



УДК. 597.2/5

Лисак О.О., Шевченко П.Г., Цедик В.В.

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТИЧНИХ ОЗНАК РІЗНИХ  
КОЛЬОРОВИХ ФОРМ КОРОПА КОІ (CYPRINUS CARPIO KOI).***Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Проведено морфо-метричний аналіз базових форм японського коропа кої (*Cyprinus carpio koi*). Показана специфіка варіаційних змін пластичних ознак різних форм коропа кої за умов утримання в однакових умовах. Досліджена різниця між кольоровими формами коропа кої, що підтверджується показниками коефіцієнтів Стюдента, відмінності Майра і направленої відхилення.

Ключові слова: *Cyprinus carpio koi*, кольорові форми, короп кої, відхилення, коефіцієнти, ознаки.

Лысак А.А., Шевченко П.Г., Цедик В.В.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ  
РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТНЫХ ФОРМ КАРПОВ КОИ (CYPRINUS CARPIO KOI).***Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Проведенный морфометрический анализ базовых форм японского карпа кои (*Cyprinus carpio koi*). Показана специфика вариационных изменений пластических признаков различных цветных форм карпа кои в одних и тех же условиях содержания. Исследована разница между формами карпа кои, что подтверждается показателями коэффициентов Стюдента, различия Майра и направленного отклонения.

Ключевые слова: *Cyprinus carpio koi*, формы карпа кои, отклонения, коэффициенты, признаки.

Lysak O. O., Shevchenko P. H., Tsedyk V.V.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PLASTIC ATTRIBUTES OF DIFFERENT CARP  
KOI FORMS (CYPRINUS CARPIO KOI)***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Japanese carp or carp koi (*Cyprinus carpio koi*) – is a freshwater, partially saltwater fish which is a decorative subspecies of carp (*Cyprinus carpio* L.) namely a primary black form of carp koi that has its domestic name Magoi. Constant complex activity of abiotic and biotic factors together with husbandry and selectional activity of human caused significant changes in water ecosystems that impacted on the biology of carp koi subspecies (*Cyprinus carpio koi*) and as a result caused the species-specific morphological adaptations in fish. Collection of materials was conducted from ornamental water ponds at the territory of Nemishaievo state agrotechnical college in the spring 2012. Author selected 3000 units of this year fish offsprings of carp koi with different colors. All the studied fish was divided into groups according to external indexes (among them color) in the following way: group I (sample) – grey and white form (Hikarimuji which is the most similar to Magoi), group II – black and

white form (Kumonryu), group III – black and yellow form ( Utsurimono), group IV – red and white form (Kohaku). For further researches scientists selected 25 exemplars of carp koi for each group. It is necessary to have a starting point (sample) for statistical research of differences in carp koi forms. Sample or optimal form was determined by distances of deviations of scalar sums of form vectors of carp koi from nyvkivskyi carp. Morphometric study of carp koi was conducted according to 30 plastic attributes, in accordance with method proposed by I. F. Pravdin. In contrast with generally accepted relative magnitudes of indexes of plastic attributes of carp koi body were calculated from zoological (not standard) length of the body of the fish that is connected with using koi as an object of decorative aquaculture.

Statistic processing was conducted with using of average arithmetical discrepancy, root-mean-square error and variability index. Actuality of variances of morphometric indexes of fish from different groups is mathematically approved by Student's index-criterion. Variances were considered to be valid if Student's criterion exceeded 2, 68 at insurance level of magnitude  $\alpha = 0,01$  that is accepted as an ample for majority of biological objects. By comparison of different carp koi (*Cyprinus carpio* koi) forms researchers used Mayr's coefficient of resolution. (CD). It is evident that the less curves of two compared populations are lapped over, the more difference is between middle M1 and M2 divided by sum of middle quadric deviations  $\sigma_1$  i  $\sigma_2$ . Coefficient of directive deviation (Kdv) characterizes percentage deviation of two compared indexes of particular attribute. For deviation determination (Kdv) between the index, the difference between an attribute A and the same attribute of sample index E is necessary to divide by index of attribute E and multiply by 100%. Estimation criterion is the same as in variability index – low level of deviation Kdv  $\leq 5\%$ , middle Kdv = 10-30%, large Kdv > 30-50%. At conducting the morphological analysis of groups №I-IV of carp koi different forms authors researched 30 plastic attributes. Plastic attributes were grouped according to indexes which were determined by percents from zoological length of the body ( standard length, trunk length, the biggest and smallest heights, antidorsal and postdorsal distances, length of tail-stem, antipectoral, antiventral, antianal pectroventral, ventroanal distances and length of a head); were determined by percents from length of a head ( length of a fish snout, eye diameter, sight unseen distance, height and width of forehead, lengths of lower and upper jaw, height of the head near the nape and through the middle of the eye) but the measuring of all the fins were held separately so as for koi they are the criterion for estimation of form quality, which also were determined by percents from body length ( the biggest height and length of dorsal fin, the biggest height and length of anal fin, length of chest and ventral fin, lower and upper flippers of tail fin). Taking research into account we determined the sample form (group №1) which according to indexes of growth potential was proved to be the best, it means that difference from Amur carp in group №1 was the lowest. The majority of researched plastic attributes expressed in nominal average data of compared forms (groups) of Japanese carp koi ( №I-IV) were on quite low level of variation (pic.1.): variability index did not exceed 10%, approximately third part of indexes were on middle level of variation, variability index was in boundaries of 10-25% and only one index ( forehead height) was on high level of variation (more than 25%).

Trustworthiness of variances of Japanese carp koi different forms between sample group (№I) and every group from research colorful forms was mathematically approved by



indexes of Student's criterion (tst), Mayr's variability index (CD) and by coefficient of directed deviation (Kdv).

Emerging from these estimation criteria of trustworthiness of variances between attributes of different carp koi forms it may be concluded that from 30 different attributes only 5 are approved at least by two coefficients (table). Large difference at once by 3 coefficients is approved between sample and group №IV according to "forehead height (ho)" which estimates  $tst = 9,8 \geq tcr = 2,68$ ;  $CD = 1,46$ ;  $Kdv = 32,1\%$ , thus achieving the level of subspecies according to Mayr's coefficient. But the indexes of this attribute are impossible to be adequately estimated because of difficulties in the process of its measuring, indexes of this attribute should better be considered among with other attributes.

But there are attributes that point at trustworthy variance according to index of Student's criterion (tst) and are approved by coefficient of directed deviation (Kdv). As you can see the basic level of deviations is concentrated on the attributes which were determined from head length (ho, mx, mn). These attributes may characterize the adjustment of carp koi to more active catching of food items, so as brighter colorful indexes scare them, especially when the water in water pond is highly limpid. It is also interesting to note the high density of fish planting (3000 exemplars per 0,2 ha), it tells us about high level of contest between different colorful koi forms for food organisms. Among other things, increased indexes of attributes like "tail-stem length" (pl) and "basis of anal fin length" (la) in three the brightest groups may point at increase of reoration power in these fish. It is possible to make an assumption that increase of indexes of these attributes was not caused by other factors of water environment, except bright color of fish (it means that this attribute may characterize connection of colorful carp koi forms with difficulties at gaining food organisms. Author conducted morpho-metric study of basic forms of Japanese carp koi. Study showed the specificity of variational changes of plastic attributes of different forms of carp koi upon condition of keeping them in the same conditions. Author researched the variance between forms of carps koi, which is proved by indexes of Student coefficients, Mayr resolution and by directional deviation.

*Keywords: Cyprinus carpio koi, carp koi forms, deviation, coefficients, attributes.*

## ВСТУП

Японський короп, або короп кої (*Cyprinus carpio koi*) – це прісноводна, частково солонуватоводна риба, яка є декоративним підвидом виду коропа (сазана) (*Cyprinus carpio* L.), а саме первісною чорною формою коропа кої з місцевою назвою *Magoi*. Постійна комплексна дія абіотичних і біотичних факторів, поряд із господарською та селекційною діяльністю людини, привели до значних змін у водних екосистемах, що відобразились на біології підвиду коропа кої (*Cyprinus carpio koi*), і як наслідок, викликали видоспецифічні морфологічні адаптації у риб. У попередніх дослідженнях за відстанями скалярних добутоків було встановлено, що між кольоровими формами *Cyprinus carpio koi* спостерігались відмінності, що дозволили розрізняти кольорові форми за рівнем цієї відмінності від первісної (*Magoi*) (Лисак, Гаріна, Шевченко, 2013).

У цьому зв'язку слід більш детально розглянути відмінності між формами кої та оцінити ступінь змін між кольоровими формами кої.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Збір матеріалів здійснювався з декоративних водойм на території рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу восени 2012 р. Було відібрано 3000 екз. цього літока коропа кої різних кольорових форм. Вся досліджена риба була поділена на групи за екстер'єрними показниками (зокрема забарвленням) наступним чином: група I (еталон) – форма сіро-біла (*Hikarimiji*, що є найбільш схожою до *Magoi*), група II – форма чорно-біла (*Kimono*), група III – форма чорно-жовта (*Utsurimono*), група IV – форма червоно-біла (*Kohaku*). Для подальшого дослідження з кожної групи було відібрано по 25 екземплярів коропа кої відповідних кольорових форм.

Для статистичної обробки порівняльних характеристик отриманих результатів необхідно виділити еталон (точка відліку). Еталонна або оптимальна форма була визначена за найменшою відстанню відхилення скалярних добуток форм коропа кої від нивківського коропа (Лисак та ін., 2013). Морфометричний аналіз коропа кої було проведено за 30 пластичними ознаками у відповідності із методикою, запропонованою І.Ф. Правдіним (Правдин, 1966). На відміну від загальноприйнятого, відносні величини показників пластичних ознак тіла коропа кої розраховували від зоологічної (а не стандартної) довжини тіла риби, що пов'язано з використанням його як об'єкта декоративної аквакультури. Статистична обробка проводилась із використанням середніх арифметичних, похибок середніх, середнього квадратичного відхилення і коефіцієнта варіації (Герасименко, Головач, Єріна, 2007; Головач, Єріна, Козирева, 2008).

Реальність відмінностей морфо-метричних показників риб з різних груп статистично підтверджена критерієм Ст'юдента ( $t_{st}$ ) (Лакин, 1990): відмінності вважались достовірними, якщо критерій Ст'юдента перевищував 2,68 при довірчому рівні  $\alpha = 0,01$  значущості, прийнятий достатнім для більшості біологічних об'єктів.

При порівнянні різних кольорових форм коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) застосовували коефіцієнт відмінності Майра (CD). Очевидно, що чим менше перекриваються криві двох порівнюваних популяцій, тим більша різниця між середніми  $M_1$  і  $M_2$ , поділена на суму середніх квадратичних відхилень  $\sigma_1$  і  $\sigma_2$  (Майр, 1971):

$$CD = M_1 - M_2 / \sigma_1 + \sigma_2$$

Коефіцієнт направленої відхилення ( $K_{dv}$ ) характеризує відсоткове відхилення двох порівнюваних показників певної ознаки. Для знаходження коефіцієнта ( $K_{dv}$ ) необхідно поділити різницю між відносним показником ознаки (A) дослідної групи і еталонним показником (E) на еталонний показник (E) і помножити на 100%.

$$K_{dv} = \frac{(A-E)}{E} * 100$$

Цей коефіцієнт виражається у відсотках і має додатне значення. Однак, з метою показати напрямок самого відхилення показника ознаки, нами вживаються знак (+) збільшення чи (–) зменшення від еталону.

Оціночний критерій такий же як і в коефіцієнта варіації – низький рівень відхилення  $K_{dv} \leq 5\%$ , середній  $K_{dv} = 10-30\%$ , великий  $K_{dv} > 30-50\%$ .

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

При проведенні морфологічного аналізу груп №I-IV різних кольорових форм японського коропа кої було досліджено 30 пластичних ознак. Пластичні ознаки було згруповано за показниками, що характеризують: параметри тіла (стандартна довжина, довжина тулуба, найбільша і найменша висоти, антидорсальна і постдорсальна відстані, довжина хвостового стебла, антипекторальна, антивентральна, антианальна, пектровентральна, вентроанальна відстані і довжина голови); лінійні параметри голови (довжина риля, діаметр ока, позаочна відстань, висота і ширина лоба, довжини верхньої і нижньої щелеп, висота голови біля потилиці і через середину ока) і окремо проміри всіх плавців, оскільки для кої вони є критерієм оцінки якості форм, що також визначались у відсотках від довжини тіла (найбільша висота і довжина дорсального плавця, найбільша висота і довжина анального плавця, довжина грудного і черевного плавців, верхньої і нижньої лопатей хвостового плавця).

Більшість досліджуваних пластичних ознак, виражених у відносних середніх величинах, порівнюваних форм (груп) японського коропа кої (I-IV), були на досить низькому рівні варіації (рис. 1): коефіцієнт варіації не перевищував 10%, близько третини показників були на середньому рівні варіювання, де коефіцієнт варіації був в межах 10-25 %, і лише один показник (висота лоба) був на високому рівні варіації (більше 25%).

Достовірність відмінностей ознак різних форм японського коропа кої між еталонною групою (I) і кожною із дослідних кольорових форм була статистично підтверджена показниками критерію Стюдента ( $t_{st}$ ), коефіцієнтом відмінності Майра (CD) і коефіцієнтом направленої відхилення ( $K_{dv}$ ).

Виходячи з цих критеріїв оцінювання достовірності відмінностей ознак різних форм японського коропа кої, можна зробити висновок, що з 30 пластичних ознак лише 5 підтверджуються мінімум двома коефіцієнтами (табл. 1). Велика відмінність (одразу трьома коефіцієнтами) підтверджується між еталоном і групою IV за ознакою «висота лоба ( $h_o$ )», що становить за цими коефіцієнтами  $t_{st} = 9,8 \geq t_{\alpha} = 2,68$ ;  $CD = 1,46$ ;  $K_{dv} = 32,1\%$ , досягаючи рівня підвиду за коефіцієнтом Майра (Майр, 1971). Однак, такі високі показники коефіцієнтів можуть бути пов'язані з труднощами у проведенні вимірів цієї ознаки, тому

доцільно аналізувати висоту лоба в комплексі з іншими параметрами голови (Митрофанов, 1977).

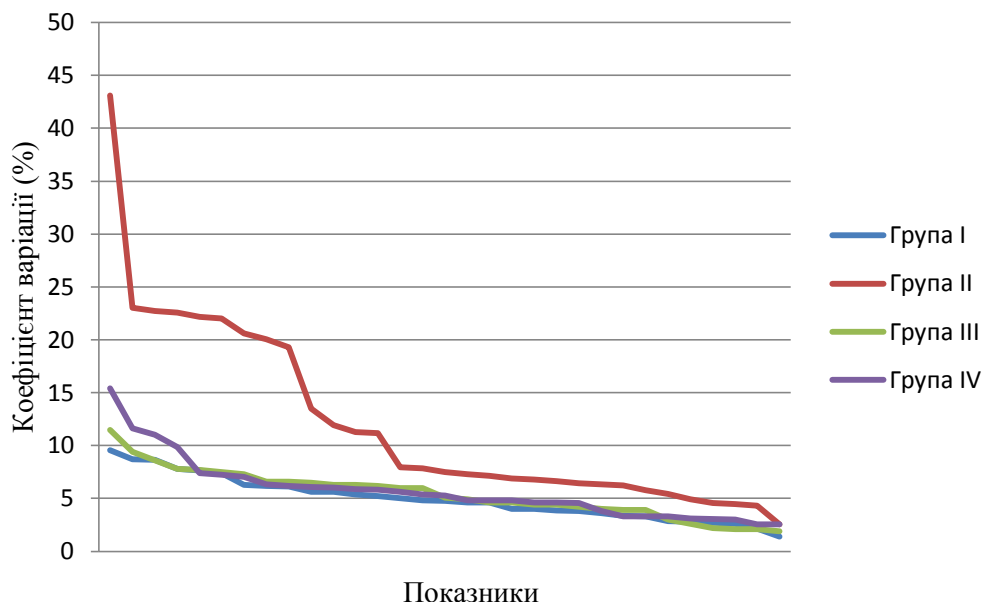


Рис. 1. Варіація пластичних ознак порівнюваних форм коропа кої, ранжованих у порядку зменшення коефіцієнтів

Таблиця 1. Мінливість морфологічних ознак японського коропа кої (за коефіцієнтами  $CD$ ,  $t_{st}$ ,  $K_{dv}$ )

Показник	Групи форм коропа кої та їх порівняння між собою									
	I		I-II		I-III			I-IV		
	M	C D	$t_{st}$	$K_{dv}$	C D	$t_{st}$	$K_{dv}$	C D	$t_{st}$	$K_{dv}$
Довжина хвостового стебла (pl)	11,30	0,93	6,41	20,53	0,68	4,80	11,77	1,00	6,60	28,58
Висота лоба (ho)	6,85	0,49	2,72	31,06	1,01	6,84	21,72	1,46	9,80	32,08
Довжина верхньої щелепи (mx)	24,16	0,42	2,62	11,75	0,44	3,13	5,63	0,79	5,55	10,18
Довжина нижньої щелепи (mn)	20,50	0,33	2,10	10,73	0,44	3,13	6,39	0,83	5,89	13,02
Довжина основи анального плавця (la)	6,35	0,33	2,25	7,40	0,21	1,46	3,46	0,68	4,74	13,04



Проте є ознаки, що вказують на достовірну відмінність за показником критерію Стюдента ( $t_{st}$ ) і підтверджуються коефіцієнтом направленої відхилення ( $K_{dv}$ ) (рис. 2).

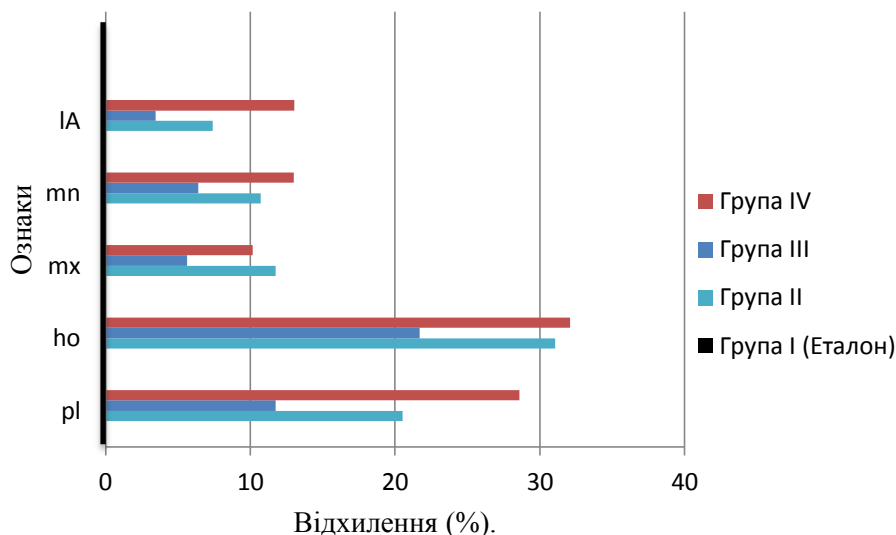


Рис. 2. Відхилення пластичних ознак різних форм японського коропа кої, за показниками коефіцієнта направленої відхилення ( $K_{dv}$ , %)

Згідно з отриманими результатами, найбільшою мінливістю характеризуються пластичні ознаки голови (ho, mx, mn). Ці ознаки можуть характеризувати пристосованість коропа кої до більш активного способу ловлі кормових об'єктів, яких відлякує найбільш яскраве кольорове забарвлення кої, особливо при високому рівні прозорості води в водоймі. Крім того, більш високі показники ознак «довжина хвостового стебла» (pl) і «довжина основи анального плавця» (IA) у трьох найбільш яскравих груп можуть вказувати на збільшення рівня сили реореакції у цих риб (Митрофанов, 1977). Можна припустити, що підвищення показників цих ознак свідчить про певний зв'язок кольорових форм японських коропів кої з труднощами добування кормових організмів.

### ВИСНОВКИ

Таким чином, суттєвих відмінностей між кольоровими формами японського коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) нами не було виявлено.

Високий рівень відмінності показників ознак довжин хвостового стебла і основи анального плавця у трьох яскравих груп може свідчити про збільшення рівня сили реореакції риби, що суперечить гідрологічним умовам утримання,

але може вказувати на відмінність між кольоровими формами коропа кої у добуванні кормових організмів.

Найбільшу відмінність за трьома розглянутими коефіцієнтами мали лише показники ознаки висота лоба у всіх форм риб; лише у групи IV – форма червоно-біла (*Kohaku*) ця ознака за коефіцієнтом Майра досягала рівня підвиду.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

Герасименко С.С. Статистика / Герасименко С.С., Головач А.В., Єріна А.М. – К.: КНЕУ, 2007. – 467 с.

Головач А.В. Статистика / Головач А.В., Єріна А.М., Козирев О.В. – К.: Вища школа, 2008. – 623 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1990. – 348 с.

Лисак О.О. Застосування методів штучного інтелекту в системах підтримки прийняття рішень в іхтіології і рибництві / О.О.Лисак, С.М. Гаріна, П.Г. Шевченко, // Наукові записки тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль. - 2013. – № 3(56). – С. 56-61.

Майр Э. Принципы зоологической систематики / Эрнст Майр; [пер. з англ. М.В. Миной]. – М.: Мир, 1971. – 454 с.

Митрофанов В.П. Экологические основы морфологического анализа рыб: учебное пособие для студентов-ихтиологов / В.П. Митрофанов. Алма-Ата: КааГУ, 1977. - 33 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб/. И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

### **REFERENCES**

Gerasimenko, S.S., Golovach, A.V., Yerina, A.M. (2007). Statistics. Kiev: Kiev National Economy University.

Golovach, A.V., Yerina, A.M., Kozyrev, O.V. (2008). Statistics. Kiev: Vysha shkola.

Lakin, G.F. (1990). Biostatistics. Moscow: Vysshaya shkola.

Lysak, O.O., Garina, S.M., Shevchenko, P.G. (2013). Implementation of artificial intellect methods for decision support system in ichthyology and fishery. Scientific Transactions of Volodimir Gnatyuk Ternopil State Pedagogical University, 3(56), 56-61.





Mayr, E. (1971). Principles of zoological systematic. Moscow: Mir.

Mitrofanov, V.P. (1977). Ecological basics for fish morphological analysis. Key study.  
Alma-Ata: Kazakh State University.

Pravdin, I.F. (1966). Fish Study Guide. Moscow: Food Industry.

*Поступила в редакцію 22.06.2014*

**Как цитировать:**

Лисак, О.О., Шевченко, П.Г., Цедик, В.В. (2014). Порівняльна характеристика пластичних ознак різних кольорових форм коропа кої (*Cyprinus carpio koi*). *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого*, 4 (2), 98-106. **crossref**  
<http://dx.doi.org/10.7905/bbmsspu.v4i2.887>

© Лисак, Шевченко, Цедик, 2014

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).