
СЕЛЕКЦІЯ, ГЕНЕТИКА ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

УДК 639.3.032

ОЦІНКА ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ РІЗНИХ ЛІНІЙ КОРОПА, *CYPRINUS CARPIO L.*, ПІСЛЯ ШТУЧНОГО ІНФІКУВАННЯ БАКТЕРІЄЮ *AEROMONAS HYDROPHILA*

В.В. Бех¹, І. Ірназаров²

¹Інститут рибного господарства УААН
²Інститут іхтіобіології та аквакультури ПАН

Проведено комплексні дослідження з надання порівняльної оцінки імунної відповіді 8 ліній коропа різного походження з використанням штучного інфікування бактерією *Aeromonas hydrophila*. Роботу виконано за фінансової підтримки NATO Science Fellowship в Інституті іхтіобіології та аквакультури Польської академії наук.

В Інституті іхтіобіології та аквакультури Польської академії наук у Голиші створена унікальна колекція генофонду культурних коропів різного походження. Колекція заснована у 1954 р. і на сьогоднішній день налічує понад 18 ліній, форм, типів та порід лускатих і рамчастих коропів з різних країн та різних природно-кліматичних територій, зокрема з України. Кожна група коропів маркується з використанням рідкого азоту шляхом таврування або з використанням татуажу і налічує не менше 50 самок і 50 самців. Заводське відтворення кожної лінії проходить раз у кілька років, при цьому використовують якомога більшу кількість плідників, особливо самців.

Упродовж створення колекції різні лінії та породи коропа пройшли певну селекцію, але не однаковою мірою. На сьогоднішній день кожна генетична група характеризується комплексом екстер'єрних та продуктивних ознак, властивих тільки для неї, зокрема, власним темпом росту, виживанням у ставах у зимовий та літній періоди, тією чи іншою резистентністю до захворювань і різноманітних несприятливих факторів зовнішнього середовища тощо [1–6].

У запропонованій роботі зроблено спробу попередньо оцінити резистентність та відповідь імунної системи генетично різних ліній коропа до бактерії *Aeromonas hydrophila*, що спричиняє захворювання аеромоноз — одне з найбільш

небезпечних захворювань культурного коропа, яке завдає значних економічних збитків у низці країн Східної Європи та Азії, де розвинуто коропівництво [7–8]. Як відомо, захворювання коропа, що у вітчизняній літературі називається краснуха або аеромоноз, а в англійській — “Motile *Aeromonas* septicemia” (MAS), “Haemorrhagic septicemia”, “Epizootic ulcerative syndrome” (EUS), “Tail and fin rot”, “Fish-bacterial-septicemia”, “Red-Sore Disease”, “Ulcer Disease”, пов'язують з рухливими бактеріями роду *Aeromonas*, зокрема з *A. hydrophila* [9–11].

Бактерії цього роду широко розповсюджені як у прісних, так і солонуватих водах Земної кулі і є складовою частиною мікрофлори водних організмів та водних екосистем [12–13]. Механізм впливу бактерії *A. hydrophila* на організм господаря зумовлений комплексом факторів, зокрема, гемолітичною, протеолітичною активністю, а також виділенням ендотоксинів [14–16]. Важливе значення при цьому відіграє властивість рухомих бактерій до адгезії, з якою, на думку окремих авторів, безпосередньо пов'язана вірулентність бактерії [17–18].

У даному році резистентність й оцінку імунної відповіді коропів різного походження проводили за такими показниками, як: смертність та відсоток захворюваності після штучного інфікування, титр специфічних антитіл до *A. hydrophila*, що визначали за допомогою реакції аглю-

тинації та титр гемаглютинації до SRBC (sheep red blood cells — еритроцити вівці), який оцінювали за прямою активною реакцією гемаглютинації.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Риба та характеристика акваріальної рециркуляційної системи. В досліді були використані рамчасті коропи 8 ліній: N — німецький, D — Дор (ізраїльський), U — український малолускатий нового типу, K — книшинський (польський), № 2 — польський, № 0, № 7 та № 8 — угорські.

160 візуально здорових риб 12-місячного віку, вирощені в замкненій басейновій рециркуляційній системі з використанням артезіанської води (з метою попередження природної імунізації), було висаджено в дві окремі акваріумні установки замкненого водопостачання (10 акваріумів у кожній) на адаптаційний період (17 днів). У кожному акваріумі утримувалось 8 риб: по одній з кожної дослідної лінії. Загальний об'єм кожної акваріумної системи становив 2 м³. Температура води підтримувалась на рівні 22°C.

Незважаючи на те, що риб усіх експериментальних ліній від моменту інкубації до часу проведення досліді вирощували в ідентичних умовах, до 12-місячного віку відбулась значна їх диференціація за масою, котра, як відомо, зумовлена насамперед комплексом генетичних факторів (табл. 1).

Перед посадкою у акваріуми всі риби були зважені та промаркіровані шляхом таврування з використанням рідкого азоту. Годівлю коропів здійснювали за нормою 1% маси тіла на день.

Бактерія. Вірулентний штам *A. hydrophila* — BSK-10 (люб'язно наданий Др. М. Нільсоном, Департамент ветеринарної

мікробіології Королівського ветеринарного та сільськогосподарського інституту, Данія) був висіяний на триптозо-соевому агарі за температури 28°C, після чого культивований в рідкому LB (lysogeny broth) середовищі протягом 22 год за 28°C з використанням ротаційного шейкера при 200 об./хв. Для підрахунку кількості бактеріальних клітин використовували спектрофотометр Shimadzu UV-160PC та шкалу МакФерланда (абсорбція за довжини хвилі 540 нм), водночас проводили контрольні посіви в чашках Петрі.

Перед проведенням експериментального інфікування бактеріальні клітини тричі промили у фізіологічному розчині та відцентрифугували протягом 10 хв при 1500 об./хв.

Експериментальне інфікування бактерією *A. hydrophila* було виконано шляхом інтраперитонеальної ін'єкції в дозі $3,0 \times 10^7$ бактеріальних клітин в 0,1 мл фізіологічного розчину на одного піддослідного коропа.

Відповідний контроль був прищеплений фізіологічним розчином — 0,1 мл/рибу.

Протягом 10 днів вели спостереження за рибою та фіксували відсотки захворюваності та смертності. За захворюваність приймали будь-які зовнішні ознаки хвороби, а саме почервоніння шкіри, появу виразок, здуття черева, виділення желеподібного гелю з анального отвору.

Відбір проб та отримання сироватки. Попередньо, перед інфікуванням, було відібрано кров у всіх експериментальних риб для контролю. В антиген — ін'єктованих та ін'єктованих фізіологічним розчином риб на 5, 11, 18, 25 та 50-й день було повторно відібрано кров з метою отримання сироватки. Кров відбирали з каудальної вени шляхом пункції, залишали на 3 год за кімнатної температури для

Таблиця 1. Середня маса різних ліній коропа, г ($M \pm m$)

Дослідна група	Походження, лінія							
	7	N	2	0	K	D	U	8
Інфікована	374,1± 108,0	190,4± 42,5	348,1± 96,5	269,6± 82,4	308,3± 61,1	392,5± 137,8	305,7± 109,2	274,8± 85,7
Контрольна	359,2± 74,5	220,5± 82,1	306,1± 73,5	244,0± 62,2	281,9± 80,2	416,5± 90,6	286,5± 71,5	309,1± 116,4

згортання, згодом, центрифугували при 2000 об./хв протягом 10 хв. Зберігання сироватки здійснювали у морозильній камері за температури -80°C .

Реакція аглютинації. Титрування антитіл здійснювали на мікротитрувальних планшетах. Для чого 50 мл дослідної сироватки було добавлено у перший та другий ряд лунок та проведені подвійні розведення з використанням фізіологічного розчину, що містив 0,3% формаліну. 50 мл суспензії антигену, що містила концентрацію клітин на рівні 10^9 /мл, було добавлено у кожен лунку. Планшети для інкубації залишали на ніч за температури 25°C . Титр антитіл записували як $-\log_2$ найвищого розведення сироватки, що давав позитивну реакцію. Стійке однорідне скучення антигену на дні лунки визначали за негативною реакцією. Відповідний антиген-контроль здійснювали під час кожного титрування для перевірки на аутоаглютинацію.

Пряма реакція гемаглютинації. Еритроцити вівці (SRBC) були попередньо відмиті у фізіологічному розчині до їх фінальної концентрації 0,5%. Активність гемаглютинації оцінювали на мікротитрувальних планшетах. Серії дворазових розведень сироватки коропів проводили з використанням фізіологічного розчину. В кожен лунку, що вміщувала 50 мл розведеної сироватки, добавляли 50 мл 0,5% розчину еритроцитів вівці. У всі контрольні лунки було добавлено фізіологічний розчин. Титр гемаглютинації визначали після 2 год інкубації за кімнатної температури та згодом контролювали після 24 год зберігання за температури 4°C . Титр гемаглютинації записували як $-\log_2$ найвищого розведення сироватки, що давав позитивну реакцію.

Аналіз результатів. Статистичний аналіз отриманих результатів між порівнюваними групами коропа здійснювали з використанням тетракоричного, полікоричного та бісеріального кореляційного тестів. Достовірність різниці між середніми значеннями оцінювали за тестом Ст'юдента в модифікації Холм, який використовується для порівняння трьох та більше варіаційних рядів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті штучного інфікування коропів різних ліній встановлено, що найвищий рівень кумулятивної смертності спостерігався у польської лінії № 2 — 60%, значний відсоток смертності був також у риб німецької лінії та ізраїльської породи Дор — по 50% (рисунок).

Водночас максимальний рівень захворюваності зафіксовано у коропів лінії D — 80%, дещо нижче він у риб ліній № 2 та N — 70 та 60% відповідно. Найбільше виживання проявили коропа угорської лінії 0 — 80% (кумулятивна смертність відповідно — 20%), а також ліній № 7 та № 8 — 70%, що, насамперед, пов'язано з незначним рівнем інбридингу в середині цих ліній [4].

Малолускаті коропа українського новостворюваного типу та польської лінії Книшин займають проміжне становище. При цьому, незважаючи на досить значну різницю як у рівні смертності, так і рівні захворюваності риб різного походження, в нашому досліді достовірних різниць за цими ознаками не зафіксовано (тетракоричний тест — $\chi^2 \leq 3,84$ for $P=0,05$).

Штучно створена септицемія в експерименті мала гострий характер. Масову загибель риб було зафіксовано через 48–72 год після проведення штучного інфікування. Частина коропів, у яких на 5–6 добу утворилися виразки з перфорацією черевної порожнини, прожили до 8–15 днів, після чого спостерігалась їхня смертність від вторинного інфікування.



Рівень захворюваності (%) та кумулятивна смертність (%) різних ліній коропа

В окремих коропів, попри наявність виразок діаметром до 2 см, на 50-й день експерименту відбувалось практично повне їх загоювання та редукція.

Враховуючи те, що між коропами окремих ліній спостерігалась достовірна різниця за масою тіла, нами було проведено аналіз взаємозв'язку цього показника зі смертністю риб за допомогою бісеріального коефіцієнта кореляції (r_b). Було встановлено, що з підвищенням маси смертність коропа за однакових доз інфікування бактерією *A. hydrophila* знижується ($r_b = -0,225$; $t = 2,12$; $P < 0,05$). Тому виявляється сумнівною практика інфікування риб різної маси однаковою кількістю бактеріального збудника, хоча низка авторів використовує як дозування антигену на рибу, так і дозування кількості бактерій на одиницю її маси [19–21]. Останнє значно ускладнює проведення об'єктивного порівняння експериментальних груп, оскільки залежність кумулятивної смертності від дозування збудника має непростий, нелінійний характер та залежить від цілого ряду додаткових факторів. Тому, на думку Nordmo, доцільнішим та природнішим є проведення інфікування шляхом створення спеціальних ванн з відомою концентрацією бактеріального збудника (bath challenge infection), хоча при цьому і виникає низка неминучих методичних ускладнень [22].

Динаміка титру аглютинації до вірулентного штаму *Aeromonas hydrophila* у коропів різних ліній мала подібний характер (табл. 2). Максимальний рівень титру спостерігався у ліній № 2, № 0, № 7, N, 8, D на 11-й день після інфікування, у малолускатих українських коропів та польської лінії K — на 18-й. Найбільших значень титр досяг в угорської лінії № 0 — 9,38, дещо нижче — у польських ліній № 2 та K — 9,00 та 8,67 відповідно.

Необхідно зазначити, що достовірна різниця між коропами контрольної та експериментальної груп серед ліній D та U спостерігається на 5, 11, 18 та 25-й день після інфікування, у коропів ліній № 2, № 0, № 7 та № 8 на 5, 11 та 18-й день, у коропів лінії N тільки на 11-й.

У риб польської лінії Книшин різниця між коропами контрольної та експеримен-

тальної груп за цим показником взагалі не досягає першого рівня достовірності ($P < 0,05$). На 50-й день експерименту рівень антитіл у сироватці крові коропів експериментальної групи знижувався до попередніх значень, які спостерігали перед штучним інфікуванням.

Що стосується достовірної різниці за показником титру антитіл між різними лініями коропа як у контрольній, так і експериментальній групі напередодні інфікування, то їх зафіксовано не було. Проте слід зауважити, що початковий рівень титру коропів як контрольної, так і експериментальної групи є достатньо високим, що свідчить про можливий попередній контакт піддослідних риб з бактерією *A. hydrophila* під час вирощування риб на ставовій воді. При цьому імовірно відбулась часткова імунізація риби, яка згодом проявилась у швидкій та потужній імунній відповіді.

У наших дослідженнях за допомогою поліхоричного кореляційного тесту вдалось установити достовірний зворотний взаємозв'язок початкового рівня титру специфічних антитіл з рівнем смертності ($\chi^2 = 11,82$; $\geq 11,07$ для $P = 0,05$) та рівнем захворюваності ($\chi^2 = 15,88$; $\geq 11,07$ для $P = 0,05$). Виявляється, що з підвищенням стартового рівня специфічних антитіл до *A. hydrophila* знижується смертність та рівень захворюваності риб.

Титр природної гемаглютинації до SRBC у коропів експериментальної та контрольної групи як перед, так і після інфікування не зазнавав значних змін, а його коливання мали спонтанний характер (табл. 3).

Рівень титру у коропів німецького походження як у контрольній, так і у експериментальній групі був дещо нижчим, ніж у риб інших ліній, при чому інколи ця різниця досягала першого рівня значущості ($P > 0,95$). Достовірного взаємозв'язку початкового рівня титру гемаглютинації з рівнем кумулятивної смертності ($\chi^2 = 10,22$; $\leq 11,07$ для $P = 0,05$) та рівнем захворюваності ($\chi^2 = 9,25$; $\leq 11,07$ для $P = 0,05$) не зафіксовано. Не зафіксовано також ніякого корелятивного зв'язку між масою експериментальних риб, титром аглютинації та натуральної гемаглютинації до вірулентного штаму *A. hydrophila*.

Таблиця 2. Середнє значення титру аглютинації різних ліній коропа до *A. hydrophila*, $-\log_2 (M \pm m)$

Лінія коропа	Перед інфікуванням	Титр				
		Після інфікування на				
		5-й день	11-й день	18-й день	25-й день	50-й день
Експериментальна інфікована група						
7	4,60±1,51 (10)*	7,86±1,57 (7)	8,14±1,21 (7)	7,57±1,27 (7)	6,86±1,07 (7)	4,43±0,53 (7)
N	3,80±1,32 (10)	6,40±2,30 (5)	7,60±1,67 (5)	7,00±2,00 (5)	6,40±1,82 (5)	4,20±1,64 (5)
2	4,50±1,51 (10)	8,60±1,14 (5)	9,00±0,82 (4)	8,25±0,50 (4)	7,50±0,58 (4)	4,50±1,29 (4)
0	5,40±1,71 (10)	8,67±1,66 (9)	9,38±1,30 (8)	8,86±1,46 (7)	8,57±1,90 (7)	4,80±1,48 (7)
K	4,30±2,06 (10)	8,00±1,26 (6)	8,17±1,47 (6)	8,67±1,21 (6)	8,00±1,58 (5)	4,00±1,41 (5)
D	4,60±1,78 (10)	7,83±1,60 (6)	8,40±1,82 (5)	8,40±1,82 (5)	8,00±1,58 (5)	5,00±2,35 (5)
U	4,50±1,27 (10)	8,29±1,60 (7)	7,86±1,57 (7)	8,43±1,13 (7)	7,29±1,11 (7)	4,29±0,95 (7)
8	3,90±1,91 (10)	7,13±1,73 (8)	7,57±1,40 (7)	7,29±1,50 (7)	6,29±1,50 (7)	4,00±1,63 (7)
Контрольна група						
7	4,80±1,93 (10)	5,30±1,34 (10)	4,60±1,51 (10)	4,90±1,97 (10)	5,00±2,00 (10)	4,50±0,85 (10)
N	4,10±1,45 (10)	4,90±1,20 (10)	5,00±1,25 (10)	5,10±1,29 (10)	4,70±1,42 (10)	3,60±0,52 (10)
2	5,10±1,97 (10)	5,80±1,48 (10)	5,50±2,37 (10)	6,10±1,45 (10)	5,80±1,55 (10)	4,50±1,18 (10)
0	5,40±1,84 (10)	6,70±1,70 (10)	6,40±1,78 (10)	6,90±1,79 (10)	6,50±2,12 (10)	4,60±1,51 (10)
K	4,80±2,15 (10)	5,80±2,74 (10)	5,50±2,76 (10)	6,00±2,71 (10)	5,50±2,55 (10)	4,40±1,26 (10)
D	3,80±1,75 (10)	4,80±1,75 (10)	4,20±2,15 (10)	5,20±1,55 (10)	5,00±1,49 (10)	3,80±0,79 (10)
U	3,80±1,32 (10)	5,22±1,64 (9)	4,67±1,73 (9)	5,67±1,50 (9)	4,89±1,62 (9)	4,00±1,00 (9)
8	4,70±2,11 (10)	5,00±1,41 (10)	4,80±1,40 (10)	5,40±1,58 (10)	4,90±1,66 (10)	3,89±0,93 (10)

* У дужках подано кількість риб (n).

Таблиця 3. Середнє значення титру гематоглінації різних ліній коропа до SRBC, $-\log_2 (M \pm m)$

Лінія коропа	Перед інфікуванням	Титр				
		Після інфікування на				
		5-й день	11-й день	18-й день	25-й день	50-й день
Експериментальна інфікована група						
7	4,90±1,52 (10)*	4,71±1,38 (7)	4,00±0,82 (7)	3,86±1,07 (7)	4,14±0,90 (7)	4,00±0,82 (7)
N	4,60±1,26 (10)	3,60±1,34 (5)	2,60±0,55 (5)	3,00±1,00 (5)	3,20±0,84 (5)	2,60±0,89 (5)
2	4,40±1,17 (10)	4,40±0,89 (5)	3,50±1,29 (4)	4,25±0,50 (4)	3,75±0,50 (4)	3,75±0,96 (4)
0	4,70±1,25 (10)	4,78±1,20 (9)	3,88±1,46 (8)	4,71±0,95 (7)	4,29±1,50 (7)	4,40±1,67 (7)
K	4,00±1,05 (10)	3,50±1,38 (6)	2,83±1,17 (6)	4,17±0,98 (6)	4,20±1,64 (5)	3,60±1,14 (5)
D	4,60±1,26 (10)	3,83±0,75 (6)	3,40±1,52 (5)	4,00±1,22 (5)	4,60±1,14 (5)	3,60±1,52 (5)
U	4,20±0,92 (10)	4,29±0,49 (7)	4,29±0,49 (7)	4,57±0,53 (7)	4,43±0,79 (7)	3,57±0,79 (7)
8	5,00±1,25 (10)	5,25±1,04 (8)	4,71±0,95 (7)	4,57±0,53 (7)	4,29±0,76 (7)	4,57±0,53 (7)
Контрольна група						
7	4,50±0,85 (10)	4,30±0,67 (10)	4,00±0,94 (10)	4,80±1,03 (10)	4,90±1,29 (10)	4,10±0,99 (10)
N	4,60±0,84 (10)	3,50±0,53 (10)	2,50±0,71 (10)	2,50±0,85 (10)	3,00±0,82 (10)	2,50±0,53 (10)
2	4,50±1,27 (10)	4,30±0,95 (10)	4,30±1,25 (10)	4,20±1,48 (10)	4,10±1,29 (10)	4,10±1,10 (10)
0	4,70±0,95 (10)	4,90±0,88 (10)	4,80±1,03 (10)	4,90±1,29 (10)	5,00±0,67 (10)	4,20±1,14 (10)
K	4,10±0,88 (10)	3,60±0,97 (10)	3,20±0,79 (10)	3,70±0,82 (10)	4,40±0,52 (10)	3,30±0,82 (10)
D	4,40±0,97 (10)	3,80±0,92 (10)	3,90±0,74 (10)	4,10±1,20 (10)	4,10±1,10 (10)	4,20±1,03 (10)
U	4,70±0,67 (10)	3,78±0,83 (9)	3,89±0,78 (9)	4,44±1,01 (9)	4,33±1,00 (9)	4,11±0,93 (9)
8	4,90±0,88 (10)	4,80±1,14 (10)	4,60±1,26 (10)	5,00±1,33 (10)	4,10±1,29 (10)	4,44±1,13 (10)

* У дужках подано кількість риб (n).

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження здійснено оцінку генетично різних ліній та порід коропа щодо їх стійкості до вірулентного штаму бактерії *A. hydrophila*, яка є причиною небезпечного захворю-

вання, відомого під назвою аеромоноз. Встановлено, що українському малолуска-тому коропу нового типу притаманні достатньо високі показники резистентності порівняно з іншими породними групами європейського культурного коропа.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Starmach J.* 1990 — Historia badań nad selekcją karpia w Zakładzie Doświadczalnym Ichtiologii i Gospodarki Stawowej PAN Golysz // Zbiór referatów na Konferencję Naukowo-Techniczną pt.: Praktyczne i teoretyczne aspekty badań w zakresie genetyki karpia. Sekcje rybackie OW SITR. — Kraków, Bielsko-Biala, Golysz 18–19. 09. 1990. 5–11.
2. *Starmach J.* 1998 — Selekcja i genetyka karpi // Półwiecze działalności rybackiego ośrodka Polskiej Akademii Nauk w Golyszu / Red. Szumiec M.A. 73–75.
3. *Irnazarow I., Białowaś H.* 1994 — Genetik characteristics of carp breeding lines at the Institute of Ichthyobiology and Aquaculture of the Polish Academy of Sciences Golysz. Polish lines // Acta Hydrobiol. 36, 1, 125–142.
4. *Irnazarow I., Białowaś H.* 1995 — Genetik characteristics of carp breeding lines at the Institute of Ichthyobiology and Aquaculture of the Polish Academy of Sciences Golysz. 2. Hungarian lines // Acta Hydrobiol. 37, 3, 141–151.
5. *Irnazarow I.* 1995 — Genetic variability of Polish and Hungarian carp lines // Aquaculture. 129, 215–219.
6. *Białowaś H.* 1998 — Linie hodowlane karpia w Polsce: Linia ukraińska pelnołuska // Up. Przegląd Rybacki. 3, 27–28.
7. *Nielsen M.E., Hoi L., Schmidt A.S., Qian D., Shimada T., Shen J.Y., Larsen J.L.* 2001 — Is *Aeromonas hydrophila* the dominant motile *Aeromonas* species that causes disease outbreaks in aquaculture production in the Zhejiang Province of China // Dis. Aquat. Org. Vol. 46: 23–29.
8. *Żelazny J.* 2004 — Przyczyny strat w hodowli i chowie karpia // IX Kurso-Konferencja Hodowców Karpia. Lubliniec-Kokotek 19–20 lutego 2004. — Poznań–2004. — 57–63.
9. *McCarthy D.H., Roberts R.J.* 1980 — Furunculosis of fish — the present state of our knowledge // Droop M.A. and Jannasch H.W. Advances in Aquatic Microbiology. — London, Acad. Press, 293.
10. *Eissa I.A.M., Badran A.F., Moustafa M., Fetaih H.* 1994 — Contribution to motile *Aeromonas septicaemia* in some culture and wild freshwater fish // Veterinary Medical J. Giza. 42: 63–69.
11. *Kozińska A.* 1999 — Bakterie *Aeromonas*: właściwości, klasyfikacja, różnicowanie, występowanie, zakażenia / Państwowy I. Weterynaryjny w Puławach, 72.
12. *Kawakani H., Hoshimoto H.* 1978 — Occurrence and distribution of *Aeromonas* in surface water and algae in river water // J. of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry. Hiroshima University. 17: 155–164.
13. *Knřchel S.M. i Jeppesen C.* 1990 — Distribution and characteristics of *Aeromonas* in food and drinking water in Denmark // Int. J. Food Microbiol. 10, 317.
14. *Shotts Jr.E.B., Hsu T.C., Waltman W.D.* 1985 — Extracellular proteolytic activity of *Aeromonas hydrophila* complex // Fish Pathol. 20, 37.
15. *Santos Y., Toranzo A.E., Barja J.L., Nieto T.P., Villa G.* 1988 — Virulence properties and enterotoxin production of *Aeromonas* strains isolated from fish // Infection and Immunity 56, 3285.
16. *Cahill M.M.* 1990 — Virulence factors in motile *Aeromonas* species // J. of Applied Bacteriology. 69: 1–16.
17. *Krovacek K., Faris A., Mansson I.* 1989 — Potential virulence factors in *Aeromonas* isolated from fish and water / Section of Bacteriology and Epizootology, Department of Veterinary Microbiology, College of Veterinary Medicine, Swedish University of Agricultural Sciences, Biomedfcm, Uppsala.
18. *Kozińska A.* 1996 — Wskaźniki patogenności *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae* i *Aeromonas sobria*. Rozprawa doktorska / Państwowy I. Weterynaryjny w Puławach.
19. *Houghton G., Wiegertjes G.F., Groeneveld A., van Muiswinkel W.B.* 1991 — Differences in resistance of carp, *Cyprinus carpio* L., to atypical *Aeromonas salmonicida* // J. of Fish Diseases. 14, 333–341.
20. *Karunasagar I., Ali A., Otta S.K., Karunasagar I.* 1997 — Immunization with bacterial antigens: Infections with motile *Aeromonads* // Gudding R., Lillehaug A., Midtlyng P., Brown F. (eds): Fish Vaccinology // Dev. Biol. Stand. Basel, Karger. Vol. 90, 135–141.

21. *Kozińska A.* 2001 — Immune cross reactions in carp (*Cyprinus carpio L.*) after single or double immunisation with *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria antigens* // Bull. Vet. Inst. Pulawy 45, 43–47.
22. *Nordmo R.* 1997 — Strengths and weaknesses of different challenge methods / Gudding R., Lillehaug A., Midtlyng P., Brown F. (eds): Fish Vaccinology // Dev. Biol. Stand. Basel, Karger. Vol. 90, 303–309.

**ОЦЕНКА ИММУННОГО ОТВЕТА РАЗЛИЧНЫХ ЛИНИЙ КАРПА,
CYPRINUS CARPIO L., ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНФИЦИРОВАНИЯ
БАКТЕРИЕЙ AEROMONAS HYDROPHILA**

В.В. Бех, И. Ирнараров

Проведены комплексные исследования по получению сравнительной оценки иммунного ответа 8 линий карпа разного происхождения с использованием искусственного инфицирования бактерией *Aeromonas hydrophila*. Работа выполнена при финансовой поддержке NATO Science Fellowship в Институте ихтиобиологии и аквакультуры Польской академии наук.

**THE ESTIMATION OF IMMUNE RESPONSE OF DIFFERENT LINES
OF COMMON CARP, CYPRINUS CARPIO L., AFTER CHALLENGE
INFECTION WITH AEROMONAS HYDROPHILA**

V. Bekh, I. Irnazarov

The complex investigations with purpose of comparative estimation of immune response of 8 lines of common carp of different origin with using of artificial challenge infection by bacteria *Aeromonas hydrophila* was performed. The research work was fulfilled by financial supporting of NATO Science Fellowship at Institute of Ichthyobiology and Aquaculture of Polish Academy of Science.

УДК 639.3.032:597.553.2

**РИБНИЦЬКО-БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА
РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ СЕЛЕКЦІЙНОГО
ПОКОЛІННЯ F₂ ВИРОЩУВАНОЇ У ВАТ
“ЗАКАРПАТСЬКИЙ РИБОКОМБІНАТ”**

А.І. Мрук

Інститут рибного господарства УААН, м. Київ

Наведено результати досліджень з оцінки селекційного покоління F₂ райдужної форелі трирічного віку. Визначено, що дочірнє покоління F₂ зберігає тенденцію до зростання продуктивних та репродуктивних показників. Репродуктивні показники за значенням робочої плодючості у самиць збільшились на 128,7%, об'єм еякуляту у самців на — 45,8% проти батьківського покоління F₁.

Лососівництво у всьому світі належить до індустріальної форми рибництва, проте практика вирощування лососевих риб в Україні у більшості господарств проводиться за екстенсивною технологією через брак обігових коштів.

Сучасний розвиток технічних можливостей швидко вичерпує технологічні засоби інтенсифікації в форелівництві, внаслідок чого залишається тільки один

спосіб підвищення продуктивності виробництва — селекція райдужної форелі.

За результатами проведених у 2001–2005 рр. науково-дослідних робіт у господарстві “Шипот”, підпорядкованому ВАТ “Закарпатський рибокомбінат”, було сформоване племінне стадо райдужної форелі покоління F₁, яке дало змогу без додаткових витрат підвищити ефективність виробництва на 30% та продовжити