

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ БЕЛОГО АМУРА ИЗ ПРУДОВ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ УЗБЕКИСТАНА

Бозорова Д.С.¹

Камилов Б.Г.²

1 - Ташкентский филиал Самаркандского государственного университета ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологии

2 - Институт зоологии Академии наук Узбекистана

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17977393>

Реферат. Изучение морфологической изменчивости как адаптации генотипа к условиям окружающей среды важны для объектов аквакультуры. Белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) – важный объект аквакультуры Узбекистана. Вид был завезен в Ташкентскую область в начале 1960х, прижился в новых условиях. Исследовали морфометрические показатели у трех возрастных групп (1-, 2-, 3-годовиков), проводя многомерный анализ пластических признаков. Выявлены три латентных фактора, влияющих на величины индексов пластических показателей.

Ключевые слова. Белый амур, *Ctenopharyngodon idella*, морфометрия, прудовое рыбоводство, Узбекистан.

FACTOR ANALYSIS OF PLASTIC TRAITS OF GRASS CARP FROM PONDS IN THE TASHKENT REGION OF UZBEKISTAN

D. Bozorova¹

B. Kamilov²

1 - Tashkent Branch of the Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry, and Biotechnology

2 - Institute of Zoology, Academy of Sciences of Uzbekistan

Abstract. The study of morphological variability as a genotype's adaptation to environmental conditions is important for aquaculture species. Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) is an important aquaculture species in Uzbekistan. The species was introduced to the Tashkent region in the early 1960s and has adapted to the new conditions. Morphometric parameters were studied in three age groups (1-, 2-, and 3-year-olds) using a multivariate analysis of plastic traits. Three latent factors influencing the values of plasticity indices were identified.

Keywords: Grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, morphometry, pond fish farming, Uzbekistan.

Морфологические признаки рыб имеют внутри- и межпопуляционную изменчивость, показывающую адаптацию к местным условиям (Turan et al., 2006 г.; Clabaut et al., 2007; He et al, 2013). Белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) – важнейший объект рыбоводства Узбекистана, его воспроизводят искусственно в рыбопитомниках, получая потомство от 3 – 5-годовалых рыб-производителей (Камилов и др., 2018). Фенотипическую изменчивость исследуют по пластическим признакам. Целью работы был факторный анализ многомерных пластических признаков белого амура Ташкентской области.

Пробы собирали в ноябре в 2023, 2024 и 2025 годов в зональном рыбопитомнике (Ташкентская область, среднее течение р. Чирчик). Из уловов выбирали случайных рыб

поколения с известным возрастом, помещали их на бок и делали цифровое фото. По фото измеряли пластические признаки по схеме промеров карповых рыб (Правдин, 1966) и переводили в абсолютные значения. Рассчитывали индексы пластических промеров (% от стандартной длины тела). Проводили факторный анализ с помощью программы PSCP.

Годовики прудового белого амура имели стандартную длину тела 17,9 – 26,5 (в среднем 23,2) см, 2-годовики – 38,8 – 45,6 (43,0) см, 3-годовики (все были половозрелыми) – 50,1 – 61,2 (56,2) см.

При проведении факторного анализа методом главных компонент (РСА) с вовлечением абсолютных значений пластических промеров белого амура выявили подавляющее значение размеров тела рыб, нагрузка которой на 92,2% определяла совокупную дисперсию. Дальнейшие анализы мы проводили с индексами промеров пластических признаков в процентах от стандартной длины тела. Большинство индексов пластических промеров белого амура показали межвозрастную изменчивость (Табл. 1).

Проведение факторного анализа по критерию Кайзера – Мейера – Олкина (0,722, приемлемая адекватность) и критерию сферичности Барлетта ($1,33 \cdot 10^{-116}$) приемлемо. Были извлечены 3 латентных факторов, влияющих на изменчивость исследуемых индексов пластических показателей, объясняющих 72,2 % общей дисперсии (Табл. 2). Провели два варианта факторного анализа индексов пластических признаков: в варианте «А» не включали абсолютные показатели длины тела и возраста рыб, в варианте «Б» их включили. В обоих случаях факторный анализ показал схожие результаты по нагрузке выявленных факторов (Табл. 3).

Таблица 1. Средние индексов пластических промеров (% от стандартной длины тела) белого амура исследуемых возрастов

Индекс показателя, %	Возраст, годов		
	1	2	3
od - Длина туловища	72,88	79,32	75,71
ap - длина рыла	6,34	3,60	5,26
np - диаметр глаз	4,19	3,18	3,24
po - Заглазничный отдел головы	16,96	14,46	15,73
ao - Длина головы	27,40	21,22	24,27
lm - высота головы у затылка	19,55	17,25	17,66
gh - Наибольшая высота тела	23,57	26,82	24,79
ik - Наименьшая высота тела	11,47	11,93	11,55
aq - Антедорсальное расстояние	53,81	51,88	54,68
sd - Постдорсальное расстояние	35,52	38,86	37,54
fd - Длина хвостового стебля	13,79	15,34	13,60
qs - Длина основания D	12,23	10,67	9,40
tu - Наибольшая высота D	17,07	16,40	15,28
yy1 - Длина основания A	9,11	8,00	7,40
ej - Наибольшая высота A	13,43	12,68	10,14
vx - Высота грудного плавника	18,86	19,06	19,90

zz1 - Высота брюшного плавника	14,60	13,85	11,51
vz - Пектро-вентральное расстояние	29,74	32,18	33,24
zy - Вентро-анальное расстояние	21,93	24,14	22,72

Таблица 2. Выявленные латентные факторы, влияющие на изменчивость индексов пластических промеров белого амура и объясненная ими совокупная дисперсия

Латентный фактор	Ротация суммы квадратов нагрузок		
	Всего	% дисперсии	Суммарный %
1	7,13	37,50	37,50
2	4,24	22,30	59,80
3	2,36	12,40	72,20

Таблица 3. Повернутая матрица компонент^а (индексов пластических признаков) белого амура (вариант «А» - нет в анализе длины тела и возраста рыб; «Б» - анализ, включая длину тела и возраст рыб)

Показатель	Вариант А			Вариант Б		
	Факторы			Факторы		
	1	2	3	1	2	3
SL	-	-	-		-	
					0,890	
возраст	-	-	-		-	
					0,906	
Длина головы	0,977			-		
				0,971		
Длина рыла	0,942			-		
				0,944		
Длина туловища	-			0,898		
				0,894		
Заглазничное расстояние	0,837			-		
				0,829		
Диаметр глаза	0,805			-		
				0,788		
Расстояние V-A	-			0,768		
				0,765		
Расстояние P-V	-			0,745		
				0,730		
Наибольшая высота тела	-			0,727		
				0,721		
Высота головы у затылка	0,677			-		
				0,660		
Антедорсальное расстояние	0,601		-	-		-
			0,528	0,621		0,529
Наименьшая высота тела						

Длина основания D		0, 905			0, 878	
Наибольшая высота A		0, 897			0, 925	
Длина брюшного плавника		0, 873			0, 908	
Наибольшая высота D		0, 764			0, 716	
Длина основания A		0, 737			0, 704	
Длина хвостового стебля			0, 856			0, 800
Постдорсальное расстояние	- 0,526		0, 592	0, 502		0, 628
Длина грудного плавника			- 0,567			- 0,606
Метод выделения факторов: метод главных компонент. Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.						
а. Вращение сошлось за 4 итераций.						

Невозможность использования абсолютных значений промеров пластических признаков рыб для оценки изменчивости ихтиологи поняли давно и используют индексы от размеров тела. Корректность такого подхода подтвердил наш факторный анализ.

Одной из причин морфометрической изменчивости белого амура выявлены размерно-возрастные изменения, т.е. аллометрия (с развитием рыб соотношения пропорций частей тела меняется достоверно). Пластические признаки характеризуют поколения разных возрастных групп на примере белого амура. Сравнения морфометрических показателей у разных популяций вида корректно следует вести с учетом размерно-возрастных особенностей.

Анализируя извлеченные латентные факторы, можно предположить следующее. Первый латентный фактор влияет на индексы линейных показателей тела белого амура, второй фактор – на размеры плавников, третий фактор однозначно пока объяснить трудно (в частности, он влияет на относительные размеры хвостового стебля, на длину грудного плавника и, частично, постдорсальное расстояние). При этом, выбранные нами предикторы легко измеряемы, являются самыми «сильными по нагрузке» латентных факторов, их выбор сильно сокращает размерность анализируемых пластических признаков и сильно коррелируют с другими предикторами в «своем» латентном факторе.

Вопрос в том, что эти факторы физически нельзя измерить для дальнейших сравнений объекта с белым амуром из других популяций и т.п. Мы учли совокупную нагрузку латентных факторов и предлагаем следующие конкретные, самые «сильные» по нагрузке дискрипторы из каждого латентного фактора: из 1 фактора (38 % нагрузки) – длина головы, длина рыла, длина туловища; из второго латентного фактора (23 % нагрузки) – длина основания D, наибольшая длина грудного плавника; из третьего

фактора (12 % нагрузки)– длину хвостового стебля. Систему индексов пластических признаков можно успешно использовать для исследования разделения стада белого амура внутри вида по размерно-возрастным группам, что позволяет в долгосрочной перспективе лучше и напрямую сравнивать морфологическую эволюцию стада при использовании одного и того же набора измерений, а также сравнивать разные популяции вида.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Камилов Б. Г., Юлдашов М. А., Соатов Ё. Р., Халилов И. И. Пресноводная аквакультура Узбекистана: монография. – Ташкент: GOLD-PRINT NASHR, 2018. – 156 с.
2. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). Москва, Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
3. Clabaut, C., Bunje, P.M.E., Salzburger, W., Meyer A. Geometric morphometric analyses provide evidence for the adaptive character of the Tanganyikan cichlid fish radiations. *Evolution*, 2007, 61: 560–578
4. He, Y. , Li, R., Wang, J., Blanchet, S., Lek, S. Morphological Variation Among Wild Populations of Chinese Rare Minnow (*Gobiocypris rarus*): Deciphering the Role of Evolutionary Processes. *Zoological Science*, 2013, 30(6):475-483.
5. Turan, C., Oral, M., Öztürk, B., Düzgünes, E. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. *Fish Res*, 2006, 79: 139–147