

УДК. 597.2/5

**ТАКСОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ РІЗНИХ ФОРМ І ВІДГАЛУЖЕНЬ  
ЯПОНСЬКОГО КОРОПА КОІ (*Cyprinus carpio koi*) В АРЕАЛІ**

**О.О. Лисак**, аспірант\*,

**П.Г. Шевченко, В.В. Цедик** кандидати біологічних наук

Проведено актуальні дослідження мінливості морфологічних ознак кольорових форм підвиду коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) різного походження, в порівняльному аспекті у трьох географічно віддалених водоймах з різними умовами існування. Показана специфіка подібності (відмінності) форм кої залежно від району досліджень. Встановлена відмінність між формами коропа кої за таксономічним аналізом Смірнова.

**Ключові слова:** *Cyprinus carpio koi*, короп кої, форми, відгалуження, водойми, подібність (відмінність), оригінальність.

Короп кої один з найпопулярніших і дорогих об'єктів декоративної аквакультури. Кої вважається суто японською рибою, її національною гордістю і візитною карткою країни. Він походить від амурського сазана і під час одомашнення (2500 тисячі років тому) виникла перша його форма – Магої. Через ізолюваність Японії світ побачив кої в 1947р., коли цю форму вперше завезли на Гаваї, потім і у США і Великобританію ( 1966 р.) [5, 7]. Популярність кої була настільки великою, що в Японії і США щорічно проводяться виставки-змагання ферм-виробників з вирощування цих риб. Перша європейська виставка відбулася у 2011 році в Голландії. Комерційне розведення кої освоєно в Китаї, Кореї, Тайвані, Америці і, особливо, Ізраїлі, чії кращі зразки наближаються за класом до японських.

Коропи кої мають різне забарвлення, основними з яких є: білий, чорний, червоний, жовтий, синій і кремовий (світло-жовтий). Усі кольорові форми

суттєво відрізняються одна від одної. Для підтримки специфічних властивостей риб розводять у межах однієї форми.

*\* Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент П.Г. Шевченко.*

При цьому постійно виникають нові різновиди форм різного забарвлення. Завдяки роботі селекціонерів нині відомо понад 150 різновидів кольорів кої, проте для класифікації використовують 16 базових форм (рисунок) [4, 8].

У коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) спостерігаються видоспецифічні морфологічні адаптації організму, що виникають під впливом комплексних дій абіотичних і біотичних чинників, господарської та селекційної діяльності людини.

Згідно з результатами попередніх досліджень між чотирма базовими формами коропа кої японського походження встановлена відмінність за відстанями скалярних добутків [1]. У цьому зв'язку слід детальніше розглянути відмінності між формами коропа кої різного походження (відгалуження), з різних географічно віддалених один від одного районів, та оцінити ступінь їх оригінальності і подібності чи відмінності.

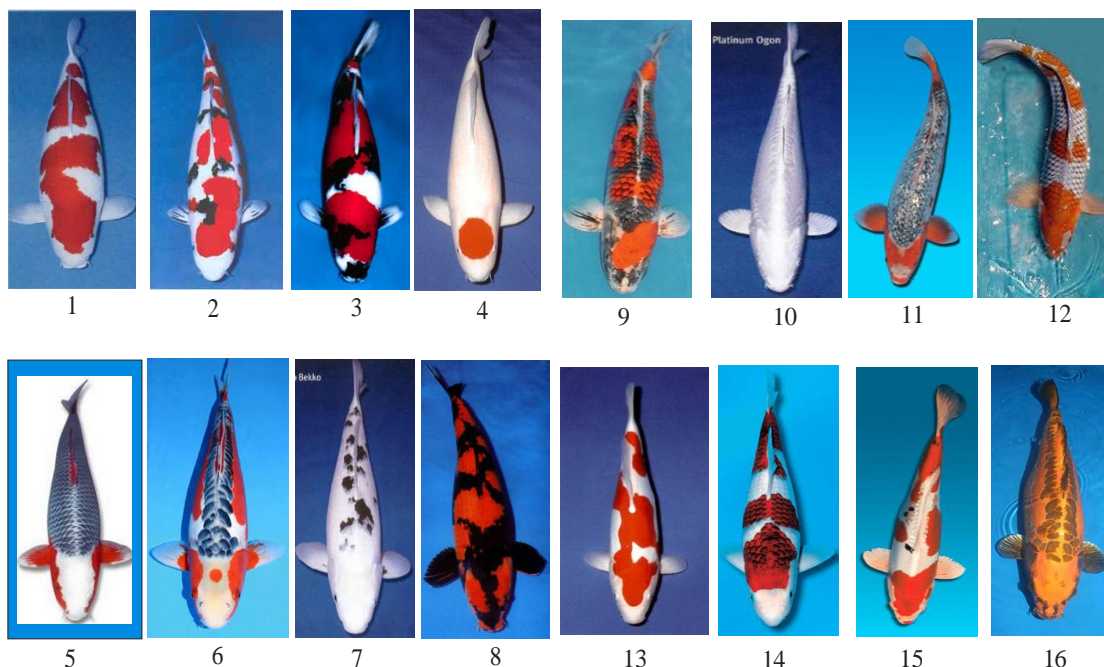


Рис. Базові форми коропа кої: 1.- Кохаку (kohaku); 2.- Тайсьо сансьоку (taisho sanshoku), або санке (sanke); 3.- Сьова сансьоку (showa sanshoku), або сьова (showa); 4.- Тантьо (tancho); 5.- Асагі (asagi); 6.- Сюсуй (shusui); 7.- Бекко (bekko); 8.- Уцуримоно (utsurimono); 9.- Госікі (goshiki); 10.- Огон (ogon); 11.- Кінгінрін (Кінрін/гінрін, kinrin/ginrin); 12.- Каварімоно

(kawarimono), або каварігої (kawarigoі); 13.- Дойцугої (doitsu-goі); 14.- Коромо (koromo); 15.- Хікарі-мойомоно (hikari-moyomono); 16.- Примарливий кої (ghost koі).

**Метою наших досліджень** було встановити відмінність чи подібність між кольоровими формами коропа кої (*Cyprinus carpio koі*) за таксономічним аналізом Смірнова.

**Матеріали та методи досліджень.** Збір матеріалу коропа кої проводили протягом весняного і осіннього сезонів 2011-2013рр. Основна кількість матеріалу одержана з рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу протягом двох років (у листопаді 2012 і 2013). У Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України матеріал був зібраний у листопаді 2013р, а у Новокаховському рибоводному заводі частикових риб – у жовтні 2012р.

Матеріалом для дослідження слугувала молодь коропа кої. Були вивчені екологічні умови дослідних і виробничих ставів та природних декоративних водойм, а саме: температурний і кисневий режими, гідрохімічні показники а також стан розвитку природної кормової бази.

Загальна кількість обловів і об'єму зібраного матеріалу з різних водойм становила 6 ловів понад 4500 екземплярів риб. Всього за роки досліджень проаналізовано 325 екземплярів молоді коропа кої різних форм.

Для визначення внутривидової і міжпопуляційної мінливості морфобіологічних ознак коропа кої в дослідних водоймах провели морфологічний аналіз японського коропа кої і трьох його відгалужень. Цьоголіток японських коропів у кількості 100 екземплярів розділили на чотири групи по 25 екземплярів у кожній за екстер'єрними ознаками (забарвлення - форма): I група (еталон) – сіро-білого забарвлення (форма Магої), II група – риби чорно-білого забарвлення (форма Кімонгу), III – чорно-жовтого забарвлення (форма Utsurimono), IV – червоно-білого забарвлення (форма Коґаку). Японські коропи кої всіх дослідних груп були отримані і вирощені на рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу.

Турецьке відгалуження японського коропа кої також складалось з цьоголіток (100 екземплярів), але було розділене на чотири групи не лише за забарвленням, а й за місцем відбору (екологічною зоною): VI група – риби чорно-червоного забарвлення (форма Doitsu Bekko) і VIII – червоного забарвлення (форма Doitsu Kawarimono) з Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України та аналогічні форми, група XI – риби чорно-червоного забарвлення (форма Doitsu Bekko) і XII – червоного забарвлення (форма Doitsu Kawarimono), отримані з рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу. Слід відзначити, що це відгалуження характеризується відсутністю лускового покриву коропа кої (голий кої), що відображено в назві – Doitsu, тобто голий.

Російське відгалуження коропа кої аналогічне турецькому за кількістю екземплярів, груп, місць відбору і утримання (екологічною зоною), але не є Doitsu, тобто голим: так V група – риби червоного забарвлення (форма Kawarimono) і VII – чорно-червоного забарвлення (форма Bekko) з Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України та IX – чорно-червоного забарвлення (форма Bekko) і X – червоного забарвлення (форма Kawarimono) отримані з рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу.

Ізраїльське відгалуження було представлено XIII групою – червоного забарвлення (форма Kawarimono), 25 екземплярів цьоголіток коропа кої, отримані і вирощені на Новокаховському рибоводному заводі частикових риб.

Морфометричний аналіз коропа кої здійснювали відповідно до методики, запропонованої І.Ф. Правдіним, що передбачає дослідження великої кількості ознак за відносними показниками [2]. На відміну від загальноприйнятих, відносні величини показників пластичних ознак тіла коропа кої вираховували від зоологічної (а не стандартної) довжини риби, що пов'язано з використанням його як об'єкта декоративної аквакультури.

Для визначення внутривидової (в нашому випадку підвидової) і міжпопуляційної мінливості за морфологічними ознаками коропа кої як в

екологічних зонах, так і між відгалуженнями та формами застосували метод таксономічного аналізу [3], який полягає в знаходженні коефіцієнтів морфологічної подібності і відмінності риб за формулами:

$$t_{xx} = \frac{S}{n} \sum_n * \left( \frac{1}{\beta_i} \right) - 1; \quad t_{xy} = \frac{S}{n} \sum_{\varphi} * \left( \frac{1}{\beta_i} \right) - 1$$

де  $S$  – число видів (у нашому випадку один),  $n$  – число порівнюваних ознак,  $\beta_i$  – фреквенція ознак,  $\varphi$  – число ознак, що збігалися, при цьому позитивне значення коефіцієнта  $t_{xy}$  свідчить про величині морфологічної подібності порівнюваних груп, а негативне – про їх відмінність. Коефіцієнт  $t_{xx}$  характеризує оригінальність підвиду чи угруповань (у нашому випадку форм) і позначає ступінь внутріпопуляційної (в нашому випадку між формами) подібності, тоді як показник  $t_{xy}$  свідчить про міжпопуляційну (між групами) подібність чи відмінність.

**Результати та їх обговорення.** Для проведення таксономічного аналізу групи форм з рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу, Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України і Новокаховського рибоводного заводу частикових риб були піддані таксономічному аналізу за 31 морфологічною ознакою.

Аналіз отриманих даних показує, що існує значна схожість форм японського коропа кої (I-IV група) з зони Полісся (рибдільниця Немішаєвського державного агротехнічного коледжу) як наслідок їх генетичної спорідненості і спільності походження (таблиця). При цьому всі коефіцієнти внутріпопуляційної подібності мають позитивне значення  $t_{xy} = +0,17 - +0,47$ . Розглянуті форми коропа кої характеризуються значною подібністю їх оригінальності  $t_{xx} = +0,92 - +0,99$ . Проте значна відмінність спостерігається у форми Векко (IX група – риби чорно-червоного забарвлення) і форми Kawarimono (X – червоного забарвлення) російського відгалуження коропа кої. Але всі коефіцієнти внутріпопуляційної подібності мають негативне значення,

що свідчить про наявність відмінності між формами японського кої і його російського відгалуження. Хоча ці групи мають досить високі показники подібності ( $t_{xy}=+0,54$ ), а їх оригінальність  $t_{xx}=+0,91- + 1,01$  була в межах оригінальності японських форм.

Дещо інша ситуація у форм турецького відгалуження коропа кої. Так форма Doitsu Bekko (XI група – риби чорно-червоного забарвлення) і Doitsu Kawarimono (XII група – риба червоного забарвлення), значно різнилися, що підтверджується показниками коефіцієнта внутривидової подібності ( $t_{xy}=-0,50$ ). У цих групах спостерігалась значна закономірність в протилежності показників коефіцієнтів. Так, при позитивному значенні однієї форми протилежного набуває інша. Варто відзначити, що форма Doitsu Bekko (XI група – чорно-червоного забарвлення) має високі коефіцієнти подібності з двома формами російського відгалуження ( $t_{xy} = +0,40 - +0,53$ ), але й високі коефіцієнти відмінності з японськими формами коропа кої ( $t_{xy} = -0,31 - -0,46$ ), при цьому оригінальність форм становила  $t_{xx} = +0,98$ . Інша форма турецького відгалуження коропа кої Doitsu Kawarimono (XII група – червоного забарвлення) навпаки при високих коефіцієнтах подібності з японськими формами ( $t_{xy}=+0,11 - +0,59$ ) суттєво відрізняються від форм російського відгалуження ( $t_{xy} = -0,30 - -0,50$ ) при цьому оригінальність форм становила  $t_{xx} = +0,92$ .

Під час дослідження виявилось, що ступінь подібності форм коропа кої неоднаковий. Так, форми японського походження повністю відрізнялись від форм російського відгалуження, проте мали подібність з однією формою турецького відгалуження, що свідчить про значну відмінність форм кої різного походження, незалежно від існування в однакових екологічних умовах.

У другу групу об'єднуються форми, що за результатами аналізу отриманих даних показали значну схожість турецького і російського відгалуження коропа кої (таблиця), що утримувались в зоні Лісостепу (водоймі Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України). Форма Kawarimono (V група – риби червоного забарвлення) і Bekko

(VII група – чорно-червоного забарвлення) з формою Doitsu Bekko (VI група – чорно-червоного забарвлення) і Doitsu Kawarimono (VIII група – червоного забарвлення) за коефіцієнтами внутріпопуляційної подібності мали позитивне значення  $t_{xy}=+0,03 - +0,60$ . Розглянуті форми коропа кої характеризуються значною подібністю їх оригінальності  $t_{xx}=+1,00 - + 1,10$ , вищою за аналогічні показники з інших груп, але легко пояснюється різними екологічними зонами дослідних водойм.

Проте значна міжпопуляційна відмінність спостерігалась з формами зони Полісся (водойми рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу). При цьому за коефіцієнтами внутривидової відмінності мали негативне значення  $t_{xy} = -0,04 - -0,72$  майже з усіма формами рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу, окрім одного показника, що був на рівні подібності  $t_{xy}= + 0,21$  і спостерігався у форми російського відгалуження Bekko (VII група – риби чорно-червоного забарвлення) і турецького Doitsu Bekko. і (IX група – чорно-червоного забарвлення). Отже, відповідно до показників коефіцієнтів таксономічного аналізу Смірнова, усі групи форм з водойми Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України практично повністю відмінні від форм японського і ізраїльського походження, і навіть ідентичних форм турецького і російського відгалуження з водойми рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу. Це безпосередньо підтверджує велику відмінність між власне формами і безумовно високий ступінь екологічної мінливості форм.

У третю групу ввійшла форма Kawarimono (XIII група – риби червоного забарвлення) ізраїльського відгалуження коропа кої, риби якої утримувались у водоймі Новокаховського рибоводного заводу частикових риб (зона Південного Степу). За коефіцієнтами внутріпопуляційної подібності форма характеризується значною схожістю її оригінальності  $t_{xx}=+0,95$ , що не виділяється з показників інших форм. Цікава закономірність спостерігалась при порівнянні показників коефіцієнтів внутривидової подібності (відмінності). Так

форма Kawarimono (XIII група – червоного забарвлення) схожа, з цією самою формою риб водойми дільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу (X група) і формою Doitsu Kawarimono (XII група), відповідно  $t_{xy}=+0,04$  і  $+0,22$ . Проте існує знана відмінність між показниками всіх інших груп  $t_{xy}=-0,05$  і  $-0,29$ . Така закономірність подібності форми Kawarimono ізраїльського і цієї самої форми російського та турецького відгалуження свідчить про наявність фенотипової подібності форм.

Отже, між форми коропа коі (*Cyprinus carpio koi*), що утримувались в різних водоймах, різного походження (відгалуження), спостерігається як велика відмінність, так і схожість. Ця подібність чи відмінність, на нашу думку, залежить від умов існування і власне від особливостей форм коі.



Таксономічне відхилення ( $t_{xx}$  і  $t_{xy}$ ) форм і відгалужень японського коропа кої *Surpinus carpio* кої в водоймах різних географічних зон

Показник	Декоративна водойма рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу				Водойма Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України				Водойма Новокаховського рибоводного заводу частикових риб				
	Японські форми				Відгалуження (група)								
	Контрольні групи				Російське		Турецьке		Російське		Турецьке		Ізраїльське
	I	II	III	IV	IX	X	XI	XII	V	VII	VI	VIII	XIII
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>11</sub>	S <sub>12</sub>	S <sub>13</sub>
S <sub>1</sub>	<u>+0,99</u>	+0,19	+0,60	+0,17	-0,19	-0,39	+0,06	+0,11	-0,24	-0,43	-0,52	-0,02	-0,19
S <sub>2</sub>	+0,19	<u>+0,92</u>	+0,38	+0,47	-0,50	-0,36	-0,31	+0,55	-0,41	-0,52	-0,43	-0,32	-0,29
S <sub>3</sub>	+0,60	+0,38	<u>+0,99</u>	+0,44	-0,27	-0,52	-0,42	+0,50	-0,38	-0,55	-0,59	-0,09	-0,14
S <sub>4</sub>	+0,17	+0,47	+0,44	<u>+0,95</u>	-0,15	-0,14	-0,35	+0,59	-0,47	-0,59	-0,36	-0,51	-0,05
S <sub>5</sub>	-0,19	-0,50	-0,27	-0,15	<u>+0,91</u>	+0,54	+0,53	-0,31	-0,27	+0,02	-0,03	-0,31	-0,09
S <sub>6</sub>	-0,39	-0,36	-0,52	-0,14	+0,54	<u>+1,01</u>	+0,40	-0,30	-0,12	-0,04	+0,05	-0,38	+0,04
S <sub>7</sub>	+0,06	-0,31	-0,42	-0,35	+0,53	+0,40	<u>+0,98</u>	-0,50	-0,08	+0,21	-0,04	+0,01	-0,17
S <sub>8</sub>	+0,11	+0,55	+0,50	+0,59	-0,31	-0,30	-0,50	<u>+0,92</u>	-0,48	-0,72	-0,37	-0,59	+0,22
S <sub>9</sub>	-0,24	-0,41	-0,38	-0,47	-0,27	-0,12	-0,08	-0,48	<u>+1,05</u>	+0,35	+0,49	+0,60	-0,13
S <sub>10</sub>	-0,43	-0,52	-0,55	-0,59	+0,02	-0,04	+0,21	-0,72	+0,35	<u>+1,09</u>	+0,03	+0,35	-0,25
S <sub>11</sub>	-0,52	-0,43	-0,59	-0,36	-0,03	+0,05	-0,04	-0,37	+0,49	+0,03	<u>+1,00</u>	+0,20	-0,09
S <sub>12</sub>	-0,02	-0,32	-0,09	-0,51	-0,31	-0,38	+0,01	-0,59	+0,60	+0,35	+0,20	<u>+1,1</u>	-0,31
S <sub>13</sub>	-0,19	-0,29	-0,14	-0,05	-0,09	+0,04	-0,17	+0,22	-0,13	-0,25	-0,09	-0,31	<u>+0,95</u>

## Висновки

1. У форм коропа кої (*Cyprinus carpio koï*) японського походження, а також турецького, російського і ізраїльського відгалуження за показниками коефіцієнтів таксономічного аналізу Смірнова, спостерігається велика міжпопуляційна відмінність, спричинена різними умовами існування.

2. Ступінь подібності форм коропа кої з водойми рибдільниці Немішаєвського державного агротехнічного коледжу, неоднаковий. Так, форми японського походження повністю відрізняються від форм російського відгалуження, що свідчить про значну відмінність не тільки між формами кої різного походження, а й вплив різних умов існування в цій водоймі у 2012-2013р.

## Список літератури

1. 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. – м. Тернопіль, –2013. – № 3(56). – с. 56-61.

Lisak O.O. Zastosuvannya metodiv shtuchnoho intelektu v systemah pidtrymky pryunyattya rishen v ihtiologii i rybnytstvi / O.O.Lysak, S.M. Garin, P.G. Shevchenko // Naukovi zapysky ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im.Volodymyra Hnatiuk. Seriya: Biolohiya. - Ternopil,

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

Pravdin Y.F. Rukovodstvo po yzuchenyyu ryb/ Y.F. Pravdin - M: Pyshevaya promyshlennost, 1966.–376 s.

3. Смирнов Е.С. Таксономический анализ: учебн. пособие. / Е.С. Смирнов – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 188 с.

Smirnov E.S. Taksonomycheskyu analiz: uchebn. posobyе. / ES Smirnov - M: Yzdatelstvo MGU, 1969. - 188 s.

4. Andrews, D. Fishkeeper's guide to fancy goldfishes./ D. Andrews – New Jersey. 1987.

5. Axelrod H.R. koi of the world: Japanese colored carp/ H.R. Axelrod – Neptune city, 1973. –239 p.

6. Axelrod, H. R. Koi varieties: Japanese colored carp – nishikigoi./ H.R. Axelrod // TFH Publications, Inc., – Neptune City, New Jersey, 1992.

7. Balon E.K. Origin and domestication of the wild carp koi, *Cyprinus carpio*: from roman gourmets to the swimming flowers. /E.K. Balon // Aquaculture: 1995. – 129. – P. 3–48.

8. The com-pletely illustrated guide to koi for your pond./ [H. R. Axelrod, E. Balon, R. C. Hoffman, etdl] // TFH Publications, Inc., – Neptune City, New Jersey, 1996.

### **Таксономической анализ различных форм и ответвлений японского карпа кои ( *Cyprinus carpio koi* ) в ареале.**

*Лысак А.А., Шевченко П.Г., Цедык В.В.*

Проведено актуальные исследования изменчивости морфологических признаков цветных форм подвида карп кои (*Cyprinus carpio koi*) различного происхождения, в сравнительном аспекте по трем географически удаленных друг от друга водоемах с различными условиями существования. Показана специфика сходства (различия) форм кои в зависимости от района исследований. Установленная разница между формами карпа кои по таксономическим анализом Смирнова.

**Ключевые слова:** *Карп кои, Cyprinus carpio koi, формы, ответвления, водоемы, сходство ( различие), оригинальность.*

### **Taxonomic analysis of different forms and bracches of Japanese carp koi ( *Cyprinus carpio koi* ) in the areal.**

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

The authors conducted actual researches of variability of morphological attributes of color forms of carp koi (*Cyprinus carpio koi*) subspecies of different origin, in comparative aspect at three geographically remote against each other ponds with different living conditions. Specificity of similarity (distinction) of koi forms depending on the region of research was shown. The difference between forms of carp koi according to the taxonomic analysis of Smirnov was established.

**Key words:** *Carp koi, Cyprinus carpio koi, forms, branches, ponds, similarity (distinction), originality.*