

Н. В. ПАШКЕВИЧ

ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРПА РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ

Морфологические и биохимические показатели крови в значительной степени отражают интенсивность обменных процессов в организме и имеют связи с возрастом, ростом, развитием и продуктивностью организма (Остроумова, 1960; Коржуев, 1964, 1968; Стребкова, 1968; Леоненко, 1968; Иванова, 1973, и др.). Гематологические исследования карпа на популяционном уровне только начинают развиваться. Изучено воздействие на морфологический состав крови рыб различных экологических факторов, а также характера питания. Однако данных о сравнительной характеристике крови карпов различных генотипов недостаточно. В работах К. А. Головиной (1940), В. С. Кирпичникова (1937, 1945) отмечается плейотропное действие генов чешуи карпа на ряд его признаков — жизнеспособность, скорость роста, форму тела, строение плавников и количество жаберных тычинок. Очевидно, действие генов чешуи на жизнеспособность тесно связано со всем комплексом внешней среды и наследственных свойств организма, поэтому представляют интерес гематологические исследования генетически разнородных популяций. В этом направлении изучалась изменчивость некоторых физиологических признаков у карпов различного генотипа (Чан Май Тхиен, 1969). Выявлены наследственные различия между группами карпов по их отношению к теплоустойчивости, к кислородному голоданию; различия в количестве эритроцитов и гемоглобина. Получены предварительные данные о существовании определенной зависимости между генами чешуи и факторами групп крови (Похиль, 1969).

Известно, что интенсивность процессов кроветворения определяется скоростью роста и развития организмов. По имеющимся данным (Иваненко; цит. по Мовчану, 1958), у сеголетков карпа разных пород наблюдается изменение состава крови, обусловленное интенсивностью роста в зависимости от условий выращивания. Лабораторные эксперименты, проведенные на рыбах из природных популяций, показали, что при совместном содержании одновозрастных рыб скорость их роста и числен-

ность регулируются не только плотностью посадки, но и генетической разнородностью популяций (Добринская, Беляев, 1975; Шварц и др., 1976). Представляется интересным проследить характер изменения показателей крови и их изменчивость в процессе роста и развития молоди карпа в популяциях прудовых экосистем с различной генетической структурой.

Исследования проводились летом 1975 г. на четырех выростных прудах (В-1, В-2, В-5 и В-6) Билейского рыбопитомника. В качестве гематологических характеристик использовали концентрацию гемоглобина, число эритроцитов и среднее содержание гемоглобина, приходящееся на один эритроцит (СГЭ). Эти показатели дают возможность выявить роль гемоглобина в энергетических процессах организма, определяющих интенсивность обмена веществ. Кровь брали из хвостовой вены, в качестве антикоагулянта применяли гепарин. Концентрацию гемоглобина в крови определяли методом солянокислого гематина гемометром Сали, количество эритроцитов просчитывали в камере Горяева. СГЭ вычисляли по формуле, предложенной Винтробом (Wintrobe, 1933). Для исследования брали из пруда в среднем по 10 сеголетков каждого генотипа ежедекадно; при окончательном облове — по 20. Всего исследовано 440 экз. карпа; из них 165 чешуйчатых и 275 зеркальных.

Комплексные гидрохимические и гидробиологические наблюдения свидетельствовали о благоприятных и сравнительно одинаковых условиях среды (температурный и газовый режимы, кормовая база и др.) в прудах В-1 и В-2. Для прудов В-5 и В-6, отличающихся меньшей площадью и глубиной, гидрохимические исследования не проводились. Однако визуальные наблюдения свидетельствовали о менее благоприятном гидрохимическом режиме в пруду В-6, на что указывали значительная заиленность его дна и повышенное содержание органического вещества в грунте. По данным гидробиологических исследований, максимальная биомасса зоопланктона к концу периода вегетации достигала $40,5 \text{ г/м}^3$. Чрезмерное накопление органических и биогенных веществ в водной среде часто служит предупреждением о возможном возникновении заморных явлений (Есипова и др., 1976).

Начальная плотность посадки личинок в пруды была различна: В-1 — 51; В-2 — 77; В-5 — 60; В-6 — 60 тыс. шт/га. Окончательная численность сеголетков при последнем облове соответственно составляла 26; 45; 33 и 19 тыс. шт/га. Различным оказалось и соотношение чешуйчатой и зеркальной молоди после формирования чешуйчатого покрова. К концу периода в прудах В-1 и В-2 различия сгладились, и соотношение генотипов почти выравнялось при незначительном доминировании зеркальных карпов. Пруды В-5 и В-6 отличались бóльшей генетической однородностью (в них 94% составляла молодь зеркального карпа).

Гематологические показатели и их изменчивость

Дата облова	Генотип	n	Вес тела				
			$M \pm m, g$	$C_V \pm m, \%$	σ	F	t
29.VII	Чешуйчатые	12	$16,84 \pm 1,73$	$34,06 \pm 6,95$	5,73	2,74	0,12
	Зеркальные	8	$16,57 \pm 1,31$	$20,89 \pm 5,22$	3,46		
8.VIII	Среднее		$16,71 \pm 1,11 (20)^*$	$29,05 \pm 4,59$	4,86	—	—
	Чешуйчатые	10	$25,57 \pm 2,10$	$24,67 \pm 5,52$	6,31	2,37	0,98
Зеркальные	10	$23,10 \pm 1,37$	$17,74 \pm 3,97$	4,10			
28.VIII	Среднее		$24,33 \pm 1,22 (20)$	$21,91 \pm 3,46$	5,33	—	—
	Чешуйчатые	10	$42,35 \pm 3,46$	$24,48 \pm 5,47$	10,37	2,99	2,03
Зеркальные	11	$34,32 \pm 1,91$	$17,47 \pm 3,72$	5,99			
18.IX	Среднее		$38,11 \pm 2,04 (21)$	$23,93 \pm 3,69$	9,12	—	—
	Чешуйчатые	19	$23,95 \pm 1,04$	$18,42 \pm 2,99$	4,41	1,51	0,31
Зеркальные	20	$24,47 \pm 0,82$	$14,66 \pm 2,32$	3,59			
	Среднее		$24,21 \pm 0,64 (39)$	$16,37 \pm 1,85$	3,96	—	—

* В скобках — количество экземпляров при вычислении средних для популяции гема

Сеголетки карпа характеризуются сравнительно высокой концентрацией гемоглобина в крови, достигающей 8—9 г%, и большим объемом крови по отношению к весу тела (Леоненко, 1968). По нашим данным, за период исследований минимальная средняя концентрация гемоглобина составляла $8,69 \pm \pm 0,23$ г%. Динамика гематологических показателей за период наблюдений имела однотипный характер и у чешуйчатых, и у зеркальных карпов всех прудов (рис. 1). Имея высокий уровень в начале периода, эти показатели резко снижались в августе и вновь повышались к периоду зимовки, что связано с характером питания сеголетков. Показатели крови у рыб, выращиваемых на естественной пище, всегда выше, чем у рыб, подкармливаемых искусственными кормами (Мухина, 1958; Леоненко, 1970). Возможно, это обусловлено более подвижным образом жизни либо получением полноценного корма, содержащего необходимые для синтеза гемоглобина компоненты. В наших опытах минимальные концентрации гемоглобина и число эритроцитов

у чешуйчатых и зеркальных карпов из пруда В-1

Концентрация гемоглобина		Колич. эритроцитов		СГЭ	
$M \pm m, \%$	$C_V \pm m, \%$	$M \pm m, \text{млн/мм}^3$	$C_V \pm m, \%$	$M \pm m, \text{pp} (1 \cdot 10^{-12})$	$C_V \pm m, \%$
9,05±0,29 8,50±0,73	10,82±2,21 22,88±5,72	1,99±0,09 1,20±0,21	31,15±6,36 46,14±11,53	92,16±14,83 86,58±19,41	53,39±10,90 59,31±14,83
8,82±0,33	16,13±2,55	1,59±0,10	39,51±6,25	89,92±11,19	54,26±8,58
8,96±0,278 8,17±0,34	10,33±2,31 12,46±2,79	1,25±0,11 1,34±0,09	26,64±5,96 21,14±4,73	71,83±10,45 63,16±4,35	43,66±9,76 20,67±4,62
8,56±0,21	11,17±1,77	1,29±0,07	23,51±3,71	67,49±5,46	35,26±5,57
9,94±0,39 8,73±0,25	11,77±2,63 9,18±1,96	1,31±0,11 1,40±0,07	25,33±5,66 16,09±3,43	82,73±10,82 63,11±2,25	39,23±8,77 11,28±2,40
9,30±0,26	12,36±1,91	1,36±0,06	20,45±3,15	72,46±5,48	33,81±5,22
8,79±0,15 8,32±0,21	7,49±1,21 11,18±1,77	1,39±0,07 1,18±0,06	20,62±3,34 20,73±3,28	65,96±3,43 72,38±2,53	22,08±3,58 15,23±2,41
8,55±0,13	9,74±1,10	1,24±0,04	22,02±2,49	69,26±2,13	18,92±2,14

тологических показателей.

приходились на период полного перехода сеголетков на питание искусственным кормом, а максимальные — на начальный и завершающий периоды выращивания, когда основную долю в рационе занимал живой корм. Закономерного изменения содержания гемоглобина в эритроците за время вегетации выявить не удалось.

Как показали результаты исследований, различная степень генетической разнородности популяции молоди карпа и изменение ее численности влияют на показатели крови сеголетков и характер их изменчивости. В процессе выращивания численное соотношение чешуйчатой и зеркальной групп сеголетков постепенно выравнивается, означая перестройку генетической структуры популяции. Это сопровождается снижением различий в изменчивости не только показателей роста (Добринская, Беляев, 1975), но и гематологических показателей. В пруду В-1, где в результате подобной перестройки численное соотношение генотипов сблизились, более высокие концентрации гемогло-

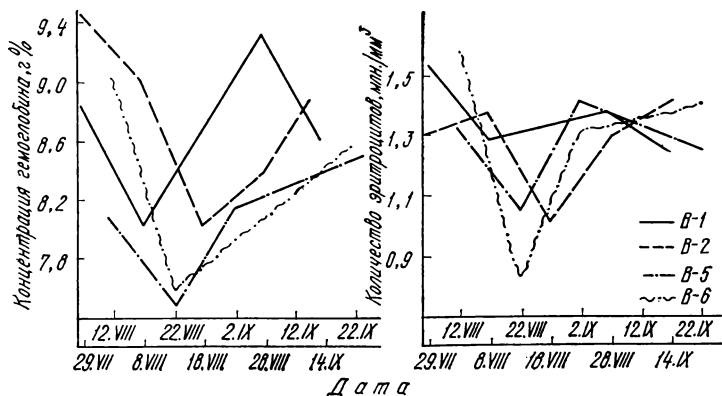


Рис. 1. Динамика концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови сеголетков карпа взрослых прудов.

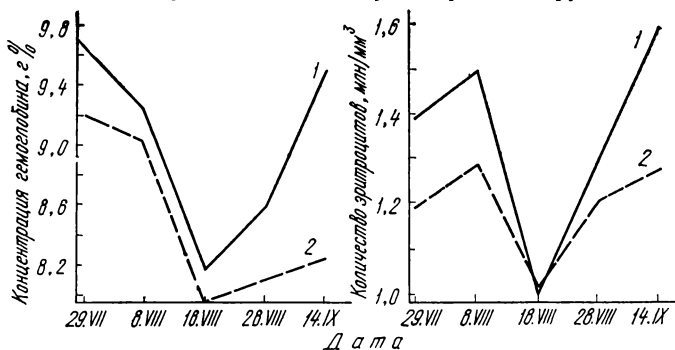


Рис. 2. Динамика концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови чешуйчатых (1) и зеркальных (2) карпов из пруда В-2.

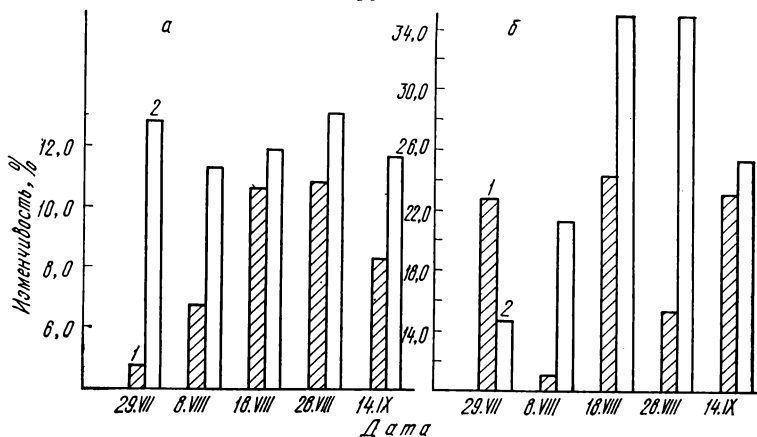


Рис. 3. Динамика изменчивости гемоглобина (а) и количества эритроцитов (б) в крови чешуйчатых (1) и зеркальных (2) карпов из пруда В-2.

СГЭ и его изменчивость у чешуйчатых и зеркальных карпов из пруда В-2

Дата облова	Генотип	n	Вес тела					СГЭ		
			M ± m, г	C _V ± m, %	σ	F	t	M ± m ^{1,2} , ρρ (1·10 ⁰⁻¹²)	C _V ± m, %	
29. VII	Чешуйчатые . . .	10	12,71 ± 0,38	9,05 ± 2,02	1,15	3,13	1,54	73,09 ± 5,86	24,05 ± 5,38	
	Зеркальные . . .	7	13,44 ± 0,83	15,14 ± 4,05	2,03	—	78,17 ± 5,29	16,59 ± 4,43		
8. VIII	Среднее		12,51 ± 0,43 (17)*	15,03 ± 2,58	1,88	—	74,95 ± 3,90	20,42 ± 3,50		
	Чешуйчатые . . .	8	20,12 ± 1,42	18,71 ± 4,68	3,76	—	62,64 ± 2,92	12,34 ± 3,08		
	Зеркальные . . .	11	19,08 ± 1,65	27,32 ± 5,82	5,21	1,92	72,64 ± 3,80	16,56 ± 3,53		
18. VIII	Среднее		19,52 ± 1,08 (19)	23,41 ± 3,80	4,57	—	68,43 ± 2,68	16,62 ± 2,70		
	Чешуйчатые . . .	16	15,01 ± 0,87	22,39 ± 3,96	3,36	—	89,91 ± 8,40	32,26 ± 6,41		
	Зеркальные . . .	8	16,76 ± 1,62	25,59 ± 6,40	4,29	1,63	86,79 ± 11,32	34,52 ± 8,63		
28. VIII	Среднее		15,60 ± 0,77 (24)	23,70 ± 3,42	3,70	—	88,87 ± 6,51	35,02 ± 5,05		
	Чешуйчатые . . .	14	20,40 ± 1,18	20,92 ± 3,95	4,27	—	66,79 ± 2,64	14,01 ± 2,65		
	Зеркальные . . .	15	18,86 ± 1,27	25,22 ± 4,60	4,76	1,24	66,74 ± 5,01	28,02 ± 5,12		
14. IX	Среднее		19,60 ± 0,85 (29)	23,03 ± 3,02	4,51	—	66,77 ± 2,77	21,99 ± 2,89		
	Чешуйчатые . . .	17	16,69 ± 0,57	13,78 ± 2,36	2,30	—	62,67 ± 3,66	23,39 ± 4,01		
	Зеркальные . . .	21	15,55 ± 0,37	10,70 ± 1,65	1,66	1,91	67,74 ± 3,61	23,85 ± 3,68		
	Среднее		16,06 ± 0,33 (38)	12,63 ± 1,45	2,03	—	65,47 ± 2,55	23,69 ± 2,72		

* То же, что в табл. 1.

Показатели крови и их изменчивость у

Генотип	Вес тела					Концентрация
	$M \pm m, г$	$C_V \pm m, \%$	σ	F	t	$M \pm m, г\%$
П р у д						
Чешуйчатые . . .	21,26 ± 0,63	7,79 ± 1,94	1,66	1,02	0,18	8,77 ± 0,48
Зеркальные . . .	21,10 ± 0,63	7,94 ± 1,98	1,68			8,01 ± 0,27
Среднее	21,22 ± 0,42	7,75 ± 1,37	1,64	—	—	8,39 ± 0,27
П р у д						
Чешуйчатые . . .	21,34 ± 0,66	8,25 ± 2,06	1,76	1,20	0,02	7,82 ± 0,41
Зеркальные . . .	21,32 ± 0,61	7,56 ± 1,89	1,61			9,27 ± 0,54
Среднее	21,33 ± 0,42	7,65 ± 1,35	1,63	—	—	8,55 ± 0,37

Примечание. Исследовано по 8 экземпляров каждого генотипа и по 16 при

бина и СГЭ отмечались у чешуйчатых карпов, эритроцитов было больше в крови зеркальных; однако перед зимовкой число эритроцитов у чешуйчатых повысилось (табл. 1). При осеннем облове число эритроцитов у чешуйчатых составляло $1,39 \pm 0,07$ и $1,08 \pm 0,06$ млн/мм³ — у зеркальных. Анализ изменчивости этих показателей выявил более высокую вариабельность у зеркальных сеголетков (9,18—22,88%), чем у чешуйчатых (7,49—11,77%).

В пруду В-2 в течение всего периода наиболее высокими гематологическими показателями отличались чешуйчатые карпы (рис. 2), что согласуется с выводом В. С. Кирпичникова (1945) о их повышенной жизнеспособности по сравнению с зеркальными. Максимальные различия между генотипами по концентрации гемоглобина наблюдались перед зимовкой: у чешуйчатых $9,45 \pm 0,19$ г%, у зеркальных $8,23 \pm 0,22$ г%. Изменчивость гематологических показателей у зеркальных карпов ($14,16 \pm \pm 39,67\%$) также оказалась выше, чем у чешуйчатых (15,14—29,18%). Перед зимовкой разница сгладилась (рис. 3). По содержанию гемоглобина в эритроците достоверных различий между генотипами выявить не удалось (табл. 2).

Рассматривая полученные данные, показатели крови можно отнести к сильно изменчивым признакам, таким, как размеры тела, упитанность, плодовитость, значения которых отражают

чешуйчатых и зеркальных карпов (облов 24.IX)

гемоглобина	Колич. эритроцитов		СГЭ	
	$C_V \pm m, \%$	$M \pm m, \text{млн/мм}^3$	$C_V \pm m, \%$	$M \pm m, \text{pp} (1 \cdot 10^{-12})$
В-5				
$14,49 \pm 3,62$	$1,51 \pm 0,12$	$27,23 \pm 6,81$	$79,68 \pm 11,69$	$38,83 \pm 9,71$
$8,75 \pm 2,19$	$1,30 \pm 0,09$	$19,07 \pm 4,77$	$64,60 \pm 5,90$	$24,17 \pm 6,04$
$12,49 \pm 2,21$	$1,40 \pm 0,07$	$22,78 \pm 4,02$	$72,14 \pm 6,43$	$34,54 \pm 6,10$
В-6				
$13,89 \pm 3,47$	$1,13 \pm 0,24$	$43,76 \pm 10,94$	$61,51 \pm 7,50$	$32,26 \pm 8,06$
$15,29 \pm 3,82$	$1,37 \pm 0,08$	$16,45 \pm 4,11$	$69,05 \pm 4,90$	$18,79 \pm 4,69$
$16,75 \pm 2,95$	$1,25 \pm 0,12$	$32,60 \pm 5,76$	$65,28 \pm 4,30$	$25,51 \pm 4,51$

вычисления средних показателей.

наследственную неоднородность популяции, а также колебания условий жизни (Кирпичников, 1945). Анализ изменчивости гематологических показателей молоди карпа из прудов В-1 и В-2 показал, что при более высокой начальной численности и генетической разнородности популяции В-2 изменчивость крови повышается к середине периода, снижается к концу, но продолжает оставаться на более высоком уровне, чем в пруду В-1. При низких начальной и конечной численностях и меньшей генетической разнородности изменчивость у молоди из пруда В-1, значительная в начальный период, резко снижается к концу вегетации. Таким образом, в многочисленной популяции отмечалась более низкая изменчивость гематологических характеристик в начальный период и повышенная к концу выращивания, когда численность снижалась.

Перестройка генетической структуры популяций прудов В-1 и В-2 была обусловлена гибелью большего количества чешуйчатых. Очевидно, при совместном развитии каждый генотип реагирует не только на общую плотность, но и на плотность «своего» генотипа, и смертность особей преобладающего генотипа оказывается относительно более высокой (Шварц и др., 1976). Возможно, низкий уровень изменчивости показателей крови (несмотря на их высокие абсолютные показатели), отмеченный у чешуйчатых, также сыграл роль в гибели сеголетков этого генотипа.

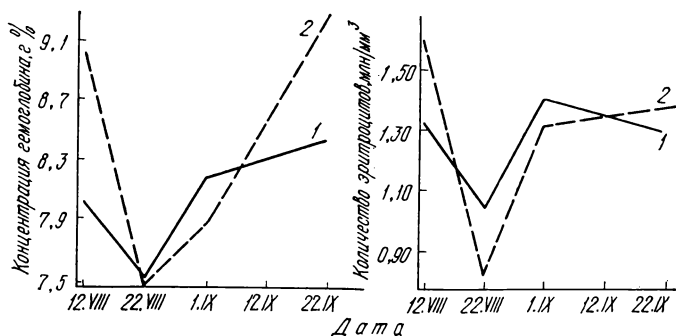


Рис. 4. Сезонная динамика концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови зеркальных карпов из прудов В-5 (1) и В-6 (2).

При меньшей генетической разнородности (пруды В-5 и В-6) и довольно высокой начальной численности вариабельность показателей крови сеголетков к концу периода выращивания возрастает. В популяции В-5, где зеркальные карпы доминировали, концентрация гемоглобина и СГЭ была выше у чешуйчатых при большей изменчивости этих показателей (табл. 3). В пруду В-6, в менее благоприятных условиях, содержание гемоглобина и число эритроцитов преобладали у особой доминирующего генотипа (зеркального); однако изменчивость этих показателей у чешуйчатых была значительно выше (27,2—43,7%), чем у зеркальных (16,1—19,4%). Сравнительный анализ показателей крови зеркальных карпов выявил, что содержание гемоглобина и СГЭ выше у сеголетков, находившихся в менее благоприятных

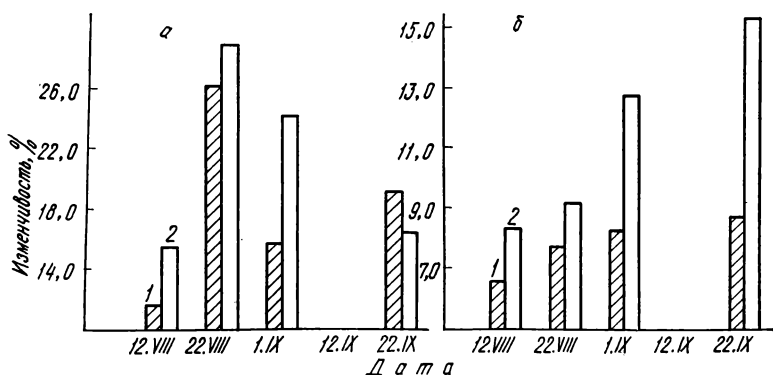


Рис. 5. Динамика изменчивости количества эритроцитов (а) и гемоглобина (б) в крови зеркальных карпов из прудов В-5 (1) и В-6 (2).

условиях обитания, тогда как на число эритроцитов изменение условий явно не повлияло (рис. 4).

Многие исследователи (Калашников, 1939; Кудрявцев и др., 1969; Иванова, 1973, и др.) объясняли повышение содержания гемоглобина и числа эритроцитов ответной реакцией организма на неблагоприятные условия обитания, главным образом, на ухудшение гидрохимического режима. Согласно наблюдениям других авторов (Torf, 1955), уменьшение концентрации кислорода в воде вызывает повышение концентрации гемоглобина в крови карпа. Однако на уменьшение этого показателя при аналогичных условиях указывали Манн (Mann, 1952) и Ю. А. Борисов (1962). Таким образом, по состоянию крови мы можем косвенно судить о том, что условия обитания в пруду В-6 были менее благоприятны, чем в водоеме В-5. Поскольку изменчивость является отражением реакции популяции на условия существования, то возможно, что ухудшение условий и повлияло на повышение изменчивости гематологических показателей. Зеркальные карпы из водоема В-6 имели большую вариабельность всех показателей крови, чем карпы того же генотипа из пруда В-5 (рис. 5). Так повышенная изменчивость крови определена экологическими факторами. Приспособительный характер подобной взаимосвязи на примере изменчивости размеров тела и веса рыб отмечен также в работах японских авторов (Jamagishi, 1962; Nagashi, 1967).

Выводы

1. Снижение различий в изменчивости гематологических показателей у молоди чешуйчатых и зеркальных карпов обусловлено перестройкой генетической структуры популяции. Повышенной изменчивостью показателей крови обладают особи малочисленной генетической группы.

2. В популяции молоди карпа с минимальной степенью генетической разнородности ухудшение условий обитания вызывает повышение абсолютных величин гематологических показателей и их вариабельности у особей доминирующего генотипа.

ЛИТЕРАТУРА

Борисов Ю. А. Оценка крови осетровых рыб Волгоградского водохранилища.— Труды Саратовского отд. ГосНИОРХ, 1962, т. 7.

Головинская К. А. Плейотропия генов чешуи у карпа.— Докл. АН СССР, 1940, т. 28, № 6.

Добринская Л. А., Беляев В. И. О популяционной регуляции роста молоди карпа.— Информ. материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975.

Есипова М. А., Соловьева Л. М., Глазачева И. В. Об оптимальной биомассе зоопланктона в рыбоводных прудах.— Гидробиол. ж., 1976, т. 12.

Иванова З. А. Показатели крови карпа *Cyprinus carpio* L. в онто-

генеze и в зависимости от условий выращивания.— Вопросы ихтиологии, 1973, т. 13, вып. 3 (80).

Калашников Г. Н. Влияние активной реакции среды на содержание гемоглобина и число эритроцитов у рыб.— Уч. зап. МГУ, 1939, т. 33.

Кирпичников В. С. Основные гены чешуи у карпа.— Биол. ж., 1937, т. 6, вып. 3.

Кирпичников В. С. Влияние условий выращивания на жизнеспособность, скорость роста и морфологию карпов различного генотипа.— Докл. АН СССР, 1945, т. 47, вып. 7.

Коржув П. А. Гемоглобин. М., «Наука», 1964.

Коржув П. А. Рыбы как обитатели гипогравитационной среды.— Эколого-физиологические особенности крови рыб. М., «Наука», 1968.

Кудрявцев А. А., Кудрявцева Л. А., Привольнев Т. И. Гематология животных и рыб. М., «Колос», 1969.

Леоненко Е. П. Оснащенность организма рыб гемоглобином как показатель их жизнеспособности и продуктивности.— Эколого-физиологические особенности крови рыб. М., «Наука», 1968.

Леоненко Е. П. Морфологическая характеристика сеголеток карпа, выращиваемых в рыбхозах Белоруссии.— Труды Белорусского НИИРХ, 1970, т. 7.

Мовчан В. А. Изучение физиологии прудового карпа.— Труды совещания по физиологии рыб. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Мушина Р. И. Качество сеголетков карпа, выращенных в удобренных прудах, с применением кормления.— Труды ВНИИПРХ, 1958, т. 9.

Остроумова И. Н. Физиологическая оценка выращиваемой в различных условиях молодежи семги по показателям крови.— Материалы совещания по вопросам рыбоводства. М., 1960.

Похиль Л. И. Межвидовые и внутривидовые различия по эритроцитарным антигенам у прудовых рыб.— Генетика, селекция и гибридизация рыб. М., «Наука», 1969.

Стребова Т. П. Некоторые физиологические показатели крови у двухлеток чешуйчатых карпов, выращенных при разной плотности посадки.— Эколого-физиологические особенности крови рыб. М., «Наука», 1968.

Чан Май Гиен. Изменчивость некоторых физиологических признаков у карпов различного генотипа.— Генетика, селекция и гибридизация рыб. М., «Наука», 1969.

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

Nagashi M. Experiment on the effects of size hierarchy upon the growth of guppy (*Lebistes reticulatus*). Journal of Faculty of Fisher.— Prefect. Univ. Mic., 1967, vol. 7, N 2.

Mann H. Die Luftwirkung von erhohtem Sauerstoffgehalten Wasser.— Die aquarien Terrarienzeitschrift, 1952, Bd 5.

Topf W. Die Blutbildung und die Blutbildungsstellen beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.).— Zs. Fisherei, 1955, Bd 4.

Wintrobe M. Variations in the size and hemaglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates.— Folia Haematologica, 1933, vol. 51.

Jamagishi H. Growth relation in some small experimental populations of rainbow trout fry *Salmo gairdneri* Richardson with special reference to social relations among individuals.— Japan J. Ecology, 1962, vol. 12, N 2.