

ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ УКРАЇНСЬКОЇ АНТОНІНСЬКО-ЗОЗУЛИНЕЦЬКОЇ ЛУСКАТОЇ ПОРОДИ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO L.*)

С.І. Тарасюк¹, В.В. Коніщук², Д.М. Постоєнко²

¹ Інститут рибного господарства НААН

² Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено основні еколого-генетичні особливості вирощування у внутрішніх водоймах України перспективних популяцій Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа. Здійснено морфометричну оцінку племінного матеріалу. Досліджене стадо є однорідним, коефіцієнти мінливості — стабільними, відповідають нормативним показникам української лускатої породи. За результатами аналізу плідників розподіляли на класи, виділяли елітні групи, з яких формували маточний матеріал для виконання робіт з відтворення коропа. Виявлено специфічні особливості генетичної структури породи за розподілом алейних частот за локусами альбуміну, естерази, трансферину. Аналіз генетичної структури засвідчив специфіку розподілу алейних частот і генотиповий склад локусів білкових систем. Аналіз різноманіття генотипів досліджуваних популяцій у розрізі господарств дав можливість виявити специфічні генотипи (за локусом трансферину) та відсутність деяких із теоретично очікуваних, а саме TF AB, BB і DD. Специфічним для лускатих коропів у рибних господарствах були генотипи: «Меджибіж» — TF C₁C₁, «Стара Синява» — TF C₁C₂, «Антоніни» — AC₁ та AC₂. Отримано відмінності за рівнем середньої гетерозиготності, що робить можливим здійснення контролю за рівнем мінливості у генетичній структурі досліджуваних популяцій. Встановлено статистично достовірний надлишок гетерозигот за більшістю локусів, окрім TF і EST у дослідженій групі. Найвищий рівень гетерозиготності у досліджуваних групах коропа спостерігається за локусами ALB (78,8–82,8%) і ME (72,7–82,8%). Отримані дані свідчать, що у коропів рибних господарств «Меджибіж» та «Антоніни» спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності (60–71%) порівняно з господарством «Стара Синява», де він є найнижчим (57%). Отримано дані для використання окремих генетико-біохімічних систем з метою диференціації та ведення постійного генетичного моніторингу популяцій лускатих коропів. Доведено перспективність, екобезпечність вирощування коропів в Україні.

Ключові слова: адаптивність, популяція, Антонінсько-Зозуленецький лускатий короп, генотип.

Нині аквакультура є найперспективнішим напрямом рибництва, що активно розвивається у світі. Україна, де основним об'єктом риборозведення є коропові риби, входить до переліку держав Європи, які займають провідне місце з виробництва продукції аквакультури. Але останнім часом у рибному господарстві спостерігаються загрозливі тенденції. Насамперед, це зумовлено погіршенням екологічного стану довкілля, захворюваннями та проблемами відтворення популяцій. Забруднення навколишнього природного середовища негативно впливає на екологічний стан водойм, що своєю чергою призводить до незворотних змін у гомеостазі водних

об'єктів, нездатності до самовідновлення балансу водних екосистем. Ця проблема нині є актуальною і набуває прикладного і теоретичного значення.

Ключову роль у створенні українських порід коропів відіграла популяція Антонінського коропа, яка сформувалась за його вирощування в умовах великих неспускних ставів у 30-ті роки минулого століття в Антонінському держрибозапліднику Хмельницької обл. шляхом стихійних схрещувань аборигенних лускатих і завезених Галіційських коропів. Тоді було сформовано два типи коропів: Зозуленецький лускатий і Антонінський рамчастий. Завдяки системній селекційній роботі, що налічувала відтворне схрещування і масо-

вий добір, були створені українські породи лускатого і рамчастого короїв [1, 2].

Збереженню і підтриманню стабільної генетичної структури риб багато в чому сприяє чистопородне розведення, за якого періодичне «прилиття крові» є забезпечувальною умовою підтримки внутрішньопородної генетичної подібності популяції. Вивчення алейних частот маркерних генів дає змогу визначити генетичні відмінності й ступінь генетичної подібності порід та породних груп риб, на які впливають не тільки час роздільної еволюції, але й напрям добору. Можна очікувати, що відмінності в генетичній структурі схрещуваних особин будуть сприяти одержанню ефекту гетерозису. Вивчення генетичних особливостей новостворених та природних популяцій риб є основою для розробки методів генетичного моніторингу. Перспективність використання поліморфних систем крові й нуклеотидних повторів ДНК для маркування генотипів надасть змогу не тільки контролювати процес передачі генів батьківських пар нащадкам у ряді поколінь та визначити фактичний індекс генетичної подібності, але й прогнозувати ефективність добору [3].

Генетичні маркери також можуть бути використані для оцінки результатів родинного розведення й контролю за рівнем гомозиготності в інбредних особин. Контроль за рівнем гомозиготності й поліморфності є особливо важливим для розведення локальних породних груп риб.

З огляду на недостатність генетичних досліджень з вивчення популяції Антонінсько-Зозулинецької лускатої породи короїв, нами було проведено аналізи генетичної структури, поліморфізму й розподілу алейних варіантів за використання молекулярно-генетичних маркерів, визначення рівня генетичної мінливості та оцінки впливу певних чинників на частоту їх трапляння у лускатих короїв [4, 5].

Вивчення рибницько-біологічних особливостей, оцінка стану водойм, видового складу біоти, біохімічного і ДНК-поліморфізму короїв та динаміки їх генетичної структури в процесі породного райо-

нування надасть змогу визначити частку генетичної компоненти у ній, встановити еколого-генетичне значення особин у розвитку й підтриманні стійкості популяцій та збільшить можливість дослідження супровідних процесів, а також відкриє перспективу вивчення еволюційно-генетичних закономірностей та філогенетичних взаємовідносин між різними популяціями короїв.

Мета роботи — наукове обґрунтування оптимізації еколого-безпечного та ефективного вирощування популяції Антонінсько-Зозулинецької породи короїв. Здійснити морфометричну оцінку племінного матеріалу, виявити специфічні особливості генетичної структури породи за розподілом алейних частот за локусами альбуміну, естерази, трансферину, визначити відмінності за рівнем середньої гетерозиготності у тварин.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальний матеріал було отримано від популяції Антонінсько-Зозулинецької лускатої породи короїв, вирощуваного у ставах ПАТ «Хмельницькрибгосп» (2017–2018 рр.). Відбір іхтіологічного матеріалу здійснювали за використання сітки з розміром вічка 100 мм. Після затягування сітки довжиною 80 м, рибу спрямовували до берега і підсакою відбирали дослідний матеріал. Досліджувані особини були представлені статевозрілими (4–6 років) і статевонезрілими особинами (2 роки) обох статей. Таксономію наведено згідно із загальноприйнятими визначниками [6]. Камеральну обробку виконували за загальноприйнятими методами в авторській модифікації [7, 8].

Кров відбирали у живих особин риби з хвостової артерії шпирком із голкою. У пробірці (типу «Eppendorf») з антикоагулянтом (гепарин 25 мкл/мл крові). Отриману кров розділяли на фракції шляхом центрифугування впродовж 10 хв при 800 g. Еритроцити промивали 10 об'ємами 0,65% розчину NaCl. Отримані еритроцити, лейкоцити та плазму фасували у пробірки. Проби для тривалого зберігання поміщали

у морозильну камеру (температура – -20°C). Зразки тканин відбирали після проведення екстер'єрних вимірів.

Здійснювали електрофоретичне розділення білків методом вертикального поліакриламідного та горизонтального крохмального електрофорезу [9, 10].

Основними промірами екстер'єрних показників риби були: маса тіла (Р), промислова довжина (І), обхват тіла (О), висота тіла (Н). На основі цих показників були розраховані індекси тілобудови: індекс високоспинності (І/Н) та індекс обхвату

(І/О), коефіцієнт вгодованості (Кв) за формулою Фультонна (табл. 1).

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики та біометрії (Плохинский, 1969). Для характеристики рівня генетичної мінливості обчислювали гетерозиготність для всіх досліджуваних локусів окремо і середню гетерозиготність на локус, генетичні дистанції (Nei, 1972), відхилення генотипових частот від стану рівноваги – відповідно до закону Харді – Вайнберга за допомогою комп'ютерних програм BIOSYS-1, Statistica. Статистич-

Таблиця 1

Екстер'єрні показники плідників коропа лускатої породи

№	Р (г)	І (см)	Н (см)	О (см)	Кв	І/Н	І/О
1 Л	9200	80	22	55	1,79	3,6	1,4
2 Л	10000	80	23	59	1,95	3,5	1,32
3 Л	11800	81	26	66,5	2,22	3,1	1,2
4 Л	4200	61	18	44	1,85	3,4	1,4
5 Л	11600	82	25	59,5	2,10	3,3	1,3
6 Л	8000	74	21,5	54	1,97	3,4	1,3
7 Л	8800	76	23	58	2,00	3,3	1,3
8 Л	8500	79	23	55,5	1,72	3,4	1,4
9 Л	7800	79	22,5	68,2	1,58	3,5	1,1
10 Л	8800	75	24	58	2,08	3,1	1,3
11 Л	6400	79	21	49,5	1,29	3,8	1,6
12 Л	9500	75	23	58	2,25	3,3	1,3
13 Л	8100	77,5	22,5	63,5	1,74	3,4	1,2
14 Л	9900	79	23	58	2,00	3,4	1,3
15 Л	6900	74	26,5	50	1,70	2,8	1,5
16 Л	5100	63	21	48	2,04	3	1,3
17 Л	7200	73	23	53	1,85	3,1	1,3
18 Л	6500	72	20	50	1,74	3,6	1,4
19 Л	7600	77	21,5	53	1,66	3,6	1,4
20 Л	5400	68	19	47	1,71	3,6	1,4
21 Л	5400	68	20	47	1,71	3,4	1,4
22 Л	5500	68	19,5	42	1,75	3,5	1,6
23 Л	7200	73	21	51,5	1,85	3,5	1,4
24 Л	7100	77	20	43	1,55	3,8	1,8
25 Л	5500	67	20	46,5	1,83	3,3	1,4
26 Л	6000	71	19	47	1,67	3,7	1,5
27 Л	5600	68	20	46	1,78	3,4	1,4
28 Л	9600	78	23,5	59	2,02	3,3	1,3
29 Л	8200	79	22	53	1,66	3,6	1,5
30 Л	6200	73	20,5	49	1,59	3,5	1,5
Середне	7586,6	74,22	21,8	53,06	1,82	3,4	1,38

ну вірогідність відмінностей оцінювали за критерієм Ст'юдента (*St*) [11, 12].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для визначення еколого-генетичних показників аквакультури популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа здійснено їх всебічний аналіз.

За результатами морфометричного аналізу плідників розподіляли на класи, виділяли елітні групи, з яких формували маточний матеріал для виконання робіт з відтворення виду.

За абсолютними приростами маси тіла, фенотиповими ознаками та індексами тілобудови племінне ядро ремонтно-маточного стада української лускатої породи коропа відповідає нормативним показникам (табл. 1).

Встановлено підвищення темпу росту плідників, що відповідає класу «еліта» і першому класу за шкалою оцінки племінних риб за масою. Достовірних відмінностей за довжиною тіла у лускатої породи коропа не виявлено.

Індекси тілобудови — обхвату тіла (*I/O*) та вископинності (*I/H*) — характеризують екстер'єр короїв, і разом з масою тіла риб є основними критеріями під час добору екземплярів для формування племінного ядра популяції. За індексами тілобудови

достовірних відмінностей у групі лускатої породи коропа не виявлено.

Середнє значення коефіцієнта варіації у лускатої породи коропа зафіксовано за масою тіла (7586,6 г), тоді як за індексами тілобудови вони не перевищували 3,4%, що може свідчити про однорідність досліджуваного стада.

Індекс обхвату тіла риб має найменший діапазон — 1,38% (*I/O*), тобто у короїв Антонінсько-Зозуленецької популяції є більш стабільним, ніж інші показники.

Коефіцієнт вгодованості (*KB*), як важливий показник фізіологічного стану риб, відповідав нормативним значенням. Морфометричні показники у дослідженого маточного матеріалу коропа варіювали у межах норм, встановлених для українських порід.

Завдяки морфометричній характеристиці племінного матеріалу популяції Антонінсько-Зозуленецького коропа можливо здійснювати селекційно-племінну роботу з українською лускатою породою виду.

Завдяки аналізу генетичної структури популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа за генетико-біохімічними системами встановлено специфічні особливості за частотою алелів локусів у всіх досліджених групах (табл. 2).

Таблиця 2

Частоти алелів за генетико-біохімічними системами у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа досліджуваних рибних господарств

Локуси, алелі	«Меджибіж»	«Стара Синява»	«Антоніни»	Загалом
<i>TF</i> (<i>n</i>)	9	13	17	39
<i>A</i>	0,222	0,231	0,235	0,283
<i>B</i>	0,056	0,115	0,294	0,183
<i>C</i> ₁	0,500	0,462	0,235	0,417
<i>C</i> ₂	0,222	0,154	0,029	0,100
<i>D</i>	0,000	0,038	0,206	0,017
<i>ALB</i> (<i>n</i>)	9	13	17	39
<i>A</i>	0,666	0,654	0,529	0,590
<i>B</i>	0,334	0,346	0,471	0,410
<i>EST</i> (<i>n</i>)	9	13	17	39
<i>F</i>	0,500	0,538	0,500	0,513
<i>S</i>	0,500	0,462	0,500	0,487

За результатами всіх проаналізованих зразків риб система лактатдегідрогенази (LDH) виявилась мономорфною. За системами естерази (EST), малатдегідрогенази (MDH), малик-ензиму (ME) і 6-фосфоглюконатдегідрогенази (6-PGD) у коропів виявлено поліморфізм: EST 1 була представлена двома алейними варіантами, позначеними F і S; EST 2 — також A і B; MDH 1 — A, B, C; MDH 2 — A, B, C; ME 1 — A і B; ME 2 — A і B; 6-PGD 1 — A, B, C та 6-PGD 2 — A, B, C. Найбільш поліморфним у досліджених групах коропа виявився локус MDH 2.

Трансферини риб відносяться до групи найбільш мінливих білків. За локусом TF з п'яти виявлених алейних варіантів у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа істотно меншу частоту мали алелі TF C₂ (0,029) з рибгоспу «Антоніни». З найбільшою частотою траплялися алелі TF C₁ (0,500 — «Меджибіж» і 0,462 — «Стара Синява»).

За порівняння розподілу алейних варіантів і генотипів найвища частота трапляння спостерігалась за алейними варіантами трансферинів B, C₁ (табл. 2). Розподіл алейних частот мав чітку своєрідність: за відсутністю алеля A і перевагою сумарно алелей C₁, C₂ спостерігалась подібність; за присутністю всіх п'яти алейних варіантів

трансферину виявились подібними між собою всі досліджувані групи.

У зоні альбуміну виявлено два алейні варіанти з швидкою і повільною рухливістю. Виявлено відмінності у коропів з різних господарств. У груп коропів з рибних господарств «Антоніни» та «Стара Синява» з більшою частотою траплявся алейний варіант з швидкою рухливістю A (0,654 та 0,529 відповідно). З найменшою частотою зафіксовано алейний варіант з повільною рухливістю B (0,111) у груп коропів з рибгоспу «Меджибіж».

У дослідженій популяції коропів обидва алейні варіанти локусу EST траплялися з частотою від 0,462 до 0,538 і не значно відрізнялися між собою.

За локусами НАДФ-залежної малатдегідрогенази, карбоангідрази, супероксиддисмутази у досліджуваних екземплярів коропів виявлено швидкий та повільний алейні варіанти, які за своєю частотою трапляння у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа істотно не відрізнялися.

Співвідношення частот алелів TF у популяціях риб зазвичай добре вкладається в рамки формули Харді — Вайнберга, але трапляється і відхилення — у деяких вибірках не вистачає гетерозигот, рідше спостерігається їх надлишок (табл. 3).

Таблиця 3

Наявні та очікувані генотипи за досліджуваними локусами у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа трьох досліджуваних груп

Локуси	Генотипи	Наявні	Очікувані	χ^2	P (%)
<i>Рибне господарство «Меджибіж»</i>					
<i>TF</i>	AA	0	0,353	3,396	0,758
	AC ₁	0	0,235		
	AC ₂	3	2,118		
	AD	1	0,941		
	BC ₁	1	0,000		
	BC ₂	0	0,529		
	BD	1	0,235		
	CC	2	2,118		
	C ₁ C ₁	1	2,118		
	C ₁ C ₂	1	0,353		

Закінчення таблиці 3

Локуси	Генотипи	Наявні	Очікувані	χ^2	P (%)
<i>ALB</i>	AA	3	0,882	20,847	0,000
	AB	0	0,706		
	BB	1	0,059		
<i>EST</i>	FF	1	2,118	2,228	0,135
	FS	7	4,765		
	SS	1	2,118		
<i>Рибне господарство «Стара Синява»</i>					
<i>TF</i>	AA	1	0,600	3,550	0,965
	AC ₁	1	0,720		
	AC ₂	2	2,880		
	AD	1	0,960		
	AF	0	0,240		
	BB	0	0,120		
	BC ₁	2	1,440		
	BC ₂	0	0,480		
	BD	0	0,120		
	C ₁ C ₁	2	2,640		
	C ₁ C ₂	3	1,920		
C ₁ D	1	0,480			
<i>ALB</i>	AA	4	5,440	3,176	0,075
	AB	9	6,120		
	BB	0	1,440		
<i>EST</i>	FF	2	3,640	3,359	0,067
	FS	10	6,720		
	SS	1	2,640		
<i>Рибне господарство «Антоніни»</i>					
<i>TF</i>	AA	0	0,848	7,997	0,629
	AC ₁	3	2,424		
	AC ₂	3	1,939		
	AD	1	0,242		
	AF	1	1,697		
	BB	1	1,364		
	BC ₁	2	2,424		
	BC ₂	0	0,303		
	BD	3	2,121		
	C ₁ C ₁	0	0,848		
	C ₁ C ₂	0	0,242		
C ₁ D	3	1,697			
<i>ALB</i>	AA	3	4,636	2,541	0,111
	AB	12	8,727		
	BB	2	3,636		
<i>EST</i>	FF	1	4,121	9,177	0,002
	FS	15	8,758		
	SS	1	4,121		

Примітка: * χ^2 – критерій Пірсона; P – похибка.

За генетико-біохімічними системами (MDH, ALB, CA, SOD, TF і EST) у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа спостерігався неврівноважений стан через достовірний надлишок гетерозигот, що може свідчити про певні процеси її генетичної консолідації.

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 разі підвищеної пристосованості риб до конкретного середовища. Зниження гетерозиготності, як і її надмірне збільшення, є несприятливими чинниками для нормального функціонування популяції [4].

З усіх досліджуваних генетико-біохімічних систем у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа найвищий рівень гетерозиготності спостерігався за локусом альбуміну (0,928) у рибгоспі «Меджибіж». Найменшу гетерозиготність у досліджуваних лускатих коропів зафіксовано за локусом EST (0,515) на дільниці «Антоніни» (табл. 4).

Середня гетерозиготність за всіма досліджуваними локусами була нижчою від

очікуваної: у лускатих коропів вона становила 0,604 (фактична) проти 0,843 (очікувана) у господарстві «Антоніни». Локус гемоглобіну (HB) та пуриннуклеозидфосфорилази (PN) у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа був мономорфним.

Отримані дані свідчать, що у коропів рибгоспів «Меджибіж» та «Антоніни» спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності (60–71%) порівняно з господарством «Стара Синява», де цей показник є найнижчим (57%).

Встановлено статистично достовірний надлишок гетерозигот за більшістю локусів, окрім TF у рибгосподарстві «Стара Синява». Найвищий рівень гетерозиготності у досліджуваних групах коропа зафіксовано за локусами ALB (78,8–82,8%) і ME (72,7–82,8%).

Аналіз різноманіття генотипів (за локусом трансферину) досліджуваних популяцій у розрізі господарств дав можливість виявити специфічні генотипи та відсутність деяких із теоретично очікуваних, а саме – TF AB, BB і DD. Специфічними для досліджуваних груп лускатих коропів з рибгоспів були такі генотипи: «Меджибіж» – TF C₁C₁, «Стара Синява» – TF C₁C₂, «Антоніни» – AC₁ та AC₂.

Таблиця 4

Рівень середньої гетерозиготності за дослідженими генетико-біохімічними системами у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа

Локус / H*	TF	EST	ALB	Гетерозиготність за всіма локусами
<i>Рибне господарство «Меджибіж»</i>				
H _ф	0,686	0,529	0,928	0,714
H _о	0,667	0,778	0,556	0,667
<i>Рибне господарство «Стара Синява»</i>				
H _ф	0,723	0,471	0,517	0,570
H _о	0,769	0,692	0,769	0,743
<i>Рибне господарство «Антоніни»</i>				
H _ф	0,783	0,515	0,513	0,604
H _о	0,941	0,882	0,706	0,843

Примітка: * H_о – очікувана та H_ф – фактична гетерозиготність.

ВИСНОВКИ

Зважаючи на характеристику морфометричної оцінки племінного матеріалу популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа, досліджене стадо є однорідним, коефіцієнти мінливості — стабільними, що є важливим у процесі селекційної роботи з ними та відповідає нормативним показникам щодо цієї породи.

Із розглянутих генетико-біохімічних систем найінформативнішими для виявлення специфічних особливостей генетичної структури у лускатої породи коропа виявились ферменти альбуміну та естерази, а також локус трансферину. Отри-

мані дані надають змогу припустити, що оцінка поліморфізму саме цих систем може сприяти об'єктивному контролю ступеня інбридності груп риб, а також змін їх генетичної структури за різних умов розведення; представники популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа є генетично консолідованими і потребують менш істотних перетворень популяційно-генетичної структури за адаптації до нових умов розведення. Важливу роль в популяційно-генетичній адаптації до біотичних чинників навколишнього природного середовища може відігравати поліморфізм локусу естерази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Томіленко В.Г. Генетика і селекція риб в Україні / В.Г. Томіленко // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. — К.: Логос, 2001. — Т. 4. — С. 351–371.
2. Олексієнко О.О. Внутрішньопорідна структура українських коропів / О.О. Олексієнко, І.І. Грициняк // Рибогосподарська наука України. — 2007. — № 1. — С. 21.
3. Тарасюк С.І. Актуальність молекулярно-генетичних досліджень в аквакультурі [Електронний ресурс] / С.І. Тарасюк, С.О. Колісник, О.Ю. Бєлікова // Елек. науковий журнал «Проблеми екологічної біотехнології». — 2018. — № 1. — С. 12. — Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12877/17713>
4. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2001. — 431 с.
5. Організація селекційно-племінної роботи в рибистві / М.В. Гринжевський, І.М. Шерман, І.І. Грициняк та ін. — К.: Рибка моя, 2006. — 352 с.
6. Маркевич О.П. Визначник прісноводних риб УРСР / О.П. Маркевич, І.І. Короткий. — К.: Радянська школа, 1954. — 209 с.
7. Морфогенетичні особливості української лускатої породи коропа / Т.А. Нагорнюк, Н.Й. Тушиницька, С.І. Тарасюк // Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контролю ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок. — 2012. — Вип. 13, № 3/4. — С. 323–327.
8. Грициняк І.І. Генетична структура порід і породних груп коропів за окремими генетико-біохімічними системами / І.І. Грициняк, Т.А. Нагорнюк, С.І. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. — 2008. — № 1. — С. 29–35.
9. Тарасюк С.І. Молекулярно-генетичні дослідження в рибистві / С.І. Тарасюк, І.І. Грициняк. — К.: Аграрна наука, 2013. — 310 с.
10. Davis B.J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins / B. J. Davis // Ann. N.Y. Acad. Sci. — 1964. — Vol. 121. — P. 404–408.
11. Harris H. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics / H. Harris, D. Hopkinson. — Amsterdam: North-Holland Publ.Comp., 1976. — 680 p.
12. Nei M. Genetic distance between populations / M. Nei // Amer. Nature. — 1972. — Vol. 106, No. 4047. — P. 434–436.

REFERENCES

1. Tomilenko, V.H. (2001). *Genetics and selection of fish in Ukraine*. *Genetics and selection of fish in Ukraine at the turn of the millennium*, 4, 351–371 [in Ukrainian].
2. Oleksiyenko, O.O., Hrytsyniak, I.I. (2007). *Vnutrishnioporiadna struktura ukrainskykh koropiv* [Inner-frame structure of Ukrainian carp]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy — Fishery science of Ukraine*, 1, 21 [in Ukrainian].
3. Tarasyuk, S.I., Byelikova, O.Yu., Kolisnyk, S.O. (2018). *Aktualynisty molekulyarno-henetychnykh doslidzheny v akvakulturi* [Actuality of molecular genetic research in aquaculture]. *Problemy ekolohichnoyi biotekhnologiyi — Problems of environmental biotechnology*, 1, 12. Retrieved from <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12877/17713> [in Ukrainian].
4. Altukhov, Yu.P. (2001). *Heneticheskie protsesy v populyatsiyakh: monohrafiya* [Genetic processes in populations: monograph]. Moskva: Akademkniga [in Russian].
5. Hrynzhhevtskyi, M.V., Sherman, I.M., Hrytsyniak, I.I. et al. (2006). *Orhanizatsiya selektsiyono-*

- pleminnoi roboty v rybnytstvi: monografia [Organization of breeding and breeding work in fish culture: monograph].* Kyiv: Rybka moja [in Ukrainian].
6. Markevych, O.P., Korotkyi, I.I. (1954). *Vyznachnyk prysnovodnykh ryb URSR [Identifier of freshwater fish of the Ukrainian SSR].* Kyiv: Radyans'ka shkola [in Ukrainian].
 7. Nahorniuk, T.A., Tushnytsyka, N.Y., Tarasiuk, S.I. (2012). Morphogenetychni osoblyvosti ukraïns'kykh luskatoyi porody koropa [Morphogenetic features of Ukrainian sparse carp]. *Naukovo-tekhnichnyi byuletyn Instytutu biologiyi tvaryn ta Derzhavnogo naukovo-doslidnogo kontrol'nogo instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok — Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Biology and State Scientific and Research Control Institute of Veterinary Drug and Feed Additives, 13, (3/4), 323–327* [in Ukrainian].
 8. Hrytsyniak, I.I., Nahorniuk, T.A., Tarasiuk, S.I. (2008). Henetychna struktura porid i porodnykh hrup koropiv za okremymy henetyko-biokhimichny-my systemamy [Genetic structure of breeds and rock groups of carps by individual genetic-biochemical systems]. *Rybohospodars'ka nauka Ukrainy — Fishery science of Ukraine, 1, 29–35* [in Ukrainian].
 9. Tarasyuk, S.I., Hrytsyniak, I.I. (2013). *Molekulyarno-henetychni doslidzhennya v rybnytstvi [Molecular genetic studies in fish culture].* Kyiv: Agrarna nauka [in Ukrainian].
 10. Davis, B.J. (1964). Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Academy Scientifics, 121, 404–408* [in English].
 11. Harris, H. Hopkinson, D. (1976). *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics.* Amsterdam: North-Holland Publ. Comp. [in English].
 12. Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *Amer. Nature. 106, 4047, 434–436* [in English].

Отримано 13.11.2018