

О. О. Лисак – аспірант Національного університету біоресурсів та природокористування України;

П. Г. Шевченко – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України;

В. В. Цедик – кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України

Аналіз морфометричних показників коропа кої японської лінії *Cyprinus carpio koi* на прикладі чотирьох основних порід

Роботу виконано на кафедрі загальної зоології та іхтіології НУБіП України

Проведені актуальні дослідження варіативних змін основних морфологічних і біологічних показників цьоголіток кольорових порід коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) за умов однакового утримування і годівлі. Відповідно до встановлених основних критеріїв ознак коропа кої було досліджено різницю основних пластичних показників, об'єднаних у функціональні групи. Для досягнення завдання досліду використовували методи морфометричного аналізу ([1; 4]) і методи статистичної обробки даних за коефіцієнтом варіації показників. За результатами досліджень було встановлено значну різницю абсолютного лінійного приросту (показник зоологічної довжини (L)) який характеризує використання потенціалу росту риби.

Ключові слова: коропа кої, морфометричні показники, екологічні умови, ознаки, відхилення показників та ознак.

Лысак А. А., Шевченко П. Г., Цедик В. В. Анализ морфометрических показателей карпа кои японской линии *Cyprinus carpio koi* на примере четырех основных пород. Проведенные актуальные исследования вариативных изменений основных морфологических и биологических показателей сеголеток цветных пород карпа кои (*Cyprinus carpio koi*) в условиях одинакового содержания и кормления. В соответствии с установленными основными критериями признаков карпа кои было исследовано разницу основных пластических показателей объединенных в функциональные группы. Для достижения задачи опыта использовались методы морфометрического анализа ([1; 4]) и методы статистической обработки данных по коэффициенту вариации показателей. По результатам исследований было установлено значительное различие абсолютного линейного прироста (показатель зоологической длины (L)), который характеризует использование потенциала роста рыбы.

Ключевые слова: карп кои, морфометрические показатели, экологические условия, признаки, отклонения показателей и признаков.

Lisak A. A., Tsedyk V. V., Shevchenko P. G. The Analysis of Morphometric Parameters Japanese Koi *Cyprinus Carpio Koi* Line on the Example of Four Main Species. Past research relevant variable changes the basic morphological and biological indicators tshohlitok colored species of carp koi (*Cyprinus carpio koi*) under conditions identical handling and feeding. According to the criteria established by the main features of koi, the main difference was investigated plastic figures combined into functional groups. To achieve the objectives of the experiment were used morphometric methods of analysis (Pravdina IF and VP Mitrofanov) and methods of statistical data by the coefficient of variation of parameters. As a result of studies found significant differences in the absolute linear growth (figure zoological length (L)) which describes the use of the potential growth of the fish.

Key words: koi, morphometric parameters, environmental conditions, symptoms, indicators and signs of rejection.

Постановка наукової проблеми та її значення. Комплексна дія абіотичних і біотичних факторів, поряд із господарською і селекційною діяльністю людини, призводить до значних змін у водних екосистемах, що позначається на біології виду коропа кої (*Cyprinus carpio koi*), і, як наслідок, викликає видоспецифічні морфологічні адаптації в риб. Порівнюючи матеріали з морфології риб, які утримувались в однакових умовах дослідженої водойми, зібраних в один період, можна зробити висновок, що кожній групі риб певної кольорової породи властивий характерний рівень зміни морфологічних показників, дослідження яких і було основним завданням нашої роботи.

Аналіз досліджень цієї проблеми. Раніше за векторними відстанями скалярних добутоків було встановлено, що між кольоровими породами *Cyprinus carpio koi* простежується відмінність, що дає змогу розмістити породи за рівнем відмінності від первісної форми (Magoi koi) [5, с. 58].

У цьому зв'язку варто докладніше проаналізувати відмінності між кольоровими породами кої для підтвердження чи спростування припущення наявності суттєвої різниці в морфо-екологічних особливостях кольорових порід кої. Відповідні дослідження на інших видах риб провів В. П. Митрофанов [1, с. 3]. Результатом виконаних робіт було вивчення екологічних основ мінливості окремих

ознак і їх комбінацій, що дало змогу знайти не лише конкретні зміни показників, а й проаналізувати кожну зміну ознаки тієї чи тієї породи.

Застосування сучасних методик статистичної обробки морфометричних даних, зібраних у межах одного ареалу, дає змогу скласти уяву щодо екологічної структури виду. Для розпізнавання підвидів, рас іноді недостатньо опису голотипів, а морфометрична обробка репрезентативних виборок дає можливість установити рівень відмінностей між породами.

Відповідно до встановлених основних критеріїв ознак коропа кої **метою** роботи було дослідження різниці основних морфологічних і біологічних показників його базових порід та встановлення відмінностей функціональних груп ознак за умов утримання в однакових умовах існування.

Матеріали й методи. Вікова група дослідної риби – цьоголітки, отримані від однієї самки заводським методом в один інкубаційний період в однакових умовах. Підгодівля всіх порід на личинковому періоді здійснювалась однаковими кормами. Надалі до стадії цьоголітки риби утримувались у декоративній водоймі лабораторії рибництва, розташованій на території Немішаєвського державного агротехнічного коледжу на природних кормах.

Уся риба була поділена на чотири групи за екстер'єрними показниками (зокрема забарвленням): група № 1 – чорно-жовті (Utsurimono); група № 2 – червоно-білі (Kohaku); група № 3 – чорно-білі (Kumonpu); група № 4 (еталон) – сіро-білі (Hikarimuji), з яких було відібрано по 25 екземплярів кожного кольору для подальших вимірів.

Для статистичного дослідження відмінностей порід коропа кої потрібна точка відліку (еталон). Еталонна або оптимальна порода була визначена за відстанями відхилень скалярних добуток векторів порід коропа кої від нивківського коропа [5, с. 58].

Морфометричний аналіз коропа кої було проведено відповідно до методики, яку запропонував І. Ф. Правдін, що передбачає дослідження великої кількості ознак (у нашому випадку 31) за відносними показниками [4, с. 8]. На відміну від загальноприйнятого, 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.

Статистична обробка проводилась із використанням середніх арифметичних величин і застосовувалася тоді, коли первинні (вихідні) дані наведені в такому вигляді, що загальний обсяг ознаки для всієї сукупності можна отримати через підсумовування їх у всіх одиницях. Середня арифметична проста (незважена) величина обчислювалася через ділення суми індивідуальних значень ознаки на їх загальну кількість. Спочатку підсумовують значення всіх варіантів, а потім ця сума ділиться на загальну кількість одиниць сукупності. У загальному вигляді середню арифметичну, яку застосовували в наших розрахунках, проста й обчислювали її за стандартною формулою [2, с. 7; 3, с. 12].

Для встановлення відхилень показників застосовували коефіцієнт варіації, що дає змогу порівняти різні сукупності. Чим нижчий цей показник, тим меншим є коливання ознаки в сукупності й тим більша однорідна сукупність – і навпаки. Зазвичай показник коефіцієнта варіації використовують для оцінювання однорідності сукупності. Існує оціночний критерій – слабка ознака $K_v \leq 5\%$; незначна $K_v \leq 10\%$; середня $K_v = 10,1 - 30\%$; велика $K_v > 30\%$; дуже велика $K_v > 50\%$ [2, с. 23].

$$K_v = \frac{(A - E)}{E} \cdot 100\% \quad (1)$$

У наших розрахунках нам довелося дещо видозмінити базову формулу коефіцієнта варіації для знаходження відхилення між абсолютним показником проміру A й еталонним показником E .

А саме: замість середнього квадратичного відхилення (σ) ми розраховували різницю між E (еталон) й A (абсолютним показником); а замість (X -середнє) використовували еталонний показник (E). Як відомо коефіцієнт варіації виражається у відсотках (додатне значення). У наших табличних даних показники варіації трапляються з різними знаками, які показують направленість відхилення від еталону, тобто знак (+) указує, що ознака збільшилася від еталону, знак (-) указує на зменшення ознаки від еталону.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Більшість морфологічних ознак риб характеризують три основні життєві функції: живлення, дихання, розмноження. Інші ознаки можна трактувати як їх похідні – переміщення в пошуках їжі або місць нересту, порятунок від хижаків. У всіх випадках забезпечення трьох основних функцій пов'язано зі зміною місць перебування, тобто з рухом. Звідси й велике різноманіття в будові плавців та їх значна мінливість від зміни зовнішніх умов. Більшість морфологічних ознак, застосованих при дослідженні, пов'язана із системами пересування, живлення, розмноження. Однак є значна група ознак, які важко зарахувати до вищезазначених систем [1, с. 12].

На основі визначених показників 31 пластичної ознаки, які було розподілено на функціональні групи за класифікацію В. П. Митрофанова, розраховані величини відхилення показників ознак кольорових порід коропа кої від еталону із застосуванням коефіцієнта варіації (формула 1), що наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика пластичних ознак функціональних груп цьоголіток кольорових порід коропа кої за величинами відхилення

№ з/п	Ознака	Еталон Група № 4	Група № 1	Група № 2	Група № 3	Функціональна характеристика ознак
1	I	81,79	- 0,28	-0,31	+0,39	Ознаки, пов'язані або характеризують функціональний процес – рух риби
2	L	75,4	-13,47	-6,57	-24,22	
3	lcor	54,45	- 1,12	-0,72	-1,30	
4	H	27,94	-1,65	-0,86	-3,76	
5	h	9,90	+1,82	+3,33	-1,82	
6	aD	41,04	+1,15	+0,22	+0,83	
7	pD	39,80	-3,82	-1,01	-0,03	
8	pl	12,31	+2,6	+6,74	+2,5	
9	aP	26,87	+1,38	-2,46	+0,97	
10	aV	43,70	-1,33	-1,26	-1,17	
11	aA*	60,67	-0,63	-0,59	-0,79	
12	ID	24,49	+2,53	+0,53	+3,59	
13	hD	16,14	+1,05	-1,12	+1,18	
14	IA	6,36	+3,46	+12,89	+7,39	
15	hA*	13,70	-0,15	-2,41	+3,72	
16	IP	14,19	+5,71	+7,61	+6,06	
17	IV*	13,23	-0,30	+1,74	+2,72	
18	PV*	17,46	+1,15	+3,44	+1,72	
19	VA*	18,06	+2,05	+2,77	-1,72	
20	IC₁	18,88	+1,91	+6,46	+4,03	
21	IC₂	20,11	+0,70	+3,93	+2,98	
Середнє відхилення ознаки за модулем			1,74	3,02	2,43	Ознаки, пов'язані із живленням риби
22	lr	35,77	-3,49	-3,24	+6,49	
23	mx	24,16	+5,67	+10,18	+11,80	
24	mn	20,5	+6,39	+13,02	+10,73	
25	lc	26,97	+1,22	-0,33	+1,82	
26	hc	72,31	+3,29	+3,89	+8,35	
27	hc₁	62,6	+1,04	-1,13	+6,26	
Середнє відхилення ознаки за модулем			3,52	5,3	7,57	Ознака, яка характеризує дихання
28	po	42,18	+0,24	+2,58	+7,61	
Середнє відхилення ознаки за модулем			0,24	2,58	7,61	Ознаки, функціональне навантаження яких не визначене
29	ho	6,85	+1,31	+3,07	+2,04	
30	io	34,41	+0,15	+5,09	-2,01	
31	do	25,74	+0,78	-3,92	+9,52	
Середнє відхилення ознаки за модулем			0,75	4,03	4,52	

* Може характеризувати ознаку розмноження.

Відповідно до особливостей використання *Suyprius carpio koi* як об'єкта зариблення природних декоративних водойм України виникає необхідність створення групи ознак, які характеризують якість кої й формують вартісний діапазон риби.

Беручи до уваги рекомендації японських і ізраїльських спеціалістів, які працюють із декоративним коропом кої, можна виділити 13 основних морфологічних ознак (табл. 2) і три екстер'єрних (власне забарвлення, точність контурів малюнка, насиченість кольору), які характеризують лише якість породи й формують ціну *Suyprius carpio koi*.

Таблиця 2

Відхилення показників морфологічних ознак кольорових порід коропа кої, які характеризують якість породи і формують вартісний діапазон

№ з/п	Ознака	Еталон Група № 4	Група № 1	Група № 2	Група № 3
1	H	27,94	-1,65	-0,86	-3,76

2	ID	24,49	+2,53	+0,53	+3,59
3	hD	16,14	+1,05	-1,12	+1,18
4	IP	14,19	+5,71	+7,61	+6,06
5	IV	13,23	-0,30	+1,74	+2,72
6	IC ₁	18,88	+1,91	+6,46	+4,03
7	IC ₂	20,11	+0,70	+3,93	+2,98
8	lc	26,97	+1,22	-0,33	+1,82
9	hc ₁	62,60	+1,04	-1,13	+6,26
10	po	42,18	+0,22	+2,58	+7,59
11	ho	6,85	+1,27	+3,02	+2,00
12	io	34,41	+0,13	+5,08	-2,01
13	do	25,74	+0,79	-3,90	+9,55
Середнє відхилення ознаки за модулем (%)			1,43	2,95	4,12

За результатами встановлених значень відхилень показників пластичних ознак і за характеристикою їх змін установлюємо причину статистично значущих відхилень (рис. 1).

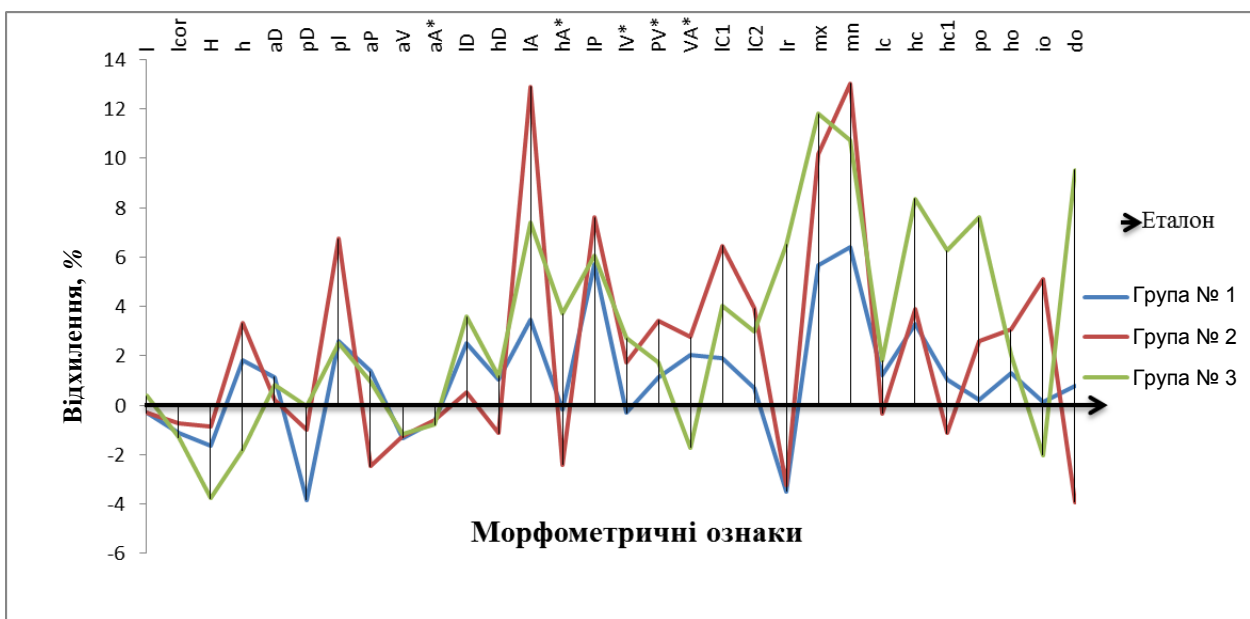


Рис. 1. Коливання значення відхилення показників пластичних ознак кольорових порід коропа кої

Як видно з рис. 1, відхилення від еталону статистично незначне, окрім декількох показників цього літоку групи № 2 червоно-білі *Kohaku*, а саме довжини основи анального плавця (IA), і довжини верхньої і нижньої щелеп (*mx*, *mn*) у груп № 3 чорно-білі *Kumonryu* та №2 червоно-білі *Kohaku*. Згідно із характеристиками змін морфологічних ознак риб, за Митрофановим, можна зробити висновок, що наявність яскравого кольору зумовила появу пристосування до збільшення швидкості руху риб (IA) за зростання привабливості для хижаків, а, з іншого боку, появу пристосування до кращого захоплення їх кормових організмів (*mx*, *mn*) через відлякування забарвленням.

Однак за кількома показниками неможливо об'єктивно оцінити загальну картину відмінностей груп. Краще оцінювати різницю кольорових порід за всіма показниками, які будуть характеризувати ознаки, які пов'язані або характеризують функціональний процес.

Конкретний результат такого порівняння порід коропа кої за всіма показниками зображений на рис. 2. Як бачимо за результатами дослідження, більшість ознак має незначний рівень коливання коефіцієнта варіації ($Kv \leq 10\%$).

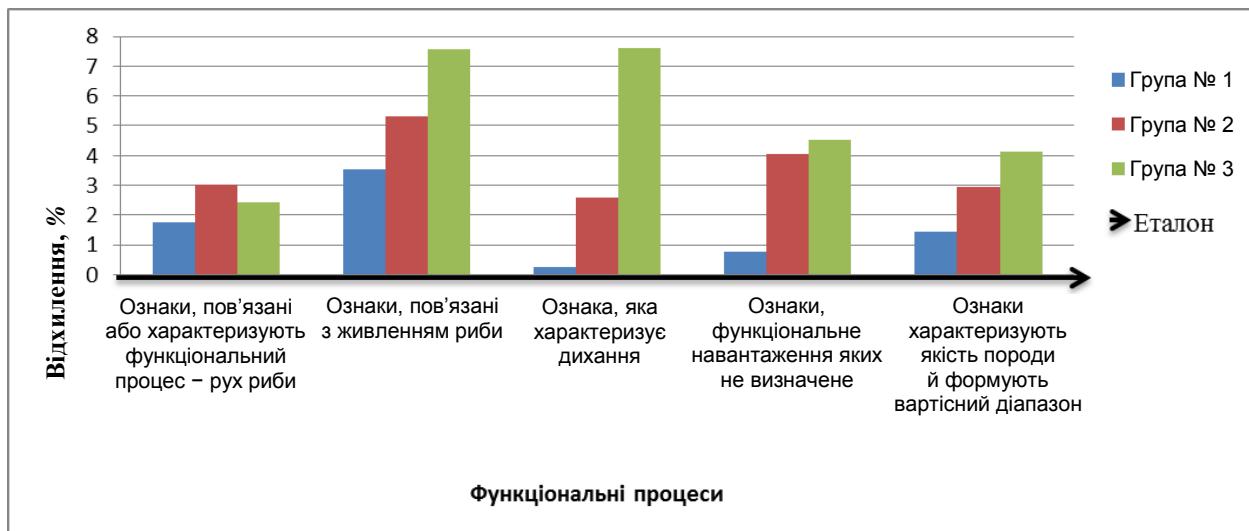


Рис. 2. Характеристика кольорових порід *Syrpinus carpio koi* за ознаками, які пов'язані або характеризують функціональний процес

Відсутність статистично значущої різниці показників пластичних ознак між породами коропа кої *Syrpinus carpio koi* засвідчує відсутність видоспецефічних морфологічних змін. А вартісний діапазон риб кольорових порід коропа кої доцільно визначати за візуальними характеристиками.

За темпом росту цьоголіток, заснованому на аналізі показників абсолютних лінійних приростів (зоологічна довжина (L)), встановлено різницю у використанні потенціалу росту між рибами кольорових порід коропа кої (рис. 3).

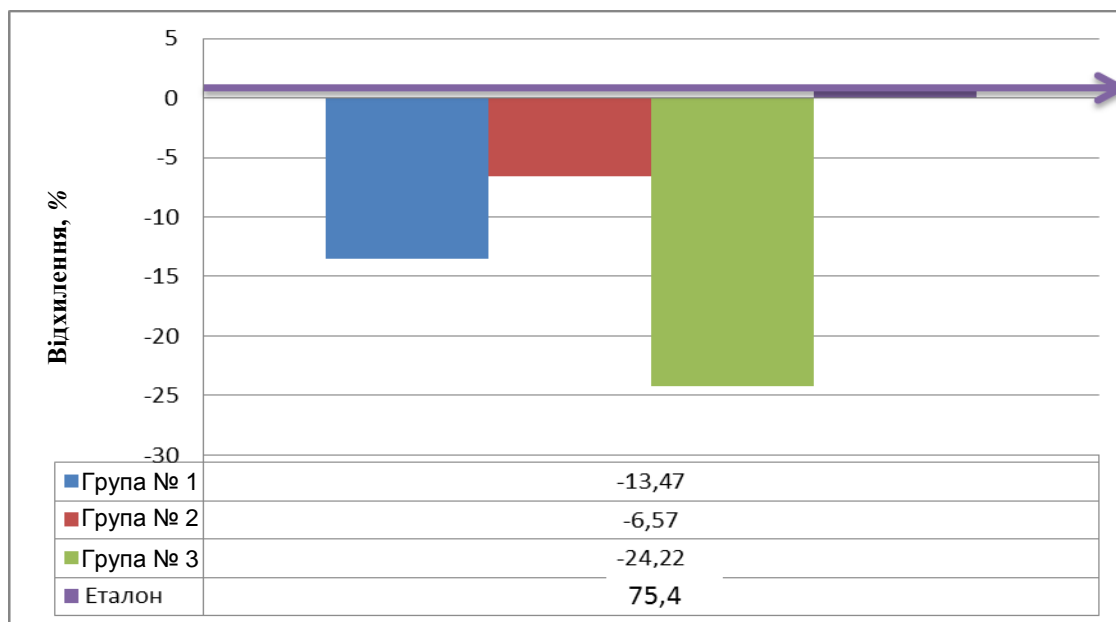


Рис. 3. Характеристика використання потенціалу лінійного росту цьоголітками кольорових порід коропа кої

Зважаючи те, що всі породи утримувались в однакових умовах, вони по-різному реалізували свій потенціал росту за вегетативний період. Так, у коропа кої групи № 1 чорно-жовті (*Utsurimono*) коефіцієнт варіації складав -13,47 %, а у групи № 3 чорно-білі *Kumonryu* – -24,22 %. Загалом коефіцієнт варіації зоологічної довжини цьоголіток груп № 1 і № 3 був на середньому рівні, а різниця була статистично значущою і впливала на вартісну оцінку декоративного коропа кої.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За результатами досліду сама по собі мінливість однієї та тієї ж ознаки не може визначати ступінь його функціонального навантаження і є наслідком адаптації виду до умов існування. Більшість ознак перебувала на незначному рівні варіації ($K_v \leq 10\%$), що засвідчує відсутність видоспецефічних морфологічних змін. Можна стверджувати,

що морфологічно породи не відрізняються, а вартісний діапазон визначається за візуальними екстер'єрними показниками (власне забарвлення, точність контурів малюнка, насиченість кольору) й темпом росту, які характеризують лише *Cyprinus carpio koi*.

Проведені дослідження на коропі *koi* *Cyprinus carpio koi* показали, що застосування сучасних методик статистичної обробки морфометричних даних репрезентативних виборок дають можливість установити рівень відмінностей між породами в загальній структурі виду.

Джерела та література

1. Митрофанов В. П. Экологические основы морфологического анализа рыб : учеб. пособие / В. П. Митрофанов. – Алма-Ата : [б. и.], 1977. – 33 с.
2. Головач А. В. Статистика / А. В. Головач, А. М. Єріна, О. В. Козирева. – К. : Вища шк., 2008. – 623 с.
3. Герасименко С. С. Статистика / [С. С. Герасименко, А. В. Головач, А. М. Єріна та ін.]. – К. : КНЕУ, 2007. – 467 с.
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
5. 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 // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. – Тернопіль : [б. в.], 2013. – С. 56–61.

Стаття надійшла до редколегії
18.10.2013 р.