

Л. А. ДОБРИНСКАЯ, Г. И. ОГУРЦОВ, С. П. ЖУРАВЛЕВ

## МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСОБЛЕННЫХ ГРУППИРОВОК СЕГОЛЕТКОВ КАРПА

В настоящей работе изучалась изменчивость ряда признаков и степень специфичности внутривидовых группировок сеголетков карпа (*Cyprinus carpio* L.) при выращивании в одном водоеме.

Материал собран в сентябре 1975 г. на базе Егорьевского рыбокомбината Московской области. Исследовано 474 экз. карпа. Вскрытие проводилось на живых рыбах. Полученные данные обработаны по общепринятым методикам (Смирнов и др., 1972; Поляков, 1959; Божко, Смирнов, 1976). Кроме того, для оценки степени генетической разнородности группировок у рыб бралась кровь на реакцию преципитации эритроцитов карпа с агглютинидами системы АВО стандартной сыворотки крови человека.

Нагульный пруд площадью 100 га, используемый в хозяйстве в качестве выростного, был обловлен новым способом (Огурцов, 1974, 1975), обеспечивающим выход рыбы из пруда экологически обособленными группировками. Пробы отбирали из каждой группировки в момент наиболее интенсивного выхода рыбы, осуществляя контроль через каждые 15 мин, в остальное время суток — через 30 мин. Численность каждой группировки неодинакова (см. рисунок). Порядковый номер группировкам дан по мере их выхода из пруда (в 1'-ю объединены рыбы, дисперсно вышедшие после 1-й группировки).

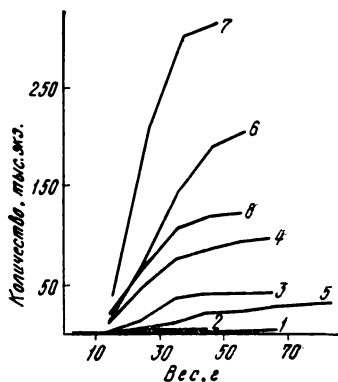
Анализ данных свидетельствует о закономерном характере изменчивости изученных признаков. В среднем по группировкам абсолютный вес мозга (17—28%) варьировал меньше веса тела (28—41%) и других внутренних органов — сердца (35—46%), селезенки (32—48%), печени (29—45%). Эта закономерность сохранялась в каждой группировке, но степень варьирования была не одинакова (табл. 1). Высокая варибельность относительного веса мозга наблюдалась у рыб всех группировок (22—38%); иногда этот показатель превышал изменчивость

индекса селезенки. Так, для особей 5-й группировки коэффициент вариации индекса мозга составлял 33%, селезенки 24%; для рыб 1-й группировки 38 и 37% соответственно. Это объясняется делением слабо варьирующей величины (абсолютный вес мозга) на более варьирующую (вес тела), чем устраняется сопряженное варьирование, но вводится дополнительная изменчивость (Смирнов и др., 1972).

У рыб 1, 3, 7 и 8-й группировок коэффициент вариации абсолютного веса сердца, селезенки и печени составлял 29—40%, а у остальных (1', 2, 4, 6-я группировки) увеличивался до 48%. Изменчивость индекса сердца только у особей 1, 4 и 5-й группировок составила 22—28%; для большинства этот показатель был ниже (12—15%), что можно объяснить высокой корреляцией веса сердца с весом тела. Например, в 3-й группировке коэффициент корреляции сердца почти равен 1 ( $r=0,94$ ), коэффициент вариации индекса сердца равен 12%. При более низкой корреляции веса мозга ( $r=0,43$ ) изменчивость индекса мозга в два раза увеличивается (27%). Отмеченные особенности характерны и для рыб 1', 2 и 7-й группировок. При меньшей разнице в значениях коэффициентов корреляции абсолютного веса мозга ( $r=0,68$ ,  $C=33\%$ ) и сердца ( $r=0,81$ ,  $C=28,3\%$ ) с весом тела у сеголетков 5-й группировки разница в вариабельности этих показателей также меньше.

Уровень изменчивости веса внутренних органов неоднозначен в каждой из исследованных группировок. В этом также проявляется специфичность, обуславливающая в конечном счете сходство норм реакции особей на изменения среды. Часть молоди погибла в начальный период выращивания. В дальнейшем хорошие кормовые условия при малой численности (0,98 млн. экз. при окончательном облове) и определили сравнительно низкую вариабельность тела и некоторых интерьерных признаков сеголетков. Необходимо подчеркнуть важность использования сравнительных данных по изменчивости этих показателей для выяснения основы различий между группировками. Одна из причин неодинаковой изменчивости изученных признаков по отдельным группировкам — неоднородность физиологического состояния особей и генетическая разнородность одновозрастной популяции.

Так, по группам крови рыбы 1-й группировки по критерию  $\chi^2$  отличались от 5 и 6-й по второму уровню значимости и от



Кумулята распределения численности карпа в группировках (1—8) по весовым классам.



селезенки, мг . . .	37	257,62±17,11	102,67	39,85	60	244,22±13,36	102,63	42,02	34	325,62±23,16	133,05	40,86
печени, мг . . .	37	1624,3±89,36	536,15	33,01	60	1441,7±84,65	650,21	45,10	34	1976,5±141,11	810,58	41,31
Индекс, °/∞°:												
мозга . . . . .	37	3,18±0,14	0,85	26,69	60	3,60±0,12	0,96	26,65	34	2,89±0,17	0,95	33,03
сердца . . . . .	37	1,73±0,04	0,21	12,31	59	2,12±0,08	0,59	28,0	34	2,08±0,10	0,59	28,27
селезенки . . . . .	37	7,16±0,24	1,46	20,44	60	7,62±0,30	2,30	30,15	34	7,14±0,29	1,69	23,62
печени . . . . .	37	45,70±1,25	7,50	16,41	60	44,08±1,46	11,21	25,44	34	43,22±1,64	9,43	21,81
Приведенный вес моз- га . . . . .	37	18,27±0,51	3,07	16,81	60	19,52±0,43	3,30	16,89	34	18,36±0,57	3,25	17,71

№ группировки

Показатель	6						7						8						
	M±m		σ		C, %		M±m		σ		C, %		M±m		σ		C, %		
	n				n		n			n		n			n			n	
Вес:																			
тела, г . . . . .	85	35,65±1,57	14,43	40,49	45	27,68±1,18	7,82	28,25	50	30,73±1,43	10,02	32,60							
мозга, мг . . . . .	85	117,39±2,59	23,77	20,25	45	106,49±2,87	19,06	17,90	50	114,38±2,96	20,72	18,12							
сердца, мг . . . . .	84	63,73±2,78	25,35	39,78	45	42,62±2,49	16,51	38,73	50	46,86±2,54	17,75	37,88							
селезенки, мг . . . . .	85	238,28±11,91	109,19	45,83	45	186,20±9,04	59,97	32,21	50	158,16±8,08	56,57	35,78							
печени, мг . . . . .	85	1569,5±63,45	581,50	37,05	45	1171,1±52,09	345,52	29,51	50	1258,0±51,56	360,93	28,69							
Индекс, °/∞°:																			
мозга . . . . .	85	3,55±0,10	0,93	26,27	45	4,01±0,13	0,86	21,35	50	3,98±0,14	0,96	24,02							
сердца . . . . .	84	1,80±0,03	0,26	14,46	45	1,52±0,03	0,23	15,25	50	1,52±0,03	0,23	15,07							
селезенки . . . . .	85	6,81±0,22	2,05	30,09	45	6,87±0,27	1,76	25,68	50	5,30±0,19	1,36	25,58							
печени . . . . .	85	44,79±0,92	8,29	18,73	45	42,91±1,15	7,66	17,85	50	42,15±1,09	7,62	18,07							
Приведенный вес моз- га . . . . .	85	20,14±0,37	3,37	16,73	45	20,48±0,43	2,89	14,10	50	21,03±0,36	2,55	12,12							

2 и 8-й группировок по третьему. Эти данные еще раз подтверждают, что изученная популяция разнородна и что среда обитания оказывает неоднозначное влияние на особей. Например, индекс сердца рыб 2, 4, и 5-й группировок при четких различиях в весе тела составляет 2,1‰, а у особей из 7 и 8-й группировок — 1,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (см. табл. 1). Быстрорастущие рыбы 5-й группировки (ПВТ=27) — это особи с повышенным обменом веществ, а высокий индекс сердца у карпов самой мелкой по весу тела 2-й группировки (ПВТ=27) обусловлен большими тратами энергии при добывании пищи: около кормовых столиков крупные кормятся в первую очередь, отгоняя мелких (Brown, 1946, 1951, 1957; Rose, 1959a, б; Кряжева, 1966), хотя степень упитанности и накопленности быстрорастущих и медленно растущих может быть одинаково высокой (Ионова, 1962; Добринская, Следь, 1974; Шварц и др., 1976).

Выявлено закономерное изменение веса мозга: крупные особи всегда обладают относительно меньшей его величиной (см. табл. 1), что уже было показано рядом авторов на большом материале (Смирнов и др., 1972). Однако встречаются и отклонения от установленной закономерности: при разном весе тела ( $t=3,7$ ) особи 3 и 7-й группировок обладали одинаковым весом мозга (107—109 мг); сеголетки 5 и 8-й отличались достоверно ( $t=5,1$ ) по весу тела, а вес их мозга был практически одинаков (115 и 117 мг;  $r=0,67$  и  $0,77$  соответственно). Абсолютный вес внутренних органов связан с весом тела четкой положительной корреляцией ( $r$  колеблется от +0,5 до +0,95). Корреляция индекса мозга с весом тела у рыб всех группировок отрицательная (от -0,7 до -0,8;  $t=5,8$ —10,6).

Для относительного веса сердца характерна слабая корреляция: у особей 8-й группировки  $r=+0,01$ , 7-й +0,3 и 1'-й +0,3 при  $t<1,7$ . В большинстве же группировок отмечена отрицательная корреляция этого показателя (от -0,04 до -0,3) при  $t=0,7$ —2,3. Коэффициент корреляции индекса селезенки составляет от -0,07 до -0,4 ( $t=0,4$ —3,7) и только в 3-й группировке  $r=+0,002$  ( $t=0,01$ ). Относительный вес печени имеет слабую отрицательную корреляцию от -0,06 до -0,5 ( $t=0,05$ —2,3), а в 5-й группировке отмечена четкая отрицательная корреляция этого показателя ( $r=-0,5$  при  $t=4,0$ ).

Изменения относительного веса сердца, селезенки и печени с увеличением размеров тела рыб разных группировок незаконномерны. Достоверно различающиеся по весу тела рыбы 5-й (крупные), 4-й (средние) и 2-й (мелкие) группировок имели одинаковый индекс сердца. Особи 1' и 8-й группировок с одинаковым весом тела ( $t=0,05$ ) четко различались по индексу сердца при  $t=7,2$  (см. табл. 1). Подобные примеры свидетельствуют о специфичности каждой группировки.

Специфика группировок проявляется и в характерной для каждой величине индексов. Так, рыбы 1-й группировки обладают

Приведенный вес тела (ПВТ) и его изменчивость у сеголетков карпа по группировкам

№ группировки	$M \pm m$	$\sigma$	$C, \%$	$n$
1	28,04 ± 0,28	2,31	8,25	70
1'	27,53 ± 0,69	4,11	14,93	37
2	27,20 ± 0,56	3,35	12,33	37
3	27,07 ± 0,47	2,81	10,39	37
4	27,24 ± 0,27	2,10	7,72	60
5	27,01 ± 0,37	2,15	7,96	34
6	26,27 ± 0,24	2,22	8,46	85
7	26,25 ± 0,35	2,31	8,79	45
8	25,99 ± 0,23	1,58	6,07	50

максимальными средними значениями индекса печени (50,5‰), а особи 8-й группировки при минимальных относительных размерах органов имеют самый высокий индекс мозга.

Приведенный вес мозга (ПВМ), т. е. отношение веса мозга к квадратному корню из веса тела, по  $M$  для всех группировок колеблется от 18,27 до 21,03. Минимальные значения ПВМ, аллометрического экспоната ( $\alpha=0,2469$ ) и коэффициента корреляции ( $r=0,43$ ) отмечены для особей 3-й группировки, максимальные ( $\alpha=0,5214$ ,  $r=0,83$ ) характерны для дисперсно вышедших рыб. Варьирование ПВМ ( $C=12-20\%$ ) меньше, чем абсолютного веса мозга (17—28%) и его индекса (21—33%). Различия по ПВМ не обусловлены различиями в весе тела, что также свидетельствует о неоднородности популяции карпов (см. табл. 1).

Отличаются отдельные группировки по приведенному весу тела и его изменчивости. Минимальные значения этих показателей характерны для рыб из 8-й группировки (ПВТ=25,9±1,6;  $C=6,1\%$ ), а максимальные — для дисперсно вышедших (ПВТ=28,0±4,1;  $C=14,9\%$ ). Вероятно, группировки формируются из особей, достигших к осени определенной степени упитанности, сходных не только по физиологическому состоянию, но и по конституционным особенностям (табл. 2). Упитанность сеголетков перед посадкой на зиму при коэффициенте упитанности 2,71—2,76 считается вполне удовлетворительной (Кирпичников, Шарт, 1974).

Разнородность популяций и каждой группировки определяется разнообразными причинами (в том числе и генетически), обуславливающими различия в количественных соотношениях веса тела и мозга (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Следь, 1976; Wellensiek U., 1953; Geiger, 1956; Necrasov, 1968; Haimovici, Vasilescu, 1971; Packard, Wainwright, 1974; Peirre, Hannequart, 1974; Ridet и др., 1975).

Изменчивость веса ( $C_Q$ ) длины ( $C_L$ ), их отношения и аллометрический экспонент сеголетков карпа по группировкам

№ группировки	$C_Q$ , %	$C_L$ , %	$C_Q : C_L$	$\alpha_Q$	$\alpha_L$
1	38,88	13,16	2,95	$0,39 \pm 0,05$	$0,94 \pm 0,29$
1'	36,39	13,54	2,69	$0,52 \pm 0,06$	$1,73 \pm 0,20$
2	36,91	12,13	3,04	$0,47 \pm 0,09$	$1,42 \pm 0,30$
3	34,37	8,69	3,95	$0,25 \pm 0,09$	$0,83 \pm 0,33$
4	36,29	10,98	3,30	$0,42 \pm 0,06$	$1,48 \pm 0,19$
5	39,51	12,14	3,25	$0,34 \pm 0,07$	$1,10 \pm 0,23$
6	40,49	11,14	3,63	$0,34 \pm 0,05$	$1,07 \pm 0,17$
7	28,25	9,40	3,00	$0,48 \pm 0,09$	$1,59 \pm 0,29$
8	32,61	10,64	3,06	$0,39 \pm 0,04$	$1,32 \pm 0,16$

У разных видов и популяций аллометрический коэффициент  $\alpha$  колеблется от 0,293 до 0,660 (Шварц и др., 1968), для пресноводных рыб Германии (14 видов) он составляет 0,28—0,76 (Geiger, 1956). В среднем по группировкам карпа показатель  $\alpha$  колеблется от  $0,245 \pm 0,087$  до  $0,521 \pm 0,063$  (табл. 3). Четкого снижения  $\alpha$  по мере увеличения веса тела не наблюдается, степень различий между группировками в большинстве случаев близка к порогу достоверности (до 2,6). Установлено, что изменения  $\alpha$  не зависят от веса тела рыб. Так, при одинаковом весе тела, равном 31 г (1' и 8-я группировки)  $\alpha = 0,392 \pm 0,054$  и  $0,521 \pm 0,061$  соответственно. В то же время при различном весе тела ( $t=3,5$ ) рыбы 5 и 6-й группировок имеют одинаковый аллометрический коэффициент 0,342. Следовательно, закономерности соотносительного роста мозга в меньшей степени определяются условиями существования.

Таким образом, экологическая обусловленность широкого варьирования роста веса тела и внутренних органов даже у одновозрастных рыб является хорошим критерием морфофизиологической специфичности отдельных группировок. Представляет интерес изучение этих показателей у рыб старшего возраста (у них генетическая определенность выражена более четко) в комплексе с серологическими анализами с использованием нового способа облова нагульных прудов и естественных водоемов.

#### ЛИТЕРАТУРА

Божко А. М., Смирнов В. С. Отражение экологической специфики в морфофизиологических показателях разных популяций рыба.— Рыбц (комплексные исследования в нескольких точках ареала). Вильнюс, «Моклас», 1976.

Добринская Л. А., Следь Т. В. Рост мальков карпа в экспериментальных условиях.— Экология, 1974, № 6.

Ионова В. И. К методике изучения пищевых внутривидовых взаимоотношений молоди некоторых карповых.— Проблемы внутривидовых отношений организмов. Томск, Изд-во Томского гос. ун-та, 1962.

Кирпичников В. С., Шарт Л. А. Ускорение смены поколений карпа при проведении селекции в южных районах СССР.— Генетика и селекция карпа и других объектов рыбоводства. Труды ВНИИПРХ, 1974, т. 23.

Кряжева К. В. Влияние плотности посадки на рост, изменчивость и выживаемость молоди гибридных карпов.— Изв. ГосНИОРХ, 1966, т. 61.

Огурцов Г. И. Установка делевого уловителя при вылове рыбы экологически обособленными группировками.— Информ. листок ГОСИТИ. М., 1974.

Огурцов Г. И. Облов 100-гектарного пруда новым способом.— Рыбное хозяйство, 1975, № 9.

Поляков Г. Д. Взаимосвязь линейного роста, увеличения веса, накопления веществ и энергии в теле сеголетков карпа, выращиваемых в разных условиях.— Биологические основы рыбного хозяйства. Томск, Изд-во Томского гос. ун-та, 1959.

Следь Т. В. Скорость роста и нарастание веса мозга в разных популяциях плотвы.— Докл. АН СССР, 1976, т. 226, № 5.

Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфологических индикаторов в экологии рыб.— Труды СевНИОРХ, т. 7. Петрозаводск, «Карелия», 1972.

Шварц С. С., Ищенко В. Г., Добринская Л. А., Амстиславский А. Э., Бруснынина И. Н., Паракецов И. А., Яковлева А. С. Скорость роста и размеры мозга рыб.— Зоол. ж., 1968, т. 17, вып. 6.

Шварц С. С., Пястолова О. А., Добринская Л. А., Рункова Г. Г. Эффект группы в популяциях водных животных и химическая экология. М., «Наука», 1976.

Brown M. E. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.). 1. Factors influencing the growth of trout fry.— J. Exptl. Biol., 1946, vol. 22, N 3.

Brown M. E. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.). 4. The effect of food and temperature on the survival and growth of fry.— J. Exptl. Biol., 1951, vol. 28, N 4.

Brown M. E. Experimental studies on growth.— Physiology of Fishes, vol. 1. N.Y.—London, Academic Press., 1957.

Geiger W. Quantitative Untersuchung über das Gehirn der Knochenfische, mit besonderer Berücksichtigung seines relativen Wachstums.— Acta anatomica, 1956, vol. 26, N 1.

Haimivici S., Vasilescu R. Consideration concernant la croissance relative du poids corporel et de Certains organes internes aux Gobiidae.— An. stiint. Univ., "Cuza" Iasi (ser. Nowa), 1971, vol. 17, f. 2.

Peirre L., Hannequart M. H. Relations entre la longueur du poisson, le poids du cervecu et sa teneur en acides nucleiques chex la carpe royale.— C.r. Acad. sci, 1974, vol. 278, N 26.

Necrasov O. Sur la variabilite intraspecificque du volume de l'encephale et de la moelle au cours de la croissance chez les poissons.— Rev. roumaine. biol., ser. zool., 1968, vol. 13, N 6.

Packard A., Wainwright A. W. Brain growth of young herring and trout.— Early Life History Fish. Berlin, 1974.

Ridet J.-M., Gueze P., Platel R., Bauchot R. L'allometrie ponderata encephalo-somatique chez les poissons teleosteens des cotes reunionnaises.— C. r. Acad. sci., 1975, vol. 280, N 1.

Rose S. M. Failure of survival of slowly growing members of a population.— Science, 1959a, vol. 129.

Rose S. M. Population control in guppies.— Amer. Midland. Naturalist, 1959b, vol. 62.

Wellensiek U. Die Allometrieverhältnisse und Konstruktionsänderungen bei dem kleinsten Fisch im Vergleich mit etwas grösseren verwandten Formen.— Zoologische Jahrbücher. Abt. f. Anat., 1953, Bd 73, H. 2.