого значення у процесі селекційно-плеїнної роботи у рибних господарствах. Їх метою є вивчення змін у генетичній структурі в окремих популяціях, на що впливають як різні типи схрещування, так і штучний добір. Залучення методів вивчення генетичної структури, що засновані на білковому поліморфізмі або поліморфізмі ДНК-маркерів, допомагає у вирішенні селекційно-генетичних завдань у рибництві [5, 6, 7, 8].

Для оцінки динаміки генетичної структури популяції, білкові маркери мають ряд переваг, зокрема, поліморфізм алельних варіантів білків. Вирішення багатьох теоретичних та практичних проблем, надає виявлення та аналіз поліморфних білкових систем риб, що дозволяє оцінювати особливості їх походження, та визначати ступінь генетичної подібності, а також дає можливість вивчення специфічних особливостей динаміки генофондів у відповідь на дію факторів штучного і природного відборів [2, 3, 4].

Генетичні дослідження білкових маркерів риб заснована головним чином на вивченні природного поліморфізму популяцій. У природі багато років відбиралися корисні алелі, які не зменшують життєздатність своїх носіїв. Як білкові маркери різних видів риб використовують електрофоретичні варіанти білків і ферментів крові та інших тканин і органів. Використання білкових маркерів дозволяє оцінити генетичну різноманітність окремих стад коропа, простежити за його зміною в процесі розведення та селекції, перевірити чистоту походження окремих стад. Необхідно створювати умови для збереження генетичної чистоти та захисту від фізичного знищення існуючого генофонду українських порід коропа. Виконання цих робіт неможливе без визначення генетичної структури нативних популяцій [2, 3, 5].

Мета досліджень – проведення порівняльного аналізу генетичної структури українських лускатих та рамчастих коропів, на основі аналізу частот алельних варіантів та генотипів за білковими поліморфними системами.

Матеріали та методи досліджень. Матеріал для досліджень було відібрано від особин ремонтно-маточних стад лускатих та рамчастих коропів у ПрАТ «Чернігіврибгосп». Зразки крові відбиралися прижиттєвим способом з хвостової вени за стандартними методиками. В якості коагулянту був використаний гепарин з розрахунку 25 МО на 1 мл крові. Відібрані проби потім центрифугували 10 хв при 3 тис. обертів/хв., та відбирали плазму в окремі пробірки. Зразки заморожували та зберігали при температурі -20°C .

Розділення білків та ферментів здійснювали методом електрофорезу у поліакриламідному та крохмальному гелях з подальшим гістохімічним фарбуванням. Оцінку генетичної структури досліджуваних груп коропів проводили аналізуючи розподіл частот алелів та генотипів локусів, які кодують наступні білки та ферменти: трансферин (TF), альбумін (ALB), естераза (EST), гемоглобін (HB), церулоплазмін (CP), амілаза (AM), пуриннуклеозидфосфорилаза (PN) [9, 10, 11]. Математичну обробку отриманих даних виконували за допомогою програмного забезпечення „BIOSYS“ [12, 13].

Результати досліджень. У досліджених груп лускатого та рамчастого коропів спектри гемоглобіну (HB), церулоплазміну (CP), амілази (AM) та пуриннуклеозидфосфорилази (PN), що кодують відповідні ферменти, за даних умов електрофоретичного дослідження були номорфними, що підтверджується даними інших авторів [2, 4, 14]. Тому далі локуси трансфе-

рину (TF), альбуміну (ALB), естерази (EST), які кодують білки плазми крові, використовувались з метою аналізу генетичної структури лускатих та рамчастих коропів.

У досліджуваному стаді лускатого коропа виявлено чотири алельні форми за локусом трансферину: TfA, TfB, TfC₁, TfC₂. Найбільшою була частота алельного варіанту TfB (рис. 1), яка становила 0,400, найменшою – TfA (0,050). У групі рамчастого коропа встановлено чотири алельні форми за локусом трансферину: TfB, TfC₁, TfC₂ TfD (рис. 1). З найбільшою частотою зустрічається алельний варіант B і становив 0,739, (рис. 1) з найменшою частотою зустрічався алель Tf C₂ (0,043).

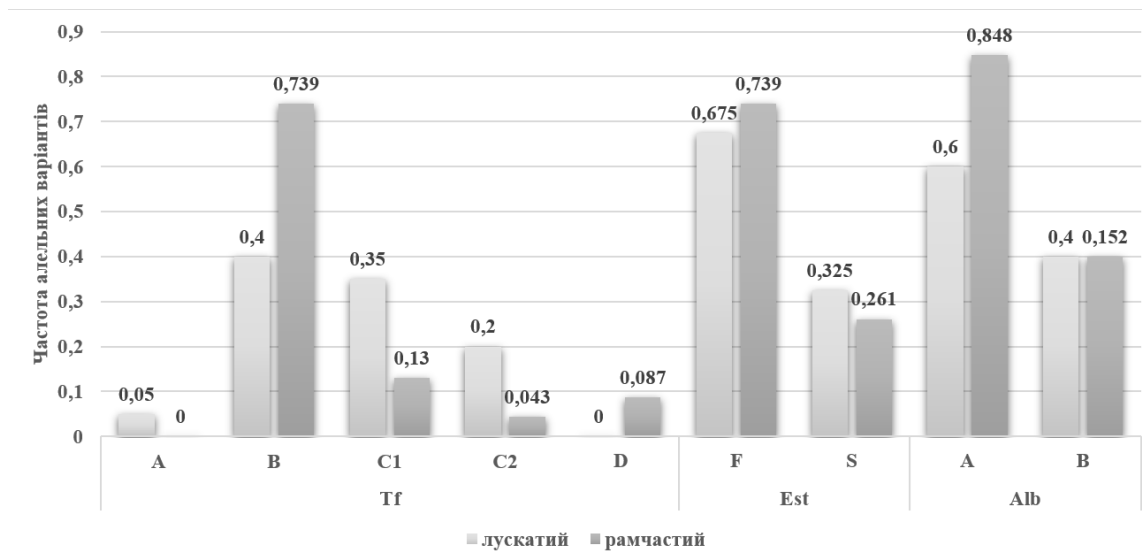


Рис. 1. Розподіл частот алельних варіантів за дослідженими локусами

Аналіз генотипів стада лускатого коропа показав, що із 15 можливих наявні лише 5, з найбільшою частотою серед яких зустрічається гомозиготний генотип BB, і становив 40%. Тоді як генотипи AA, AB, AC₂, AD, BC₁, BC₂, BD, C₁D, C₂D, DD були відсутні.

З усіх можливих варіацій у даній групі рамчастого коропа були виявлені три генотипи з п'ятнадцяти можливих, а саме TfBB, TfC₁C₂, TfC₁D (рис. 2). Гомозиготний генотип BB зустрічався з найбільшою частотою та мав значення 73,9%.

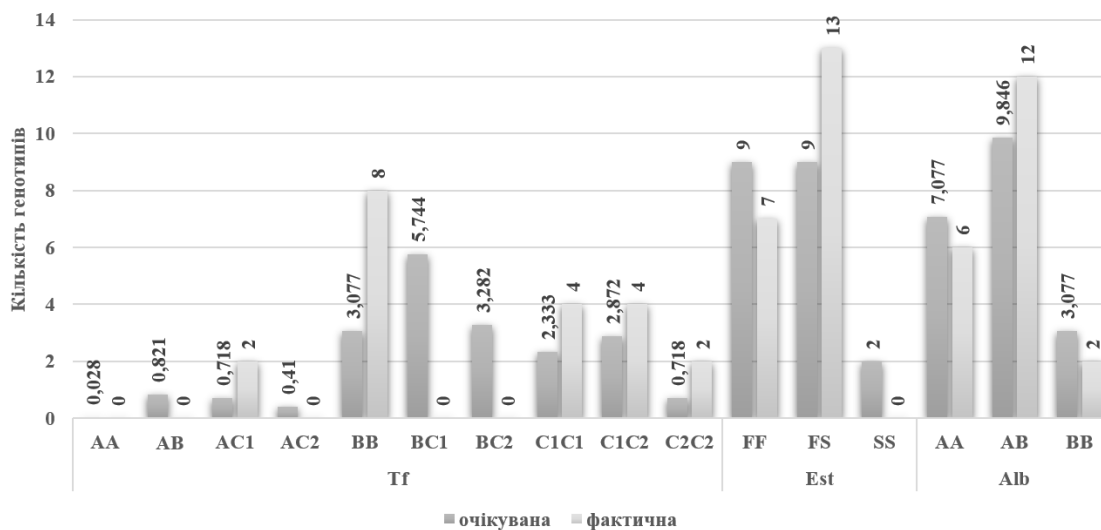


Рис. 2. Розподіл генотипів за дослідженими локусами у лускатого коропа

За локусом естераз у коропових спостерігається зазвичай два алельні варіанти, які відрізняються швидкістю рухливості у поліакриламідному гелі [15, 16, 17]. За даними окремих авторів [18] у коропа за локусом естерази відстежується менделівське успадкування, тому при використанні методу популяційного аналізу можна знайти відмінності між популяціями за частотами генотипів за даним локусом. Особливістю досліджуваних стад як лускатого, так і рамчастого коропа на даному господарстві була відсутність гомозиготного генотипу SS (рис. 3).

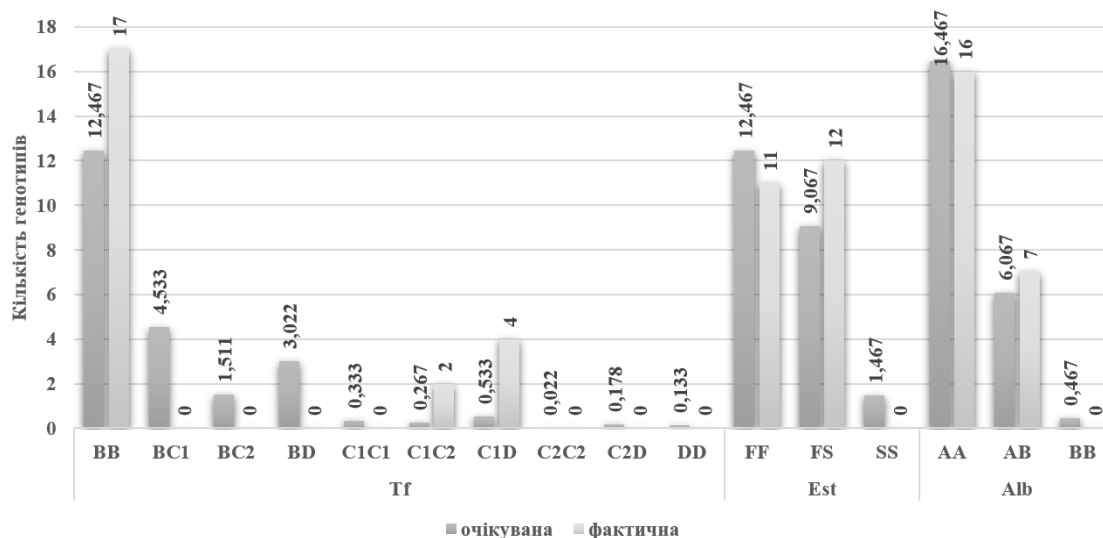


Рис. 3. Розподіл генотипів за дослідженими локусами у рамчастого коропа

У досліджуваній групі лускатого коропа з найбільшою частотою представлений гетерозиготний генотип FS – 65% (рис. 2). Алель Est F мав частоту 0,675, алель Est S – 0,261. При електрофоретичному аналізі плазми крові у рамчастого коропа алельний варіант Est F зустрічався з частотою 0,739, в той час, як алель Est S з частотою 0,261. Гетерозиготний генотип FS у стаді рамчастого коропа мав переважаючу частоту 52,2%.

За локусом альбуміну у групах лускатого та рамчастого коропів, як і у більшості інших видів риб [16, 18, 19, 20], зустрічалися два алелі А і В (рис. 1), частота яких складала відповідно 0,600 та 0,400 у лускатого і 0,848 та 0,152 у рамчастого коропів. Було виявлено всі три можливі генотипи локусу альбуміну. Найбільш переважав гетерозиготний генотип АВ, що складав 60% від загальної кількості генотипів лускатого коропа.

Аналіз відповідності фактичного розподілу генотипів від очікуваного згідно з розподілом Харді-Вайнберга виявив відсутність статистично значущих відхилень за локусами Est та Alb, на відміну від локусу Tf. За даними аналізу відповідності розподілу генотипів співвідношенню за законом Харді-Вайнберга при рівні значущості 5% лускатого та рамчастого коропів показано (табл. 1), що за локусами Est та Alb відхилення відсутні. За локусом трансферину у обох досліджуваних стадах лускатого та рамчастого коропів встановлено наявність статистично вирогідної відмінності фактичного розподілу кількості генотипів по відношенню до очікуваної за законом Харді-Вайнберга.

Аналіз рівня гетерозиготності даних стад показав, що за локусом трансферину у групі рамчастого коропа, індекс фіксації приймав позитивні значення 0,389, що свідчить про переважання гомозиготних генотипів. За локусами естерази та альбуміну спостерігалось переважання гетерозиготних особин, оскільки індекс фіксації приймав негативне значення та становив -0,353 за локусом EST, -0,179 за локусом ALB.

1. Рівень значущості відмінностей між фактичною та очікуваною кількістю генотипів згідно із законом Харді-Вайнберга

Локус	Стадо			
	рамчастий короп		лускатий короп	
	<i>d. f.</i>	χ^2	<i>d. f.</i>	χ^2
TF	6	45,182*	6	24,371*
EST	1	2,588	1	4,222
ALB	1	0,623	1	1,012

Примітка: *d. f.* – число ступенів вільності

* – фактичне значення критерія Пірсона вище табличного при рівні значущості 5%

У групі лускатого коропа фактичний рівень гетерозиготності за локусом трансферину є нижчим (0,300) від очікуваного (0,692) (рис. 4). За локусами естерази та альбуміну спостерігався найвищий рівень фактичної гетерозиготності, який перевищував значення очікуваного в обох випадках.

У рамчастих коропів досліджуваної групи найвищий рівень фактичної гетерозиготності виявлений за локусом EST (0,522), а найнижчий – за локусом TF (0,261). За локусом ALB рівень фактичної гетерозиготності приймав значення 0,304. На відміну від локусу трансферину, за локусами естерази та альбуміну у даній групі значення фактичної гетерозиготності перевищували значення очікуваної.

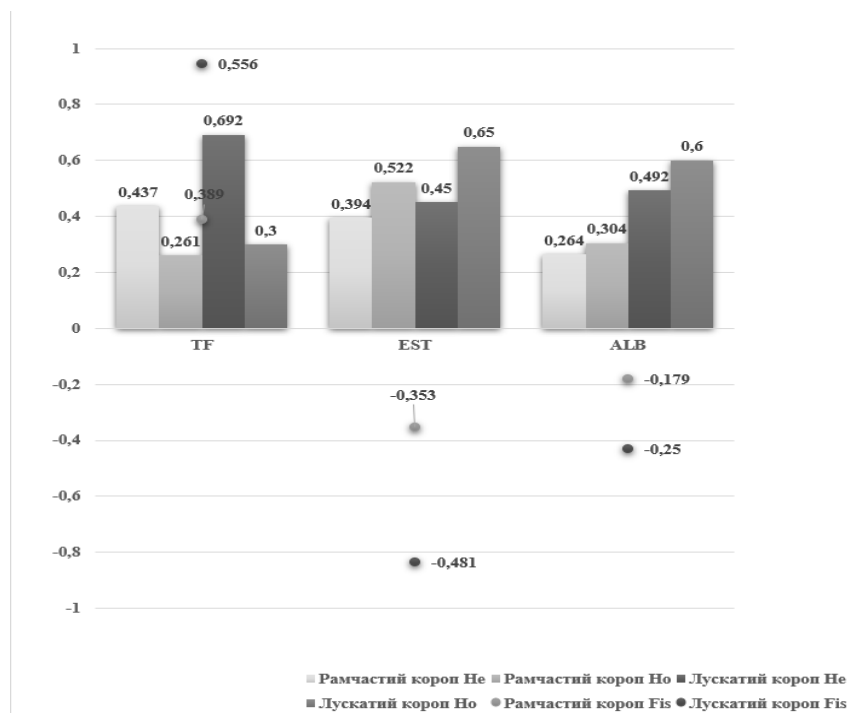


Рис. 4. Індекс фіксації, фактична та очікувана гетерозиготність серед двох локальних стад.

Середні значення рівня гетерозиготності за трьома локусами вищій у групі лускатих коропів ($H_o = 0,517$ та $H_e = 0,545$) у порівнянні з рамчастим ($H_o = 0,362$ та $H_e = 0,365$). Рівень гетерозиготності є однією з найважливіших генетичних характеристик популяції, за якою визначають рівень генетичної консолідованості, генетичної варіабельності та ступінь селекційного впливу. Зростання показника гетерозиготності можна очікувати у випадку підвищеної пристосованості риб до конкретного середовища. Значне зниження чи збільшення гетерозиготності, несприятливі для нормального функціонування популяції [2, 17]. Необхідно зазначити що в доволі невеликих популяціях можуть проявлятися втрата гетерозиготності, фіксація рецесивних алелів та загальне зниження рівня мінливості, що являється нега-

тивними наслідками генетичного дрейфу [21, 22, 23].

Висновки. Досліджені білкові та ферментні системи дозволили продемонструвати особливості генетичної структури лускатих та рамчастих коропів господарства ПрАТ «Чернігіврибгосп», які виражаються у специфічному наборі алельних варіантів TF, відмінними для лускатого та рамчастого коропів. А також особливість особин даного господарства полягала у відсутності за локусом естерази генотипу SS.

Особливості розподілу алельних частот за дослідженими локусами свідчать про вплив факторів штучного добору на формування специфічних характеристик коропів даної вибірки. Подальшу селекційну роботу необхідно проводити у напрямку підвищення рівня гетерозиготності у риб за досліджуваними локусами, що призведе до підвищення рівня генетичної мінливості.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Грициняк І. І., Гринжевський М. В., Третяк О. М., Ківа М. С., Мрук А. І. Фермерське рибництво. Київ : Рибка моя, 2008. 696 с.
2. Тарасюк С. І., Грициняк І. І. Молекулярно-генетичні дослідження в рибництві : монографія. Київ : Аграрна наука, 2013. 310 с.
3. Трофименко О. Л., Гиль М. І., Сметана О. Ю. Генетика популяцій : підручник. Миколаїв : Гельветика, 2018. 254 с.
4. Паавер Т. Биохимическая генетика карпа (*Cyprinus carpio* L.) Таллин : Валгус, 1983. 122 с.
5. Грициняк І. І., Маріуца А. Е., Борисенко Н. О., Тушницька Н. Й. Застосування молекулярно-генетичних маркерів у рибництві. Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в ХХІ столітті: колективна монографія: у 2 ч. / відп. за випуск О. В. Аверчев. Львів-Торунь : Ліга-Прес, 2021. 348 с. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-18>
6. Allendorf F. W., Knudsen K. L., Leary R. F. Adaptive significance of difference in tissue-specific expression of phosphoglucosyltransferase gene in rainbow trout. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1983. Vol. 80, № 3. P. 1397–1400.
7. Bielikova O. Yu., Tarasjuk S. I., Mruk A. I., Nahomiuk T. A., Buchatskyi L. P. Assessment of genetic structure variability of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) of Ukrainian local stocks using polymorphic blood plasma proteins. *Biotechnologia Acta*, Vol. 14, No 2, 2021. DOI:10.15.407/biotech14.02.037
8. Стецюк І. М., Борисенко Н. О., Нагорнюк Т. А., Маріуца А. Е. Оцінка генетичної мінливості різновікових груп білого і строкатого товстолобиків за біохімічним поліморфізмом. *Розведення і генетика тварин*. 2021. № 61. С. 146–154. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.61.16>
9. Глазко В. И., Созинов И. А. Генетика изоферментов животных и растений / под ред. А. А. Созинова. Київ : Урожай, 1993. 528 с.
10. Davis B. J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1964. Vol. 121. P. 404–408. DOI: doi.org/10.1111/j.1749-6632.1964.tb14213.x
11. Harris H., Hopkinson D. A. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. Amsterdam : North-Holland Publ. Comp., 1976. 620 p.
12. Грициняк І. І., Нагорнюк Т. А., Тарасюк С. І. Генетична структура порід і породних груп коропів за окремими генетико-біохімічними системами. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 1. С. 29–33.
13. Swofford D. L., Selander R. B. Biosys-1: Fortran program for the comprehensive analysis of electroforetic data in population genetics and systematics. *J. Heredity*. 1981. Vol. 72. P. 281–283.
14. Оборський В. П., Грициняк І. І., Осіпенко М. І., Грішин Б. О., Нагорнюк Т. А. Роль антонінсько-зозуленецького коропа в селекційно-племянній справі України (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2022. № 3. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.031>

15. Кузнецов В. М. F – статистики Райта : оценка и интерпретация. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2014. № 4. С. 80–104.
16. Нагорнюк Т. А., Тарасюк С. І. Генетичні особливості українських порід лускатих і рамчастих коропів Лиманського ДВСРП Харківської області. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту вет-препаратів та кормових добавок*. Львів : СПОЛОМ, 2010. Вип. 11, № 2–3. С. 343–347.
17. Ellen G., Stalkin W., Slatkin M. Using Maximum Likelihood to Estimate Population Size From Temporal Changes in Allele Frequencies. *Genetics*. 1999. Vol. 152. P. 755–761.
18. Нагорнюк Т. А., Особа І. А., Тарасюк С. І. Аналіз генетичної структури коропо-сазанових гібридів за використання окремих генетико-біохімічних систем. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2008. Вип. 4 (47). С. 180–186.
19. Luikart G., Cornuet J. M., Allendorf F. Temporal changes in allele frequencies provide estimates of population bottleneck size. *Conservation Biology*. 1999. Vol. 13, I. 3. P. 523–530.
20. Нагорнюк Т. А., Залоїло О. В., Тарасюк С. І. Аналіз генетичної структури коропа антонінсько-зозуленецького типу. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 9. С. 36–40.
21. Грубінко В. В., Курант В. З., Хоменчук В. О., Бияк В. Я., Синюк Ю. В. Особливості білкового складу плазми крові хребетних: еволюційно-екологічний аспект. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12, № 1. С. 64–67.
22. Крась С. І., Тарасюк С. І., Стовбінський В. І., Боднар Г. І. Особливості генетичної структури амурського сазана (*Cyprinus carpio haematopterus*). *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 1. С. 62–67.
23. Гуменний В. Д., Шаловило С. Г., Кирилів Я. І. Проблема збереження і удосконалення генофонду локальних, аборигенних порід сільськогосподарських тварин і її значення для теорії і практики селекції відповідно до вимог СОТ. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 1 (55), ч. 2. С. 61–80.

REFERENCES

1. Grycunyak, I. I., M. V. Grynzhhevskiy, O. M. Tretyak, M. S. Kiva, and A. I. Mruk. 2008. *Fermerske rybnytstvo – Farm fisheries*. Kyiv: Rybka moja, 696 (in Ukrainian).
2. Tarasyuk, S. I., and I. I. Hrytsyniak. 2013. *Molekulyarno-henetychni doslidzhennya v rybnytstvi : monohrafiya – Molecular genetic research in fish farming : a monograph*. Kyiv : Ahrarna nauka, 310 (in Ukrainian).
3. Trofymenko, O. L., M. I. Hyl, and O. Yu. Smetana. 2018. *Henetyka populiatsii – Genetics of populations*. Mykolaiv : Helvetyka, 254 (in Ukrainian).
4. Paaver, T. 1983. *Вьохумычешкая генетыка карпа (Cyprinus carpio L.) – Biochemical genetics of carp (Cyprinus carpio L.)*. Tallyn, Valgus, 122 (in Estonian).
5. Grycunyak, I. I., A. E. Mariucza, N. O. Borysenko, and N. J. Tushnyczka. 2021. Zastosuvannya molekulyarno-genetychnykh markeriv u rybnytstvi – Application of molecular genetic markers in fish farming. Formuvannya novoyi paradygmy rozvytku agropromyslovogo sektoru v XXI stolitti: kolektyvna monografiya: u 2 ch. / vidp. za vypusk O. V. Averchev – The formation of a new paradigm for the development of the agro-industrial sector in the XXI century: a collective monograph: in 2 hours / resp. for the issue of O. V. Averchev. Lviv-Torun, Liga-Pres, 348 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-18>
6. Allendorf, F. W., K. L. Knudsen, and R. F. Leary. 1983 Adaptive significance of difference in tissue-specific expression of phosphoglucosmutase gene in rainbow trout. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 80:3:1397–1400 (in English).
7. Bielikova, O. Yu., S. I. Tarasjuk, A. I. Mruk, T. A. Nahomiuk, and L. P. Buchatskyi. 2021. Assessment of genetic structure variability of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum,

1792) of Ukrainian local stocks using polymorphic blood plasma proteins. *Biotechnologia Acta*, 14(2). DOI:10.15.407/biotech14.02.037 (in English).

8. Stecyuk, I. M., N. O. Borysenko, T. A. Nagornyuk, and A. E. Mariucza. 2021. Ocinka genetychnoyi minlyvosti riznovikovyx grup bilogo i strokatogo товstolobykiv za bioximichnym polimorfizmom – Evaluation of genetic variability of different age groups of white and variegated carp by biochemical polymorphism. *Rozvedennya i genetyka tvaryn – Animal breeding and genetic*, 61:146–154. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.61.16> (in English).

9. Glazko, V. Y., and Y. A. Sozynov. 1993. Genetyka yzofermentov zhyvotnix y rastenyj / pod red. A. A. Sozynova – Genetics of isoenzymes of animals and plants / editor. A. A. Sozinova. Ky-yiv, Urozhaj, 528 (in Ukrainian).

10. Davis, B. J. 1964. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 121:404–408. DOI: doi.org/10.1111/j.1749-6632.1964.tb14213.x (in English).

11. Harris, H., and D. A. Hopkinson. 1976. *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics*. Amsterdam : North-Holland Publ. Comp., 620 (in English).

12. Grycynyak, I. I., T. A. Nagornyuk, and S. I. Tarasyuk. 2008. Henetychna stuktura porid i porodnykh hrup koropiv za okremymy henetyko-biokhimichnymy systemamy – Genetic structure of breeds and breed groups of carp according to separate genetic and biochemical systems. *Rybohospodars'ka nauka Ukrayiny – Fisheries science of Ukraine*. 1:29–33 (in Ukrainian).

13. Swofford, D. L., and R. B. Selander. 1981. Biosys-1: A Fortran program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics. *J. Heredity*. 72:281–283 (in English).

14. Oborskyj, V. P., I. I. Grycynyak, M. I. Osipenko, and B. O. Grishyn, T. A. Nagornyuk. 2022. Rol antoninsko-zozulenezk`kogo koropa v selekciyno-plemynnij spravi Ukrayiny` (oglyad) – The role of the Antonin-Zozulenets carp in the selection and breeding business of Ukraine (review). *Ry`bogospodars'ka nauka Ukrayiny` – Fisheries science of Ukraine*, 3. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.031> (in Ukrainian).

15. Kuznetsov, V. M. 2014. F – statistiki Rayta: otsenka i interpretatsiya – F – Wright's statistics: evaluation and interpretation. *Problemy biologii produktivnykh zhyvotnykh – Problems of the biology of productive animals*, 4:80–104 (in Ukrainian).

16. Nagornyuk, T. A., and S. I. Tarasyuk. 2010. Genetychni osoblyvosti ukrajinskyx porid luskatyx i ramchastyx koropiv Lymanskogo DVSRP Xarkivskoyi oblasti – Genetic features of Ukrainian breeds of scaly and frame carp of the Lymansky DVSRP of the Kharkiv region. *Naukovotexnichnyj byuleten Instytutu biologiyi tvaryn – Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Biology and the State Research Control Institute of Veterinary Medicines and Feed Additives*. Lviv : SPOLOM. 11(2–3):343–347 (in Ukrainian).

17. Ellen G., W. Stalkin, and M. Slatkin. 1999. Using Maximum Likelihood to Estimate Population Size From Temporal Changes in Allele Frequencies. *Genetics*. 152:755–761 (in English).

18. Nagornyuk, T. A., I. A. Osoba, and S. I. Tarasyuk. 2008. Analiz genetychnoyi struktury koropo-sazanovyx gibrydiv za vykorystannya okremyx genetyko-bioximichnyx system – Analysis of the genetic structure of carp-carp hybrids using separate genetic and biochemical systems. *Visnyk agrarnoyi nauky Prychornomor'ya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*. Mykolayiv, 4(47) (in Ukrainian).

19. Luikart, G., J. M. Cornuet, and F. Allendorf. 1999. Temporal changes in allele frequencies provide estimates of population bottleneck size. *Conservation Biology*. 13(3):523–530 (in English).

20. Nahornyuk, T. A., O. V. Zaloyilo, and S. I. Tarasyuk. 2013. Analiz henetychnoyi struktury koropa antonins'ko-zozulenets'kohu typu – Analysis of the genetic structure of carp of the Antonin-Zozulenetsky type. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Herald of Agrarian Science*. 9:36–40 (in Ukrainian).

21. Grubinko, V. V., V. Z. Kurant, V. O. Xomenchuk, V. Ya. Byyak, and Yu. V. Synyuk. 2010. Osoblyvosti bilkovogo skladu plazmy krovi xrebetnyx : evolyucijno-ekologichnyj aspekt – Peculi-

arities of the protein composition of blood plasma of vertebrates : an evolutionary and ecological aspect. *Biologiya tvaryn – Biology of animals*, 12(1):64–67 (in Ukrainian).

22. Kras, S. I., S. I. Tarasyuk, V. I. Stovbinskyj, and G. I. Bodnar. 2011. Osoblyvosti genetychnoyi struktury amurskogo sazana (*Cyprinus carpio haematopterus*) – Peculiarities of the genetic structure of the Amur carp (*Cyprinus carpio haematopterus*). *Rybogospodarska nauka Ukrainy – Fisheries science of Ukraine*. Kyiv, 1:62–67 (in Ukrainian).

23. Humennyi, V. D., S. H. Shalovylo, and Ya. I. Kyryliv. 2013. Problema zberezhennya i udoskonalennya henofondu lokal'nykh, aboryhennykh porid sil'skohospodars'kykh tvaryn i yiyi znachennya dlya teorii i praktyky selektsiyi vidpovidno do vymoh SOT – The problem of preservation and improvement of the gene pool of local, aboriginal breeds of agricultural animals and its significance for the theory and practice of breeding in accordance with WTO requirements. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'-noho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiyi imeni S. Z. Gzhyts'koho – Scientific bulletin of S. Z. Gzhitsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. 15:1(55)2:61–80 (in Ukrainian).

Одержано редколегією 31.03.2023 р.

Прийнято до друку 30.05.2023 р.