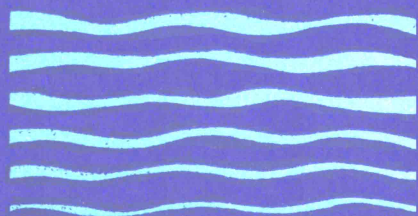


ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
ПОВЫШЕНИЯ
ПРОДУКТИВНОСТИ
ПРУДОВЫХ
ЭКОСИСТЕМ



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОВЫШЕНИЯ
ПРОДУКТИВНОСТИ
ПРУДОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

УДК 597.0/5—14+591.553+95.324+577.475(571.63)

Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем. Сб. статей. Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

В сборнике освещены вопросы экологических основ повышения продуктивности прудовых экосистем Урала и Московской области. Дан анализ основных закономерностей динамики роста популяций молоди карпа в зависимости от экологических условий (гидрологических, гидрохимических и гидробиологических). Приведены новые интересные в теоретическом и практическом отношении сведения по регуляции скорости роста и численности особей разных генетических групп в строго контролируемых условиях опыта и производства.

Материал представляет интерес для биологов, ихтиологов, рыбоводов, работников рыбного хозяйства и рыбной промышленности.

Ответственный редактор **В. С. Смирнов.**

© УНЦ АН СССР, 1979. Э $\frac{21009-907}{055(02)7}$ 23—1979

Л. А. ДОБРИНСКАЯ, В. И. БЕЛЯЕВ

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РОСТА ПОПУЛЯЦИЙ МОЛОДИ КАРПА

Изучению влияния комплекса факторов на рост карпа в экспериментальных и производственных условиях посвящено большое количество исследований (Кряжева, 1966; Корнеева, Титарева, 1969; Толмачева, 1971; Баженова, 1974; Добринская, Следь, 1974; Щербина и др., 1974; Баранова, 1975; Шварц и др., 1976; Brockway, 1950; Kawamoto и др., 1957; Wohlfarth и др., 1972; Moav, Wohlfarth, 1973).

Обзор литературы по этому вопросу дан в работах Г. Д. Полякова (1975), В. И. Владимирова (1974), для прудов Уральской зоны — Ю. Г. Андреяшкина (1975), Т. С. Любимовой (1976) и др.

В данной работе сделана попытка выявить особенности соотносительного роста веса тела, головного мозга, сердца, селезенки и печени молоди карпа за вегетационный период 1975 г. из шести выростных прудов Билейского рыбопитомника (Свердловская обл.) с учетом плотности посадки и относительной численности.

Плотность посадки личинок весной в выростных прудах составляла от 50 до 75 тыс. экз/га. Поскольку один из прудов (В-3) сообщался с нерестовыми и исходную плотность посадки в этом водоеме было трудно определить, то выход сеголетков в нем ежегодно превышал 100% (в 1975 г. он составил 203%). Всего исследовано 2168 экз. карпа. Пробы отбирали через каждые 10 дней, одновременно контролировали роль внешних факторов среды. При обработке материала¹ использованы общеизвестные методики (Поляков, 1959; Смирнов и др., 1972; Божко, Смирнов, 1976).

¹ В сборе и обработке данных принимали участие лаборанты Н. Б. Куликова и И. П. Николаева.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прежде всего рассмотрим индивидуальную изменчивость длины и веса тела рыб. Обнаружено, что коэффициент изменчивости длины тела, как и следовало ожидать, ниже, чем веса. При сопоставлении этих показателей от облова к облову закономерных изменений с возрастом не наблюдается. Однако при сравнении крайних значений отмечается снижение изменчивости у рыб старшего возраста во всех прудах (табл. 1). Исключение составляют рыбы из пруда В-3, для которых характерно увеличение вариабельности этих признаков.

В начале выращивания (1 и 2-й обловы) различия в изменчивости длины и веса тела были незначительны. Однако к 3-му облову изменчивость этих характеристик у рыб из пруда В-3 резко возросла и оставалась высокой до конца сезона (67% —

Таблица 1

Коэффициенты вариации веса (C_Q), длины (C_L) и их отношение у молоди карпа выростных прудов, %

№ облова	В-1			В-2			В-3		
	C_Q	C_L	C_Q/C_L	C_Q	C_L	C_Q/C_L	C_Q	C_L	C_Q/C_L
1	43,58	11,87	3,67	28,84	13,99	2,06	38,01	11,77	3,23
2	27,14	8,88	3,06	35,38	12,44	2,84	30,60	9,61	3,18
3	34,02	10,87	3,13	27,86	8,48	3,29	76,80	16,81	4,57
4	37,06	12,57	2,95	49,28	14,14	3,49	—	—	—
5	33,54	11,31	2,97	33,55	10,84	3,10	82,12	20,73	3,96
6	39,16	12,35	3,17	38,50	11,90	3,24	59,65	18,77	1,18
7	24,81	8,63	2,87	36,14	12,20	2,96	66,04	19,55	3,38
8	28,57	10,34	2,76	34,49	11,28	3,06	66,99	19,23	3,48
Среднее . .	—	—	3,07	—	—	3,01	—	—	3,57
№ облова	В-4			В-5			В-6		
	C_Q	C_L	C_Q/C_L	C_Q	C_L	C_Q/C_L	C_Q	C_L	C_Q/C_L
1	—	—	—	40,36	12,00	3,36	54,22	12,10	4,48
2	27,67	9,60	2,88	31,54	10,79	2,92	37,07	11,45	3,24
3	26,54	8,56	3,10	35,10	11,21	3,13	30,71	9,96	3,08
4	28,36	9,09	3,12	36,15	10,79	3,35	34,77	10,78	3,23
5	34,01	10,59	3,21	38,20	12,45	3,07	41,53	15,16	2,74
6	22,26	7,29	3,05	31,97	10,34	3,09	37,76	12,41	3,04
7	18,61	6,15	3,03	38,10	12,74	2,99	32,15	11,89	2,70
8	22,99	8,03	2,86	23,64	8,06	2,93	31,82	11,38	2,80
Среднее . .	—	—	3,04	—	—	3,11	—	—	3,16

по весу и 19% — по длине тела). Суммарная оценка соотношения показателей также оказалась самой высокой (3,57). Значение этой величины больше 3,3 указывает на резкое возрастание вариабельности по толщине и высоте в результате нарушения изометрии роста особей из загущенной популяции (Смирнов и др., 1972). Вероятно, увеличение изменчивости рыб рассматриваемой популяции определяется прежде всего численностью и снижением скорости роста основной массы особей (средний вес к концу вегетационного периода не превышал 10 г).

Пруды по возрастанию вариабельности длины и веса тела молоди в них располагаются в таком порядке: В-4, В-5, В-1, В-2, В-6, В-3. Тот же ряд сохраняется и при рассмотрении вариабельности веса тела без внутренностей (табл. 2). Необходимо отметить, что коэффициенты вариации индексов внутренних органов, вычисленных к общему весу тела и весу тушки (порки), у рыб из каждого водоема в отдельных обловах одинаковы. Исходя из этого, на наш взгляд, нет необходимости при вычислении индексов пользоваться весом тела без внутренностей.

Снижение изменчивости веса и длины тела рыб в основном шло за счет отмирания более мелких особей. Установлено, что вариабельность веса (18,61—34%) и длины тела (10,59—16,15%) молоди в пруду В-4 была наименьшей при лучшем их росте (окончательный выход составил 43%). В этом водоеме оказались максимальными не только средние размеры и вес тела, но и размеры самой крупной рыбы. Вероятно, метаболический фон, останавливающий рост мелких рыб и способствующий их отмиранию, не оказывает ингибирующего влияния на «рекордистов».

Закономерности популяционной регуляции роста отражаются и на изменчивости внутренних органов. Наименьшее их варьирование установлено у рыб в пруду В-4 (см. табл. 2). Популяции рыб, состоящие из наиболее мелких особей (В-3 и В-6), характеризуются и наибольшей изменчивостью всех показателей. Если в первом пруду темп роста рыб определялся главным образом плотностью населения, то во втором — общим ухудшением условий существования (окончательная численность составила 19 тыс. экз/га).

Вес головного мозга. Как уже было показано (Добринская, 1965; Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Смирнов, Брусынина, 1972; Следь, 1976; Божко, Смирнов, 1976, и др.), вес и закономерности соотносительного роста мозга рыб служат важной характеристикой отдельных популяций. Это подтверждают и наши данные. Если расположить все пруды по мере убывания веса тел населяющих их рыб (взяв за основу окончательный облов), то получим ряд: В-4, В-1, В-5, В-6, В-2, В-3. Та же очередность отмечена и по уменьшению абсолютного веса мозга, тогда как индекс этого органа увеличивается по

Динамика веса тела (Q), тела без внутренностей (q) и мозга

Показатель	1-й		2-й		3-й	
	$M \pm m$	$C, \%$	$M \pm m$	$C, \%$	$M \pm m$	$C, \%$
	П р у д					
$Q, г$	$0,14 \pm 0,009$	43,58	$4,08 \pm 0,14$	27,14	$7,55 \pm 0,32$	34,02
Вес мозга, мг	$3,97 \pm 0,16$	27,85	$26,76 \pm 0,46$	12,97	$42,86 \pm 0,92$	16,97
Индекс мозга (расчислен к Q), ‰	$30,60 \pm 0,70$	16,02	$6,79 \pm 0,16$	18,40	$6,09 \pm 0,21$	27,46
$q, г$	—	—	$3,19 \pm 0,11$	26,16	$5,98 \pm 0,24$	32,71
Индекс мозга (расчислен к q), ‰	—	—	$8,64 \pm 0,20$	17,54	$7,62 \pm 0,25$	25,90
n	50		61 (53) *		65 (63)	

	П р у д					
$Q, г$	$0,22 \pm 0,01$	28,84	$2,79 \pm 0,18$	35,38	$6,31 \pm 0,32$	27,86
Вес мозга, мг	$4,82 \pm 0,20$	20,18	$22,82 \pm 0,70$	16,26	—	—
Индекс мозга (расчислен к Q), ‰	$22,76 \pm 0,74$	15,62	$8,64 \pm 0,35$	21,63	—	—
$q, г$	—	—	$2,23 \pm 0,14$	34,97	$4,95 \pm 0,23$	26,29
Индекс мозга (расчислен к q), ‰	—	—	$10,74 \pm 0,41$	20,40	—	—
n	24		30 (29)		32	

	П р у д					
$Q, г$	$0,22 \pm 0,01$	38,01	$1,16 \pm 0,05$	30,60	$1,38 \pm 0,18$	76,80
Вес мозга, мг	$5,40 \pm 0,18$	24,73	$17,00 \pm 0,34$	15,52	$21,89 \pm 1,02$	27,18
Индекс мозга (расчислен к Q), ‰	$25,77 \pm 0,60$	17,24	$15,28 \pm 0,32$	16,10	$17,95 \pm 0,83$	26,98
$q, г$	—	—	$0,92 \pm 0,04$	30,80	$1,18 \pm 0,13$	65,16
Индекс мозга (расчислен к q), ‰	—	—	$19,47 \pm 0,45$	17,63	$22,29 \pm 1,00$	26,25
n	56		60		36 (35)	

Таблица 2

у молоди карпа из выростных прудов по обловам

4-й		5-й		6-й		7-й		Окончательный облов	
$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %
20,45 ± 0,99	37,06	20,25 ± 1,32	33,54	28,64 ± 1,45	39,16	37,30 ± 1,72	24,81	29,21 ± 1,09	28,57
72,33 ± 1,42	15,04	96,68 ± 1,68	13,32	88,98 ± 1,87	16,05	98,63 ± 2,19	11,97	100,29 ± 1,46	11,22
3,86 ± 0,13	25,12	3,45 ± 0,11	24,62	3,29 ± 0,10	23,33	2,76 ± 0,10	18,90	3,63 ± 0,11	22,65
16,38 ± 0,78	36,82	24,20 ± 1,05	33,21	23,15 ± 1,16	38,90	29,73 ± 1,37	24,90	25,31 ± 0,98	29,62
4,81 ± 0,15	24,40	4,30 ± 0,14	24,21	4,06 ± 0,12	22,55	3,45 ± 0,12	18,23	4,20 ± 0,12	22,73
60		60		61 (59)		30		60	
10,58 ± 0,97	49,28	16,06 ± 1,06	33,55	15,14 ± 1,08	38,50	22,30 ± 1,50	36,14	18,51 ± 0,83	34,49
50,60 ± 2,00	21,32	77,61 ± 2,62	16,86	70,70 ± 2,02	15,40	79,86 ± 2,42	16,35	79,19 ± 1,68	16,34
5,25 ± 0,21	22,00	5,07 ± 0,25	24,89	5,0 ± 0,22	23,44	3,88 ± 0,17	24,12	5,33 ± 0,82	11,75
8,38 ± 0,74	47,50	12,71 ± 0,86	33,95	11,74 ± 0,84	38,37	17,41 ± 1,18	36,50	15,41 ± 0,71	35,36
6,58 ± 0,26	21,18	6,52 ± 0,32	24,62	6,44 ± 0,28	23,58	4,98 ± 0,23	25,31	5,47 ± 0,14	19,44
30		26		30		30		60	
—	—	4,74 ± 0,51	82,12	9,73 ± 0,75	59,65	9,51 ± 1,17	66,04	9,34 ± 0,81	66,99
—	—	44,31 ± 1,81	31,32	64,69 ± 2,19	25,32	63,05 ± 3,20	27,34	63,03 ± 2,33	28,40
—	—	11,76 ± 0,47	30,45	7,38 ± 0,28	28,47	7,61 ± 0,36	25,31	7,83 ± 0,24	24,08
—	—	3,83 ± 0,40	79,81	7,57 ± 0,59	60,51	7,55 ± 0,93	66,73	7,81 ± 0,70	68,94
—	—	14,43 ± 0,54	29,03	9,65 ± 0,36	27,60	9,59 ± 0,45	25,15	9,43 ± 0,30	24,68
—		60		61 (57)		30		60	

Показатель	1-й		2-й		3-й	
	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %
Пруд						
Q, г	—	—	2,58± ±0,21	27,67	9,32± ±0,32	26,54
Вес мозга, мг	—	—	24,19± ±1,09	14,30	43,88± ±0,73	12,86
Индекс мозга (расчислен к Q), % ₀	—	—	9,22± ±0,40	13,81	4,90± ±0,11	16,89
q, г	—	—	1,99± ±0,17	27,06	7,19± ±0,25	27,02
Индекс мозга (расчислен к q), % ₀	—	—	12,80± ±1,25	30,98	6,36± ±0,14	17,48
n	—		13 (11)		61	

Пруд						
Q, г	0,16± ±0,01	40,36	2,08± ±12	31,54	4,68± ±0,23	35,10
Вес мозга, мг	4,25± ±0,22	28,45	19,67± ±0,55	15,26	30,63± ±0,68	15,65
Индекс мозга (расчислен к Q), % ₀	28,23± ±0,89	16,93	9,77± ±0,37	20,66	7,04± ±0,23	22,46
q, г	—	—	1,68± ±0,10	32,49	3,85± ±0,19	33,86
Индекс мозга (расчислен к q), % ₀	—	—	12,41± ±0,47	20,69	8,52± ±0,26	21,80
n	30		31		50	

Пруд						
Q, г	0,11± ±0,01	54,22	1,43± ±0,09	37,07	4,95± ±0,22	30,71
Вес мозга, мг	3,44± ±0,21	33,52	15,07± ±0,46	17,30	30,77± ±0,62	14,09
Индекс мозга (расчислен Q), % ₀	32,07± ±0,80	13,70	11,20± ±0,37	18,59	6,55± ±0,18	19,10
q, г	—	—	1,13± ±0,08	38,20	4,12± ±0,18	30,56
Индекс мозга (расчислен к q), % ₀	—	—	14,35± ±0,52	20,33	7,87± ±0,22	19,22
n	31		33		50	

* В скобках — количество экземпляров при вычислении показателей мозга.

4-й		5-й		6-й		7-й		Окончательный облов	
$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %

В-4

23,66± ±0,87 69,25± ±1,08	28,36 12,11	35,09± ±1,55 95,67± ±1,64	34,01 13,14	43,22± ±1,24 108,65± ±1,84	22,26 13,14	50,37± ±1,56 106,34± ±1,76	18,61 9,92	43,97± ±1,32 107,44± ±0,17	22,99 11,87
3,08± ±0,08 18,66± ±0,69	19,17 28,76	2,95± ±0,10 27,81± ±1,18	25,36 32,62	2,60± ±0,06 34,24± ±0,98	18,63 22,22	2,16± ±0,06 39,94± ±1,20	15,51 17,98	2,50± ±0,05 38,23± ±1,15	14,97 23,15
3,91± ±0,10	19,19	3,70± ±0,11	23,78	3,28± ±0,08	18,67	2,72± ±0,07	14,76	2,90± ±0,06	15,98
61		60		61		37		60	

В-5

10,35± ±0,53 50,65± ±1,06	36,15 14,72	10,82± ±0,59 53,50± ±1,21	38,20 15,87	15,74± ±0,72 62,87± ±1,25	31,97 13,89	19,88± ±1,08 69,78± ±1,63	38,10 16,36	20,58± ±0,64 81,0± ±1,13	23,64 10,50
5,23± ±0,15 8,20± ±0,41	20,16 35,24	5,45± ±0,22 9,01± ±0,48	28,97 37,53	4,36± ±0,23 13,02± ±0,55	36,51 29,65	3,82± ±0,13 16,02± ±0,88	24,57 38,43	4,05± ±0,08 17,36± ±0,64	15,85 27,69
6,56± ±0,18	19,05	6,50± ±0,26	27,93	5,10± ±0,15	20,10	4,75± ±0,16	24,29	4,75± ±0,10	15,88
50		50		50		50		58	

В-6

9,97± ±0,49 45,91± ±0,92	34,77 14,03	11,19± ±0,66 56,40± ±1,70	41,53 21,06	14,43± ±0,78 57,65± ±1,39	37,76 16,91	22,54± ±1,03 73,45± ±1,53	32,15 14,58	19,80± ±0,82 79,43± ±1,56	31,82 15,14
4,93± ±0,15 8,05± ±0,39	21,84 34,30	5,69± ±0,27 9,42± ±0,55	32,88 41,15	4,37± ±0,15 11,91± ±0,63	24,86 37,25	4,03± ±0,16 18,26± ±0,84	28,13 32,06	4,28± ±0,12 17,21± ±0,73	22,32 32,42
6,08± ±0,18	20,93	6,73± ±0,31	32,47	5,27± ±0,19	24,66	4,92± ±0,19	27,23	4,94± ±0,15	22,67
50		50		50		50		60	

мере снижения веса тела. Таким образом, связь между весом тела и мозга отчетливо выражена (см. табл. 2).

Однако, если в первом облове у молоди в прудах В-1, В-2 и В-5 при весе тела от 0,11 до 0,22 г вес мозга составлял в среднем 3,44—4,82 мг, то при том же весе (0,22 г) рыба из пруда В-3 имела более высокий вес мозга (5,40 мг). Эта разница более четко проявилась во втором облове.

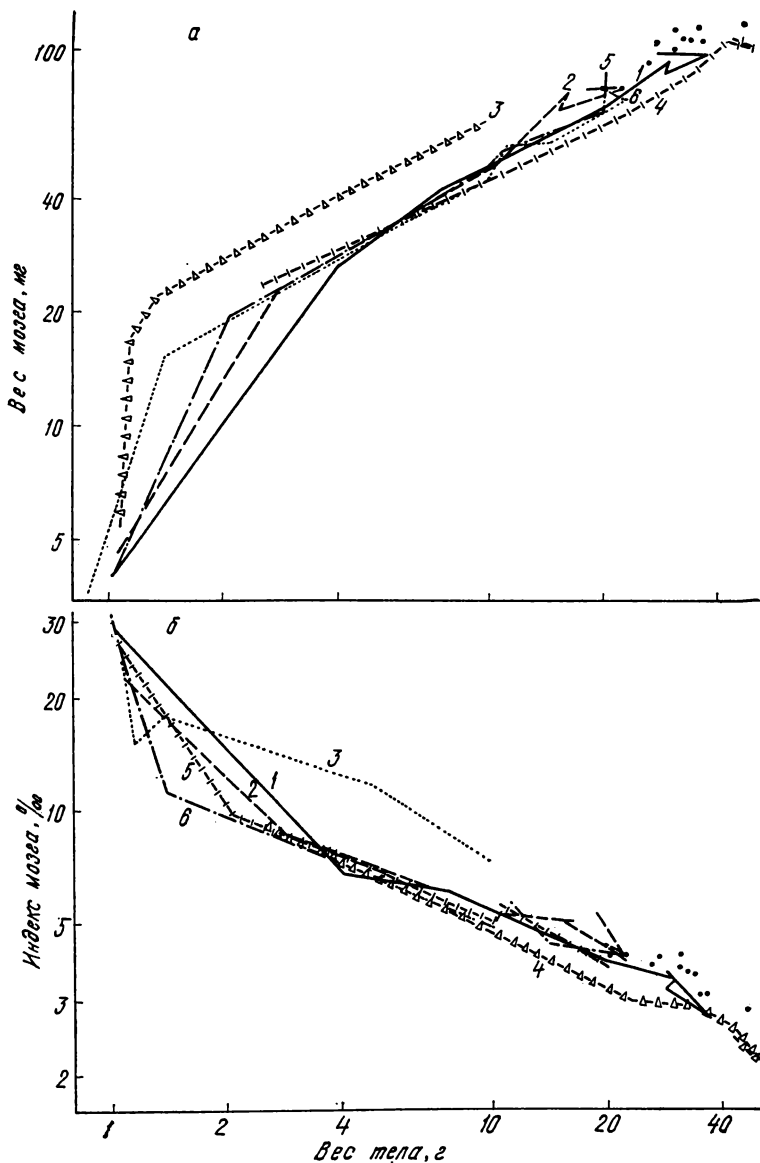
По мере роста особи одного размера и веса тела из прудов В-1, В-2, В-4, В-5 и В-6 имели практически одинаковый мозг. Кривые, характеризующие рост мозга рыб этих популяций, укладываются в одну линию, тогда как кривая роста мозга молоди из пруда В-3 (вес тела 1,5—10 г) лежит заметно выше (см. рисунок, а). Это обусловлено высокой плотностью и численностью карпа (окончательная численность составила 83 тыс. экз/га), что в свою очередь связано с повышенной разнородностью популяции В-3.

Важно подчеркнуть, что всюду рост молоди проходил при благоприятных внешних условиях (гидрохимический и гидробиологический режимы в прудах В-1, В-2, В-3 и В-4 были сходны) и избытке корма (искусственное кормление). Угнетающее влияние плотности на рост карпа в пруду В-3 четко выражено, но на нарастании массы мозга не сказывается (см. табл. 1, 2).

Сопоставление одноразмерных рыб разного возраста подтверждает этот вывод. Например, при весе тела 4,08 г (пруд В-1, 2-ой облов) и 4,75 г (В-3, 5-й облов) по весу мозга — соответственно $26,8 \pm 0,46$ (индекс $6,79 \pm 0,16$) и $44,3 \pm 1,81$ мг (индекс $11,76 \pm 0,47\%$) — рыбы различаются почти в два раза. При равном весе (9,5 г) у рыб из разных прудов наблюдается существенная разница в весе мозга и его индекса. В пруду В-4 (3-й облов) вес мозга составлял 43,9 мг (индекс $4,9 \pm 0,11\%$), а у особей из пруда В-3 (7-й облов) эти показатели выше: $6,3 \pm 3,2$ мг и $7,61 \pm 0,36\%$. Таким образом, популяция из пруда В-3, особи которой имеют небольшие размеры, но крупный мозг, при изменении условий среды может реализовать свои потенциальные возможности. Это было отмечено нами и для некоторых популяций сазана из бассейна р. Амударьи (Добринская, Баймуратов, 1974).

При сопоставлении данных по росту мозга сеголетков карпа из прудов Билейского рыбхоза и подмосковного Егорьевского рыбокомбината (см. рисунок, группа точек в пределах веса тела от 30 до 50 г, $n=474$) видно, что вес мозга практически одинаков, хотя карпы подмосковной популяции росли при более низкой плотности: их окончательная численность составляла 0,98 млн. экз. с площади 100 га. Вероятно, сеголетки уральской популяции потенциально более крупные, что необходимо учитывать при подборе посадочного материала для отдельных хозяйств.

О большой «застрахованности» мозга молоди карпа от



Зависимость абсолютного (а) и относительного (б) веса мозга от веса тела сеголетков карпа из выростных прудов 1—6. Группа точек характеризует вес мозга сеголетков карпа в отдельных выборках из прудов Егорьевского рыбокомбината.

**Динамика скорости роста веса тела (числитель) и мозга (знаменатель)
молоди карпа**

Пруд	Облов						
	1—2-й	2—3-й	3—4-й	4—5-й	5—6-й	6—7-й	7—8-й
В-1	<u>29,14</u>	<u>1,85</u>	<u>2,71</u>	<u>1,48</u>	<u>0,95</u>	<u>1,30</u>	<u>0,78</u>
	6,74	1,60	1,69	1,34	0,92	1,10	1,02
В-2	<u>12,68</u>	<u>2,26</u>	<u>1,68</u>	<u>1,52</u>	<u>0,94</u>	<u>1,47</u>	<u>0,83</u>
	4,73	—	—	1,53	0,91	1,13	0,99
В-3	<u>5,27</u>	<u>1,19</u>	—	—	<u>2,05</u>	<u>0,98</u>	<u>0,98</u>
	3,15	1,29	—	—	1,46	0,97	0,99
В-4	—	<u>3,61</u>	<u>2,54</u>	<u>1,48</u>	<u>1,23</u>	<u>1,17</u>	<u>0,87</u>
	—	1,81	1,59	1,38	1,14	0,98	1,01
В-5	<u>13,0</u>	<u>2,25</u>	<u>2,21</u>	<u>1,05</u>	<u>1,45</u>	<u>1,26</u>	<u>1,04</u>
	4,63	1,56	1,65	1,06	1,18	1,11	1,15
В-6	<u>13,0</u>	<u>3,46</u>	<u>2,01</u>	<u>1,12</u>	<u>1,29</u>	<u>1,56</u>	<u>0,88</u>
	4,38	2,04	1,49	1,23	1,02	1,27	1,08

Примечание. Интервал времени между обловами 10 дней.

влияния факторов среды свидетельствуют данные Ю. Г. Андрешкина (1975). Им установлено, что относительный вес внутренних органов (кроме мозга) достигает некоторого минимума при весе тела от 3 до 5 г. Этот факт автор объясняет физиологической перестройкой в организме карпа на данном этапе развития и переходом на донное питание.

Анализ полученных данных показал, что относительная скорость роста веса тела и мозга молоди карпа к концу сезона выращивания во всех прудах снижается (табл. 3). Однако ход популяционной динамики этих показателей неодинаков. Если сравнить начальные скорости роста (2-й облов), то у особей в пруду В-3 они наиболее низки (для веса тела 5,27, для мозга 3,15). Скорость роста веса тела этих рыб почти в шесть раз, а веса мозга в два раза ниже, чем у карпов в пруду В-1. В период между 2-м и 3-м обловами она остается низкой, но скорость роста веса мозга выше, чем веса тела. У рыб данной популяции стабилизация и выравнивание этих показателей наступают раньше: между 6-м и 7-м обловами. И если рост веса тела почти прекращается перед началом зимовки, то мозг продолжает расти, что особенно четко проявилось у молоди популяций В-1 и В-5.

Выравнивание относительной скорости роста по рассматриваемым показателям в прудах с высокой и низкой численностью карпов к концу вегетационного сезона при резком различии абсолютных величин можно объяснить снижением всех жизненных процессов у рыб перед зимовкой. Значительная разнородность популяций В-3 способствовала высокой выживаемости ее особей. Теоретически допустимо, что при обеспечении нормальной зимовки ее особи способны компенсировать рост в нагульный период.

Таким образом, размер мозга у молодых рыб также может служить показателем потенциальных возможностей популяции. Это подтверждает высказанное ранее на основе анализа тех же показателей у особей более старшего возраста предположение, что вес мозга рыб является важнейшей предпосылкой для объективного суждения о соответствии условий развития генетическим потенциям популяции, а скорость его роста запрограммирована в генотипе (Шварц и др., 1968; Добринская, Баймуратов, 1974; Следь, 1976). Чрезмерная плотность, а следовательно, и метаболический фон не позволяют основной массе рыб хорошо расти в данный период, но мозг не реагирует на ухудшение условий. Нарастание массы мозга и тела происходит непропорционально, так как влияние особей друг на друга может быть и стимулирующим, и подавляющим.

Вес сердца. Сравнительный анализ роста молоди из шести популяций показал, что изменения веса сердца тесно связаны с изменениями веса тела. У более крупных рыб вес сердца всегда больше как в пределах каждой популяции, так и при межпопуляционном сравнении. В среднем за вегетационный период у быстрорастущих рыб из пруда В-4 вес сердца также больше (6,53—76,78 мг), чем у медленнорастущих из В-3 (2,38—19,23 мг).

Пруды по степени снижения веса сердца населяющих их карпов располагаются в следующем порядке: В-4, В-1, В-2, В-5, В-6, В-3. В большинстве прудов при окончательном облове отмечено уменьшение веса сердца и увеличение его индекса. Исключение составляли сеголетки из прудов В-3 и В-5, вес сердца которых еще продолжал увеличиваться. По-видимому, рыбы этих популяций продолжали питаться и были более подвижны.

О тесной связи веса сердца с весом тела свидетельствуют и другие данные. Более или менее одинаковые по весу тела, но разные по возрасту особи из разных водоемов имеют равный вес сердца и его индекс. Например, в пруду В-3 вес тела составлял 9,51 г, вес сердца — 17,87 мг, его индекс — 1,8‰; в прудах В-4 — 9,32 г, 17,18 мг, 1,84‰ и В-6 — 9,97 г, 17,64 мг, и 17,64‰ соответственно. Сопоставление фактических данных по обловам позволяет отметить общую для всех прудов обратную зависимость индекса сердца, хотя различия по этому показателю во многих случаях недостоверны. На такую же закономерность

Динамика веса сердца и его индекса у молоди

Показатель	2-й		3-й		4-й	
	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %
Вес сердца, мг	$9,01 \pm 0,28$	24,27	$15,56 \pm 0,62$	31,90	$38,90 \pm 1,86$	36,79
Индекс сердца, ‰	$2,22 \pm 0,03$	11,21	$2,09 \pm 0,03$	10,71	$1,91 \pm 0,02$	8,14
	$2,83 \pm 0,04$	10,73	$2,62 \pm 0,03$	10,66	$2,38 \pm 0,03$	8,34
<i>n</i>	61 (60)		65		60	

Пруд

Вес сердца, мг	$5,95 \pm 0,36$	32,31	$11,09 \pm 0,53$	27,17	$18,62 \pm 1,96$	56,63
Индекс сердца, ‰	$2,17 \pm 0,04$	9,36	$47,7 \pm 0,04$	12,27	$1,73 \pm 0,02$	7,52
	$2,71 \pm 0,06$	11,03	$2,25 \pm 0,05$	12,04	$2,18 \pm 0,04$	9,29
<i>n</i>	30		32		30	

Пруд

Вес сердца, мг	$2,38 \pm 0,10$	33,38	$2,56 \pm 0,30$	48,56	—	—
Индекс сердца, ‰	$2,03 \pm 0,05$	19,95	$2,58 \pm 0,09$	21,16	—	—
	$2,63 \pm 0,07$	20,47	$3,21 \pm 0,11$	19,81	—	—
<i>n</i>	60		36 (34)		—	

Пруд

Вес сердца, мг	$6,53 \pm 0,50$	24,22	$17,18 \pm 0,64$	28,90	$44,08 \pm 1,67$	29,10
Индекс сердца, ‰	$2,55 \pm 0,15$	19,19	$1,84 \pm 0,02$	9,63	$1,86 \pm 0,02$	8,15
	$3,53 \pm 0,57$	50,90	$2,39 \pm 0,03$	9,70	$2,37 \pm 0,02$	7,99
<i>n</i>	13 (11)		61		61 (60)	

Пруд

Вес сердца, мг	$5,23 \pm 0,28$	29,76	$0,97 \pm 0,45$	31,34	$18,12 \pm 0,95$	36,7
Индекс сердца, ‰	$2,49 \pm 0,06$	12,76	$2,17 \pm 0,04$	13,57	$1,75 \pm 0,02$	9,35
	$3,15 \pm 0,05$	9,59	$2,061 \pm 0,05$	12,70	$2,22 \pm 0,03$	8,74
<i>n</i>	31		50		50	

Пруд

Вес сердца, мг	$3,67 \pm 0,21$	31,86	$10,04 \pm 0,40$	27,73	$17,64 \pm 0,89$	35,51
Индекс сердца, ‰	$2,60 \pm 0,05$	10,24	$2,05 \pm 0,02$	8,21	$1,78 \pm 0,03$	12,68
	$3,33 \pm 0,08$	13,77	$2,46 \pm 0,03$	8,45	$2,20 \pm 0,04$	12,20
<i>n</i>	33 (32)		50		50	

Пруд

Примечание. Индекс сердца, рассчитанный к весу тела — в числителе, к весу вычисления показателей сердца.

Таблица 4

карпа из выростных прудов по обловам

5-й		6-й		7-й		Окончательный облов	
$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %
В-1							
$51,97 \pm 2,12$	31,40	$50,89 \pm 2,51$	38,25	$60,26 \pm 3,29$	29,38	$50,15 \pm 1,69$	25,90
$1,74 \pm 0,02$	9,18	$1,77 \pm 0,02$	10,64	$1,61 \pm 0,03$	10,60	$1,73 \pm 0,02$	8,20
$2,17 \pm 0,03$	9,50	$2,20 \pm 0,03$	9,71	$2,02 \pm 0,04$	9,61	$2,01 \pm 0,03$	10,06
60		61		30		60	
В-2							
$27,70 \pm 1,87$	33,80	$25,25 \pm 1,85$	39,41	$35,16 \pm 2,75$	42,20	$34,07 \pm 1,63$	36,73
$1,71 \pm 0,04$	11,76	$1,68 \pm 0,04$	12,98	$1,56 \pm 0,04$	13,38	$1,83 \pm 0,04$	15,04
$2,19 \pm 0,05$	11,62	$2,16 \pm 0,05$	11,95	$2,07 \pm 0,07$	18,14	$2,21 \pm 0,04$	15,78
27 (26)		30		30		60	
В-3							
$10,02 \pm 1,04$	79,99	$17,87 \pm 1,43$	62,12	$17,36 \pm 2,12$	65,69	$19,23 \pm 1,71$	68,49
$2,17 \pm 0,06$	22,47	$1,80 \pm 0,03$	13,01	$1,84 \pm 0,04$	12,67	$2,06 \pm 0,03$	11,39
$2,67 \pm 0,07$	21,36	$2,36 \pm 0,04$	13,16	$2,31 \pm 0,06$	13,0	$2,48 \pm 0,04$	12,54
60		60 (61)		30		60	
В-4							
$58,95 \pm 2,57$	33,55	$67,79 \pm 2,15$	24,62	$76,78 \pm 2,51$	19,60	$67,61 \pm 2,35$	26,75
$1,69 \pm 0,02$	10,58	$1,57 \pm 0,02$	10,06	$1,53 \pm 0,03$	10,40	$1,53 \pm 0,02$	8,21
$2,13 \pm 0,03$	9,78	$1,98 \pm 0,02$	9,93	$2,35 \pm 0,07$	17,84	$1,76 \pm 0,02$	8,55
60		61		37		60	
В-5							
$19,33 \pm 1,02$	37,03	$24,94 \pm 1,02$	28,66	$30,05 \pm 1,59$	37,11	$34,06 \pm 1,01$	22,34
$1,80 \pm 0,02$	9,12	$1,66 \pm 0,09$	36,99	$1,52 \pm 0,02$	8,87	$1,67 \pm 0,02$	8,92
$2,16 \pm 0,03$	8,78	$1,94 \pm 0,03$	10,29	$1,89 \pm 0,02$	8,83	$1,94 \pm 0,02$	8,87
50		50		50		58	
В-6							
$20,68 \pm 1,21$	40,93	$23,30 \pm 1,15$	34,47	$33,33 \pm 1,48$	31,09	$33,06 \pm 1,41$	32,72
$1,86 \pm 0,04$	16,24	$1,64 \pm 0,03$	11,24	$1,58 \pm 0,03$	11,70	$1,67 \pm 0,02$	8,79
$2,20 \pm 0,05$	15,62	$1,99 \pm 0,03$	11,44	$1,55 \pm 0,04$	18,73	$1,92 \pm 0,02$	8,79
50		50		50		60	

тела без внутренностей — в знаменателе. В скобках указано количество экземпляров при

Динамика веса селезенки и ее индекса

Показатель	2-й		3-й		4-й	
	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %
	П р у д					
Вес селезенки, мг . . .	$5,57 \pm 0,33$	39,42	$10,27 \pm 0,56$	42,64	$31,08 \pm 1,58$	39,17
Индекс селезенки, ‰	$\frac{1,32 \pm 0,07}{1,68 \pm 0,09}$	$\frac{36,30}{35,75}$	$\frac{1,33 \pm 0,04}{1,67 \pm 0,05}$	$\frac{25,54}{25,25}$	$\frac{1,54 \pm 0,04}{1,92 \pm 0,05}$	$\frac{22,07}{21,64}$
	n	61 (44)	65 (62)	60		
	П р у д					
Вес селезенки, мг . . .	$9,60 \pm 0,35$	40,87	$8,18 \pm 0,49$	32,49	$16,62 \pm 1,75$	56,73
Индекс селезенки, ‰	$\frac{1,39 \pm 0,09}{1,78 \pm 0,11}$	$\frac{26,41}{25,57}$	$\frac{1,31 \pm 0,06}{1,67 \pm 0,08}$	$\frac{25,82}{25,40}$	$\frac{1,56 \pm 0,06}{1,96 \pm 0,09}$	$\frac{22,64}{24,06}$
	n	30 (19)	32 (30)	30		
	П р у д					
Вес селезенки, мг . . .	$2,07 \pm 0,15$	34,93	$2,87 \pm 0,38$	68,08	—	—
Индекс селезенки, ‰	$\frac{1,61 \pm 0,10}{2,12 \pm 0,10}$	$\frac{29,32}{21,56}$	$\frac{1,81 \pm 0,06}{2,28 \pm 0,08}$	$\frac{18,10}{18,12}$	—	—
	n	60 (23)	36 (27)	—		
	П р у д					
Вес селезенки, мг . . .	$4,61 \pm 0,55$	31,83	$12,49 \pm 0,51$	31,23	$43,36 \pm 1,74$	31,06
Индекс селезенки, ‰	$\frac{1,83 \pm 0,15}{2,25 \pm 0,19}$	$\frac{21,57}{22,83}$	$\frac{1,34 \pm 0,03}{1,74 \pm 0,04}$	$\frac{20,15}{20,02}$	$\frac{1,85 \pm 0,04}{2,33 \pm 0,05}$	$\frac{17,88}{17,49}$
	n	13 (8)	61 (60)	61		
	П р у д					
Вес селезенки, мг . . .	$3,92 \pm 0,27$	37,58	$8,06 \pm 0,39$	34,27	$18,48 \pm 1,43$	54,16
Индекс селезенки, ‰	$\frac{1,83 \pm 0,07}{2,33 \pm 0,08}$	$\frac{20,25}{19,55}$	$\frac{1,76 \pm 0,06}{2,13 \pm 0,07}$	$\frac{22,77}{21,83}$	$\frac{1,73 \pm 0,05}{2,18 \pm 0,06}$	$\frac{20,50}{20,77}$
	n	31	50	50		
	П р у д					
Вес селезенки, мг . . .	$2,43 \pm 0,17$	39,06	$12,83 \pm 0,70$	38,22	$19,66 \pm 1,11$	39,37
Индекс селезенки, ‰	$\frac{1,70 \pm 0,06}{2,17 \pm 0,08}$	$\frac{18,83}{19,86}$	$\frac{2,61 \pm 0,08}{3,14 \pm 0,10}$	$\frac{21,23}{22,22}$	$\frac{1,97 \pm 0,05}{2,44 \pm 0,06}$	$\frac{18,48}{17,83}$
	n	33	50	50		

П р и м е ч а н и е. Индекс селезенки, рассчитанный к весу тела — в числителе, к весу вычисления показателей селезенки.

Таблица 5

у молоди карпа из выростных прудов по обловам

5-й		6-й		7-й		Окончательный облов	
$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %	$M \pm m$	C, %
В-1							
49,38±2,62	40,71	77,46±5,69	56,40	97,53±6,41	35,39	79,75±4,82	46,45
<u>1,63±0,04</u>	<u>21,31</u>	<u>2,61±0,08</u>	<u>23,38</u>	<u>2,63±0,13</u>	<u>27,55</u>	<u>2,79±0,14</u>	<u>39,13</u>
2,04±0,05	20,66	3,23±0,10	23,38	3,30±0,16	26,80	3,24±0,17	40,49
60		61 (60)		30		60	
В-2							
26,55±3,01	56,68	36,03±3,69	55,24	56,62±7,50	67,54	113,43±6,74	45,63
<u>1,58±0,11</u>	<u>33,47</u>	<u>2,32±0,14</u>	<u>33,61</u>	<u>3,05±0,38</u>	<u>67,37</u>	<u>6,19±0,28</u>	<u>34,24</u>
2,04±0,14	33,78	2,98±0,18	31,88	38,88±0,47	65,48	7,46±0,33	34,36
27 (26)		30		30 (27)		60	
В-3							
12,80±1,56	93,41	32,81±4,20	98,59	28,82±6,45	120,5	55,41±5,74	79,60
<u>3,43±0,53</u>	<u>119,16</u>	<u>3,08±0,20</u>	<u>48,94</u>	<u>2,73±0,29</u>	<u>57,82</u>	<u>5,79±0,33</u>	<u>43,51</u>
3,46±0,38	85,01	4,02±0,26	49,13	3,44±0,38	59,09	6,99±0,41	44,60
60		61 (60)		30		60	
В-4							
72,81±3,74	39,49	103,96±3,30	24,58	98,26±4,35	26,55	113,46±6,21	42,07
<u>2,07±0,06</u>	<u>22,08</u>	<u>2,44±0,06</u>	<u>18,48</u>	<u>1,96±0,08</u>	<u>23,48</u>	<u>2,56±0,11</u>	<u>32,66</u>
2,59±0,07	20,80	3,07±0,07	17,90	2,47±0,09	22,33	2,95±0,13	33,16
60		61		37		60	
В-5							
22,74±1,35	41,53	33,64±1,45	30,17	51,29±5,19	70,79	43,73±1,87	32,28
<u>2,09±0,04</u>	<u>15,19</u>	<u>2,25±0,13</u>	<u>40,02</u>	<u>2,48±0,16</u>	<u>45,58</u>	<u>2,14±0,08</u>	<u>28,29</u>
2,51±0,05	15,36	2,61±0,06	15,08	3,06±0,20	46,25	2,48±0,09	28,12
50		50		50		58	
В-6							
30,88±2,11	47,81	38,76±2,75	49,68	64,16±3,72	40,64	50,61±3,10	46,69
<u>2,80±0,13</u>	<u>32,14</u>	<u>2,68±0,12</u>	<u>32,02</u>	<u>2,69±0,12</u>	<u>30,58</u>	<u>2,52±0,11</u>	<u>33,09</u>
3,34±0,15	31,28	3,24±0,15	32,04	3,30±0,14	30,25	2,92±0,13	33,66
50		50		50		60	

тела без внутренностей — в знаменателе. В скобках указано количество экземпляров при

для мальков рыба, шемаи и лосося указывает А. М. Божко (1955).

Если сравнить средние индексы сердца по выборкам из всех водоемов в начале выращивания (2-й облов), то максимальный отмечается у рыб из прудов В-6 (2,60‰) и В-3 (2,56‰). В конце вегетационного периода у сеголетков из загущенной популяции В-3 индекс сердца самый высокий — 1,80‰, т. е. в этом случае также проявляется обратная зависимость этого показателя от веса тела.

Одновозрастные популяции, сильно отличающиеся по весу тела (с одной стороны, пруды В-2 и В-6; В-1 и В-4 — с другой), характеризуются почти одинаковым относительным весом сердца: 1,56 и 1,58; 1,61 и 1,53‰ соответственно. Тем не менее у самых крупных рыб из водоема В-4 он все-таки ниже. Подобное соотношение обнаружено и при анализе индексов сердца, вычисленных к весу тела без внутренностей (табл. 4). Следовательно, различия в величинах индексов сердца определяются прежде всего различиями в весе тела. Популяционная регуляция этого признака в связи с изменением численности выражена менее четко, чем для веса мозга.

Анализируя полученный материал, можно заметить незакономерные изменения коэффициента вариации веса сердца и его индекса с увеличением возраста молоди карпа в каждой популяции (см. табл. 4). В среднем по обловам изменчивость веса сердца рыб из большинства прудов составляет 19,6—42,2%, и только в 4-м облове у особей из водоема В-2 она заметно выше — 57%. Более высокая вариабельность (33,4—80%) характерна для молоди из пруда В-3.

Сопоставление данных по изменчивости веса сердца рыб из всех водоемов в начале выращивания (2-й облов) свидетельствует об отсутствии различий между ними по этому признаку. Однако с третьего облова у карпов из водоема В-3 коэффициент вариации резко возрастает и остается высоким до конца вегетационного периода. В большинстве случаев изменчивость веса сердца несколько ниже, чем веса тела. Вместе с тем, при одинаковом весе тела и сердца у рыб из прудов В-3, В-4 и В-6 коэффициент изменчивости веса сердца особей из загущенной популяции В-3 в два раза выше (62—69, 29 и 35% соответственно). При равном весе тела карпа из прудов В-1 (4,08 г) и В-3 (4,74 г) изменчивость веса сердца последних почти в четыре раза выше (24 и 80% соответственно).

Таким образом, высокая изменчивость изученных показателей у молоди карпа из популяции В-3 не случайна и определяется постоянно действующим экологическим фактором — ее перенаселенностью.

Вес селезенки. Абсолютный вес селезенки карпа всех обследованных популяций увеличивается с возрастом. В окончательном облове (водоемы В-1, В-5 и В-6) наблюдалось уменьше-

ние этого показателя (табл. 5). Для молоди двух последних прудов отмечены бóльшие колебания и относительного веса селезенки при выявленном нарастании его с возрастом. Для рыб старшего возраста характерно отчетливое снижение этого показателя (Смирнов и др., 1972), хотя во многих случаях от облова к облову разница по относительному весу селезенки не существенна. В начальный период роста относительный вес селезенки в большинстве популяций составлял в среднем 1,32—1,39‰ (в прудах В-5 и В-6—заметно выше: 1,83 и 1,70‰), тогда как в конце сезона у рыб из водоемов В-3 и В-2 он увеличился до 6,0‰, а во всех остальных был примерно одинаков (2,14—2,79‰).

У исследованных популяций карпа велика изменчивость веса селезенки (30—121%) и ее индекса (32—80‰). Самый широкий размах варибельности этого признака по обловам отмечен у рыб из пруда В-3 (см. табл. 5), а минимальными средними величинами и диапазоном изменчивости селезенки отличалась молодь из водоема В-4 (24—42%). Благополучие особей этой популяции обусловлено ее низкой численностью за период выращивания и подтверждается средними данными показателей роста. У рыб из прудов В-4, В-1 и В-6 к концу вегетационного периода наблюдалось увеличение изменчивости веса селезенки, а у остальных (В-2, В-3 и В-5) — его уменьшение.

Разнонаправленность приспособительных механизмов в исследованных группах трудно объяснить различиями в реакции особей на изменение условий среды. Однако приведенные данные свидетельствуют о четкой экологической обусловленности максимальной варибельности рыб из загущенной популяции В-3.

Вес печени. Варьирование веса печени, как и селезенки, в среднем по обловам колеблется от 12 до 29% и превосходит изменчивость веса тела. Коэффициент вариации индекса печени (в среднем от 13 до 27‰) ниже, чем абсолютного веса (табл. 6, 7).

В процессе роста молоди изменения варибельности веса печени и ее индекса незакономерны, хотя в окончательном облове всюду можно отметить их снижение. Максимальная величина изменчивости веса печени, как и других органов, отмечена у рыб из водоема В-3 (55—112%). Следовательно, при достаточной обеспеченности кормом рост печени определяется прежде всего плотностью населения отдельного пруда и его генетической разнородностью.

Абсолютный вес печени находится в прямой зависимости от веса тела как в пределах каждой популяции в течение сезона, так и при межпопуляционном сравнении. Так, максимальными размерами печени характеризуются рыбы водоема В-4 (1,16—2,48 г), а минимальными — В-3 (0,2—0,58 г). Для молоди всех прудов перед зимовкой отмечено увеличение веса печени и

Динамика веса печени и ее индекса у молоди карпа из выростных прудов по обловам

Показатель	4-й		5-й		6-й		7-й		Окончательный облов	
	$M \pm m$	С, %	$M \pm m$	С, %	$M \pm m$	С, %	$M \pm m$	С, %	$M \pm m$	С, %
Пруд В-1										
Вес печени, г	$0,94 \pm 0,06$	47,95	$1,30 \pm 0,09$	55,19	$1,67 \pm 0,10$	44,93	$1,89 \pm 0,11$	30,79	$1,22 \pm 0,05$	33,69
Индекс печени, %	$\frac{44,42 \pm 1,09}{55,29 \pm 1,39}$	$\frac{18,79}{19,35}$	$\frac{54,53 \pm 1,31}{66,94 \pm 1,87}$	$\frac{18,48}{21,49}$	$\frac{57,22 \pm 1,28}{71,22 \pm 1,64}$	$\frac{17,39}{17,89}$	$\frac{50,33 \pm 1,55}{62,99 \pm 2,16}$	$\frac{16,62}{18,43}$	$\frac{42,31 \pm 1,46}{48,84 \pm 1,71}$	$\frac{26,59}{26,94}$
n	60		60		61		30		60	
Пруд В-2										
Вес печени, г	$0,41 \pm 0,04$	49,22	$0,90 \pm 0,06$	34,94	$1,07 \pm 0,08$	42,52	$1,37 \pm 0,10$	39,72	$0,89 \pm 0,04$	32,20
Индекс печени, %	$\frac{38,81 \pm 1,71}{49,09 \pm 2,43}$	$\frac{23,64}{26,66}$	$\frac{55,22 \pm 1,95}{71,46 \pm 2,93}$	$\frac{17,64}{20,49}$	$\frac{71,54 \pm 3,07}{88,86 \pm 5,36}$	$\frac{23,12}{32,48}$	$\frac{62,03 \pm 1,79}{79,91 \pm 2,63}$	$\frac{15,57}{17,75}$	$\frac{48,72 \pm 0,99}{58,82 \pm 1,26}$	$\frac{15,64}{16,40}$
n	30		27 (26)		30		30		60	

П р у д . В-3

Вес печени, г	—	—	0,22±0,03	111,63	0,64±0,05	62,95	0,58±0,08	79,31	0,33±0,02	54,77
Индекс печени, %	—	—	41,69±1,39	25,55	64,26±1,73	20,86	57,66±1,78	16,62	37,77±1,89	21,89
	—	—	51,41±1,85	27,66	84,33±2,49	22,90	72,73±2,31	17,13	45,52±1,34	22,45
n	—	—	60	60	61	61	30	30	60 (59)	60 (59)

П р у д . В-4

Вес печени, г	1,16±0,05	36,62	1,95±0,10	41,24	2,52±0,10	31,52	2,48±0,12	29,15	1,59±0,05	24,01
Индекс печени, %	48,67±1,13	17,98	54,85±1,29	18,11	57,73±1,41	18,76	48,69±1,31	16,20	36,54±0,80	16,80
	61,93±1,54	19,32	69,30±1,81	20,03	73,16±1,94	20,41	61,54±1,89	18,42	42,13±0,97	17,63
n	61	61	60	60	61 (60)	61 (60)	37	37	60	60

П р и м е ч а н и е. Индекс печени, рассчитанный к весу тела — в числителе, к весу тела без внутренних органов — в знаменателе. В скобках указано количество экземпляров при вычислении показателей печени.

Динамика веса печени и ее индекса у молоди

Показатель	3-й		4-й		5-й	
	$M \pm m$	<i>S</i> , %	$M \pm m$	<i>S</i> , %	$M \pm m$	<i>S</i> , %
Вес печени, г . . .	$0,14 \pm 0,008$	42,60	$0,44 \pm 0,03$	43,68	$0,54 \pm 0,03$	42,15
Индекс печени, ‰	$30,05 \pm 0,78$	18,15	$40,84 \pm 0,95$	16,27	$49,96 \pm 0,92$	12,93
	$36,49 \pm 0,99$	19,05	$49,57 \pm 2,01$	28,46	$59,87 \pm 1,17$	13,70
<i>n</i>	50		50		50	

П р у д

Показатель	3-й		4-й		5-й	
	$M \pm m$	<i>S</i> , %	$M \pm m$	<i>S</i> , %	$M \pm m$	<i>S</i> , %
Вес печени, г . . .	$0,15 \pm 0,007$	31,97	$0,44 \pm 0,02$	37,82	$0,51 \pm 0,05$	45,62
Индекс печени, ‰	$29,59 \pm 0,63$	14,95	$45,12 \pm 1,24$	19,30	$45,08 \pm 0,84$	13,0
	$35,57 \pm 0,78$	15,35	$55,81 \pm 1,55$	19,45	$53,49 \pm 1,04$	13,68
<i>n</i>	50		50		50	

П р у д

Примечание. Индекс печени, расчисленный к весу тела — в числителе, к весу

ее индекса (см. табл. 6, 7). Однако к окончательному облову, когда сеголетки прекращают питаться и вес их тела уменьшается, происходит снижение и веса печени. На закономерное увеличение индекса печени у мальков лосося указывает А. М. Божко (1962).

Если величина относительного веса печени свидетельствует о состоянии молоди, то для характеристики рыб из загущенной популяции В-3 существенны следующие данные. Особи из этого водоема обладают повышенным индексом печени (38—64‰) при среднем весе тела (по *M*) 5—10 г, тогда как у молоди из пруда В-4 при среднем весе 24—50 г индекс печени немного меньший (37—58‰).

В условиях искусственного разведения изученные показатели имеют важное значение при оценке жизнеспособности сеголетков. Так как разница по относительному весу печени в окончательном облове у рыб из всех прудов невелика, то любую из популяций можно характеризовать как вполне способную перенести условия зимовки, а в нагульный период особи медленнорастущих популяций способны реализовать свойственные им потенциальные возможности. Высокий вес печени у рыб водоема В-3 указывает на достаточное наличие питательных веществ, т. е. особи, слагающие эту популяцию, вполне жизнеспособны.

карпа из прудов В-5 и В-6 по обловам

6-я		7-я		Окончательный облов	
$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %	$M \pm m$	С. %
$0,76 \pm 0,04$	39,60	$1,04 \pm 0,06$	39,70	$0,81 \pm 0,03$	28,78
$46,40 \pm 1,42$	21,44	$52,01 \pm 0,98$	13,16	$39,77 \pm 1,10$	20,95
$57,76 \pm 1,72$	20,81	$64,73 \pm 1,33$	14,36	$46,43 \pm 1,31$	21,28
50		50		58	

В-6

$0,65 \pm 0,04$	44,77	$1,09 \pm 0,05$	33,85	$0,72 \pm 0,03$	31,35
$44,76 \pm 1,12$	17,54	$46,22 \pm 0,96$	14,59	$37,28 \pm 0,98$	20,21
$54,24 \pm 1,45$	19,71	$56,68 \pm 1,26$	15,59	$43,02 \pm 1,16$	20,75
50		50		60	

тела без внутренностей — в знаменателе.

Выводы

1. Анализ вариабельности изученных показателей свидетельствует о строго закономерном характере ее увеличения в условиях плотности, превышающей оптимальную.
2. Вес мозга может служить показателем потенциальных возможностей популяций молоди карпа.
3. Определяющей величиной скорости роста веса тела и морфофизиологических характеристик популяции является общая численность с учетом генетических и экологических ее особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

Андреяшкин Ю. Г. Влияние некоторых экологических факторов на рыбопродуктивность выростных карповых прудов Зауралья. Автореф. канд. дисс. Л., 1975.

Баженова К. Я. Динамика морфофизиологических индексов и тканей у сеголетков карпа различного происхождения в период зимовки.— Труды ВНИИПРХ, 1974, вып. 10.

Баранова В. П. Влияние температуры воды и плотности посадки личинок карпа на их рост.— Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов, № 15. Л., 1975.

Божко А. М. Морфолого-физиологические особенности роста и развития рыбка и шемаи в естественных условиях и в прудах рыбопитомника.— Сборник научных работ студентов Карело-Финского гос. ун-та, вып. 2. Петрозаводск, 1955.

Божко А. М. Возрастные изменения относительных размеров внутренних органов озерного лосося.— Биология внутренних водоемов Прибалтики. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962.

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

Владимиров В. И. Вариабельность размеров рыб на разных этапах жизни и выживаемость.— Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. Киев, «Наукова думка», 1974.

Добринская Л. А. Возрастные изменения относительного веса внутренних органов рыб.— Зоол. ж., 1965, т. 44, вып. 1.

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

Добринская Л. А., Баймуратов А. Б. Вес мозга как показатель потенциальных возможностей роста сазана.— Экология, 1974, № 2.

Корнеева Л. А., Титарева Л. Н. Особенности индивидуального роста сеголетков карпа при выращивании их в садках на теплых водах.— Сборник работ по прудовому рыбоводству. М., 1969 (ВНИИПРХ).

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

Любимова Т. С. Зоопланктон и его значение в питании сеголетков карпа в прудах Южного Урала при интенсивной их эксплуатации. Автореф. канд. дисс. Л., 1976.

Поляков Г. Д. Взаимосвязь линейного роста, увеличения веса, накопления веществ и энергии в теле сеголетков карпа, выращенного в различных условиях.— Биологические основы рыбного хозяйства. Томск, 1959.

Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М., «Наука», 1975.

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

Смирнов В. С., Бруснынина И. Н. Зависимость между весом тела и весом мозга у рыб.— Экология, 1972, № 3.

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

Толмачева Н. В. Влияние температуры воздуха, плотности посадки рыб и характера прудов на прирост сеголетков карпа и рыбопродуктивность карповых выростных прудов на Северо-Западе РСФСР.— Труды НИИ озерного и речного хозяйства, 1971, вып. 74.

Шварц С. С., Ищенко В. Г., Добринская Л. А., Амстиславский А. З., 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.

Щербина М. А., Баженова К. Я., Маханько В. А., Бобров А. С. Влияние плотности посадки на интенсивность весового роста и накопление питательных веществ у сеголетков карпа.— Труды ВНИИПРХ, 1974, вып. 11.

Brockway D. R. Metabolic products and their effect.— Prog. Fish-Cult., 1950, vol. 12, N 3.

Kawamoto N. Y., Jnonye, Nakanishi S. Studies on effect by the pondareus and densities of fish in the wats upon the growth rate of carp (*Cyprinus carpio* L.).— Rept. Fac. Fish Pref. Univ. Mie, 1957, vol. 2, N 3.

Moav R., Wohlfarth G. W. Carp breeding in Jsrael.— Agr. Gen. Sele Top. N. Y.—Toronto, 1973.

Wohlfarth G. W., Moav R. The regression of weight gain on initial weight in carp. Methods and results.— Aquaculture, 1972, vol. 1, N 1.

В. И. БЕЛЯЕВ

**К ИЗУЧЕНИЮ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ДЛИНЫ И ВЕСА ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ КАРПА**

Представления о направленности и причинах изменения варибельности размеров на первом году жизни рыб довольно разноречивы. Одни авторы (Мейен, 1940; Морозов, 1951) увеличение изменчивости размеров молоди, выращиваемой в одинаковых условиях, объясняют разным содержанием желтка в развивающейся икре, вследствие чего выклюнувшиеся личинки различаются по темпу роста, причем это расхождение в размерах в дальнейшем увеличивается. Н. В. Лебедев (1959, 1967) причиной расхождения в размерах молоди, выращиваемой в искусственных и естественных условиях, считает разнокачественность икры одного помета. Несколько иного мнения придерживается К. И. Семенов (1963). По результатам его наблюдений за ростом молоди осетра, личинки из более крупной икры не всегда сохраняли преимущество в росте и развитии после перехода на активное питание. Определяющим фактором в этом случае им назван уровень кормовой обеспеченности. Аналогичной точки зрения придерживается и Г. Д. Поляков (1958, 1970, 1975): поскольку к концу лета естественного корма в прудах становится меньше, то и изменчивость размеров молоди карпа увеличивается.

К. В. Кряжева (1966) и Л. А. Корнеева (1969; Корнеева, Титарева, 1969) дифференциацию молоди по размерам объясняют неодинаковым усвоением искусственных кормов разными особями. Они, как и некоторые зарубежные исследователи (Nakamura, Kasahara, 1957), считают, что в результате разнокачественности молоди в прудовых популяциях устанавливается определенная иерархия по размерам или весу, а появление наиболее быстрорастущих особей объясняют конкуренцией, возникающей в условиях недостаточной обеспеченности пищей. Однако в работах Браун (Brown, 1946, 1951) показано, что расхождение в росте у потомства одной самки в одинаковых условиях происходит и при полной кормовой обеспеченности, причем темп роста «подчиненных» рыб в два — три раза ниже, чем

у «доминирующих» (Symons, 1971). Многие авторы (Роус С., Роус Ф., 1964; Rose, 1959а, б; Kawamoto, 1961, и др.) полагают, что разнокачественность роста рыб обусловлена действием продуктов метаболизма.

Показано (Шварц, Пястолова, 1970а, б; Шварц, 1972; Шварц и др., 1976), что «эффект группы» и «метаболический фон», создаваемый скоплениями животных («вода скоплений»), действительно оказывают на рост и развитие водных животных сильнейшее влияние. В отдельных работах (Кряжева, 1966; Поляков, 1975) отмечается, что увеличение кратности посадки личинок в прудах сопровождается ростом изменчивости длины и веса тела молоди. Все приведенные точки зрения, на наш взгляд, безусловно справедливы и при рассмотрении в определенной последовательности не противоречат друг другу.

Наши исследования проводились на нерестовых и выростных прудах Билейского рыбопитомника (Богдановичский район Свердловской области) в весенне-летний период 1975 г. За время наблюдений было промерено около 5 тыс. шт. личинок и 2,5 тыс. экз. сеголетков карпа из шести выростных и 14 нерестовых прудов. Анализ результатов проводился по материалам четырех выростных и девяти нерестовых прудов. Пробы личинок (по 30 шт. каждая) брали ежедневно из нерестовых прудов в течение первых дней с момента появления личинок после выклева из икры, из выростных (по 50—100 шт.) — еженедельно с момента зарыбления.

Начальная плотность посадки личинок при зарыблении выростных прудов была различной: В-1 — 51,2 тыс. шт/га; В-2 — 77,2; В-3 — 41,0; В-4 — 55,4 тыс. шт/га. Однако, исходя из проведенных наблюдений за период вегетации, мы были вынуждены пересмотреть величину начальной плотности личинок в прудах В-3 и В-4 по следующим причинам. Нерестовые пруды рыбопитомника расположены таким образом, что в момент спуска и облова личинок вода из них сливается в пруд В-3, в связи с этим в нем ежегодно отмечается перезарыбление (в 1973 г. окончательный выход сеголетков составил 133%, в 1974 г. — 113%, в 1975 г. — 203% к весенней посадке личинок). Приняв отход молоди в пруду В-3 за 50% (примерно таков средний выход сеголетков по всем другим прудам), мы установили, что начальная плотность посадки личинок находилась на уровне 150 тыс. шт/га.

Иная картина отмечена в пруду В-4. После таяния снега треть его площади оказалась затопленной, и при сравнительно теплых весне и первых двух декадах июня (средняя температура воды за период подрастания личинок в нерестовых прудах составила 16,33°С) в момент зарыбления водоема наблюдалось массовое развитие фитопланктона. Из практики известно, что при сильном развитии фитопланктона происходит подщелачивание водной среды, ухудшаются оптические свойства, намечает-

ся резкая температурная и кислородная стратификация (Баранов, Глазачева, 1973). При рН 9—11 образуются аммиак и его производное (гидроксиламин), обладающие высокой токсичностью для рыб. В период отмирания фитопланктона рыба гибнет из-за резкой нехватки кислорода.

При зарыблении пруда В-4 (17—19 июня) рН среды составлял 9,3. В течение последующих трех—пяти дней «цветение» полностью прекратилось. Вес тела у сеголетков во всех промежуточных контрольных и окончательном обловах в этом пруду был самым высоким, а выход молоди к весенней посадке личинок оказался, при сравнении с результатами по другим прудам, минимальным. Мы предположили, что в первые дни после зарыбления произошел значительный отход личинок и, следовательно, начальная плотность посадки была снижена. Не исключено, что произошли не только количественные, но и качественные изменения в составе сформированной популяции.

Формирование гнезд производителей для нереста (в каждый пруд помещали две самки и пять самцов), а также зарыбление выростных прудов осуществлялись по определенному плану. Была поставлена задача (на основании выводов, полученных по результатам работы в этом хозяйстве в 1974 г.) достигнуть максимального разнообразия популяций молоди в выростных прудах при равном начальном соотношении личинок чешуйчатых и зеркальных производителей. Для этого в каждый выростной пруд предполагалось поместить личинки из шести нерестовых прудов (три из них — с чешуйчатыми производителями, три — с зеркальными) в равном процентном соотношении с пруда. Наиболее равномерно провели зарыбление прудов В-2 и В-4, менее равномерно — В-1:

Выростной пруд	Нерестовый пруд	Зарыбление выростного пруда, %	Выростной пруд	Нерестовый пруд	Зарыбление выростного пруда, %
В-1	Н-6*	49,45	В-3	Н-2	17,37
	Н-2	7,63		Н-3	31,84
	Н-3	19,85		Н-5	18,68
	Н-4	23,07		Н-6	19,98
В-2	Н-2	17,18	В-4	Н-9	12,13
	Н-4	15,82		Н-2	16,60
	Н-5	17,41		Н-3	1,36
	Н-6	18,33		Н-4	19,24
	Н-7	16,27		Н-5	16,72
	Н-8	14,99		Н-6	22,84
			Н-7	14,97	
				Н-9	8,27

* В прудах Н-2, Н-3, Н-4 и Н-7 — чешуйчатые карпы, в прудах Н-5, Н-6 и Н-9 — зеркальные. По происхождению карпы в пруду Н-4 орловские, в остальных местные.

В пруду В-3 еще до зарыбления встречались личинки карпа. Так как выклев личинок из икры во всех 16 нерестовиках прошел в одно время, не исключено, что популяция В-3 была сформиро-

Соотношение чешуйчатых и зеркальных карпов в пробах контрольных обловов

Пруд	Облов						
	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	окончательный
В-3	0,82	0,82	0,82	0,92	2,03	1,33	1,08
В-2	1,50	1,50	0,61	0,47	0,43	0,51	0,66
В-1	6,14	1,33	1,63	1,44	2,88	1,33	0,72
В-4	0,08	0,43	0,59	0,45	0,48	0,54	0,54

Примечание. В первом контрольном облове молодь по чешуйному покрову не различалась; в окончательном облове для получения величин соотношения разных групп карпов из каждого пруда было просчитано не менее 1000 особей.

вана личинками из большинства нерестовых прудов, т. е. оказалась максимально разнородной по происхождению. В целом все выростные пруды зарыблялись одновозрастными особями (от первой посадки производителей на нерест). Опираясь на случайный материал и не имея возможности проверить расщепление по потомству у производителей, личинки от которых высаживались в выростные пруды, мы получили разное соотношение чешуйчатой и зеркальной молоди в прудах (табл. 1).

Исходная вариабельность длины и веса тела личинок в момент зарыбления выростных прудов колебалась в пределах 12,5—16,7% по длине и 41,0—59,7% по весу тела. В течение первых двух декад выращивания во всех прудах наблюдалось снижение

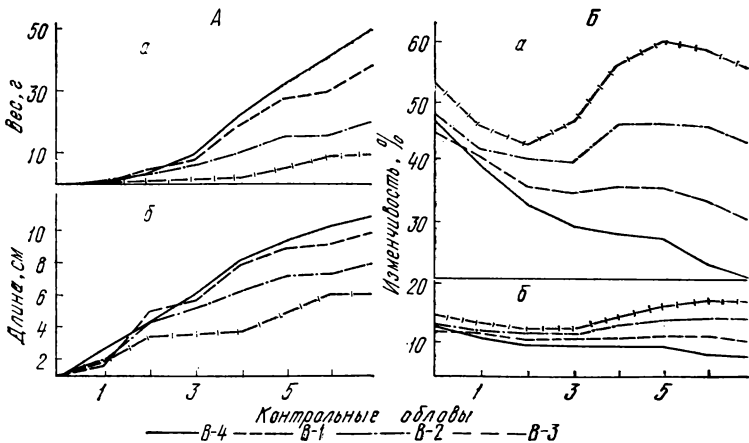


Рис. 1. Рост (А) и характер изменчивости (Б) веса (а) и длины (б) тела сеголетков карпа в выростных прудах. Семейство кривых по вариабельности длины и веса тела выравнено способом взвешенной скользящей средней (Плохинский, 1970).

изменчивости длины и веса тела молоди карпа; ее увеличение в пруду В-3 произошло в 3-м контрольном облове, в прудах В-1 и В-2—в 4-м, а в пруду В-4 она снижалась на протяжении всего периода выращивания (рис. 1; кривые отражают лишь характер изменений этого показателя, а не абсолютные его значения в разные периоды роста молоди).

Наибольшая изменчивость показателей роста (табл. 2) в среднем за период отмечена в прудах с более высокой начальной численностью личинок, выше в них была и окончательная численность сеголетков. Однако средние значения коэффициентов вариации длины и веса тела молоди из прудов В-1 и В-2 практически совпали. Сравнение по критерию Стьюдента показало, что при отсутствии достоверных различий в изменчивости показателей роста у карпа из прудов В-1 и В-2 различия у молоди из прудов В-2 и В-3 по вариабельности длины ($t=6,69$) и веса ($t=9,45$) тела, а также из прудов В-1 и В-4 (5,86 и 5,83 соответственно) достоверны. Относительно абсолютных значений длины и веса тела сеголетков проявился хорошо известный эффект плотности, описанный еще В. А. Мовчаном (1948).

В девяти нерестовиках ежедневно с момента выклева велись наблюдения за ростом личинок, однако начальная их численность была неизвестна. Сопоставление величин окончательной численности (после спуска прудов, облова и подсчета личинок) в разных нерестовых прудах с изменчивостью длины и веса тела по дням, а также со средним уровнем изменчивости этих показателей за весь период наблюдений привело к результатам, противоположным тем, которые отмечались в выростных пруд-

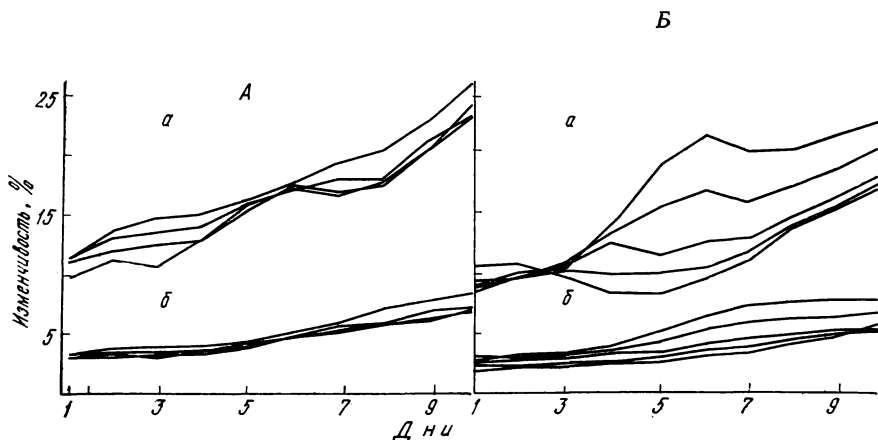


Рис. 2. Характер изменчивости веса (а) и длины (б) тела личинок карпа от чешуйчатых (А) и зеркальных (Б) производителей в нерестовых прудах в первые 10 дней после выклева из икры. Выравнивание линий проведено методом взвешенной скользящей средней (Плохинский, 1970).

Показатели роста (в окончательном облове) и их средний уровень

Пруд	Длина		
	$M \pm m, \text{ см}$	$\bar{C}_V \pm m, \%$	Пределы колебаний
В-3	$6,25 \pm 0,11$	$15,68 \pm 0,39$	9,1—19,1
В-2	$8,29 \pm 0,09$	$12,04 \pm 0,39$	10,3—13,5
В-1	$9,81 \pm 0,10$	$11,95 \pm 0,29$	10,0—16,0
В-4	$11,53 \pm 0,10$	$9,42 \pm 0,32$	6,3—14,8

дах. Большая изменчивость размеров тела личинок как в отдельные дни, так и в среднем за весь период наблюдений оказалась в прудах с более низкой окончательной численностью.

Характер изменений вариабельности размеров тела у личинок от чешуйчатых и зеркальных производителей различен (рис. 2). В прудах с личинками от чешуйчатых производителей в период перехода основной массы личинок на внешнее питание различия в изменчивости по длине и весу тела между популяциями сгладились, а затем вновь увеличились. Например, на пятый день после выклева из икры различия по критерию Стьюдента между популяциями с крайними по величине значениями коэффициентов вариации длины и веса тела (пруды Н-2 и Н-4) составляли 0,73 по длине и 1,75 весу тела. К десятому дню различия стали существеннее: $t=2,68$ и $t=2,55$ соответственно (пруды Н-4 и Н-7).

По-иному происходило изменение вариабельности показателей роста в популяциях личинок от зеркальных производителей. Минимальные различия отмечены во второй и третий дни взятия проб, возросли они на пятый (например, между популяциями Н-5 и Н-10 $t=2,52$ по длине и $t=3,48$ весу тела) и шестой дни и сгладились на десятый. Начиная с четвертого дня роста наметилась четкая связь между величиной изменчивости длины и веса тела личинок и их численностью при облове в разных прудах.

То обстоятельство, что в более многочисленных (по плотности посадки) популяциях молоди выростных прудов отмечалась повышенная изменчивость показателей роста, а в нерестовых — пониженная, на первый взгляд, парадоксально. Однако, сравнивая уровни изменчивости длины и веса тела молоди из прудов В-1 и В-2 при разных начальной численности, начальном соотношении генетических групп, процентном соотношении молоди от групп основателей, можно предположить, что в данном случае уровень изменчивости показателей роста определяется генетической природой популяций. Действительно, в пруду В-2 с большими начальной и окончательной плотностями, а также с

изменчивости (за вегетационный период) у сеголетков карпа

Вес			Окончательная численность, тыс. шт/га
$M \pm m, г$	$\bar{C}_V \pm m, \%$	Пределы колебаний	
8,35 ± 0,53	56,66 ± 1,43	28,5—76,9	83,00
18,195 ± 0,64	38,80 ± 1,235	34,4—46,7	45,33
27,62 ± 0,80	37,19 ± 0,88	29,1—50,6	26,20
45,66 ± 1,12	29,60 ± 0,96	19,7—51,7	23,70

бóльшей исходной разнородностью популяции уровень изменчивости показателей роста оказался таким же, как у молоди из пруда В-1, хотя, казалось бы, подобное увеличение генетической разнородности должно было привести к росту фенотипической изменчивости, как, например, в популяции В-3. Следовательно, можно предположить, что не само увеличение численности популяции приводит к повышению изменчивости показателей роста молоди, но уровень фенотипической изменчивости определяется оптимальностью генетической структуры популяции в конкретных условиях среды.

В связи с этим становится понятной ситуация в нерестовых прудах, где в более многочисленных популяциях личинок карпа отмечалась меньшая изменчивость показателей роста, а также нечеткость соответствия уровней изменчивости показателей роста численности личинок от чешуйчатых производителей. Очевидно, меньший уровень изменчивости длины и веса тела в пруду Н-4, по сравнению с величиной этих показателей в пруду Н-11, определила гибридная природа орловских производителей.

Известно, что условия роста и развития рыб в прудовых хозяйствах значительно отличаются от природных, что обусловлено целенаправленной деятельностью человека. Увеличение кратности посадки рыб на единицу площади водоема в десять и более раз приводит к необходимости проведения комплексных мероприятий, в значительной мере изменяющих среду обитания (введение искусственного питания, внесение минеральных и органических удобрений для поддержания и увеличения уровня естественной кормовой базы). Режим питания, сравнительно одинаковый для всех особей, их высокая численность на единицу площади прудов, максимально выравненные и в то же время направленные условия существования вынуждают рыб прудовых популяций подчиняться определенному, одинаковому для всех ритму жизнедеятельности. Возникающие при этом отклонения от заданного ритма в ту или иную сторону проявляются как изменения вариабельности различных показателей в процессе роста всей совокупности организмов. Вернее, не сами от-

клонения, а невозможность всеми особями поддерживать рост в определенном, одинаковом для всех ритме в пределах каких-то конкретных условий среды, или же способность при этих условиях продолжать рост, не подчиняясь в известной мере заданному ритму, и предопределяет причину изменения варибельности показателей роста.

Следовательно, популяция молоди, будучи главным компонентом прудовой экосистемы, занимая высший трофический уровень и находясь при этом в специфических условиях обитания, изменяющихся в процессе роста рыб, должна состоять из особей, максимально устойчивых к внешним воздействиям, или так изменять свой состав, чтобы это условие соблюдалось.

Из работ Уоллеса (цит. по Шварцу, 1969) известно, что среди гетерозигот единой популяции встречаются особи, обладающие всеми возможными степенями жизнеспособности. Однако фенотипическая реализация наследственной информации и степень выживаемости зависят от специфического набора внешних условий, изменяющихся на разных этапах развития. При этом рост и развитие организмов на фоне изменений условий существования сопровождаются соответствующим изменением качественного и количественного состава всей совокупности. Иначе говоря, популяция молоди в совокупности с конкретными условиями обитания должна регулировать состав и численность входящих в нее особей в течение всего периода жизнедеятельности.

Естественно, что вселение в один пруд потомства от нескольких пар основателей внесет значительное разнообразие в качественный состав популяции, поскольку возрастает количество вариантов, способных в процессе последующего роста организмов выжить в сформированной совокупности рыб и конкретных условиях. Ранее (Добринская, Беляев, 1978) нами было показано, что, с одной стороны, увеличение гетерогенности формируемых популяций личинок карпа в условиях прудового хозяйства сопровождается снижением общей смертности молоди за период выращивания, и это в первую очередь взаимосвязано с количеством производителей, личинки от которых были помещены в разные выростные пруды. С другой стороны, по материалам экспериментальных работ (Беляев, 1975; Добринская, Беляев, 1975), установлено (и нашло свое подтверждение при анализе роста молоди в выростных прудах), что начальное соотношение личинок различных генетических групп (чешуйчатых и зеркальных) в сформированных популяциях аналогичным образом связано с окончательным выходом молоди. При этом в процессе выращивания численное соотношение обеих групп постепенно выравнивается, сопровождаясь снижением различий в изменчивости показателей роста. Такое изменение относительной численности чешуйчатых и зеркальных сеголетков во времени — убедительный пример перестройки генотипической структуры популяций молоди карпа.

Изменение соотношения генетических групп карпа в процессе выращивания подтверждают и наши последние наблюдения (см. табл. 1). Однако обращает на себя внимание значительная разница в величине соотношений этих групп в начале выращивания и сравнительно одинаковые их значения, свидетельствующие о большей встречаемости зеркальных сеголетков в двух прудах из четырех при окончательном облове. В момент зарыбления выростных прудов в них помещались в основном личинки из одних и тех же нерестовиков. При этом пруд В-1 на 49,4%, пруд В-4 на 23,0% зарыбляли личинками из пруда Н-6, а пруд В-2 — на 18,3% личинками из пруда Н-6 и на 15,0% из пруда Н-8, т. е. из тех нерестовых прудов, окончательная численность личинок в которых была высокой, а уровень изменчивости показателей роста по сравнению с личинками прудов Н-5, Н-7, Н-9 был низким.

Принимая во внимание выводы В. И. Владимирова (1974), согласно которым партии личинок из нерестовых прудов при меньшей вариабельности длины и веса тела характеризуются повышенной жизнеспособностью в период дальнейшего выращивания, мы полагаем, что направление отбора в сторону лучшей выживаемости зеркальных сеголетков в трех выростных прудах в 1975 г. было обусловлено именно присутствием в них значительной доли личинок из прудов Н-6 и Н-8. В пруду В-3 доля личинок из нерестовика Н-6 по отношению ко всей массе личинок, попавших в пруд, оказалась значительно ниже, поэтому величина соотношения в нескольких промежуточных и окончательном обловах была близка к единице.

Выводы

1. Уровень фенотипической изменчивости показателей роста молоди карпа при выращивании в условиях прудовой экосистемы определяется степенью соответствия генофонда конкретной популяции внешним условиям развития.

2. При высокой плотности личинок карпа на единицу площади нерестового пруда совокупность рыб характеризуется определенной, но постоянно изменяющейся популяционной структурой; наблюдаемое снижение изменчивости показателей роста личинок (между прудами) свидетельствует о ее оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

Баранов С. А., Глазачева И. В. Оптические характеристики водной среды как показатели степени загрязнения водоемов. — Биофизические аспекты загрязнения биосферы. М., «Наука», 1973.

Беляев В. И. Рост молоди карпа в экспериментальных прудах. — Информ. материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975.

Владимиров В. И. Вариабельность размеров рыб на ранних этапах жизни и выживаемость.—Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. Киев, «Наукова думка», 1974.

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.

Добринская Л. А., Беляев В. И. Рост молоди карпа в выростных и экспериментальных прудах.—Экологический анализ изменчивости роста сеголеток карпа и плотвы. Свердловск, 1978 (УНЦ АН СССР).

Корнеева Л. А. Особенности весового роста карпа в зависимости от условий выращивания.—Вопросы ихтиологии, 1969, т. 9, вып. 54.

Корнеева Л. А., Титарева Л. Н. Особенности индивидуального роста сеголеток карпа при выращивании их в садках на теплых водах.—Сборник работ по прудовому рыбоводству. М., 1969 (ВНИИПРХ).

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

Лебедев Н. В. К вопросу о неопределенной изменчивости у рыб.—Труды конференции, посвященной 40-летию Великой Октябрьской социалистической революции, № 1. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Лебедев Н. В. Элементарные популяции рыб. М., «Пищевая промышленность», 1967.

Мейен В. А. О причинах колебания размеров икринок костистых рыб.—Докл. АН СССР, 1940, т. 28, № 7.

Мовчан В. А. Экологические основы интенсификации роста карпа (*Cyprinus carpio* L.). М., Изд-во АН СССР, 1948.

Морозов А. В. О расхождении в росте молоди рыб и о причинах этого расхождения.—Зоол. ж., 1951, т. 30, вып. 5.

Плохинский Н. А. Биометрия. М., Изд-во МГУ, 1970.

Поляков Г. Д. О приспособительном значении изменчивости веса сеголеток карпа.—Зоол. ж., 1958, т. 37, вып. 3.

Поляков Г. Д. Некоторые закономерности популяционной изменчивости рыб. Автореф. докт. дисс. М., 1970.

Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М., «Наука», 1975.

Роус С., Роус Ф. Выделение головастиками веществ, задерживающих рост.—Механизмы биологической конкуренции. М., «Мир», 1964.

Семенов К. И. Биологическая разнокачественность икры осетра и ее влияние на развитие личинок в условиях искусственного разведения.—Вопросы ихтиологии, 1963, т. 3, вып. 1 (26).

Шварц С. С. Эволюционная экология животных. Труды Ин-та экологии растений и животных УФАИ АН СССР, вып. 65. Свердловск, 1969.

Шварц С. С., Пястолова О. А. Регуляторы роста и развития личинок земноводных, ч. 1. Специфичность действия.—Экология, 1970а, № 1.

Шварц С. С., Пястолова О. А. Регуляторы роста и развития личинок земноводных, ч. 2. Разнообразие действия.—Экология, 1970б, № 2.

Шварц С. С. Метаболическая регуляция роста и развития животных на популяционном и организменном уровнях.—Изв. АН СССР, сер. биол., 1972, № 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. Exp. 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. Exp. Biol., 1951, vol. 28, N 4.

Kawamoto N. Y. The influence of excretory substances of fish on their own growth.—Prog. Fish Cult., 1961, vol. 23, N 2.

Nakamura N., Kasahara S. A study on the phenomenon of the Fobi-Koi or shoot carp, pt. 3. On the result of culturing the modal group

and the growth of carp fry reared individually.—Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 1957, vol. 22, N 11.

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. Midl. Nat., 1959b, vol. 62.

Symons P. E. Behavioural adjustment of population density to available food by juvenile Atlantic salmon.—J. Anim. Ecol., 1971, vol. 40, N 3.

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 рыбхоза. 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 большей 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-

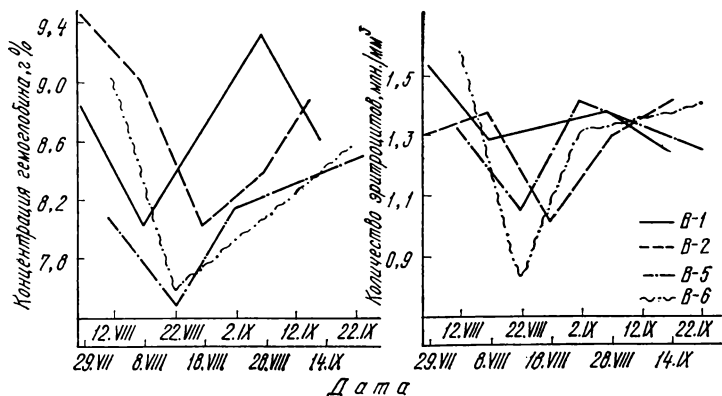


Рис. 1. Динамика концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови сеголетков карпа взрослых прудов.

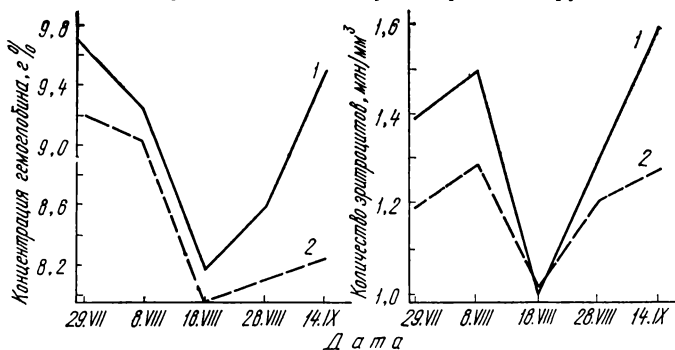


Рис. 2. Динамика концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови чешуйчатых (1) и зеркальных (2) карпов из пруда В-2.

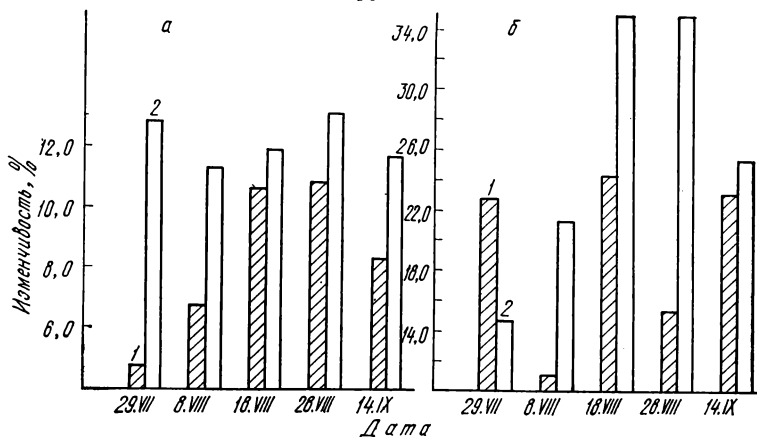


Рис. 3. Динамика изменчивости гемоглобина (а) и количества эритроцитов (б) в крови чешуйчатых (1) и зеркальных (2) карпов из пруда В-2.

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				
$13,89 \pm 3,47$	$1,13 \pm 0,24$	$43,76 \pm 10,94$	$61,51 \pm 7,50$	$32,26 \pm 8,06$
$15,29 \pm 3,82$	$1,37 \pm 0,08$	$16,45 \pm 4,11$	$69,05 \pm 4,90$	$18,79 \pm 4,69$
$16,75 \pm 2,95$	$1,25 \pm 0,12$	$32,60 \pm 5,76$	$65,28 \pm 4,30$	$25,51 \pm 4,51$

вычислении 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.

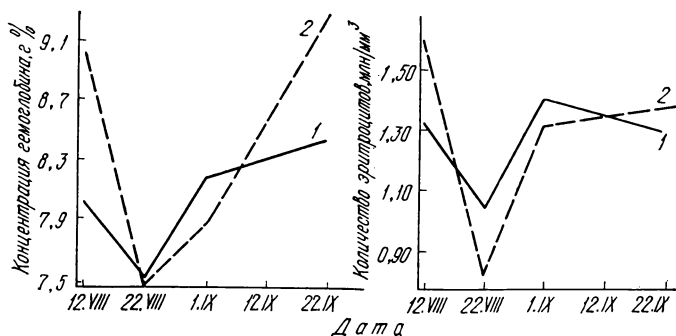


Рис. 4. Сезонная динамика концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови зеркальных карпов из прудов В-5 (1) и В-6 (2).

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

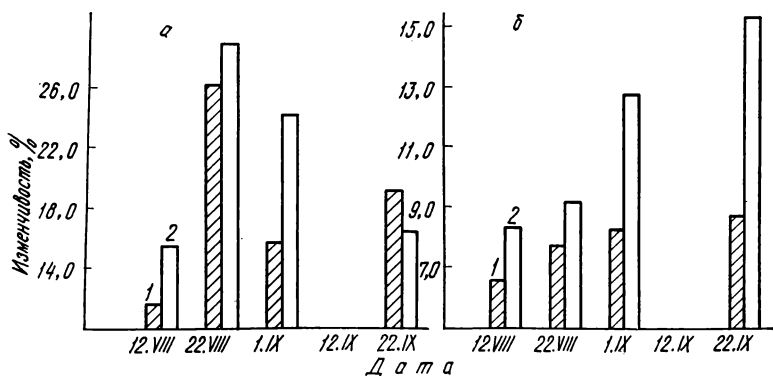


Рис. 5. Динамика изменчивости количества эритроцитов (а) и гемоглобина (б) в крови зеркальных карпов из прудов В-5 (1) и В-6 (2).

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-

генезе 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 сеголеток 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 Blutbildungsstätten 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.

В. И. БЕЛЯЕВ

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ И РОСТА ЛИЧИНОК КАРПА ОТ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ

При выращивании посадочного материала для прудовых хозяйств необходимо постоянно повышать выход продукции с единицы площади выростных прудов при условии достижения всеми сеголетками среднего стандартного веса к концу вегетационного периода. Достичь этого можно в первую очередь за счет повышения жизнестойкости личинок. При этом очень важен выбор критерия для определения степени жизнестойкости.

В. И. Владимиров (1974) считает, что вариабельность размеров рыб в популяции, особенно на ранних стадиях развития, в той или иной мере отражает их жизнеспособность: чем ниже вариабельность длины и веса тела личинок и молоди, тем выше их жизнеспособность. Поскольку изменчивость отражает реакцию популяций рыб на условия существования, то при сравнительно сходных условиях среды рост и вариабельность размеров молоди могут определяться численностью популяций (плотностью посадки), что и было отмечено (Мовчан, 1948; Кряжева, 1966; Поляков, 1975, и др.). Результаты исследований (Добринская, Беляев, 1975, 1976), проведенных нами в 1974 г. в Билейском рыбопитомнике, свидетельствуют о том, что окончательная численность молоди карпа в конце вегетационного периода, а также рост и характер изменчивости размеров тела рыб взаимосвязаны с генетической структурой прудовых популяций. В 1975 г. нами были проведены исследования по оценке роста и изменчивости личинок карпа в нерестовых прудах с момента выклева из икры до пересадки в выростные пруды в зависимости от их происхождения и численности в этот период.

Исходными формами послужили местные (чешуйчатые и зеркальные) и орловские (чешуйчатые) карпы, завезенные в 1969 г. из Макеевского рыбопитомника Орловской области. При формировании гнезд в нерестовые пруды высаживали по две самки и пять самцов одной из трех исходных групп, лишь в

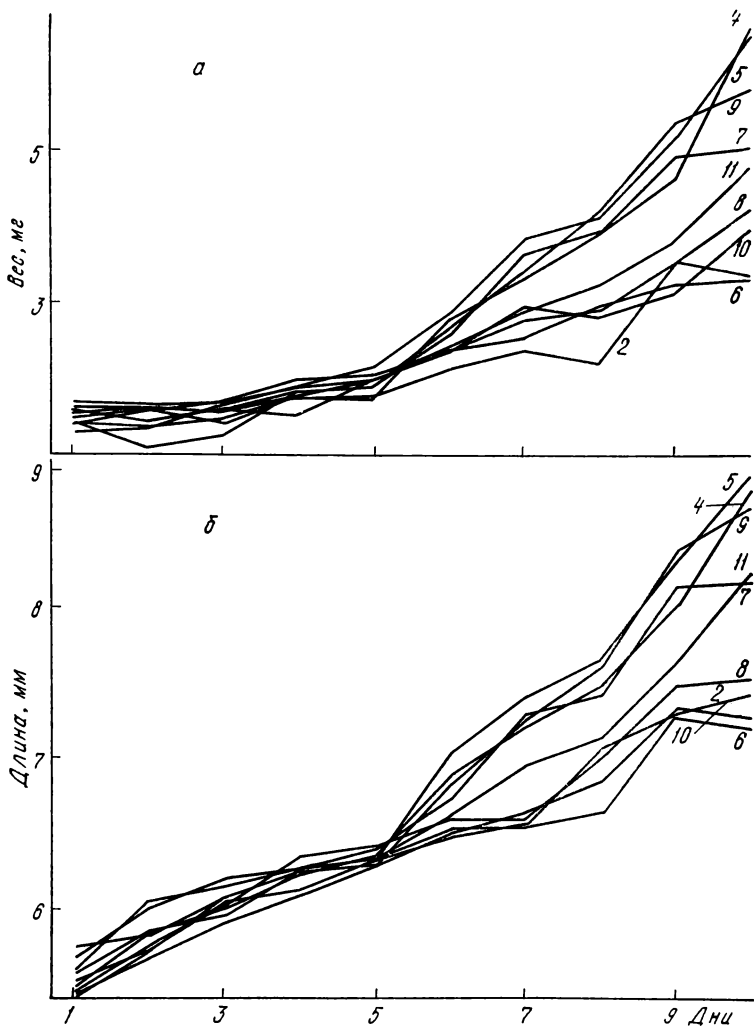


Рис. 1. Весовой (а) и линейный (б) рост личинок карпа в нерестовых прудах (2, 4—11) в первые 10 дней после выклева из икры.

нерестовый пруд (Н-10) к двум зеркальным самкам посадили двух зеркальных и трех чешуйчатых местных самцов. Всего под наблюдением находилось девять нерестовых прудов, расположенных в один ряд вдоль магистрального канала и в периоды инкубации икры и подрастания личинок имевших приблизительно одинаковые площади поверхности воды (700—750 м²). Нерест производителей прошел одновременно во всех прудах: начался во второй половине дня 2 июня при температуре воды

Показатели роста личинок карпа в нерестовых прудах

Пруд	Длина			Вес			ПВТ		
	$M \pm m, \text{ мм}$	$C_V \pm m, \%$	σ	$M \pm m, \text{ мг}$	$C_V \pm m, \%$	σ	$M \pm m, \text{ мг/млн}$	σ	$C_V \pm m, \%$
	Первая проба, 7 июня 1975 г.								
Н-2	$5,57 \pm 0,03$	$2,83 \pm 0,37$	$0,16$	$1,47 \pm 0,02$	$8,95 \pm 1,16$	$0,13$	$8,56 \pm 0,16$	$0,89$	$10,46 \pm 1,35$
Н-4	$5,48 \pm 0,03$	$3,13 \pm 0,40$	$0,17$	$1,42 \pm 0,03$	$10,84 \pm 1,40$	$0,15$	$8,63 \pm 0,15$	$0,80$	$9,31 \pm 1,20$
Н-5	$5,48 \pm 0,04$	$4,21 \pm 0,54$	$0,23$	$1,40 \pm 0,03$	$10,18 \pm 1,31$	$0,14$	$8,56 \pm 0,20$	$1,10$	$12,88 \pm 1,66$
Н-6	$5,40 \pm 0,02$	$2,32 \pm 0,30$	$0,12$	$1,28 \pm 0,02$	$8,00 \pm 1,03$	$0,10$	$8,11 \pm 0,14$	$0,74$	$9,17 \pm 1,18$
Н-7	$5,65 \pm 0,03$	$3,12 \pm 0,40$	$0,18$	$1,51 \pm 0,03$	$9,46 \pm 1,22$	$0,14$	$8,39 \pm 0,14$	$0,75$	$8,97 \pm 1,16$
Н-8	$5,43 \pm 0,03$	$3,10 \pm 0,41$	$0,17$	$1,49 \pm 0,02$	$8,97 \pm 1,16$	$0,13$	$9,32 \pm 0,20$	$1,09$	$11,72 \pm 1,51$
Н-9	$5,73 \pm 0,02$	$2,27 \pm 0,29$	$0,13$	$1,59 \pm 0,02$	$8,09 \pm 1,04$	$0,13$	$8,43 \pm 0,15$	$0,80$	$9,47 \pm 1,22$
Н-10	$5,42 \pm 0,02$	$2,40 \pm 0,31$	$0,13$	$1,56 \pm 0,03$	$10,01 \pm 1,29$	$0,16$	$9,81 \pm 0,19$	$1,03$	$10,53 \pm 1,36$
Н-11	$5,59 \pm 0,02$	$2,39 \pm 0,31$	$0,13$	$1,67 \pm 0,02$	$7,64 \pm 0,99$	$0,13$	$9,59 \pm 0,18$	$0,98$	$10,28 \pm 1,33$
Пятая проба, 11 июня 1975 г.									
Н-2	$6,32 \pm 0,06$	$4,91 \pm 0,63$	$0,31$	$1,76 \pm 0,05$	$14,89 \pm 1,92$	$0,26$	$7,00 \pm 0,19$	$1,02$	$14,64 \pm 1,89$
Н-4	$6,35 \pm 0,05$	$4,30 \pm 0,55$	$0,27$	$1,72 \pm 0,06$	$20,66 \pm 2,67$	$0,35$	$6,65 \pm 0,16$	$0,86$	$12,97 \pm 1,67$
Н-5	$6,32 \pm 0,06$	$5,55 \pm 0,72$	$0,35$	$2,14 \pm 0,08$	$20,03 \pm 2,59$	$0,43$	$8,40 \pm 0,16$	$0,86$	$10,18 \pm 1,31$
Н-6	$6,40 \pm 0,05$	$4,04 \pm 0,52$	$0,26$	$1,93 \pm 0,04$	$12,60 \pm 1,63$	$0,24$	$7,36 \pm 0,11$	$0,58$	$7,89 \pm 1,02$
Н-7	$6,38 \pm 0,05$	$4,37 \pm 0,56$	$0,28$	$1,89 \pm 0,06$	$16,40 \pm 2,12$	$0,31$	$7,23 \pm 0,13$	$0,70$	$9,65 \pm 1,26$
Н-8	$6,41 \pm 0,04$	$3,60 \pm 0,46$	$0,23$	$1,96 \pm 0,04$	$12,64 \pm 1,63$	$0,25$	$7,42 \pm 0,16$	$0,85$	$11,50 \pm 1,48$
Н-9	$6,26 \pm 0,05$	$4,64 \pm 0,60$	$0,29$	$1,89 \pm 0,07$	$21,32 \pm 2,75$	$0,40$	$7,58 \pm 0,14$	$0,77$	$10,21 \pm 1,32$
Н-10	$6,25 \pm 0,04$	$3,42 \pm 0,44$	$0,21$	$1,95 \pm 0,04$	$9,97 \pm 1,29$	$0,19$	$7,86 \pm 0,15$	$0,80$	$10,20 \pm 1,32$
Н-11	$6,32 \pm 0,05$	$4,41 \pm 0,57$	$0,28$	$2,06 \pm 0,06$	$16,32 \pm 2,11$	$0,34$	$8,11 \pm 0,14$	$0,76$	$9,38 \pm 1,21$
Десятая проба, 16 июня 1975 г.									
Н-2	$7,40 \pm 0,11$	$7,98 \pm 1,03$	$0,59$	$3,35 \pm 0,16$	$25,98 \pm 3,35$	$0,87$	$8,20 \pm 0,26$	$1,42$	$17,28 \pm 2,23$
Н-4	$8,75 \pm 0,09$	$5,62 \pm 0,73$	$0,49$	$6,70 \pm 0,21$	$17,55 \pm 2,26$	$1,18$	$9,59 \pm 0,26$	$1,44$	$15,03 \pm 1,94$
Н-5	$8,84 \pm 0,12$	$7,33 \pm 0,95$	$0,65$	$6,63 \pm 0,27$	$22,08 \pm 2,85$	$1,46$	$9,47 \pm 0,11$	$0,58$	$6,13 \pm 0,79$
Н-6	$7,16 \pm 0,08$	$6,00 \pm 0,77$	$0,43$	$3,32 \pm 0,11$	$17,74 \pm 2,29$	$0,59$	$9,04 \pm 0,22$	$1,23$	$16,65 \pm 1,76$
Н-7	$8,14 \pm 0,14$	$9,43 \pm 1,22$	$0,77$	$5,08 \pm 0,27$	$28,63 \pm 3,70$	$1,46$	$9,21 \pm 0,07$	$0,37$	$4,02 \pm 0,52$
Н-8	$7,49 \pm 0,08$	$5,94 \pm 0,77$	$0,44$	$4,23 \pm 0,13$	$16,90 \pm 2,18$	$0,71$	$10,02 \pm 0,10$	$0,97$	$9,69 \pm 1,25$
Н-9	$8,64 \pm 0,12$	$7,66 \pm 0,99$	$0,66$	$5,84 \pm 0,23$	$21,60 \pm 2,78$	$1,26$	$8,95 \pm 0,17$	$0,92$	$10,26 \pm 1,32$
Н-10	$7,24 \pm 0,09$	$6,63 \pm 0,86$	$0,48$	$3,95 \pm 0,13$	$18,08 \pm 2,33$	$0,71$	$10,33 \pm 0,16$	$0,88$	$8,48 \pm 1,09$
Н-11	$8,20 \pm 0,12$	$7,90 \pm 1,02$	$0,65$	$4,79 \pm 0,26$	$29,47 \pm 3,80$	$1,41$	$8,44 \pm 0,18$	$0,96$	$11,42 \pm 1,47$

Средний уровень изменчивости (\bar{C}_V) длины, веса и приведенного веса тела с момента их

Пруд	Длина		Вес	
	$C_V \pm m$	Пределы колебаний	$C_V \pm m$	Пределы колебаний
Н-7	5,80±0,25	3,12—10,41	18,24±0,78	9,46—28,63
Н-2	4,77±0,21	2,54—7,98	16,52±0,70	8,95—25,98
Н-4	4,33±0,18	2,02—5,84	14,86±0,63	6,96—20,66
Н-11	5,09±0,22	2,39—7,90	16,665±0,73	7,64—29,47
Н-9	5,77±0,26	2,27—9,30	17,17±0,75	8,09—25,56
Н-5	5,375±0,22	3,05—7,33	15,75±0,66	10,18—22,08
Н-8	4,01±0,17	2,69—6,65	12,50±0,53	8,44—16,90
Н-6	3,815±0,16	2,10—6,00	12,06±0,51	8,00—17,74
Н-10	3,895±0,17	1,88—6,63	12,48±0,53	7,19—18,08

21,5° и окончился вечером 3 июня. Первые пробы личинок по 30 шт. взяты 7 июня (в первый день выклева), последующие брали ежедневно до спуска нерестовых прудов, просчета и пересадки подросших личинок в выростные пруды.

Длину личинок измеряли под микроскопом МБС-1 от конца рыла до характерного у личинок этого вида карповых рыб пигментного пятна в основании хвостовой складки; взвешивали на торсионных весах. Точность измерения длины тела 0,1 мм, веса 0,1 мг. Вычисляли средние значения длины, веса, приведенного веса тела (ПВТ) (Поляков, 1959), коэффициенты вариации этих показателей, а также среднесуточную температуру воды и сумму тепла за весь период наблюдений. Достоверность различий определялась по критерию Стьюдента. Анализ наблюдений за ростом личинок дается за первые десять дней их жизни (рис. 1).

В пробах первого дня наблюдений длина и вес личинок во всех прудах оказались разными (табл. 1). Как между крайними значениями длины личинок из прудов Н-9 и Н-6 и веса — из прудов Н-11 и Н-6, так и между средними значениями (Н-2 — длины и веса) и крайними (Н-9 и Н-6 — длины; Н-6 и Н-11 — веса) этих показателей наблюдались достоверные различия ($t > 3$). Во второй и последующие дни отмечалось неуклонное увеличение длины тела личинок во всех прудах, а вес тела изменялся несколько по-иному. В прудах Н-5, Н-6, Н-7, Н-8, Н-9 средний вес тела личинок, по отношению к пробам

популяций личинок карпа в нерестовых прудах за первые 10 дней наблюдений выклева из икры, %

ПВТ		Производители	Выход, тыс. шт.	b	Δb
$C_V \pm t$	Пределы колебаний				
9,30 ± 0,39	4,02—12,61	Чешуйчатые местные	145,502	3,3871	0,06979
11,89 ± 0,50	7,60—17,28	То же	247,520	3,4400	0,10004
10,02 ± 0,43	5,24—15,03	Чешуйчатые орловские	291,070	3,8966	0,067107
9,66 ± 0,40	8,00—11,65	Чешуйчатые местные	355,420	3,1704	0,028115
9,00 ± 0,37	7,16—10,66	Зеркальные местные	158,795	3,3399	0,048141
10,10 ± 0,42	6,13—13,56	То же	214,400	3,3732	0,024998
10,14 ± 0,42	8,52—11,93	»	240,110	4,0078	0,0311785
9,41 ± 0,39	7,15—13,65	»	512,525	3,6817	0,018032
8,85 ± 0,36	6,67—10,53	Зеркальные и чешуйчатые местные	530,075	4,0718	0,048055

первого дня, на второй день увеличился, в прудах Н-2, Н-4, Н-10 и Н-11 — снизился, а увеличился лишь на третий. Соотнеся сроки начала прироста веса тела в разных прудах со средними размерами личинок в первый день наблюдений, можно отметить, что увеличение среднего веса тела на второй день произошло в прудах с более прогонистыми в первый день личинками, а на третий день — в прудах с личинками, имевшими в первый день больший вес.

На пятый день (см. табл. 1) личинки во всех прудах не различались по средней длине тела (например, между крайними значениями этого показателя в прудах Н-8 и Н-10 $t=2,69$) и в семи прудах — по весу ($t \ll 3$). Отставание в весовом росте отмечалось в прудах с личинками от чешуйчатых местных (Н-2) и орловских (Н-4) производителей. С шестого дня по десятый в прудах Н-4, Н-5, Н-7 и Н-9 наблюдался лучший рост личинок (см. рис. 1), чем в прудах Н-2, Н-6, Н-8, и Н-10. На десятый день хорошо подросли личинки из прудов Н-4, Н-5, Н-7 и Н-9; из них в первый день взятия проб в прудах Н-4 и Н-5 они были мелкими, а в водоемах Н-7 и Н-9 — крупными; плохо подросли личинки из прудов Н-2, Н-6, Н-8 и Н-10 (в первый день в прудах Н-6, Н-8 и Н-10 они были мелкими, в Н-2 — крупными). Просчет личинок при спуске прудов показал, что их окончательная численность колебалась от 145,5 до 355,4 тыс. шт. для чешуйчатых и от 158,8 до 530 тыс. шт. — для зеркальных (табл. 2).

Согласно представлениям Н. В. Лебедева (1959, 1967), молодь из мелкой икры растет медленнее, а из крупной — быстрее, и эти различия при одинаковых условиях питания с ростом все больше увеличиваются или же сохраняются (Владимиров, 1974). О наличии и трудности устранения «стартовых» различий посадочного материала свидетельствуют данные и других авторов (Wunder, 1954; Schäperclaus, 1958). Не отрицая влияния разнокачественности отложенной икры на дальнейший рост выклюнувшейся из нее молоди, на основании имеющихся материалов можно утверждать, что кроме разнокачественности икры (крупной и мелкой) значительное влияние на рост личинок оказывает их численность в нерестовых прудах, особенно в период после перехода основной массы личинок на внешнее питание. Как видно из наших данных, такой переход осуществился на шестой день после выклева личинок из икры. Первые четыре дня во всех прудах личинки росли по-разному. В прудах, где в первый день приведенный вес тела был ниже, увеличение среднего веса наблюдалось уже на второй день. Вероятно, часть личинок с минимальным количеством резервных веществ перешла на внешнее питание. В тех прудах, где ПВТ в первый день был выше, прирост веса отмечен только с третьего дня. Разнокачественность икры и, следовательно, молоди внутри популяций в процессе роста компенсировалась разными сроками перехода мелких и крупных личинок на внешнее питание. Несмотря на значительное расхождение в размере личинок в первый день, на пятый в среднем по всем прудам личинки не различались по длине и весу тела. С шестого по десятый дни рост регулировался численностью и, как показывают наблюдения, хороший рост отмечался у личинок из прудов с более низкой, а плохой — с более высокой окончательной численностью.

С момента выклева из икры в каждом пруду наблюдалось увеличение варибельности длины и веса тела. Если в первой пробе изменчивость по длине тела личинок варьировала от $2,27 \pm 0,29$ (Н-9) до $4,21 \pm 0,54$ % (Н-5), по весу от $7,64 \pm 0,99$ (Н-11) до $10,84 \pm 1,40$ % (Н-4), то на десятый день — в пределах от $5,62 \pm 0,73$ (Н-4) до $9,43 \pm 1,22$ % (Н-7) по длине и от $16,90 \pm 2,18$ (Н-8) до $29,47 \pm 3,80$ % (Н-11) по весу (см. табл. 1). При определении среднего уровня изменчивости показателей роста коэффициенты вариации длины и веса тела личинок, вычисленные в отдельных популяциях по каждому из десяти дней наблюдений, были объединены нами методом разностей (Смирнов и др., 1972). Полученные данные позволили выявить взаимосвязь между варибельностью размеров тела личинок и численностью их в прудах (см. табл. 2). Например, в пруду Н-7 при окончательной численности личинок 145,5 тыс. шт. средний уровень изменчивости длины составил $5,80 \pm 0,25$ %, веса тела — $18,24 \pm 0,78$ %; в пруду Н-10 соответственно 530,1 тыс.

шт., $3,895 \pm 0,17\%$ и $12,48 \pm 0,53\%$ (между прудами Н-7 и Н-10 $t=6,30$ по длине и $t=6,11$ по весу тела). Наиболее четко зависимость среднего уровня изменчивости показателей роста от численности проявилась у личинок от зеркальных производителей (см. табл. 2, пруды Н-5, Н-6, Н-8 и Н-9), в меньшей степени — у личинок от чешуйчатых (пруды Н-2, Н-7 и Н-11).

Для аппроксимации относительных изменений между длиной и весом тела у рыб в процессе их роста многие авторы (Зотина, Зотин, 1967; Кудринская, 1973; Шелухина, 1973, и др.) используют уравнение $P=al^b$, которое при $3 > b > 3$ известно под названием аллометрического (Ищенко, 1967; Смирнов и др., 1972). На основании вычисленных нами методом наименьших квадратов коэффициентов b можно заключить, что у личинок карпа с первого по десятый дни жизни отмечается аллометрическая зависимость между длиной и весом тела (см. табл. 2). Сравнение коэффициентов b с окончательной численностью личинок в прудах и средним уровнем изменчивости длины и веса тела указывает на наличие взаимосвязи: увеличение аллометрического экспонента с ростом численности личинок в прудах сопровождается снижением среднего уровня изменчивости длины и веса. Следует отметить, что в прудах с личинками от чешуйчатых (Н-11) и зеркальных (Н-8) производителей наблюдалось отклонение от этой взаимосвязи.

Графическое изображение соотносительного увеличения длины и веса тела личинок в первые 10 дней их жизни по средним значениям показателей роста за каждый день наблюдений дано на рис. 2. В прудах с личинками от производителей с разным типом чешуйного покрова, но со сравнительно одинаковой окончательной численностью (Н-7, Н-9), а также в прудах с личинками от сходных по чешуйному покрову производителей, но разной окончательной численностью (Н-8, Н-10) наблюдалось качественное различие в росте. Эмпирические линии регрессии длина — вес у популяций, имевших меньшую окончательную численность, оказались более ровными.

В первые дни прирост веса на единицу длины тела был минимальным (даже отрицательным), в последующем он

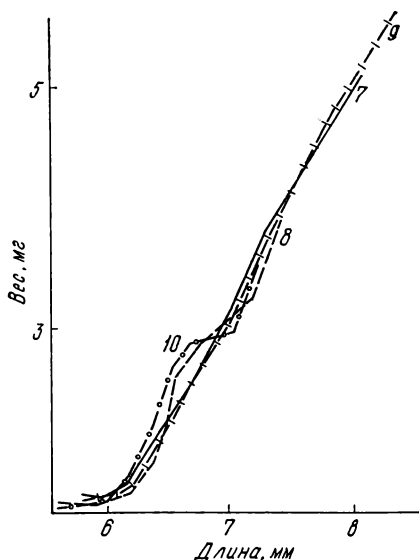


Рис. 2. Соотносительный рост длины и веса тела личинок карпа в нерестовых прудах (7—10).

значительно увеличился, а к концу наблюдений отмечалось его снижение. Проследивая рост личинок от зеркальных производителей (см. рис. 2, пруды Н-8, Н-9 и Н-10), можно отметить, что при более высокой окончательной численности в момент спуска прудов на линиях регрессии, отражающих соотносительные изменения показателей роста личинок в прудах Н-9 и Н-10, образование перегиба происходило раньше или он был выражен несколько резче (Н-8 и Н-10). При одинаковой окончательной численности (Н-7 и Н-9) у личинок от чешуйчатых производителей перегиб происходил при меньшей, чем у личинок от зеркальных, длине тела. Наблюдается сходство соотносительного роста личинок в прудах Н-8 и Н-10, хотя их окончательная численность сильно различалась. Следует отметить, что пруд Н-8 был подготовлен к облову за трое суток до его начала: вся масса личинок находилась в центральной сборной канаве. В таких условиях гибель значительной их части была вполне вероятна.

Таким образом, величина коэффициента b уравнения регрессии длина — вес взаимосвязана с особенностями соотносительного изменения этих показателей роста у личинок в разных прудах, причем характер соотносительного роста определяется численностью личинок в популяциях. На примере изучения показателей роста личинок из прудов Н-7 и Н-9 видно, что характер соотносительного увеличения длины и веса тела связан также с принадлежностью личинок к определенной генетической группе (Кирпичников, Головинская, 1966) и при сравнительно одинаковом росте за один и тот же период времени может качественно различаться.

Выводы

1. Расхождения по размерам и весу тела личинок после выклева в разных нерестовых прудах сглаживаются к моменту перехода основной их массы на внешнее питание. С этого момента рост личинок регулируется их численностью.

2. При общем увеличении изменчивости длины и веса тела наименьшая за обследованный период изменчивость показателей роста отмечена в более многочисленных популяциях.

3. Динамика длины и веса тела у растущих личинок определяется их численностью и, вероятно, исходной генетической структурой популяций.

ЛИТЕРАТУРА

Владимиров В. И. Вариабельность размеров рыб на ранних этапах жизни и выживаемость.— Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. Киев, «Наукова думка», 1974.

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.

Добринская Л. А., Белые В. И. Изучение скорости роста молоди карпа.— Современные проблемы зоологии и совершенствование методики ее преподавания в вузе и школе. Пермь, «Звезда», 1976.

Зотина Р. С., Зотин А. И. Количественные соотношения между весом, длиной, возрастом, размером яиц и плодовитостью у животных.— Ж. общ. биологии, 1967, т. 28, № 1.

Ищенко В. Г. Внутрипопуляционная изменчивость аллометрических показателей у водяной полевки.— Экологические основы адаптации животных. М., «Наука», 1967.

Кирпичников В. С., Головинская К. А. Характеристика производителей основных породных групп карпа, разводимых в СССР.— Изв. ГосНИОРХ, 1966, т. 61.

Кряжева К. В. Влияние плотности посадки на рост, изменчивость и выживаемость молоди гибридных карпов.— Там же.

Кудринская О. И. Соотношение между весом и длиной личинок некоторых видов рыб.— Гидробиол. ж., 1973, т. 9, № 1.

Лебедев В. Н. К вопросу о неопределенной изменчивости у рыб.— Труды конференции, посвященной 40-летию Великой Октябрьской социалистической революции, № 1. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Лебедев В. Н. Элементарные популяции рыб. М., «Пищевая промышленность», 1967.

Мовчан В. А. Экологические основы интенсификации роста карпа (*Cyprinus carpio* L.). Киев, Изд-во АН УССР, 1948.

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

Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М., «Наука», 1975.

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

Шелухина А. Я. О соотношении между весом и линейными размерами тела у судака *Lucioperca lucioperca*.— Физиологическая и популяционная экология животных, вып. 1 (3). Саратов, 1973 (Саратовский гос. ун-т).

Schäperclaus W. Stand der Leistungsprüfungsverfahren in der karpfentechwirtschaft.— Dtsch Fischerei Ztg., 1958, Bd 5, H. 2.

Wunder W. Ein Leistungsprüfungsversuch mit verschiedenen karpfenstammen aus der Oberpfalz, durchgeführt im Aischgrund im Jahr 1950.— Arch. Hydrobiol., 1954, Bd 48.

Н. В. БУЛАТОВА

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРУДОВ БИЛЕЙСКОГО РЫБОПИТОМНИКА

Гидрохимические исследования головного и четырех выростных прудов Билейского рыбопитомника проводились в течение вегетационного периода 1974—1975 гг. Пробы на газовый режим, рН, окисляемость и биогены отбирались ежедекадно, на ионный состав — ежемесячно. В головном пруду были взяты добавочные пробы в октябре 1974 г. и в марте 1975 г. Отбор проб в выростных прудах производился батометром Рутнера у водоспусков в утренние часы перед внесением удобрений. Гидрохимические анализы выполнялись согласно общепринятым методикам (Алекин, 1953а, б).

Билейский рыбопитомник, основанный в 1965 г., расположен на границе пенеplена Среднего Урала и Западной Сибири в лесостепной зоне (Оленев, 1965).

Водосбор рыбопитомника представляет собой всхолмленную равнину, сложенную коренными палеозойскими и мезозойскими породами, прикрытыми в основном суглинистыми и супесчаными почвами, торфянистыми в пойме р. Кунары; заболоченность его 0,7%. Климат континентальный («Справочник по климату СССР», 1965, 1968), продолжительность вегетационного периода 155 дней, зимнего — от 4,5 до 7 месяцев. Среднегодовая температура 0,8°, средняя температура июля +11° при абсолютном максимуме +39°, января —21,8° при абсолютном минимуме —47°. Среднегодовое количество осадков 534 мм.

ГОЛОВНОЙ ПРУД

Билейский рыбопитомник (рис. 1) включает головной, четыре выростных, ряд нерестовых, зимовальных и маточных прудов. Головной пруд имеет площадь 57,7 га при средней глубине 1,2 м и максимальной (у плотины) 3,5 м. Грунт песчаный, местами галечный, в прибрежье коряги. Дно в 1974 г. было покрыто погруженной растительностью за исключением русла реки. Осенью этого же года пруд спустили и заполнили перед

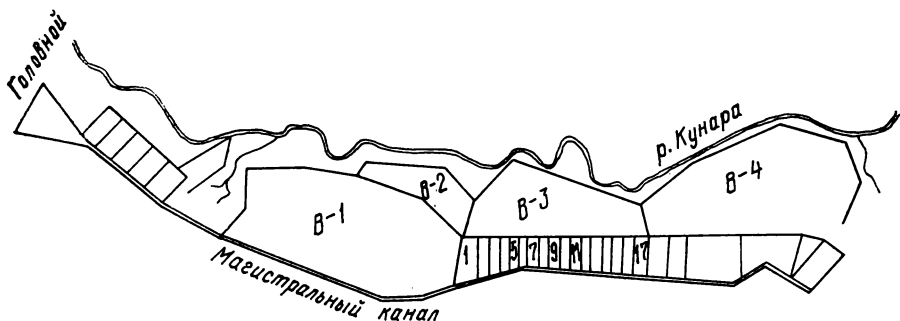


Рис. 1. Схема прудов Билейского рыбопитомника.
1—17 — неперестовые пруды.

ледоставом; в 1975 г. высшая водная растительность в нем отсутствовала.

Цвет воды головного пруда менялся от светло-зеленого в марте до желтого и бурого в открытый период в зависимости от фитопланктона и дождевых паводков, прозрачность колебалась в пределах 40—150 см. Низкая прозрачность при зеленом цвете воды наблюдалась во время массового развития фитопланктона, наибольшая — в ледостав и после весенней гомотермии. Прозрачность в 1975 г. была выше, чем в 1974 г. В головном пруду преобладала гомотермия, обусловленная мелководностью и ветровым перемешиванием. Почти на протяжении всего лета 1974 г. температура воды держалась на уровне 18,6—24,5°, и снизилась до 14° только в конце августа. В 1975 г. вода уже в начале мая прогрелась до 17°, но в связи с похолоданием в конце мая — начале июня упала до 13—14°. Максимальные температуры зарегистрированы в конце июня и в июле. В дальнейшем температура воды медленно понижалась до 15° при кратковременном повышении до 18° в конце августа.

Содержание кислорода в головном пруду летом 1974 г. в придонном слое воды не опускалось ниже 5,57 мг/л (58%), в поверхностном было близко к состоянию насыщения. Пере-сыщение кислородом поверхностных слоев воды, обусловленное развитием фитопланктона, отмечено только во второй декаде июня (11,32 мг/л; 116%) и в первой декаде августа (13,80 мг/л; 147%). В марте 1975 г. количество кислорода у дна было равно 5,27 мг/л (38%), а в мае достигло максимальной за два года величины: пересыщение кислородом всей толщи воды составило 146% (14,50 мг/л). В течение всего вегетационного периода самое низкое значение кислорода в придонном слое воды равнялось 3,73 мг/л (35%), а пересыщение поверхностного слоя воды достигало в конце июня 142% (12,45 мг/л).

Летом 1974 г. свободная углекислота в пруду в основном отсутствовала. Незначительные ее количества в пределах 1,8—

4,8 мг/л зарегистрированы в начале и конце июля и в последней декаде августа. В марте 1975 г. содержание углекислоты у дна достигло 35 мг/л, что обусловлено разложением остатков растительности. У поверхности количества CO_2 было в два раза меньше. В течение вегетационного периода свободная углекислота в воде обнаруживалась почти постоянно в количествах, не превышающих 7,9 мг/л. До аналитического нуля ее содержание упало только в июле.

Водородный показатель летом 1974 г. большей частью был щелочной. Его значения достигали 8,5—9,7 при постоянном наличии монокарбонатов, содержание которых составило в начале июля 27,6 мг/л. В ледостав рН был близок к нейтральному. Летом 1975 г. рН колебался в пределах 7,6—8,9. Монокарбонаты появились только в конце июня при максимальной величине водородного показателя.

В 1974 г. содержание органического вещества было значительно; в первую половину вегетационного периода окисляемость достигала 32 мг О/л. В дальнейшем окисляемость не превышала 17 мг О/л; наиболее низкая (2,9 мг О/л) отмечена в марте. Летом 1975 г. она достигала высокой величины (26,7 мг О/л) только в конце августа. Окисляемость в открытый период повышалась за счет накопления автохтонного органического вещества, а также во время дождевых паводков.

Суммарный неорганический азот (в пересчете на N) летом 1974 г. в связи с развитием фитопланктона был представлен тысячными и десятными долями мг/л. Только в конце июня и начале июля после сильного дождевого паводка его количество повысилось до 0,54 мг/л. В марте 1975 г. содержание азота также составляло 0,54 мг/л, в мае (после половодья) было максимальным (0,67 мг/л), а летом держалось на стабильном уровне, не ниже десятых долей мг/л. Величина суммарного азота определялась, в основном, аммиачной формой, так как содержание нитратов в открытом период было равно аналитическому нулю; нитриты часто отсутствовали.

Содержание минерального фосфора в течение вегетационного периода 1974 г. снизилось с сотых долей мг/л в июле до тысячных в августе. Повышение доли фосфора (до 0,016 мг/л) в начале июля, так же как и неорганического азота, было обусловлено дождевым паводком, понижение (в конце сезона) — развитием фитопланктона. Максимальное за оба года содержание фосфора (0,028 мг/л) отмечено в конце мая 1975 г. после вспышки массового развития водорослей (5 мая), когда завершилась минерализация отмершего фитопланктона. Это согласуется с мнением К. К. Вотинцева (1948) о том, что процесс минерализации органических соединений фосфора протекает наиболее интенсивно в первые 15—20 суток. Летом количество фосфора было близко к 0,01 мг/л и немного понизилось (0,007 мг/л) в конце августа.

В эти годы в воде головного пруда присутствовало общее железо. В июне 1974 г. его было не менее 0,22 мг/л, в июле содержание железа увеличилось до 0,72 мг/л, в августе упало до 0,36 мг/л. В марте отмечен выход железа из илов: в придонном слое воды его обнаружено до 1 мг/л при величине CO_2 35 мг/л. Летом 1975 г. количество железа было ниже, чем в 1974 г., а в конце июня и начале июля оно приближалось к аналитическому нулю.

Вода в пруду гидрокарбонатнокальциевая с соотношением катионов $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$ и анионов $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{--} > \text{Cl}^-$. В течение года меняется только степень выраженности этих ионов. Минерализация воды (M^0) колебалась от 153,9 до 222,3 мг/л, общая жесткость от 1,90 до 2,83 мг-экв при минимальной M^0 в начале мая и максимальной в подледный период (M^0 снега 18,6 мг/л, грунтовых вод 270 мг/л).

ВЫРОСТНЫЕ ПРУДЫ

Выростные пруды питомника при максимальной 2,0 м и средней 0,8 м глубине (для пруда В-4 соответственно 1,0 и 0,4 м) имеют следующие морфометрические показатели:

	Площадь, га	Объем водной массы, м ³
В-1	7	5600
В-2	3	2400
В-3	10	8000
В-4	7*	4900

* Проектная площадь пруда В-4 13 га.

Зарастаемость прудов за исключением пруда В-2 составляет 20%. Они питаются водой головного пруда, которая поступает по магистральному каналу. В пруды В-1 и В-4 вода подается непосредственно из магистрального канала, в В-2 — из пруда В-1. Пруд В-3 в 1974 г. дополнительно снабжался водой из магистрального канала через четыре нерестовых пруда.

В марте грунты водоемов известковались. Перед зарыблением в течение трех дней вносили на приток аммиачную селитру из расчета 70 кг/га. Сроки первоначального внесения селитры зависят от длительности нерестовой кампании. Так, если в июне 1974 г. селитру вносили в течение трех, то в июне 1975 г. — в течение одного — двух дней. В дальнейшем пруды удобряли селитрой из того же расчета каждые пять дней.

Минерализация. Минерализация воды выростных прудов в связи с известкованием с самого начала заполнения была выше, чем головного. Изменение минерализации в зависимости от заполнения водой и изменения ее уровня в прудах показано на рис. 2. В 1974 г. к 8 июня глубина прудов была неодинакова — от 85 до 195 см. Пруды В-1 и В-2 заливались во второй декаде

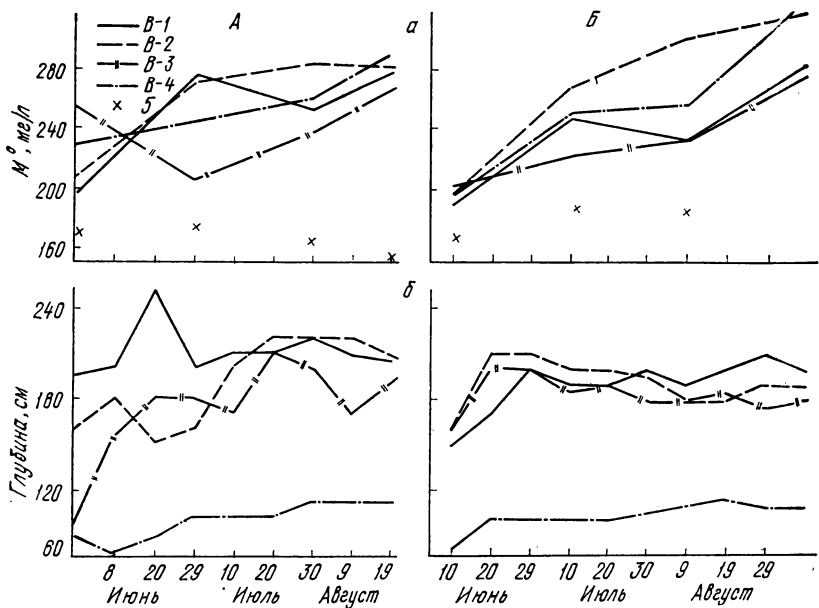


Рис. 2. Минерализация (а) и глубина (б) воды прудов в 1974 (А) и 1975 (Б) гг.

В-1 — В-4 — выростные, 5 — головной пруды.

мая, когда минерализация головного пруда была наименьшей, пруды В-3 и В-4 — позднее и более минерализованной водой, поэтому при концентрации главных ионов к 8 июня пруды различались между собой. Окончательное заполнение¹ пруда В-4 до глубины 100 см (он заливался неполностью) и всех остальных до глубины 200 см было растянуто до июля. В прудах В-2 и В-1 после окончательного заполнения (8, 9, 10 и 20, 21, 22 июня соответственно) и прекращения притока воды уровень заметно понизился, а минерализация в июле увеличилась по сравнению с исходной величиной от 196 до 280 мг/л. В пруду В-4 к июлю сумма ионов почти не изменилась; в пруду В-3 — уменьшилась за счет сильного притока воды из источника водоснабжения и подъема уровня на 80 см. К концу вегетационного периода минерализация повысилась повсеместно (264—286 мг/л); различия между прудами уменьшились за счет стабилизации уровня воды.

В 1975 г. (см. рис. 2) глубина прудов (кроме В-4) в июне была примерно одинакова (155—160 см). Первоначальное за-

¹ Под окончательным заполнением мы подразумеваем повышение уровня воды перед зарыблением выростных прудов, обусловленное внесением аммиачной селитры на приток в течение трех дней.

полнение прудов проходило в сжатые сроки (с 27 мая по 9 июня) более минерализованной водой, поэтому в начале сезона пруды и источник водоснабжения по минерализации мало различались. Окончательное заполнение в связи с одновременным зарыблением почти всех прудов произвели уже во второй декаде июня, и в июле по минерализации пруды были также близки. Резких колебаний уровня воды не отмечено. К началу сентября минерализация возросла и достигла 297—350 мг/л.

Минерализация прудов увеличивалась в основном за счет гидрокарбонатных ионов (см. таблицу). В период заполнения возрастание количества бикарбонатов и ионов кальция было обусловлено вымыванием их из произвесткованных грунтов, в последующем — процессом восстановления и анаэробным дыханием в донных отложениях (Хатчинсон, 1969). Количество кальция и магния повышалось менее резко, чем бикарбонатов. Еще меньше изменялось содержание хлоридов. Содержание сульфатов к концу вегетационного периода уменьшалось, особенно в периоды дефицита кислорода и накопления органического вещества, что связано с восстановительными процессами (Веселовский, Матвеев, 1959; Хатчинсон, 1969).

Физические свойства. Цвет воды в выростных прудах изменялся от зеленого до желтого и бурого. Прозрачность воды в 1974 г. варьировала в пределах 10—95 см, в 1975 г. — 30—180 см. Минимум прозрачности и зеленый цвет воды определялись, как и в головном пруду, развитием фитопланктона.

Термический режим. В 1974 г. в течение всего вегетационного периода в выростных прудах прослеживалась температурная стратификация (рис. 3, а). В прудах В-1 и В-2 она не нарушалась до третьей декады июня, причем температурный градиент превысил 2°. В пруду В-3 разница температур между поверхностными и придонными слоями воды была выражена слабее и составляла 1,5°. В мелководном пруду В-4 в июне измеряли температуру и отбирали пробы только на одном горизонте. В конце июня в прудах наблюдалась гомотермия. Перемешиванию водных масс во многом способствовал сильный приток воды во время окончательного заполнения. В июле началось расслоение воды; 20 июля при максимальной за сезон прогремости поверхностных слоев воды и штилевой погоде температурный градиент в пруду В-1 составлял 2,5°, а в мелководном пруду В-4 равнялся 1,0°. В дальнейшем различия между поверхностными и придонными слоями воды уменьшились: 9 августа в пруду В-3 температурный градиент составлял 1,2°.

В 1975 г. преобладала гомотермия. Температурная стратификация с максимальным градиентом 1,2° отмечена в пруду В-2 лишь 29 июня; в июле и августе — только в прудах В-1 и В-3, причем температурный градиент не превышал 0,6°. Гомотермия была связана с ветровым перемешиванием и постоянной проточностью.

Ионный состав воды Головного и Выростных прудов в 1974—1975 гг.

Дата	I*						II						Σ _и · мг/л
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	SO ₄ ''	Cl [']	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	SO ₄ ''	Cl [']	
1974 г.	Головной пруд												
8.VI	28,0	7,3	11,4	109,8	9,2	2,0	28,5	12,2	9,3	45,0	3,9	1,1	167,7
10.VIII	24,00	9,7	6,2	122,0	9,5	2,0	26,7	17,8	5,5	44,4	4,2	1,2	173,4
9.VIII	25,0	11,5	2,7	115,9	7,0	2,0	27,1	20,6	2,4	45,5	3,2	1,2	164,2
28.VIII	23,0	10,3	2,0	109,8	5,8	3,0	27,6	20,4	1,9	45,2	2,9	1,9	153,9
29.X	35,0	10,3	7,5	150,1	13,4	6,0	30,2	14,7	5,3	42,4	4,8	3,0	222,3
1975 г.	Головной пруд												
18.III	36,4	12,3	2,2	152,5	11,7	6,4	31,2	17,3	1,5	42,8	4,2	3,0	221,6
5.V	28,0	8,6	1,1	91,5	26,3	3,4	32,6	16,3	10,5	35,9	12,8	2,2	159,0
29.V	31,0	11,5	0	122,0	18,9	3,4	31,9	19,1	0	40,2	7,9	1,9	186,9
10.VI	30,0	10,9	2,7	128,1	15,8	2,8	29,9	17,9	2,2	41,9	6,6	1,7	190,4
10.VIII	34,0	10,9	3,2	150,0	9,0	2,8	31,2	16,5	2,3	45,1	3,4	1,4	210,0
9.VIII	34,0	10,9	2,2	150,1	6,4	3,4	31,6	16,8	1,7	45,7	2,5	1,9	207,0
8.IX	30,0	12,2	2,8	144,0	6,4	4,0	28,9	19,2	2,0	45,3	2,5	2,2	199,2
	Пруд В-1												
1974 г.	Пруд В-1												
8.VI	34,0	7,3	5,5	134,2	14,0	1,0	33,7	11,9	4,4	43,6	5,8	0,6	196,0
10.VII	32,0	12,8	23,1	189,4	10,2	1,6	22,7	14,1	13,1	46,4	3,0	0,6	273,9
9.VIII	46,0	10,6	1,4	189,1	3,3	2,0	35,6	13,5	0,8	48,1	1,1	0,9	252,3
28.VIII	46,0	10,9	7,5	207,4	2,5	2,0	32,9	12,9	4,3	48,6	0,7	0,8	276,3
1975 г.	Пруд В-1												
10.VI	36,0	9,7	5,4	134,2	24,9	3,4	32,0	14,2	3,8	39,1	9,2	1,7	213,6
10.VIII	52,0	13,4	0	183,0	18,3	3,4	35,1	14,9	0	43,1	5,5	1,4	270,1
9.VIII	48,0	12,2	0	183,0	8,2	3,4	36,7	15,3	0	45,9	2,6	1,5	254,8
8.IX	50,0	12,2	9,4	225,7	3,9	3,4	32,2	12,9	4,9	47,7	1,0	1,2	305,0

Пруд В-2

1974 г.																				
8.VI	34,0	10,3	4,5	134,2	20,5	4,0	31,1	15,6	3,3	40,3	7,7	2,0	207,5							
10.VII	46,0	8,5	12,4	176,9	20,5	3,0	32,9	10,0	7,1	42,6	6,2	1,2	266,9							
9.VIII	52,0	8,5	7,5	195,2	17,1	2,0	36,1	9,7	4,2	44,4	4,9	0,8	282,3							
28.VIII	52,0	10,3	3,0	207,4	5,5	2,0	36,4	11,9	1,7	47,6	1,6	0,8	280,3							
1975 г.																				
10.VI	38,0	10,9	3,4	134,2	30,7	3,4	32,4	15,3	2,3	37,5	10,9	1,6	220,6							
10.VII	58,0	9,7	2,6	186,7	30,0	4,2	38,1	10,5	1,4	40,2	8,2	1,5	291,2							
9.VIII	62,0	12,2	1,3	223,9	18,5	3,4	37,3	12,0	0,6	44,2	4,6	1,2	321,2							
8.IX	60,0	14,6	3,7	252,5	5,3	3,4	34,5	13,8	1,7	47,6	1,3	1,1	339,6							

Пруд В-3

1974 г.																				
8.VI	42,0	10,9	7,7	158,6	24,5	7,0	31,7	13,6	4,6	39,3	7,7	3,1	250,7							
10.VII	38,0	10,9	0	134,2	16,2	5,0	33,9	16,1	0	41,0	6,3	2,6	204,3							
9.VIII	43,0	11,8	0	164,7	10,3	6,0	34,4	15,5	0	43,8	3,5	2,8	235,8							
28.VIII	42,0	15,8	1,8	189,1	9,7	6,0	30,2	18,7	1,0	44,7	2,9	2,4	264,4							
1975 г.																				
10.VI	39,0	10,3	7,7	134,2	28,6	5,4	30,7	14,1	5,1	37,6	9,9	2,5	225,2							
10.VII	44,0	13,4	0	150,1	31,1	6,2	33,2	16,7	0	37,5	9,8	2,7	244,7							
9.VIII	44,0	14,6	5	173,2	16,0	6,0	32,1	17,9	0	42,5	5,0	2,5	255,3							
8.IX	50,0	13,4	6,2	213,5	8,6	6,0	32,5	14,3	3,2	45,5	2,3	2,2	297,8							

Пруд В-4

1974 г.																				
8.VI	34,0	10,3	10,5	146,4	10,5	5,6	28,6	14,3	7,1	40,4	6,9	2,7	226,3							
10.VII	40,0	12,2	0	158,6	13,0	3,6	33,3	16,7	0	43,8	4,5	1,7	242,1							
9.VIII	43,0	12,8	6,3	182,0	8,8	4,4	31,1	15,2	3,7	45,7	2,6	1,6	257,9							
28.VIII	46,0	13,4	7,5	213,5	6,6	2,4	31,1	14,9	4,0	47,3	1,9	0,9	286,4							
1975 г.																				
10.VI	37,0	14,0	4,6	137,9	22,6	4,6	27,6	19,3	3,1	35,9	7,9	2,2	220,7							
10.VII	52,0	14,6	0	176,9	25,3	5,4	35,2	14,9	0	40,5	7,3	2,1	274,2							
9.VIII	48,0	15,8	0	189,1	20,8	5,4	32,4	17,6	0	42,1	5,9	2,1	279,1							
8.IX	54,0	18,2	8,3	256,2	7,8	6,0	29,8	16,0	3,7	46,3	1,8	1,9	350,6							

* Содержание ионов: I — мг/л; II — % экв.

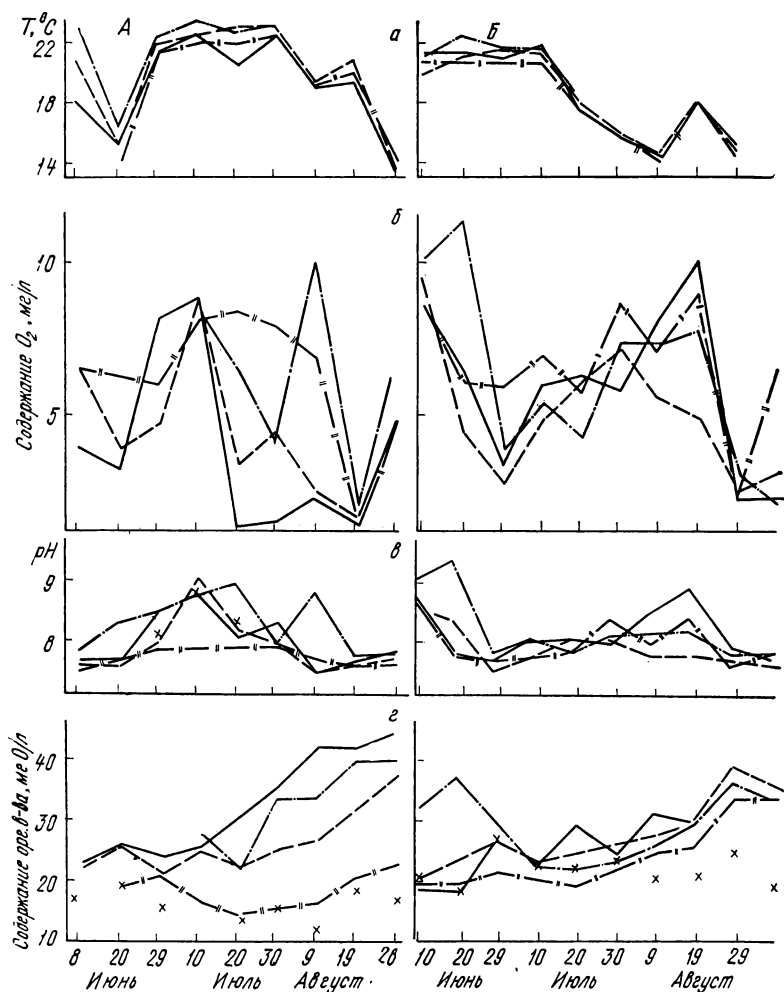


Рис. 3. Термический (а), газовый (б) режимы, pH (в) и динамика органического вещества (г) в придонных слоях воды прудов в 1974 (А) и 1975 (Б) гг.

Условные обозначения те же, что на рис. 2.

Газовый режим. В 1974 г. для газового режима прудов также была характерна неоднородность (см. рис. 3, б). Прямая стратификация кислорода прослеживалась в первой и второй декадах июня в прудах В-1 и В-2. Низкое содержание кислорода в придонных слоях (6,60—3,25 мг/л; дефицит 29—69%) было связано с биохимическим окислением органического вещества грунтов. В конце июня и начале июля в прудах зафик-

сирована небольшая обратная стратификация кислорода, вызванная, очевидно, начавшимся в начале третьей декады резким понижением температуры воздуха и поступлением в пруды охлажденной обогащенной кислородом воды из мелководного магистрального канала.

Содержание кислорода в поверхностных слоях не превышало 90% насыщения, что обусловлено слабым развитием фитопланктона. Содержание свободной углекислоты в июне, особенно в придонных слоях, было сравнительно высоким (до 14 мг/л), что также связано с биохимическим окислением грунтов. В прудах В-1 и В-2 отмечена прямая стратификация свободной углекислоты. Обратная стратификация CO_2 в конце июня наблюдалась только в пруду В-3. Значения водородного показателя (см. рис. 3, в) в течение июня из-за слабого развития водорослей были низкими. В придонных слоях рН составлял 7,55—7,75, в поверхностных не превышал 8,50.

Во второй декаде июля, когда при солнечной штилевой погоде установилась стагнация, в прудах началось массовое развитие фитопланктона, наиболее интенсивное в пруду В-1, где наблюдался самый высокий температурный градиент и отсутствовала проточность в течение нескольких дней. Пересыщение кислородом поверхностных слоев воды 20 июля составило 210% (18,9 мг/л), а его дефицит в придонных слоях равнялся 85% (1,33 мг/л). Прекращение «цветения» и разложение отмершего фитопланктона привело 30 июля к падению содержания кислорода до 1,57 мг/л (17%) по всей толще воды. В пруду В-2, имеющем зависимое водоснабжение от пруда В-1, колебания количества кислорода выражались слабее. Сравнительно высокое содержание кислорода в поверхностных слоях и низкое в придонных было обусловлено повышением уровня воды на 60 см. Содержание кислорода в поверхностных слоях воды в прудах В-3 и В-4 20 июля немного превысило 100% насыщения, в придонных 30 июля составило соответственно 7,92 и 3,92 мг/л. В этих прудах, как и в пруду В-2, по сравнению с прудом В-1 биомасса фитопланктона была низкой. Высокое (но не превышающее 100% насыщения) содержание кислорода в пруду В-3 в течение всего вегетационного периода объясняется постоянным дополнительным притоком воды из нерестовых прудов.

Содержание свободной углекислоты в пруду В-3 и в придонных слоях воды остальных прудов в июле оставалось высоким (до 11 мг/л), уменьшаясь в поверхностных слоях во время развития фитопланктона до нуля. При этом рН в пруду В-3 и в придонных слоях прудов В-1, В-2 и В-3 слабо- и среднешелочной (7,8—8,8). Максимальная величина водородного показателя рН 10,6 при содержании монокарбонатов 61 мг/л в поверхностном слое воды отмечена 20 июля в пруду В-1, в пруду В-2 он был равен 8,4, а в пруду В-4 — 9,0. В конце вегетационного

периода газовая стратификация в прудах отмечена 9 и 29 августа одновременно с увеличением биомассы фитопланктона. Во второй декаде августа сохранялся устойчивый дефицит кислорода (78%) в придонных и поверхностных слоях воды всех прудов. Он был связан с окислением автохтонного органического вещества, а также органики, принесенной из магистрального канала, который в течение нескольких дней очищали от высшей водной растительности.

В пруду В-1 в августе при развитии фитопланктона колебания количества кислорода в поверхностных слоях были значительно меньше, чем в июле, а в придонных наблюдался острый кислородный дефицит (75—85%). Низкое содержание кислорода отмечено также в пруду В-2. Ввиду слабого развития фитопланктона здесь даже в поверхностных слоях воды количество кислорода не превышало 6,74 мг/л при дефиците у дна 75—85%.

Наиболее заметным было изменение газового режима в водоеме В-4. Насыщение кислородом поверхностных слоев воды 9 августа составило 136% (13,01 мг/л), придонных — 104% (9,87 мг/л). Высокому содержанию кислорода у дна способствовало отсутствие температурного скачка и распределение фитопланктона во всей толще воды. При высокой биомассе фитопланктона в конце августа изменения величины кислорода почти не наблюдалось, что объясняется накоплением органического вещества и появлением значительного количества углекислоты (аналогичная ситуация наблюдалась в пруду В-1). В связи с этим даже при развитии фитопланктона водородный показатель изменялся мало. В поверхностных слоях воды прудов В-1 и В-4 показатель 9 августа сдвинулся в щелочную сторону (рН 8,1 и 8,9; CO_2 2,3 и 0 мг/л, соответственно), в конце августа такого сдвига не произошло (рН 7,6 и 7,7; CO_2 15,4 и 11,0 мг/л, соответственно).

В 1975 г. газовый режим в прудах был более стабильным, стратификация отсутствовала. Содержание кислорода в поверхностных слоях не превышало 100% насыщения, в придонных не опускалось ниже 30% (2,7 мг/л). Пересыщение кислородом придонных слоев воды до 126% (11,55 мг/л) наблюдалось только в пруду В-4 и было обусловлено интенсивным развитием фитопланктона. Устойчивый дефицит кислорода 78% (2,15 мг/л) отмечен только в конце августа и был вызван расходом кислорода на окисление накопившегося автохтонного органического вещества.

Органическое вещество. Содержание органического вещества в прудах, за исключением В-3, в 1974 г. увеличивалось к концу вегетационного периода (см. рис. 3, г), особенно в прудах В-1 и В-4 (перманганатная окисляемость составила соответственно 45,8 и 44,8 мг O_2 /л). В них же наблюдалось наиболее интенсивное развитие фитопланктона и сильное пересыщение

поверхностных слоев воды кислородом. На совпадение максимумов содержания кислорода и окисляемости при внесении минеральных удобрений указывают и другие авторы (Озерецковская, Смирнова, 1959). После пика «цветения» окисляемость резко повышалась сначала в поверхностном слое, а позднее — во всей толще воды.

В 1975 г. органическое вещество в прудах накапливалось в меньшей степени и более равномерно, что связано с равномерным и менее интенсивным развитием фитопланктона. Вода обладала большей прозрачностью, пересыщения кислородом почти не наблюдалось. Динамика окисляемости в прудах была аналогична таковой в пруду В-3 в 1974 г., где накоплению автохтонного органического вещества препятствовал интенсивный водообмен. Можно предположить, что гомотермия, отсутствие существенных различий между прудами по газовому и некоторым другим показателям гидрохимического режима обусловлены постоянным и примерно одинаковым водообменом.

Биогенные вещества. Содержание суммарного неорганического азота $\Sigma N_{NH_4; NO_2; NO_3}$ в 1974 г. (рис. 4, а) во всех прудах было значительным в июне, снижалось в июле и снова повышалось в августе. Высокое количество азота в июне объясняется большими дозами аммиачной селитры, вносимой перед зарыблением в течение трех дней на приток. В первой декаде июля содержание суммарного азота в прудах оставалось высоким. Снижение произошло к 20 июля в связи с начавшимся массовым развитием фитопланктона. В пруду В-1, где одновременно наблюдалось «цветение», величина суммарного азота снизилась почти до нуля, а в пруду В-3 с преобладанием диатомовых водорослей, не нуждающихся в больших количествах неорганического азота (Гусева, 1952), не опускалась ниже 1,60 мг/л. Пруды В-2 и В-4 по содержанию азота занимали промежуточное положение. В августе динамика азота соответствовала величине органического вещества. В прудах В-1 и В-4, которые характеризовались более интенсивным развитием фитопланктона и усиленным накоплением автохтонного органического вещества, отмечено и более высокое количество суммарного неорганического азота. Увеличение его в конце вегетационного периода происходило в основном за счет аммиачной формы. Это свидетельствует об интенсивном процессе аммонификации органического вещества, что согласуется с данными ряда авторов (Кузнецов, 1952; Хатчинсон, 1969). Кроме того, в августе активно разрастаются сине-зеленые водоросли, которые, по мнению тех же авторов, могут фиксировать азот воздуха, а также использовать в качестве его источника органическое вещество. Увеличение содержания суммарного азота во второй декаде августа отчасти связано с чистой магистралью канала и притоком азота извне и особенно заметно в пруду В-3, где автохтонное органическое вещество накапливалось слабо.

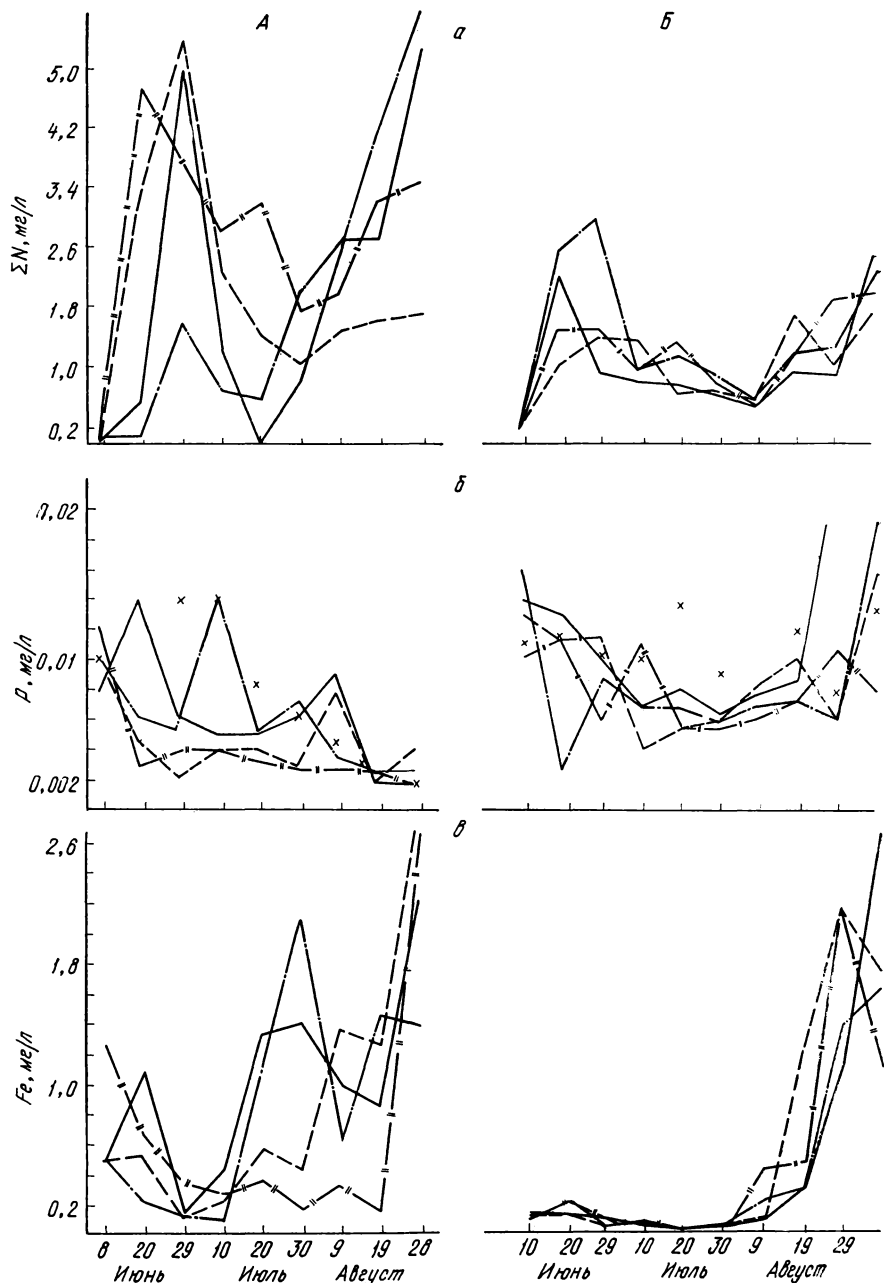


Рис. 4. Динамика биогенных элементов в придонных слоях воды прудов в 1974 (А) и 1975 (Б) гг.

а — ΣN , б — P; в — Fe.

Условные обозначения те же, что на рис. 2.

Динамика азота в 1975 г. аналогична таковой в 1974 г., но содержание его было ниже и примерно одинаково во всех прудах, что также, как и накопление органического вещества, связано с водообменом. В связи с особенностями водообмена в прудах до 30 августа отсутствовали восстановительные условия, которые усиливают процесс аммонификации (Хатчинсон, 1969).

Фосфорные удобрения не вносились, поэтому содержание минерального фосфора в прудах чаще всего изменялось соответственно его колебаниям в головном пруду. Более высокое содержание в 1974 г. (см. рис. 4, б) по сравнению с источником водоснабжения в первой и второй декадах июня объясняется вымыванием фосфора из грунтов во время заполнения. В июле количество фосфора во всех прудах снизилось в результате начавшегося развития фитопланктона. Повышение его в пруду В-4 вызвано тем, что водоем до 10 июля заполнялся водой из источника водоснабжения, в котором из-за прошедшего в конце июля дождевого паводка содержание биогенов, в том числе и минерального фосфора, заметно увеличилось. В августе количество фосфора в придонных слоях воды прудов В-1 и В-2 повысилось, вероятно, в результате его поступления из илов во время устойчивого дефицита кислорода. На повышение содержания минерального фосфора в анаэробных условиях указывает Хатчинсон (1969). Небольшое количество минерального фосфора в прудах и в источниках водоснабжения в конце августа обусловлено использованием его фитопланктоном. Несколько более высокое содержание фосфора в 1974 г. было отмечено в прудах В-1 и В-4, где происходило и более интенсивное развитие фитопланктона.

В 1975 г. количество фосфора в начале июня было примерно в тех же пределах, что и в 1974 г., и также несколько выше в прудах В-1 и В-4. Позднее, в июле, содержание фосфора понизилось, что можно объяснить использованием его фитопланктоном, а в конце вегетационного периода, в отличие от 1974 г., увеличилось. По Хатчинсону (1969), увеличение количества фосфора во время дождевых паводков может быть связано с его вымыванием из прибрежных зон и зарослей макрофитов. Возможно, фосфор поступал из илов при восстановительных условиях (дефицит кислорода во всей толще воды в конце августа составил 78%).

Таким образом, в 1974 г. фитопланктон развивался более интенсивно в прудах В-1 и В-4, т. е. в тех, где отмечено более высокое содержание минерального фосфора в июне. По материалам Свердловской агрохимлаборатории, в 1971 г. количество подвижного фосфора в грунтах прудов В-1 и В-4 было также выше, чем в грунтах прудов В-2 и В-3. Недостатком минерального фосфора, вероятно, определялось незначительное развитие фитопланктона в пруду В-2, который в результате зависимого водоснабжения был лишен его притока извне.

К 1974—1975 гг. грунты, видимо, еще более обеднились фосфором из-за того, что с 1972 г. водоемы удобрялись только аммиачной селитрой.

В распределении общего железа в толще воды летом 1974 г. прослеживалась четкая стратификация. В июне (см. рис. 4, в) различия в содержании железа в поверхностных (0,22—1,28 мг/л) и придонных (0,16—1,08 мг/л) слоях воды и между прудами были связаны с особенностями заполнения. Наиболее высокое количество общего железа наблюдалось в пруду В-3, несколько меньшее — в пруду В-1, но здесь лучше была выражена стратификация. Низкими значениями общего железа по сравнению с прудами В-1 и В-3 характеризовался пруд В-4; пруд В-2 занимал промежуточное положение.

В начале июля содержание общего железа во всех прудах было низким. В дальнейшем в связи с развитием и отмиранием фитопланктона его количество увеличилось (0,52—2,08 мг/л). Только в пруду В-3 содержание железа в течение всего июля и в начале августа находилось на стабильном уровне, не превышающем даже в придонных слоях воды 0,32 мг/л. Это, вероятно, объясняется преобладанием здесь диатомовых водорослей, испытывающих повышенную потребность в соединениях железа (Гусева, 1952). В пруду В-1 при максимальном в начале июля развитии фитопланктона и после его отмирания количество железа увеличилось одновременно с уменьшением содержания кислорода сначала в придонных слоях (20 июля), а затем во всей толще воды (30 июля). Хатчинсон (1969) также отмечает, что в неглубоких озерах с клиноградным распределением кислорода хорошо выражена обратная зависимость между железом и кислородом. В пруду В-2 количество железа в июле повысилось незначительно, потому что здесь, видимо, были слабее выражены восстановительные условия за счет меньшего накопления органического вещества. Максимальное увеличение общего железа наблюдалось в пруду В-4, где в это время повысилась окисляемость и упало содержание кислорода во всей толще воды.

В 1975 г. в связи с постоянным водообменом отмечено снижение общего железа по всем прудам почти в два раза по сравнению с 1974 г. В июле его значения приближались к аналитическому нулю. Увеличение содержания железа во всей толще воды произошло только в конце вегетационного периода, когда в результате накопления органического вещества и исчезновения в придонных слоях воды прудов окисленной микрозоны железо поступило из грунтов в воду.

Таким образом, можно условно выделить три периода формирования гидрхимического режима выростных прудов: период заполнения с резкими колебаниями уровня воды в прудах, характеризующийся формированием ионного состава и накоплением биогенов; период относительно стабильного уровня воды, связанный с началом развития фитопланктона, и период ста-

бильного уровня воды, характеризующийся продолжением массового развития водорослей и значительным накоплением в прудах автохтонного органического вещества.

Выводы

1. Головной пруд Билейского рыбопитомника — водоем с круглогодично благоприятным содержанием кислорода, незначительным количеством биогенов и слабой минерализацией.

2. Вода в головном и выростных прудах питомника гидрокарбонатнокальциевая со следующим соотношением катионов: $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+} + K^{+}$ и анионов $HCO_3^{-} > SO_4^{-} > Cl^{-}$ и минерализацией от слабой до средней (154—350 мг/л).

3. Минерализация в выростных прудах в течение вегетационного периода повышалась за счет гидрокарбонатных ионов. Содержание остальных ионов увеличивалось незначительно; количество сульфатов в августе уменьшалось в связи с восстановительными процессами.

4. В 1974 г. выростные пруды различались по гидрохимическому режиму, что обусловлено особенностями заполнения и колебаниями уровня воды. Наиболее благоприятным по химизму воды был пруд В-3. Пруд В-1 характеризовался резким изменением газового режима в периоды развития и отмирания фитопланктона. В прудах В-2 и В-4 резких колебаний гидрохимического режима не наблюдалось.

5. В 1975 г. в результате постоянной проточности гидрохимический режим во всех выростных прудах был более стабильным и благоприятным, чем в 1974 г.

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О. А. Основы гидрохимии. М. Гидрометеониздат, 1953а.

Алекин О. А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды. — Жизнь пресных вод СССР, т. 4, ч. 2. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953б.

Вотинцев К. К. Наблюдения над регенерацией биогенных элементов при разложении отмершей *Epischura* В. S.— Докл. АН СССР, 1948, т. 63, № 6.

Веселовский Н. В., Матвеев А. А. Состав главнейших ионов воды озер и рек восточных районов Оренбургской области в летне-осенний период 1956 года. — Гидрохимические материалы, т. 29. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Гусева К. Л. Цветение воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. — Труды Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1952, т. 4.

Кузнецов С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М., Изд-во АН СССР, 1952.

Оленев А. М. Урал и Новая Земля. М., «Мысль», 1965.

Озерецковская Н. Г., Смирнова И. Ф. Гидрохимические исследования р. Псекупс и прудов Краснодарского края в связи с удобрением. — Труды Зоол. ин-та АН СССР, 1959, т. 29.

Справочник по климату СССР, ч. 2. Л., Гидрометеониздат, 1965.

Справочник по климату СССР, ч. 4. Л., Гидрометеониздат, 1968.

Хатчинсон Д. Лимнология. М., «Прогресс», 1969.

М. И. ЯРУШИНА

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА
В ПРУДОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Закономерности развития, особенности состава и структуры планктонных биоценозов изучались в разных типах прудов Билейского рыбопитомника. Материал собран в мае — сентябре 1974 г. на трех станциях головного пруда, являющегося источником водоснабжения остальных прудов, а также на четырех выростных и нерестовых. Пробы отбирали батометром Рутнера емкостью 1 л; полученные данные усредняли. Для концентрации водорослей использовали фильтрационный метод с применением мелкопористых мембранных фильтров № 5 и 6. Пробы фиксировали фиксатором Утермеля (Utermöhl, 1958) в модификации Г. В. Кузьмина (1975). Подсчет клеток вели в камере Горяева. Всего собрано и обработано 130 проб фитопланктона. Анализ распределения фитопланктона показал, что для головного пруда было характерно равномерное развитие водорослей по всей акватории водоема (рис. 1). В мае, когда температура воды не превышала 12,5—13,5° С, господствующее положение в планктоне приплотинной части пруда принадлежало *Synedra ulna* (2 г/м³) и *Chlamidomonas pertyi* (2 г/м³), им сопутствовали *Stephanodiscus hantzschii* (1,7 г/м³) и *Dinobryon sociale* v. *stipitatum* (1,3 г/м³). В центральной части пруда доминировал последний вид (1,4 г/м³), ему сопутствовали *S. ulna* (0,6 г/м³) и *Cyclotella* sp. (0,6 г/м³).

В июне количество диатомовых и золотистых водорослей значительно снизилось, так как это холодолюбивые водоросли, обильно развивающиеся в периоды с пониженной температурой (Шаларь, Боля, 1973). Преимущественное развитие получила *Pandorina morum* (2,5 г/м³). Следует отметить, что в приплотинной части пруда интенсивность развития вольвоксовых была значительно выше (5,2 г/м³), хотя пик развития отмечен несколько позднее, чем на 2-й станции. Появление *P. morum* свидетельствует об органическом загрязнении водоема, что вполне объяснимо, так как приплотинная станция наиболее подвержена антропогенному воздействию.

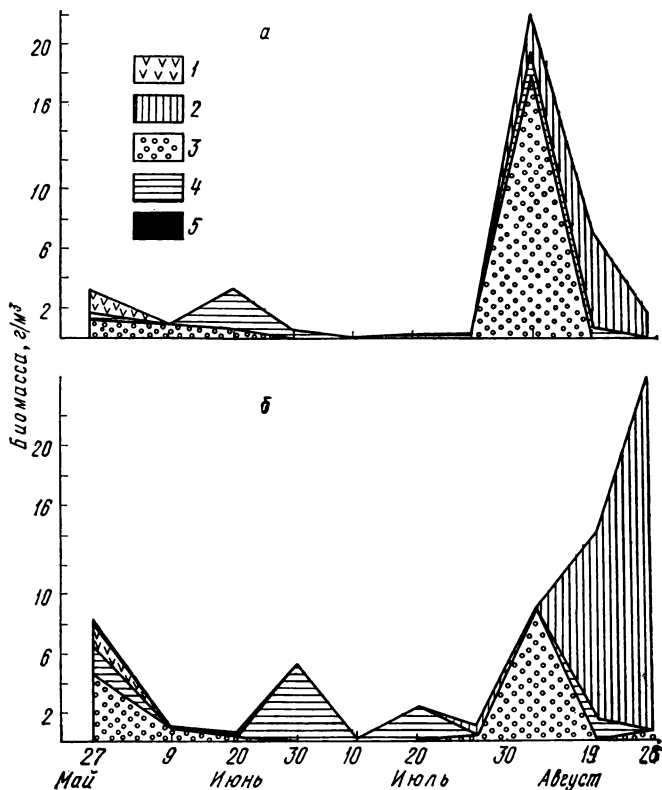


Рис. 1. Сезонная динамика развития фитопланктона на 2-й (а) и 3-й (б) станциях головного пруда.
 1 — золотистые, 2 — синие-зеленые, 3 — диатомовые, 4 — зеленые, 5 — прочие водоросли.

Несмотря на благоприятные температурные условия, в июле развитие фитопланктона было слабым, общая биомасса не превышала 2 г/м^3 , а доминантом оставалась *P. togut*. Слабая вегетация водорослей была вызвана в основном недостатком биогенных элементов, использованных в первую очередь макрофитами (зарастаемость пруда 80%), а также интенсивным ростом зоопланктона. Со второй половины июля характер планктона начал меняться: вновь появились представители диатомовых, но в незначительном количестве. В августе зарегистрирована кратковременная вспышка развития диатомовых, связанная с резким снижением температур. В пруду всегда имелись условия для их развития, к тому же вода исследуемого водоема в течение всего вегетационного сезона была богата железом и кремнием. Доминирующим видом среди диатомовых

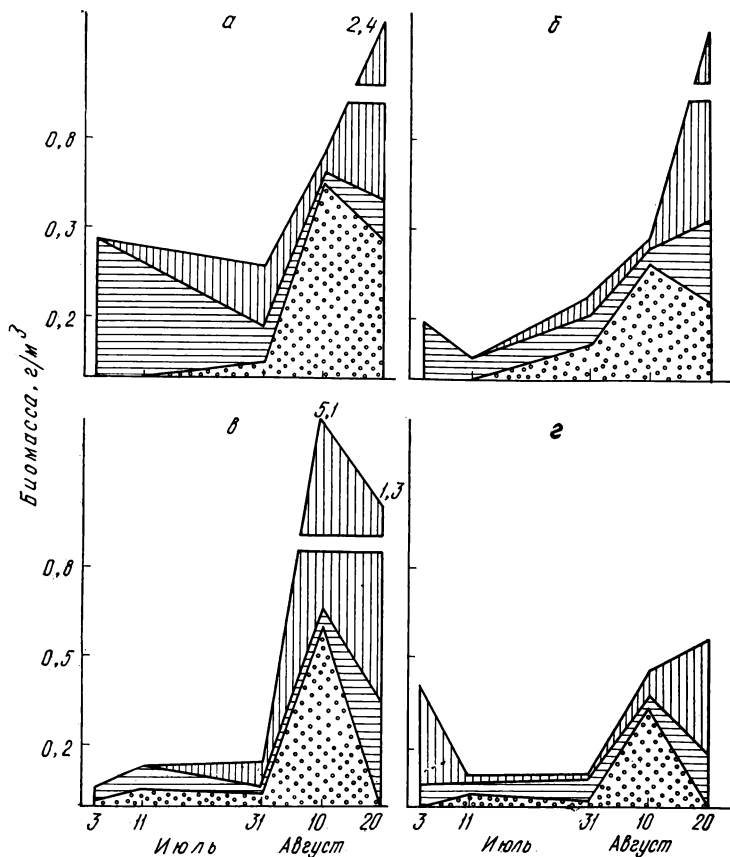


Рис. 2. Сезонная динамика развития фитопланктона в нерестовых прудах Н-5 (а), Н-7 (б), Н-9 (в) и Н-11 (г).
Условные обозначения те же, что на рис. 1.

был *Stephanodiscus hantzschii*. В центральной части пруда его биомасса ($17,7 \text{ г/м}^3$) была вдвое выше, чем на 3-й станции. Массовое развитие в прудах *Stephanodiscus* наблюдали многие исследователи (Ермолаева, Федоров, 1964; Ермолаева, 1965; Шаларь, Боля, 1973). К концу августа диатомовые встречались в планктоне единично, а господствующим видом стал *Anabena spiroides*. Обилие сине-зеленых обусловило самый крупный пик развития фитопланктона, достигший на 3-й станции $3,24 \text{ г/м}^3$. Неравномерное распределение *A. spiroides* по акватории пруда отчасти объясняется ветровыми сгонами, но в значительно большей мере тем, что интенсивная вегетация сине-зеленых, в частности *A. spiroides*, характерна для прудов, вода которых сильно загрязнена аллохтонными органическими веществами (Шаларь, Боля, 1973).

Смена доминирующего состава фитопланктона в нерестовых прудах

Дата	Н-5	Н-7	Н-9	Н-11
3.VII	<i>Pandorina morum</i>		<i>Choetopeltis orbicularis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
11.VII	Смешанный состав			
31.VII	<i>M. aeruginosa</i>	<i>Synedra ulna</i>	<i>M. aeruginosa</i>	Смешанный состав
10.VIII	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>M. aeruginosa</i>	<i>M. aeruginosa</i>	<i>S. hantzschii</i>
20.VIII	<i>Anabena spiroides</i>		<i>M. aeruginosa</i>	<i>A. spiroides</i>

Проведенные нами исследования показали, что фитопланктон головного пруда количественно богат, и для сезонной периодичности характерны три пика развития водорослей: майский, обусловленный развитием диатомовых и золотистых, июньский — вольвоксовых и августовский — диатомовых и сине-зеленых. Наиболее продуктивным был август, когда среднемесячная биомасса фитопланктона составляла 7,6—10,1 г/м³. Сравнение с литературными данными (Шаларь, Боля, 1973) показывает, что по видовому составу и сезонной периодичности развития фитопланктона головной пруд близок к большим, а по возрасту — к молодым прудам, образованным на малых реках с низкой минерализацией воды.

Наблюдения за развитием фитопланктона в нерестовых прудах проводились с июля по 20 августа. Это небольшие водоемы с площадью зеркала воды 700—750 м². Температурный и газовый режимы во всех прудах были сравнительно близки. На протяжении всего эксперимента проточность воды в них оставалась довольно высокой. Все эти особенности наложили свой отпечаток на характер развития фитопланктона (рис. 2). Во-первых, уровень развития фитопланктона оставался очень низким в течение всего периода наблюдений, особенно в пруду Н-11. Так, колебания общей биомассы в прудах во время первой съемки составляли 0,1—0,4 г/м³, а колебания максимальных величин — 0,6—5,1 г/м³. Во-вторых, в создании планктона определяющую роль играли водоросли, поступающие из головного пруда, поэтому по развитию фитопланктона нерестовые пруды близки к головному. Только в прудах Н-5 и Н-7 в начале июля в планктоне преобладали вольвоксовые, в то время как в остальных доминирующее положение заняли протококковые и сине-зеленые. Кроме того, по составу доминирующих форм (табл. 1) заметно выделялся пруд Н-9, где *Microcystis aeruginosa* сохранял господствующее положение в течение всего периода наблюдений.

На процесс развития планктонного сообщества в выростных прудах накладывает отпечаток специфика этих водоемов. Их кратковременное существование, ежегодное заполнение водой приводят к тому, что новые биоценозы формируются за довольно короткий срок. Исследуемые пруды были залиты к концу мая на 70%, окончательно заполнены лишь к середине июня, незадолго до зарыбления. Начиная с июля, через каждые пять дней в пруды вносилась аммиачная селитра из расчета 70 кг/га, согласно рекомендациям Л. Н. Мамонтовой (1964). Плотность посадки в прудах была очень высокой, поэтому ежегодно с 5 июля вносился корм по ранее установленным нормам, кг/га:

	Июль	Август
В-1	193	455
В-2	63	194
В-3	129	355
В-4	258	548

Таким образом, только в июне, когда проходило становление альгофлоры и вмешательство человека в экосистемы было самым незначительным, уровень развития фитопланктона был низким (рис. 3): общая биомасса не превышала 0,7 г/м³, т. е. была значительно ниже, чем в головном. В планктоне выростных прудов с самого начала их существования преобладали протококковые с незначительным присутствием вольвоксовых и сине-зеленых, лишь в пруду В-4 вольвоксовые в количественном отношении не уступали протококковым. Причина столь низкого развития фитопланктона кроется в интенсивном его выедании зоопланктоном, который развивался во всех прудах в большом количестве, и при исследовании, вероятно, были зарегистрированы остаточные биомассы смешанного характера.

В планктоне пруда В-1 (см. рис. 3, а) в июле шло постепенное нарастание биомассы протококковых. Господствующее положение занял *Scenedesmus quadricauda* (1,4 г/м³), ему сопутствовал *Pediastrum boryanum* (1 г/м³), который уже к 20 июля благодаря интенсивной вегетации (45% общей биомассы) обусловил наибольший пик развития фитопланктона (32 г/м³). Больших величин по биомассе достиг и *Sc. quadricauda* (13,8 г/м³). Наряду с ними в планктоне интенсивно вегетировали *Oseillatoria geminata* (3,1 млн. кл/л) и *Aphanizomenon flos-aquae* (2,8 млн. кл/л), численность которых в 2,5—3 раза выше плотности доминантов, но удельный вес биомассы значительно ниже. До середины августа в планктоне преобладали *P. boryanum* и *Sc. quadricauda*. 19 августа отмечено кратковременное появление *Cryptomonas ovata* (6,3 г/м³). Одновременно с ним в значительном количестве продолжали вегетировать *P. boryanum* (5,1 г/м³) и *Micractinium quadrisetum* (1,3 г/м³). Второй пик развития фитопланктона был несколько

Смена доминирующего состава фитопланктона в выростных прудах

Дата	В-1	В-2	В-3	В-4
8.VI 20.VI 30.VI	Смешанный состав То же »			
10.VII	<i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Pediastrum boryanum</i>	<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>delicatissima</i>		<i>Pandorina morum</i>
20.VII	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Oscillatoria geminata</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>P. duplex</i> f. <i>setigera</i> <i>Nitzschia acicularis</i>	<i>P. morum</i> <i>Chlamidomonas monadina</i> v. <i>cingulata</i>
30.VII	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Oscillatoria geminata</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>P. duplex</i> f. <i>duplex</i>	<i>Chlamidomonas monadina</i> v. <i>cingulata</i>
10.VIII	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus ovata</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i> <i>quadricauda</i>	<i>Melosira islandica</i> <i>Synedra ulna</i>	<i>Chlamidomonas monadina</i> v. <i>cingulata</i>
19.VIII	<i>Cryptomonas ovata</i> <i>Pediastrum boryanum</i>	<i>Oocystis submarina</i> <i>Coelastrum sphaericum</i>	<i>P. duplex</i> f. <i>setigera</i> <i>Coelastrum sphaericum</i>	<i>Chl. monadina</i> v. <i>cingulata</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>
28.VIII	<i>Anabena spiroides</i> <i>Micractinium quadrisetum</i>	<i>Ankistrodesmus bibrianus</i> <i>Oocystis gigas</i>	<i>Coelastrum sphaericum</i> <i>Melosira islandica</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>P. duplex</i> f. <i>duplex</i>

ниже (26,2 г/м³), причем основная роль в его создании принадлежит *Anabena spiroides* (1,3 г/м³) и протококковым, из которых по величине биомассы выделялся *M. quadrisetum* (3,4 г/м³). Внезапное появление в планктоне сине-зеленых связано с поступлением их из головного пруда, так как в связи с ухудшившимся газовым режимом была увеличена проточность. В целом фитопланктон наибольшей продуктивности достиг в июле, когда его среднемесячная биомасса составила 21,8 г/м³.

Пруд В-2 отличался не только низким уровнем развития фитопланктона (см. рис. 3, б), но и малым набором доминирующих компонентов (табл. 2). Различия в составе и интенсивности развития фитопланктона в этом пруду проявились не только по отношению к головному. Для сезонной периодичности были характерны два пика развития фитопланктона: июльский (5,8 г/м³) и августовский (7,9 г/м³). В июле преобладали сине-зеленые, им сопутствовали протококковые. В начале июля доминантом был *Microcystis pulverea* f. *delicatissima*, во второй половине его сменила *Oscillatoria geminata* (2,6 г/м³), господст-

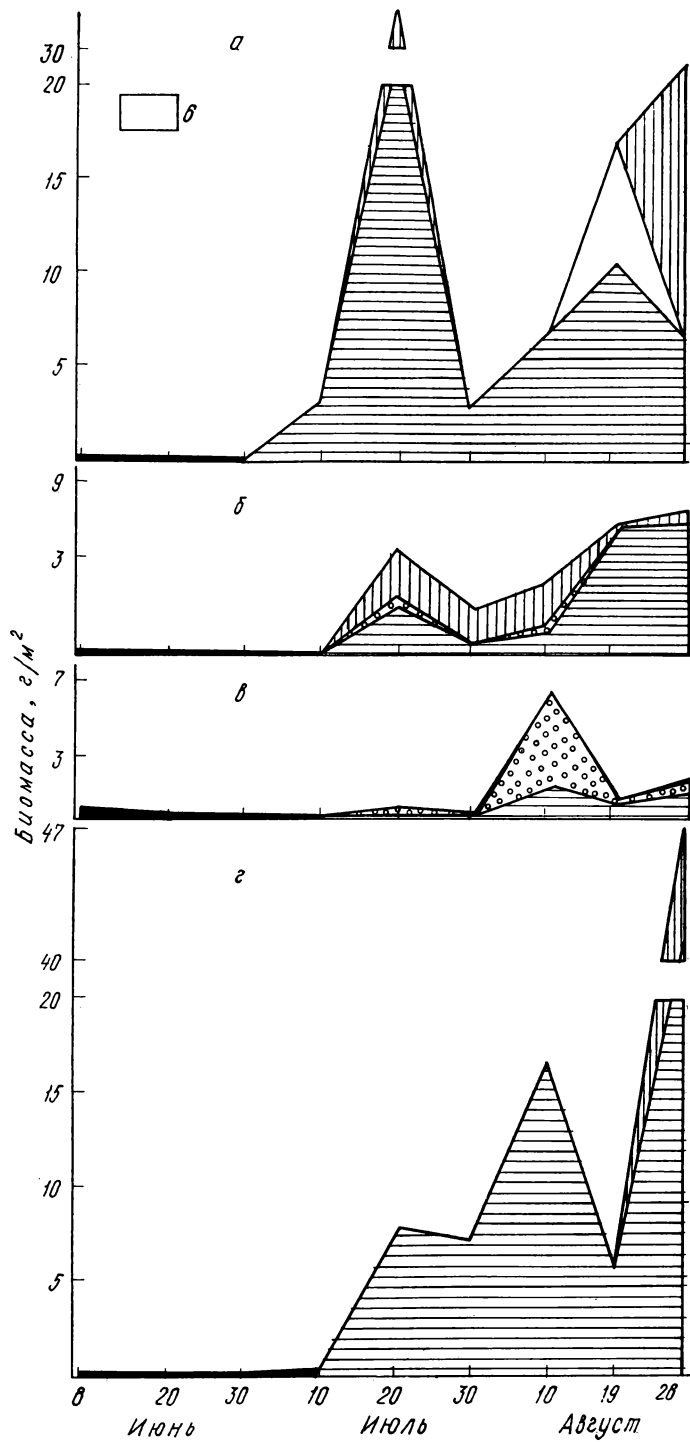


Рис. 3. Сезонная динамика развития фитопланктона в прудах В-1 (а), В-2 (б), В-3 (в), В-4 (г).

Условные обозначения те же, что на рис. 1; 6 — пиррофитовые.

вующая до конца месяца. Численность таких видов сине-зеленых, как *Aphanothece clatrata*, *Merismopedia punctata*, *M. pulverea* f. *parasitica* была в этот период довольно высокой (до 41 млн. кл./л). В августе определяющая роль принадлежала *Microcystis aeruginosa* (1,8 г/м³) при постепенно нарастающей биомассе протококковых, которые в конце месяца обусловили второй пик развития водорослей. Доминирующим видом был *Ankistrodesmus bibrianus* (4,5 г/м³), встречающийся в остальных прудах единично. Усиление вегетации протококковых к концу вегетационного сезона связано с резким снижением биомассы зоопланктона, который достиг в этом пруду колоссальных величин. Таким образом, и в пруду В-2 слабое развитие фитопланктона объясняется выеданием его зоопланктоном.

Самой низкой продуктивностью фитопланктона среди выростных прудов выделялся В-3 (см. рис. 3, в). До конца июля биомасса фитопланктона не превышала 0,5 г/м³, а видовой состав носил смешанный характер. В августе преимущество принадлежало диатомовым и протококковым. Планктонное сообщество этого водоема отличалось полидоминантностью (см. табл. 2). Для пруда В-4 была характерна более высокая продуктивность фитопланктона (см. рис. 3, г), обусловленная развитием вольвоксовых и протококковых. Остальные систематические группы в планктоне были представлены незначительно. Вольвоксовые доминировали весь июль, их максимальная биомасса достигала 14,6 г/м³. Доминирующими по биомассе видами были *Chlamidomonas monadina* v. *cingulata*, *Pandorina morum* (см. табл. 2). Совместное их развитие с протококковыми (до 1,9 г/м³) обусловило первый августовский пик фитопланктона (16,5 г/м³). В конце лета увеличилось количество протококковых, определивших второй более мощный августовский пик. Среди протококковых достигли большей численности (76,8 млн. кл./л) и биомассы (14,2 г/м³) *Sc. quadricauda* и *P. duplex* f. *duplex* (38 млн. кл./л и 10,8 г/м³ соответственно). Появление в планктоне *A. spiroides* (4,9 г/м³) в конце августа связано с увеличением проточности пруда.

Наибольшей продуктивности фитопланктон, судя по среднемесячным биомассам его, в выростных прудах (за исключением пруда В-1) достиг в августе, г/м³:

	Июнь	Июль	Август	Средняя за сезон
В-1	0,068	21,853	16,590	12,837
В-2	0,280	2,839	6,426	3,181
В-3	0,166	0,332	3,423	1,324
В-4	0,033	5,182	23,229	9,481

В течение июня происходило становление фитопланктона. Кроме того, в течение июня и июля вегетация водорослей угнеталась массовым развитием зоопланктона. Для сезонной периодичности фитопланктона прудов В-1 и В-2 характерны два пика: июльский и августовский, а для В-3 и В-4 — два августовских. Доминировали в планктоне исследованных прудов протококковые и вольвоксовые, и лишь в конце месяца в значительном количестве появляются сине-зеленые. Наиболее продуктивными по биомассе фитопланктона можно считать пруды В-1 и В-4. Сравнивая наши материалы с литературными данными (Шаларь, Боля, 1973), исследованные пруды можно отнести к среднепродуктивным.

Выводы

1. В целом фитопланктон исследованных прудов разнообразен; выявлено около 200 видов и разновидностей водорослей.

2. Основной источник формирования планктонных биоценозов — головной пруд, сезонная периодичность развития фитопланктона которого характеризуется наличием трех пиков: майским, июльским и августовским (самым высоким по численности и биомассе).

3. Развитие фитопланктона нерестовых прудов находится в полной зависимости от развития его в головном. Продуктивность их низкая.

4. На развитие фитопланктона выростных прудов значительное влияние оказывают вносимые в большом количестве минеральные удобрения и корма. Фитопланктон был представлен в основном протококковыми и вольвоксовыми. Наибольшей продуктивности водоросли достигли в августе.

ЛИТЕРАТУРА

Ермолаева Е. М., Федоров В. Г. Краткий обзор изученности водорослевого населения прудовых водоемов Западной Сибири.— Водоросли и грибы Западной Сибири, ч. 1. Труды Центрального сибирского ботанического сада, вып. 8. Новосибирск, «Наука», 1964.

Ермолаева Е. М. Алгофлора прудов южных районов Омской области.— Труды Омского мед. ин-та, 1966, № 61.

Кузьмин Г. В. Фитопланктон.— Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., «Наука», 1975.

Мамонтова Л. Н. Эффективность удобрения рыбоводных прудов. М., «Пищевая промышленность», 1964.

Шаларь В. М., Боля Л. Г. Фитопланктон прудов Молдавии.— Водоросли водоемов Молдавии. Кишинев, «Штиинца», 1973.

Utermöhl H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton.— Methodik. Internat. Limnol. Mitt. Com., 1958, Bd 9.

Н. В. ПАШКЕВИЧ

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ВЫРОСТНЫХ ПРУДАХ

Некоторые данные по зоопланктону прудов Урала представлены в немногочисленных работах (Любимова, 1971, 1973, 1974, 1975). Изучение видового состава, сезонной динамики численности и биомассы зоопланктона, влияние высоких плотностей посадочного материала на состояние кормовой базы водоема в условиях интенсивного ведения хозяйства — часть комплексных исследований прудов Билейского рыбопитомника, проводимых в настоящее время.

Гидробиологические исследования проводились в весенне-летний период на четырех выростных и четырех экспериментальных (Н-5, Н-9, Н-7, Н-11) прудах в 1974 г. и на шести выростных в 1975 г. Во все пруды, кроме экспериментальных, вносились минеральные удобрения из расчета 70 кг/га. С начала июля молодь подкармливалась мясокостной мукой и комбикормом. Плотность посадки карпа в выростных прудах составляла в 1974 г. от 36 до 75 тыс. экз/га и в 1975 г. — от 55 до 250 тыс. экз/га. В экспериментальных прудах плотность была одинаковой (100 тыс. экз/га). Отбор проб проводился количественной планктонной сетью типа Апштейна тотальным обловом всей толщи воды на одной постоянной в каждом пруду станции. Обработка собранного материала заключалась в определении видового состава, подсчете организмов в камере Богорова и вычислении биомассы по уравнениям, выражающим зависимость веса от величины организмов (Боруцкий, 1960; Печень, 1965; Печень и др., 1970; Козлова, 1974).

За вегетационный период каждая особь карпа в выростных прудах должна в среднем увеличить свой вес от 25 мг до 25 г, т. е. в 1000 раз. Естественный корм на первом году жизни составляют в основном планктон и бентос. Для оценки кормовой базы важны данные об общем количестве зоопланктона и его биомассе. Показатели общей численности и биомассы зоопланктона, а также показатели количественного развития отдельных представителей и групп, входящих в его состав, могут резко

изменяться на протяжении короткого срока. При этом даже рядом расположенные пруды, имеющие общий водоисточник, могут существенно различаться по характеру количественного развития зоопланктона и соотношению основных групп в его составе (Ляхнович и др., 1969; Ляхнович, 1972; Иоффе, 1954, 1957; Крылова, 1969, и др.). Следует отметить, что сходство в развитии зоопланктона в 1974 и 1975 гг. наблюдается только в его видовом составе, но не в количественном отношении, поэтому целесообразнее проследить за процессом развития планктонных организмов по годам.

В 1974 г. качественный состав зоопланктона во всех прудах был одинаков и представлен 20 видами, из них четыре — Copepoda, восемь — Cladocera и восемь — Rotatoria. Массовыми были в основном одни и те же виды: Copepoda — *Mesocyclops crasus* Claus., *Macrocyclus albidus* L., *Diatomus graciloides* (O. F. Müller), Cladocera — *Daphnia longispina* (O. F. Müller), *Bosmina longirostris* (O. F. Müller).

Можно заметить, что чем обильнее зоопланктон, тем более четко выделяется в его составе комплекс доминирующих форм, потому что высокие показатели численности и биомассы зоопланктона, как правило, обеспечиваются массовым развитием не всей совокупности входящих в состав зоопланктона форм, а лишь незначительной их части (Ляхнович, 1960). Так, по среднесезонным данным, ведущее место по биомассе занимают ветвистоусые (75,5%), на долю веслоногих приходится 23,4%, коловраток — 1,1%. Среди ветвистоусых (табл. 1) наибольшую биомассу имеют *Bosmina longirostris* (до 16 г/м³) и *Chydorus sphaericus* (7,5 г/м³). Если рассматривать состав зоопланктона по характеру питания, то в течение всего периода вегетации наибольший процент составляли «мирные» формы. Хищники, как правило, не превышали 16,3%, лишь в пруду В-1 достигали в августе 38,4% (табл. 2).

Численность и биомасса представителей рачкового планктона колебались в течение лета в широких пределах, и нередко наблюдалась смена доминирующих форм. Наиболее интенсивно зоопланктонные сообщества развивались в прудах В-3 (26—32 г/м³) и В-4 (65—84 г/м³); в прудах В-1 и В-2 биомасса не превышала 10,5—13,5 г/м³. Несмотря на неравномерный характер развития зоопланктона, во всех прудах отмечается два более или менее четко выраженных подъема численности и биомассы, происходящихся на начало и вторую половину июня и на конец июля — начало августа. В конце июня и начале июля развитие зоопланктона резко понижено (рис. 1).

Резкие колебания в количественном развитии отдельных видов планктона обусловлены неустойчивостью физико-химического режима мелких водоемов. Однако вскрыть конкретные причины этих явлений в каждом отдельном случае нелегко, так как они представляют собой сложные комплексы различных

Таблица 1

Среднесезонная биомасса некоторых Crustacea в выростных прудах (1974 г.), г/м³

Вид	В-1	В-2	В-3	В-4
<i>Mesocyclops crasus</i> Claus	0,669	0,934	1,653	0,772
<i>Diaptomus graciloides</i> (O. F. Müller)	0,036	0,247	0,444	2,474
<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Müller)	0,810	2,624	0,136	1,117
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller)	4,002	4,969	6,159	16,859
<i>Ceriodophnia pulchella</i> Lill.	0,124	0,024	—	1,388
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> L.	—	—	0,818	—
<i>Alona rectungula</i> Keilhack	0,986	—	—	—
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	2,417	7,589	1,287	0,370

Таблица 2

Динамика биомассы некоторых форм зоопланктона (1974 г.), мг/м³

Месяц	Фильтраторы и седиментаторы		Хищники	Всего
	Cladocera	Rotatoria	Cyclopidae	
Пруд В-1				
Июнь	5567 (98,8)*	—	102,4 (1,2)	5636,1
Июль	2783,5 (60,5)	295,9 (6,4)	1523,2 (33,1)	4602,6
Август	1757,0 (32,0)	1629,6 (29,6)	2108,4 (38,4)	5489,0
Пруд В-2				
Июнь	3709,7 (60,3)	—	489,6 (8,1)	6146,5
Июль	2279,0 (1,05)	176,5 (0,08)	1575,8 (0,7)	216921,6
Август	6701,6 (67,4)	721,8 (7,3)	825,7 (8,3)	9935,6
Пруд В-3				
Июнь	13510,4 (91,7)	—	460,2 (8,3)	14726,1
Июль	3906,0 (52,9)	—	1095,3 (14,8)	7376,4
Август	11862,2 (70,9)	427,7 (2,5)	1653,1 (9,9)	16739,8
Пруд В-4				
Июнь	65433,6 (100)	—	—	65433,6
Июль	30568,8 (86,7)	—	5803,8 (16,3)	35262,9
Август	8313,1 (65,9)	974,2 (7,8)	3320,7 (26,3)	12608,0

* В скобках — биомасса, выраженная в процентах.

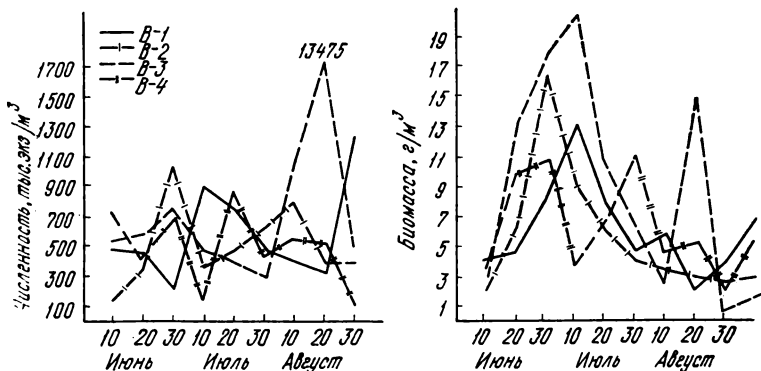


Рис. 1. Сезонная динамика остаточной численности и биомассы зоопланктона в выростных прудах в 1974 г.

факторов абиотической и биотической среды. Во всех случаях, когда развитие планктона графически отражается двухвершинной кривой, минимум приходится на середину сезона (июль). Для таких прудов характерны высокие показатели средней биомассы зоопланктона (Ляхнович, 1964), что также подтверждается и нашими данными.

Почти во всех прудах, исключая пруд В-2, основным фоном зоопланктонного сообщества служат ветвистоусые (рис. 2). В 1974 г. пруд В-1 характеризовался сравнительно малой биомассой, не превышающей $10,5 \text{ г/м}^3$. Массовое развитие босмин в первой половине июня обусловило наибольшую биомассу зоопланктона в этом водоеме. Низкие значения биомассы зоопланктона во второй половине июня и в июле объясняются тем, что в конце июня во все пруды была посажена молодь карпа, которая и сократила число кормовых организмов. Дальнейшее увеличение общей численности и биомассы зоопланктона можно объяснить включением в рацион питания сеголетков искусственного корма, а ближе к осени — частичным переходом на питание бентосом.

В пруду В-2 максимальное значение биомассы, приходящееся на середину июля, было обусловлено массовым появлением *Diaptomus graciloides* ($12,9 \text{ г/м}^3$). В этом водоеме наибольшее развитие веслоногих и ветвистоусых рачков отмечается в первой половине июля, тогда как в июне и августе биомасса веслоногих снижается соответственно до $0,5$ и $1,5 \text{ г/м}^3$, а ветвистоусых — до $4,0$ и $5,5 \text{ г/м}^3$.

Пруд В-3 отличается от ранее рассмотренных высокими значениями остаточной биомассы ветвистоусых рачков, достигающей в первой декаде июня 25 г/м^3 . В этот период зоопланктонный комплекс состоял исключительно из босмин. По мере

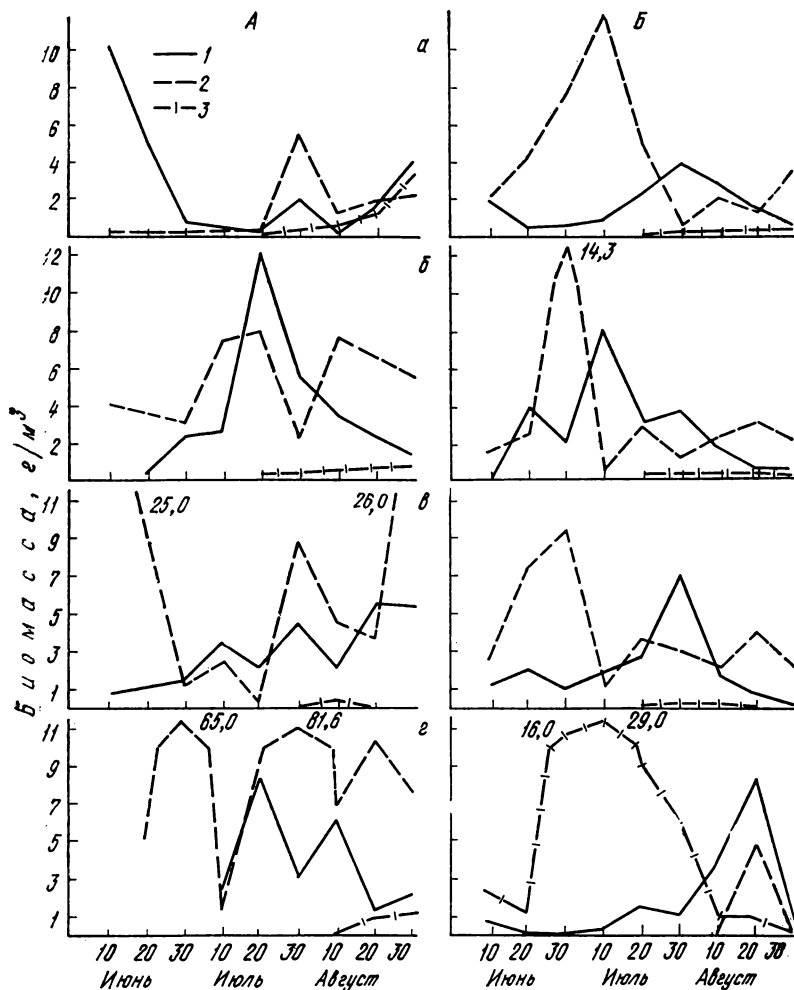


Рис. 2. Сезонная динамика биомассы *Soropoda* (1), *Cladocera* (2) и *Rotatoria* (3) в выростных прудах в 1974 (А) и 1975 (Б) гг.
а — В-1, б — В-2, в — В-3 и г — В-4.

выедания рачка его остаточная биомасса снизилась к июлю до $1,5 \text{ г/м}^3$, а ко второй половине августа вновь достигла прежних значений (26 г/м^3).

Неравномерным характером развития зоопланктона отличался пруд В-4. Во второй половине июня была отмечена самая высокая биомасса ветвистых по сравнению с другими прудами ($65,8 \text{ г/м}^3$), обусловленная вспышкой численности дафний. К первой декаде июля в результате интенсивного выедания зоопланктона общая биомасса снизилась до $1,2 \text{ г/м}^3$.

Таблица 3

Динамика остаточной численности (числитель, тыс. экз/м³) и биомассы (знаменатель, г/м³) зоопланктона в экспериментальных нерестовых прудах (1974 г.)

Дата	Н-5	Н-7	Н-9	Н-11
3.VII	22,040	135,360	75,600	—
	0,04	1,533	1,370	
11.VII	4,940	137,200	201,280	140,000
	0,03	7,254	2,436	2,635
21.VII	2180,160	3582,720	2446,920	504,000
	18,346	25,032	26,984	4,917
31.VII	2761,940	950,400	1356,000	813,600
	23,538	15,596	20,555	15,230
10.VIII	838,200	2318,400	1801,000	2856,000
	13,095	27,996	24,205	31,286
20.VIII	1623,160	1419,840	394,560	1514,880
	21,895	16,490	3,881	15,475

Почти весь июль и первую половину августа сеголетки питались преимущественно комбикормом, и в этот период остаточная биомасса ветвистоусых оказалась чрезвычайно высокой (81,6 г/м³), причем доминировала *Bosmina longirostris*.

Согласно литературным данным (Есипова и др., 1976), концентрации зоопланктона выше 40 г/м³ могут свидетельствовать о начавшемся процессе нарушения экологического равновесия в водоеме, поскольку в этом случае суточное потребление кислорода зоопланктоном достигает 4—7 мг/м³, т. е. величин, соответствующих нормальному насыщению воды кислородом, а это способствует развитию токсикозных и заморных условий в водоеме. Таким образом, резкое увеличение биомассы, свидетельствующее о чрезмерном накоплении органических и биогенных веществ в водной среде, может служить предупреждением о возможном возникновении в прудах заморных условий. Так, в пруду В-4 в отмеченный период содержание кислорода в воде снизилось до 1,88 мг/м³. Темп роста рыб в периоды накопления органических веществ, как правило, значительно снижается (Есипова и др., 1976). Карп отказывается не только от искусственного, но и от естественного корма. Обилие органических удобрений в виде недоиспользованных искусственных кормов и привело к увеличению продукции зоопланктона.

Изучение кормовой базы в экспериментальных нерестовых прудах выявило однотипный характер сезонного изменения численности и биомассы зоопланктона (табл. 3). Для всех экс-

Таблица 4

Среднесезонная биомасса некоторых видов рачков в выростных прудах (1975 г.), г/м³

Вид	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6
<i>Macrocyclus albidus</i> Lill	1,831	1,175	1,066	0,596	0,983	0,262
<i>Mesocyclops crasus</i> Claus.	1,039	0,455	0,285	2,101	1,155	0,379
<i>Diaptomus graciloides</i> Lill.	—	1,395	1,203	0,495	0,833	0,149
<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Müller)	2,255	0,238	0,442	5,199	3,381	10,350
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller)	0,511	1,174	1,314	0,075	10,168	0,950
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Lill.	0,037	0,039	1,361	0,104	0,233	0,037
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> L.	0,052	0,058	1,036	0,229	3,036	0,941
<i>Alona rectungula</i> Keilhack.	0,036	0,012	0,026	1,103	0,030	0,038
<i>Bythotrephes longimanus</i> L.	0,099	—	0,257	0,067	0,616	—
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	—	0,076	0,014	0,041	—	0,011

периментальных прудов были характерны низкие начальные значения биомассы и численности с дальнейшим их повышением. Так, в пруду Н-5 к началу эксперимента численность кормовых организмов не превышала 4—20 тыс. экз/м³, а биомасса—0,03—0,04 г/м³. Во второй декаде июля отмечается резкий скачок в увеличении численности (до 2761 тыс. экз/м³) и биомассы (до 23,5 г/м³) босмин. Этот рачок по уровню развития преобладал во всех исследуемых прудах наряду с *Daphnia longispina*, обеспечивая высокую численность зоопланктона в прудах. В пруду Н-9, в отличие от других нерестовиков, во второй половине августа остаточная биомасса рачков резко снизилась (с 24,2 до 3,8 г/м³). Повышение зоопланктона в конце июля объясняется внесением дафний с 8 по 17 июля ежедневно во все нерестовики. Значительному развитию зоопланктона способствовала и хорошая обеспеченность его питанием, показателем которой служит постоянное наличие в выводковых камерах ветвистоусых летних яиц. Сверхплотная посадка молоди карпа во все экспериментальные пруды (100 тыс. экз/га) не отразилась на численности ракообразных.

Вопросам изучения изменений зоопланктонного сообщества в водоемах с различной плотностью зарыбления посвящено много работ (Никольский, Кукушкин, 1943; Боруцкий, 1959; Максимова, 1960; Ассман, 1962, 1967; Бахтина, 1965; Акимова, Комарова, 1967). Установлено, что по мере увеличения пресса рыб в зоопланктоне водоемов происходит замена крупных организмов мелкими, иначе говоря, удельный вес мелких форм (босмин и цериодафний) в прудах с повышенной плотностью возрастает (Stenson, 1972; Комлюк и др., 1975; Эрман, Степанов, 1969), что в определенной степени подтверждают и наши данные. Почти во всех выростных и экспериментальных прудах

Таблица 5

Динамика биомассы некоторых форм зоопланктона (1975 г.), мг/м³

Месяц	Фильтраторы и седиментаторы		Хищники	Всего
	Cladocera	Rotatoria	Cyclopidae	
П р у д В-1				
Июнь	4900,5 (81,4)*	123,5 (2,1)	1074,8 (17,9)	6016,5
Июль	6160,7 (72,4)	19,8 (0,2)	2338,1 (27,5)	8511,9
Август	2322,7 (56,2)	191,9 (4,6)	1680,3 (40,7)	4130,9
П р у д В-2				
Июнь	6244,3 (74,6)	36,2 (0,4)	2109,0 (25,2)	8365,8
Июль	1752,6 (25,2)	131,2 (1,9)	5146,3 (74,2)	6942,5
Август	2606,1 (69,2)	121,9 (3,2)	1075,2 (28,6)	3762,6
П р у д В-3				
Июнь	6657,3 (80,9)	115,6 (1,4)	1526,7 (18,6)	8222,5
Июль	2756,2 (40,8)	—	3998,1 (59,2)	6754,3
Август	2981,1 (70,7)	49,2 (1,2)	900,0 (21,5)	4218,9
П р у д В-4				
Июнь	10754,8 (95,0)	101,0 (0,9)	527,1 (4,6)	11315,6
Июль	14896,6 (92,8)	—	1151,0 (7,2)	16048,9
Август	803,8 (11,4)	1711 (24,3)	4512,7 (62,4)	7027,3
П р у д В-5				
Июнь	4160,6 (86,3)	440,0 (9,1)	220,0 (4,6)	4820,6
Июль	6087,5 (77,4)	—	1739,0 (22,2)	7826,8
Август	19096,0 (93,0)	—	1436,3 (7,0)	20532,3
П р у д В-6				
Июнь	69,4 (5,2)	327,0 (24,8)	923,8 (70,0)	1320,4
Июль	16510,0 (98,6)	—	232,0 (1,4)	16742,5
Ивгуст	6592,0 (91,4)	—	623,3 (8,6)	7215,0

* В скобках — биомасса, выраженная в процентах.

максимальные значения биомасс были обусловлены вспышками численности мелких форм: *Bosmina longirostris* и *Chydorus sphaericus*. Все выростные пруды характеризуются высокой плотностью посадочного материала: В-1—51; В-2—75; В-3—36 и В-4—58 тыс. экз/га. Судя по нашим данным, процесс выедания сеголетками рачков не снизил численность зоопланктонов до критического уровня. Однако при рассмотрении прудов с максимальной (В-2) и минимальной (В-3) численностями молоди легко обнаружить, что при двукратном увеличении плотности происходит снижение остаточной биомассы зоопланктона в четыре—шесть раз в периоды максимального его использования сеголетками в пищу.

В 1975 г. зоопланктон выростных прудов, представленный 24 видами (в том числе восемь видов Cladocera, шесть Core-

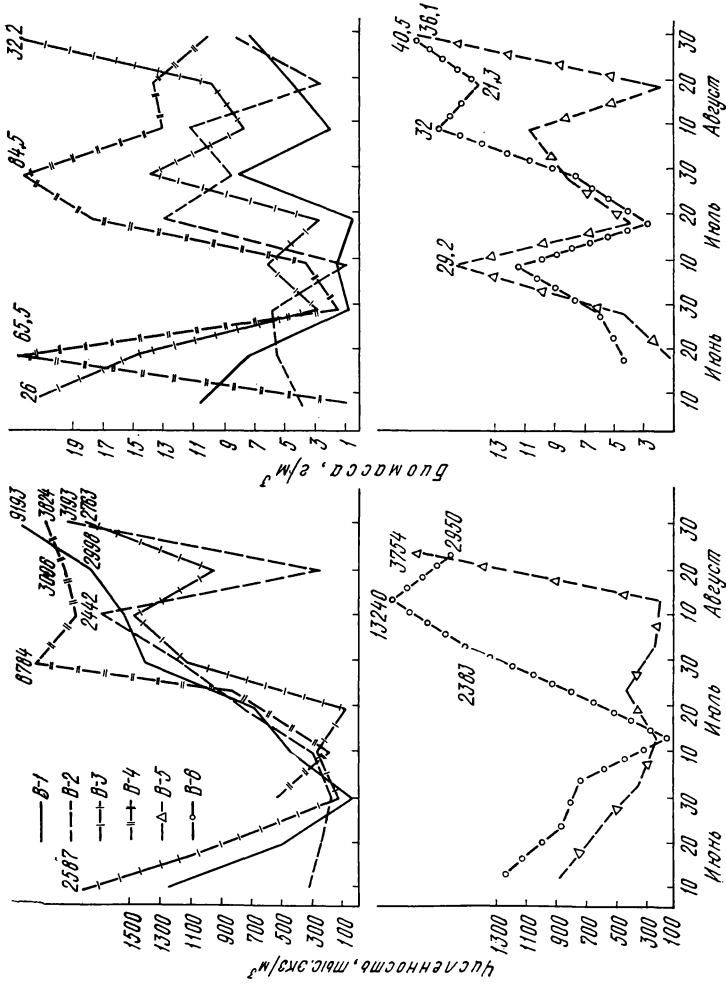
рода и десять Rotatoria), а также развивался неравномерно, что свойственно мелким водоемам. Биомасса изменялась в широких пределах (1,3—40,4 г/м³). Доминантными во всех прудах были те же виды, что и в 1974 г.: Cladocera — *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia pulchella*; Copepoda — *Mesocyclops crasus*, *Diaptomus graciloides* (табл. 4). Основу зоопланктонного комплекса вновь составляли ветвистоусые. Среднесезонная биомасса ветвистоусых рачков достигала 3,4—12,6 г/м³, веслоногих 0,5—2,5 г/м³, коловраток всего 0,06—0,12 г/м³. В течение всего вегетационного периода наибольшую биомассу обеспечивали фильтраторы; хищные формы не превышали 28,6%; лишь в прудах В-4 и В-2 они составляли 64—74% (табл. 5).

Определяющая роль в динамике биомассы принадлежала *Bosmina longirostris*. На долю этого рачка приходилось от 4,5 до 92% (0,09—17,4 г/м³) среднесезонной биомассы зоопланктона. Наряду с босминами довольно высоким был уровень развития *Daphnia longispina*, достигавший в пруду В-4 67% (14,5 г/м³) от среднесезонной биомассы всего зоопланктона, а в пруду В-5 в июле количество дафний приближалось к 15,4 г/м³ (82,2%). Биомасса прочих ветвистоусых ракообразных была незначительна (0,02—0,7 г/м³). Коловратки при довольно высокой численности 4278 тыс. экз/м³ составляли незначительную долю общей биомассы зоопланктона за сезон (0,02—1,7 г/м³). Общая среднесезонная биомасса зоопланктона составила 1,3—40,5 г/м³, причем наибольшая (36,1—40,5 г/м³) отмечена в прудах В-5 и В-6 в конце июля — начале августа.

По характеру сезонной динамики зоопланктон выростных прудов в 1975 г. имел некоторые черты сходства с зоопланктоном предыдущего года. В первое время после заполнения прудов водой наблюдалось сравнительно небольшое увеличение численности и биомассы до определенного максимума, затем наступило их снижение, а в конце августа отмечалось новое, гораздо более мощное развитие зоопланктона до максимальных величин и, наконец, осеннее уменьшение. Однако сезонное развитие зоопланктона в прудах В-1 и В-2 не укладывается в сложившуюся схему сезонной динамики; здесь отмечается лишь один четко выраженный максимум численности и биомассы ракообразных, приходящийся на первую половину сезона (рис. 3).

Некоторые авторы (Ляхнович, 1960; Крылова, 1969) отмечают, что для подобного типа развития характерны сравнительно невысокие показатели средней биомассы зоопланктона. Кажется, что наши данные не вполне согласуются с этим выводом. Так, общая средняя биомасса зоопланктона в прудах В-2 и В-1 (16,5 и 14,2 г/м³ соответственно) оказалась выше, чем в пруду В-3 (10,2 г/м³). Однако относительно низкая средняя биомасса в этом пруду может быть объяснена интенсивным

Рис. 3. Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в выростных прудах в 1975 г.



выеданием зоопланктона сеголетками, плотность которых была максимальной (150 тыс. экз/га). Из сравнительного анализа средней биомассы рачкового планктона прудов В-1 и В-2 и прудов В-4, В-5 и В-6, которые незначительно различаются по плотности посадки (максимально в 1,4 раза), следует, что в первых двух прудах средние биомассы рачков были минимальными в течение всего периода вегетации.

Вместе с тем средняя сезонная динамика зоопланктона в выростных прудах в 1975 г. существенно отличалась от таковой в период вегетации 1974 г. Максимальные среднесезонные биомассы рачков в 1975 г. приходятся на конец июня — начало июля, тогда как в 1974 г. в этот период в развитии рачкового планктона отмечается общая во всех прудах депрессия. Отмеченное расхождение, возможно, объясняется более затяжной весной 1975 г., а в связи с этим — некоторыми сдвигами в сроках заливки прудов водой и посадки в них молоди карпа, что в конечном итоге сказалось на ходе формирования зоопланктонного сообщества. В пруду В-1 в начале июня происходит постепенное увеличение биомассы ветвистоусых (см. рис. 2), и только к первой декаде июля отмечается максимальное развитие рачков, главным образом, за счет вспышки численности дафний (12,5 г/м³). К началу августа численность и биомасса ветвистоусых и веслоногих падает до 0,6—1,5 г/м³. В пруду В-2 летний пик биомассы (17,3 г/м³) вызван в конце июня массовым появлением босмин, которые доминируют в зоопланктонном комплексе в течение всего периода вегетации. Наибольшее значение биомассы в пруду В-3, приходящееся на конец июня, обусловлено также вспышкой ветвистоусых (9,5 г/м³), а второй подъем в конце июля — начале августа вызван массовым развитием веслоногих рачков (7,5 г/м³). Летний пик развития зоопланктона в пруду В-4 в начале июля обусловлен вспышкой развития *Daphnia longispina* (29,7 г/м³). Резкое увеличение биомассы в конце августа отмечалось в связи с массовым развитием веслоногих рачков (8,0 г/м³) и коловраток (4,8 г/м³), которые в остальных прудах в этот период почти отсутствовали.

В прудах В-5 и В-6 гидробиологические исследования летом 1975 г. проводились впервые. Эти водоемы отличаются меньшей площадью, меньшей глубиной и более интенсивным зарастанием макрофитами. Визуально, по степени заиленности грунта (слой ила достигал 40—50 см при глубине водоема 1,5 м) можно судить о значительном накоплении в прудах органических и биогенных веществ, что вызвало мощное развитие босмин в августе, давших в пруду В-6 при численности 3754 тыс. экз/м³ биомассу до 40 г/м³, а в пруду В-5 — 2950 и 36,1 соответственно (см. рис. 3).

Зоопланктон выростных и нерестовых прудов за двухгодичный период исследования характеризовался относительно высокой стабильностью видового состава, но разной степенью ко-

личественного развития. Основной зоопланктонный комплекс был представлен высококалорийными «мирными» рачками *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Diaptomus graciloides*, развивающимися в планктоне в течение всего сезона. Доля хищных ракообразных и коловраток в биомассе не превышала 30—38% и лишь кратковременно осенью достигала 74%. Неустойчивый температурный режим, а также внесение удобрений и кормов обусловили неравномерное развитие зоопланктона.

По уровню развития зоопланктона выростные пруды Билейского рыбопитомника при интенсивном ведении хозяйства можно отнести к высококормным водоемам с летними максимальными биомассами, g/m^3 , в 1974 г. в прудах В-1—10,5; В-2—13,4; В-3—32 и В-4—84 и в 1975 г.—14; 16,5; 10,5 и 29 соответственно. Таким образом, естественная кормовая база изученных прудов в течение всего периода выращивания в них молоди карпа была достаточной для обеспечения нормального их роста и физиологического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

Акимова Г. Г., Комарова И. В. Динамика развития фито- и зоопланктона в прудах с различной плотностью посадки карпа.—Труды ВНИИПРХ, 1967, т. 15.

Ассман А. В. Выедание естественных кормов карпами при различном кормовом режиме и различной плотности посадки.—Труды Ин-та морфологии животных АН СССР, 1962, вып. 42.

Ассман А. В. Влияние плотности посадки карпов на соотношение видов и численности кормовых беспозвоночных в прудах.—Вопросы ихтиологии, 1967, т. 7, вып. 3.

Бахтина В. И. Влияние кормления рыбы на развитие зоопланктона в нагульных карповых прудах.—Труды ВНИИПРХ, 1965, т. 13.

Борущкий Е. В. К методике определения размерно-весовой характеристики беспозвоночных организмов, служащих пищей рыб. Сообщение 2.—Вопросы ихтиологии, 1959, вып. 12.

Борущкий Е. В. О кормовой базе.—Труды Ин-та морфологии животных АН СССР, 1960, вып. 13.

Есипова М. А., Соловьева Л. М., Глазачева И. В. Об оптимальной биомассе зоопланктона в рыбоводных прудах.—Гидробиол. ж., 1976, № 12.

Иоффе Ц. И. Повышение кормовой базы прудов органическими удобрениями.—Труды проблемных и тематических совещаний, вып. 2. Л., 1954 (Зоол. ин-т АН СССР).

Иоффе Ц. И. Влияние удобрений на повышение кормовой базы прудов. Труды проблемных и тематических совещаний, вып. 7. Л., 1957 (Зоол. ин-т АН СССР).

Козлова И. В. О корреляционной связи веса и длины тела массовых видов зоопланктона уральских водоемов.—Экология, 1974, № 2.

Комлюк Л. В., Ляхнович В. П., Ласточкина Т. М. Влияние плотности посадки рыб на структуру сообщества зоопланктона в прудах.—Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии, вып. 11. Минск, 1975.

Крылова А. Г. О весенне-летних депрессиях зоопланктона и их причинах.—Гидробиол. ж., 1969, т. 5, № 3.

Ляхнович В. П. Естественная кормовая база рыб в прудовых хозяйствах БССР.—Труды Белорусского НИИРХ, 1960, т. 3.

Ляхнович В. П. Естественная кормовая база рыб в прудовых хозяйствах Белоруссии.— Вопросы рыбного хозяйства, т. 5. М., 1964.

Ляхнович В. П., Галковская Г. А., Казючиц Г. В. Возрастной состав и плодовитость популяций дафний в рыбоводных прудах.— Труды Белорусского НИИРХ, 1969, т. 6.

Ляхнович В. П. Минеральное удобрение рыбохозяйственных водоемов.— Труды Белорусского НИИРХ, 1972, т. 8.

Любимова Т. С. Зоопланктон выростных прудов Чесменского рыбхоза Челябинской области.— Труды УралСибНИИРХ, 1971, т. 8.

Любимова Т. С. Продукционные возможности зоопланктона выростных прудов Южного Урала.— Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск, Изд-во Томского гос. ун-та, 1973.

Любимова Т. С. Влияние удобрений на развитие зоопланктона в выростных карповых прудах Южного Урала.— Гидробиол. ж., 1974, т. 10, № 1.

Любимова Т. С. Зоопланктон и его значение в питании сеголетков карпа в прудах Южного Урала при интенсивной их эксплуатации. Автореф. канд. дисс. Свердловск, 1975.

Максимова Л. П. Выедание корма сеголетками гибридных карпов в прудах северо-запада СССР.— Тезисы совещания по биологическим основам рыбоводства. М., 1960.

Никольский Г. В., Кукушкин О. А. К вопросу о влиянии плотности посадки на интенсивность потребления корма рыбами.— Зоол. ж., 1943, т. 22, вып. 2.

Печень Г. А. Продукция ветвистоусых ракообразных озерного зоопланктона.— Гидробиол. ж., 1965, т. 1, № 4.

Печень Г. А., Костин В. А., Брегман Ф. Э. Продукция зоопланктона оз. Дривяты.— Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., «Наука», 1970.

Эрман Л. А., Степанов В. Д. Зоопланктон удобряемых прудов.— Сборник научно-исследовательских работ по прудовому рыбоводству, № 2. М., 1969 (ВНИИПРХ).

Stenson G. A. E. Fish predation community in eight small forest lakes.— Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, 1972, vol. 52.

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).

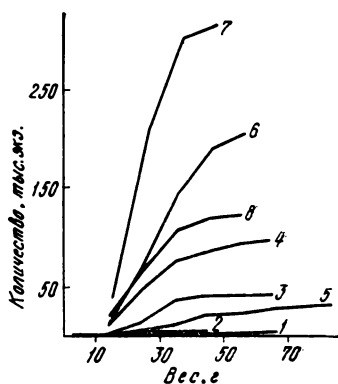
Анализ данных свидетельствует о закономерном характере изменчивости изученных признаков. В среднем по группировкам абсолютный вес мозга (17—28%) варьировал меньше веса тела (28—41%) и других внутренних органов — сердца (35—46%), селезенки (32—48%), печени (29—45%). Эта закономерность сохранялась в каждой 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 варибельности 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 варибельность 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 χ^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										
Вес:	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	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	
тела, г	85	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	84	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	
мозга, 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	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	
сердца, мг	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	85	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	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	
печени	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	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	
Приведенный вес моз- га	85				45				45				85					45				50			

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 — 1,5⁰/₀₀ (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	$M \pm m$	σ	$C, \%$	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 генетическими), 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 , %	$C_Q : C_L$	α_Q	α_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 α 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 α колеблется от $0,245 \pm 0,087$ до $0,521 \pm 0,063$ (табл. 3). Четкого снижения α по мере увеличения веса тела не наблюдается, степень различий между группировками в большинстве случаев близка к порогу достоверности (до 2,6). Установлено, что изменения α 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 cerveau et sa teneur en acides nucleiques chez 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.

Ю. Г. АНДРЕЯШКИН

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ КАРБОНАТНОЙ СИСТЕМЫ НА РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ВЫРОСТНЫХ ПРУДОВ ЮЖНОГО УРАЛА

Влияние методов интенсификации прудового рыбоводства, используемых совместно, проверяли обычно по классической методике, т. е. действие каждого фактора рассматривали изолированно от действия других, интенсивность которых выравняли (Винберг, Ляхнович, 1965; Эрман, 1969). Однако взаимовлияние факторов настолько велико, что совместное применение разных методов интенсификации нередко приводит к непредсказуемым эффектам, а иногда и к ухудшению среды обитания (Эрман, 1969; Мурин, 1972; Есипова и др., 1976; Neher, 1958; Kempínska, 1968; Müller, 1969).

Рассмотрим ситуацию, когда основным лимитирующим фактором становится состояние карбонатной системы, меняющееся под влиянием минеральных удобрений. Все данные получены на прудах площадью 3,5—11 га. В пруды Чесменского рыбхоза (Челябинская обл.) вносили аммиачную селитру, суперфосфат, навоз в разнообразных сочетаниях. Водоёмы различались по массе зоопланктона, зообентоса, живых и мертвых частей макрофитов, а также по гидрохимическим характеристикам. Действие разных факторов на рыбопродуктивность среды может быть проанализировано по 22—36 сезонным повторностям; действие кормов с учетом производственной статистики анализировали по 47 повторностям.

Расчет двухфакторных дисперсионных комплексов (Плохинский, 1970) приведен в табл. 1. В табл. 2 представлены результаты расчета однофакторных комплексов, составленных по данным экспериментов в Чесменском рыбхозе. Хотя показатели силы влияния не совсем точны (в частности, из-за взаимодействия многих факторов), результаты анализа позволяют сделать заключение об относительном значении тех или иных факторов в формировании рыбопродуктивности прудов. Взаимовлияния факторов рассчитаны и изображены в виде корреляционного графа (рис. 1).

Таблица 1

**Результаты дисперсионного анализа влияния кормов и удобрений
на рыбопродуктивность выростных прудов Зауралья
(по статистическим данным за 1965—1971 гг.)**

Рыбхоз	К	У	К/У	С	Число градаций		В	n
					К	У		
Каслинский	0,151	0,273	0,144	0,432	2	4	0,99	24
Карасинский	0,037	0,252	0,051	0,660	2	4	0,95	42
Чесменский	0,207	0,598	0,014	0,181	5	5	0,999	47
Магнитогорский	0,213	0,198	0,001	0,588	2	3	0,95	17

Примечание. Показатели силы влияния: К — кормов, У — минеральных удобрений; К/У — межфакторное и С — случайное влияния; В — уровень значимости.

Таблица 2

**Результаты дисперсионного анализа влияний на рыбопродуктивность
выростных прудов Чесменского рыбхоза**

Влияющий фактор	Градиенты фактора	Показатель силы влияния	Критерий Фишера	В	Знак	n
Средний сезонный рН	8,30—9,31	0,48	9,5	0,99	—	23
Зоопланктон, г/м ³	1,02—10,80	0,32	2,4	0,95	Меняется	25
Фотосинтез планктона, мг О/л	0,68—5,06	0,13	1,1	Недостоверно		22
Дыхание планктона, мг О/л	0,79—2,50	0,18	1,3	Недостоверно		22
Аммиачная селитра, ц/га	0—10	0,70	15,8	0,999	Меняется	32
Суперфосфат, ц/га	0—4	0,40	5,7	0,99	Меняется	32
Корма, ц/га	0—22	0,31	4,9	0,99	+	36
Навоз, ц/га	0—15	0,30	12,9	0,99	+	32
Навоз и отмершие макрофиты, ц/га	0,14—20	0,16	3,7	0,95	+	32
Зообентос, г/м ²	0,11—4,88	0,09	2,9	0,90	+	25
Комплекс условий пруда*	—	0,44	3,3	0,99	Отсутствует	36

* Градации влияющего фактора — отдельные пруды.

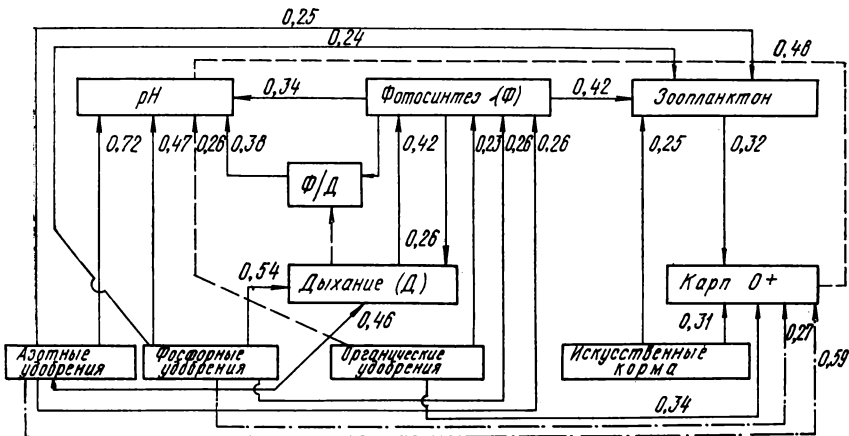


Рис. 1. Корреляционный граф взаимовлияний факторов, определяющих рыбопродуктивность выростных карповых прудов.

Числа — коэффициенты детерминации; сплошные линии — положительные, пунктирные — отрицательные, штрихпунктирные — меняющие знак связи.

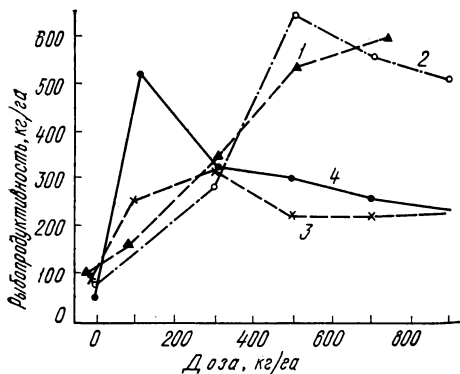
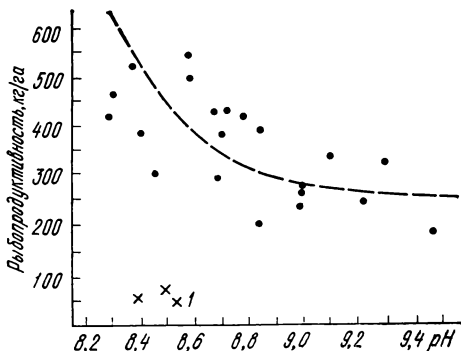


Рис. 2. Влияние сезонной дозы аммиачной селитры на рыбопродуктивность карповых прудов в Горнощитском (1), Каслинском (2), Карасинском (3) и Чесменском (4) рыбхозах.

Рис. 3. Влияние среднего сезонного рН на рыбопродуктивность выростных прудов.

1 — неудобряемые пруды.



Самое существенное влияние на рыбопродуктивность оказали минеральные удобрения; с их внесением связано также сильное отрицательное действие рН, поэтому особое внимание следует обращать на действие гидрохимических факторов. Если зависимость рыбопродуктивности от количества минеральных удобрений, внесенных в пруды за сезон, представить графически, то кривая после достижения некоторого максимума меняет знак (рис. 2). Положение максимума зависит от гидрохимических особенностей прудовой воды (табл. 3). Рассмотрим связь рыбопродуктивности прудов Чесменского рыбхоза с рН. В интервале средних сезонных рН 8,3—9,3 происходит падение рыбопродуктивности более чем на 2 ц/га (рис. 3). При невысокой общей рыбопродуктивности, характерной для холодной Уральской зоны, эта величина очень существенна. Значение водородного показателя определяется в основном соотношением фотосинтеза и дыхания в пруду. Соотношение интенсивности этих процессов только в планктоне, без учета вклада макрофитов, донных организмов, перифитона, определяет рН на 38% (см. рис. 1). Интенсивность фотосинтеза зависит от запаса биогенных элементов в воде. Резкое повышение рН наблюдалось, если сезонная доза аммиачной селитры превышала 2 ц/га (рис. 4), следовательно, снижение рыбопродуктивности прудов в результате избыточного внесения

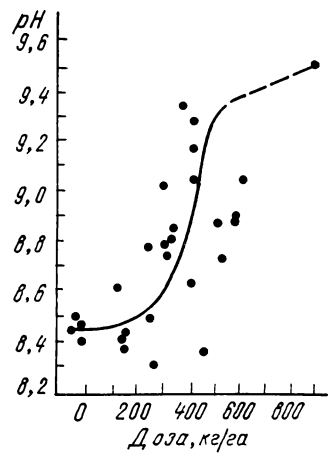


Рис. 4. Влияние сезонной дозы аммиачной селитры на средний сезонный рН выростных прудов.

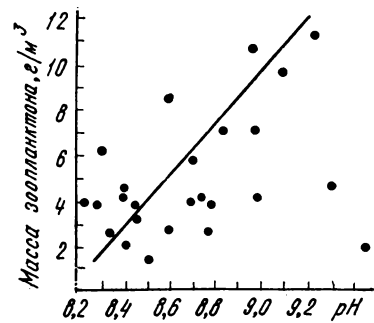


Рис. 5. Связь между средними сезонными рН и средней сезонной массой зоопланктона в выростных прудах.

удобрений связано с состоянием карбонатной системы. При повышенных рН масса кормовых организмов выше, чем при низких (за исключением одного случая), и поэтому кормовая база не может быть лимитирующим фактором (рис. 5). Очевидно, причины отрицательной связи между рН и рыбопродуктивностью следует искать именно в действии гидрохимических факторов. Наблюдалось снижение концентрации Ca^{++} и HCO_3^- при увеличении рН (рис. 6), что, несомненно, связано с потребле-

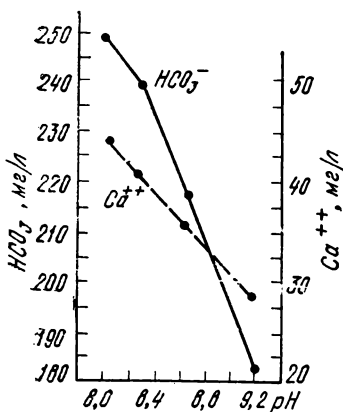


Рис. 6. Влияние pH на концентрации Ca^{++} и HCO_3^- в воде прудов.

плов в разных прудах доля нарушений различна (табл. 4). Уроductва невозможно объяснить недостатком фосфора и кальция в кормах или авитаминозом D (этот витамин в больших количествах имеется в ракообразных).

Географическое распределение уроductв свидетельствует об их связи с местами повышенной минерализации воды (Чесменский, Нагайбакский районы Челябинской области). Эти районы находятся на северной окраине геохимической провинции с недостатком марганца и кобальта и с избытком стронция в почвах и природных водах. Здесь у домашних животных наблюдается

нием гидрокарбонатаниона растениями и выпадением карбоната кальция в осадок. Выявлена тесная связь между содержанием Ca^{++} и HCO_3^- в прудовой воде и рыбопродуктивностью, причем в неудобряемых прудах она не прослеживается (рис. 7). В прудах с высокими pH у сеголетков карпа наблюдались уроductва, доля которых была особенно велика при среднем сезонном pH фосфорно-кальциевого обмена: неправильный рост чешуи, укорочение жаберных крышек, искривления позвоночника, редукция плавников, мопсовидность. По В. В. Русанову (1974), содержание кальция в чешуе чесменских карпов низкое. Уроductва имеют негенетическое происхождение, так как у потомков одних и тех же карпов

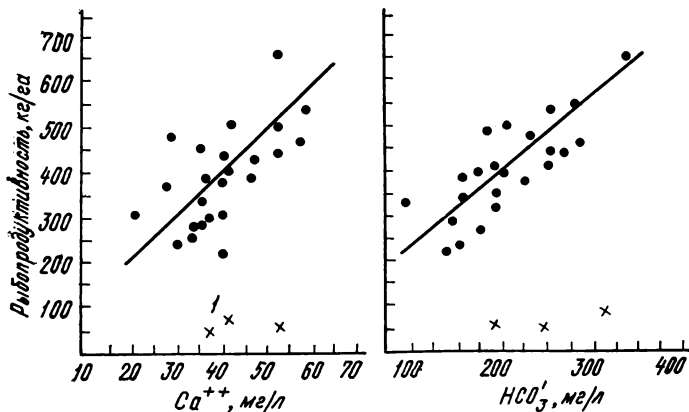


Рис. 7. Связь между средними сезонными концентрациями Ca^{++} и HCO_3^- и рыбопродуктивностью выростных прудов. 1 — неудобренные пруды.

Таблица 3

Связь между некоторыми гидрохимическими показателями прудов
и оптимальными сезонными дозами аммиачной селитры, ц/га

Рыбхоз	Сумма ионов	Концентрация, мг/л			рН	Доза
		HCO_3^-	Ca^{++}	Mg^{++}		
Горнощитский . .	95—210	46—55	17—28	8—15	7,0—9,1	Около 6
Каслинский . . .	150—160	79—85	27—31	9—11	7,0—8,7	4—6
Карасинский . . .	187—429	91—312	18—55	8—24	7,4—10,7	2—4
Чесменский . . .	290—970	140—268	30—60	22—90	7,5—10,7	1—2

Таблица 4

Связь между средними сезонными рН и количеством некоторых уродств
у сеголетков карпа в выростных прудах Чесменского рыбхоза,
% к общему числу особей

Год	Средний сезонный рН	Неправильный рост чешуи	Укорочение жаберных крышек	Искривление позвоночника	Прочие уродства
1968	8,80	1,4	0,6	—	—
	9,00*	2,6	0,6	0,02	—
	8,50	1,7	0,2	—	—
	9,50	21,3	11,3	14,2	3,7
1969	8,32	1,5	0,1	—	—
	8,76	1,3	0,4	—	—
	8,46	1,9	0,8	0,06	—
	9,00*	14,4	10,0	10,0	—
1970	8,70	3,7	0,3	—	—
	8,84	0,8	0,1	—	—
	8,40	5,1	0,9	0,02	—
	8,70	2,9	0,4	—	—
1971	8,41	0,9	0,2	—	—
	8,30	0,9	0,8	—	—
	8,36	0,4	0,5	—	—
	8,60	0,5	0,3	—	—
	8,47	1,9	0,3	—	—
	8,41	2,8	0,8	0,6	—
1972	8,60	0,5	0,4	—	—
	9,25	33,4	23,4	21,1	9,4
	9,12*	6,3	5,0	3,0	0,3
	8,77	3,6	2,5	0,01	—
	9,31	21,2	12,7	8,8	9,4
	9,00	21,7	15,2	16,1	6,2
	8,81	2,6	1,6	—	—

* Высокие рН наблюдались в конце сезона.

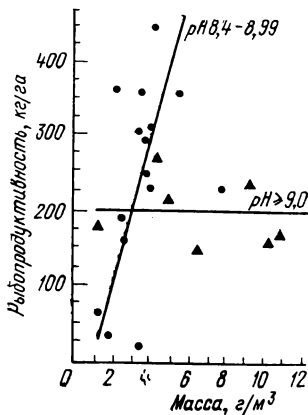


Рис. 8. Связь между рыбопродуктивностью выростных прудов и сезонной массой зоопланктона при высоких и низких средних сезонных рН.

при рН 9,0 и выше объясняется как раз обострением дефицита марганца и кобальта из-за их соосаждения с карбонатом кальция. Недостаток микроэлементов сочетается с резкими суточными колебаниями соотношения компонентов карбонатной системы, содержания кислорода (от почти двукратного пересыщения до 50% нормального насыщения). Кроме того, при рН 9,0 и выше более 90% минерального азота находится в форме аммиака (Wrobel, 1962; Kempinska, 1968; Wojda, 1973). В абсолютном выражении после внесения удобрений по применявшимся в хозяйстве нормам концентрация растворенного аммиака иногда достигает 2—3 мг/л, что приводит к отравлению рыб.

Лимитирующее продуктивность прудов действие карбонатной системы ярко проявляется при анализе связей между рыбопродуктивностью выростных прудов и массой зоопланктона. Кривая этой зависимости, согласно данным многих авторов (см. Винберг, Ляхнович, 1965), монотонно возрастает, однако для прудов Чесменского рыбхоза имеет максимум (рис. 8). Этот, на первый взгляд, непонятный фактор объясняется тем, что в прудах с высокой массой зоопланктона наблюдались высокие значения рН, и зоопланктон потреблялся плохо (влияние массы зоопланктона на рыбопродуктивность хорошо выражено в прудах с низкими и отсутствует в прудах с высокими рН).

Таким образом, при внесении избыточных доз минеральных удобрений основным лимитирующим фактором, сильно снижающим рыбопродуктивность выростных карповых прудов, может стать состояние карбонатной системы. Известно, что эта система

эндемическая остеодистрофия, которая исчезает при добавлении солей марганца и кобальта в корм (Кабыш, 1968).

По-видимому, причиной уродств у карпов также является недостаток микроэлементов в естественных кормах. Уродства формируются в личиночный и первый этапы малькового периодов. В таких прудах марганец и кобальт накапливаются менее интенсивно, чем в провинциях с достаточным количеством названных элементов. При повышении рН оба микроэлемента выпадают в форме нерастворимых гидроксидов. Марганец, кобальт, железо и многие другие микроэлементы, а также фосфаты могут быть осаждены вследствие адсорбции на частичках карбоната кальция (Akira, Wetzel, 1972). Резкое увеличение количества уродств

занимает очень важное место среди факторов, создающих гидрохимическое своеобразие большинства водоемов (Алекин, 1970), сильно влияет на жизнедеятельность водорослей (Баранов, 1972). Состояние карбонатной системы можно считать «выходным сигналом» планктонной части экосистемы (Андреяшкин, 1975а). Вместе с тем, состояние карбонатной системы существенно влияет и на объект выращивания, в данном случае на сеголетков карпа. Примечательно, что столь сильное действие на экосистему, отражающееся практически на всех уровнях ее организации, изменяющее ее рабочую структуру, оказывает ничтожное количество вещества (внесенные в пруд удобрения обычно составляют не более 1% от массы ионов, содержащихся в воде).

Чтобы избежать резких колебаний содержания кислорода и характеристик карбонатной системы, нами была разработана схема совместного внесения минеральных и органических удобрений. Для многих хозяйств установлена так называемая нормальная доза удобрений, внесение которой меняет упомянутые характеристики несущественно. Нормальные дозы минеральных и органических удобрений вносятся в течение всего сезона еженедельно целиком, частично или в избытке в зависимости от рН прудовой воды. Насколько можно судить по нашим данным, соотношение С : N : P в веществе, поступающем в пруд (с учетом количества отмерших макрофитов), должно варьировать от 100:8:1 до 120:12:1 (Андреяшкин, 1975а, б). В этом случае резких колебаний гидрохимических характеристик не происходит, и доза удобрений может быть увеличена.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. М., Гидрометеиздат, 1970.
- Андреяшкин Ю. Г. Корреляционная структура прудовых экосистем и управление ими.— Труды Урал. отд. СибрыбНИИпроект, т. 9. Свердловск, 1975а.
- Андреяшкин Ю. Г. Система внесения удобрений для прудхозов Зауралья.— Тезисы докладов к научно-технической конференции СибрыбНИИпроект. Тюмень, 1975б.
- Баранов И. В. Влияние компонентов карбонатной системы на интенсивность фотосинтеза планктона.— Изв. ГосНИОРХ, 1972, т. 79.
- Винберг Г. Г., Ляхнович В. П. Удобрение прудов. М., «Пищевая промышленность», 1965.
- Есипова М. А., Соловьева Л. М., Глазачева И. В. Об оптимальной биомассе зоопланктона в рыбоводных прудах.— Гидробиол. ж., 1976, № 2.
- Кабыш А. А. Эндемическая остеоидистрофия в зоне Южного Урала.— Эндемические болезни животных. М., «Колос», 1968.
- Мурин В. А. Интенсификация рыбного хозяйства. Киев, 1972.
- Плохинский Н. А. Биометрия. М., Изд-во МГУ, 1970.
- Русанов В. В. Обмен кальция в онтогенезе карпа в разных экологических условиях. Автореф. канд. дисс. Л., 1974.

Эрман Л. А. Удобрение интенсивно эксплуатируемых прудов.— Сборник работ по прудовому рыбоводству, М., 1969 (ВНИИПРХ).

Akita O., Wetzel R. Coprecipitation of phosphate with Carbonates a marl lake.— *Limnol. and Oceanogr.*, 1972, vol. 17, N 5.

Hepher B. On the dynamics of phosphorus added to fish ponds in Israel.— *Limnol. and Oceanogr.*, 1958, vol. 3, N 3.

Kempinska H. Wplyw nawozowe amonowych na ryby.— *Gospod. rybna*, 1968, N 11.

Müller W. Ableitung zur kombinierten Stickstoff-Phosphat-Düngung für Teichwirtschaft.— *Dtsch. Fischerei Ztg.*, 1969, Bd 16, N 4.

Wojda R. Desynfekcja, nawozenie mineralne stawow i przygotowanie ich do wiosennego zalania.— *Gospod. rybna*, 1973, N 1.

Wrobel S. Wplyw nawozenia azotowo-fosforowego na sklad chemiczny wody, produkcji pierwotna fitoplanktonu i przyrosty ryb w Stawach.— *Acta hydrobiol.*, 1962, f. 2.

В. Г. САПРЫКИН

**СЕМЕЙНЫЙ АНАЛИЗ КАРПОВ
ПО ТИПАМ ТРАНСФЕРРИНА И ЧЕШУЙНОГО ПОКРОВА**

Исследователи частной генетики карпа *Cyprinus carpio* L. до недавнего времени ограничивались изучением внешних признаков. В работах В. С. Кирпичникова (1937, 1945, 1966) и других (Головинская, 1940, 1965, 1969; Probst, 1953; Menzel, Steffens, 1957) показана детерминация чешуйного покрова карпа двумя парами не сцепленных друг с другом генов (S, s и N, n), установлена их связь с жизнестойкостью, темпом роста и некоторыми морфологическими особенностями. Изучалось наследование типов окраски (Катасонов, 1969; Probst, 1949; Wlodek, 1963) и других признаков (Кирпичников, 1958; Ненашев, 1966).

Уже первые попытки перейти с морфологического уровня изучения внутри- и межпопуляционной изменчивости карпа (сазана) на биохимический позволили выявить значительную гетерогенность по белковым и ферментным системам крови, мышц и других тканей (Балахнин и др., 1973; Иванова и др., 1973; Московкин и др., 1973; Трувеллер и др., 1973; Щербенок, 1973; Такаюта и др., 1966; Scopes, Gosselin-Rey, 1968; Aghasadeh, Ritter, 1971). Наиболее интенсивно изучаются трансферрины сыворотки крови (Сапрыкин, 1976а). К настоящему времени известно около семи электрофоретически различных форм этого белка (Балахнин, Соломатина, 1970; Балахнин, Романов, 1971; Балахнин и др., 1973; Creyssel и др., 1964, 1966).

В большинстве работ критерием правильности предположения о контроле трансферринов серией множественных аллелей выдвигается соответствие частот фенотипов в исследованной выборке частотам, рассчитанным с помощью уравнения Харди — Вейнберга (Кирпичников, 1973). В отдельных случаях эта гипотеза проверялась с помощью гибридологического анализа. Так, И. А. Балахнин и Н. П. Галаган (1972) показали, что типы А, В и С являются аллеломорфами. К такому же заключению пришел С. И. Седов с соавторами (Седов и др., 1971; Седов, 1973) при изучении типов А и В. Недавно была показана детерминация трансферринов ропшинского карпа аутосомным локу-

Таблица 1

Характеристика производителей карпа, использованных в скрещиваниях

№ карпа	Возраст, лет	Длина (<i>l</i>), см	Вес, кг	Тип Tf
15	5	48	2,25	AB
42	3	36	1,10	C'D
173	3	41	1,45	AW
41	2	27	0,55	BC
121	2	29	0,55	AB
151	5	46	2,20	AC
174	3	35	0,80	WB
446	5	46	2,20	AD

Примечание. По типу чешуи карпы № 15 и 446 — разбросанные, остальные — чешуйчатые.

сом с кодоминантными аллелями А, В, С и D (Щербенок, 1976).

Несколько иные результаты получены Л. И. Московкиным и другими (1973): в одном из индивидуальных скрещиваний обнаружено потомство с фенотипами трансферрина, не предусмотренными схемой скрещивания. Нарушение кодоминантного типа наследования трансферринов отмечено также при семейном анализе гибридов китайского золотого карася *Carassius auratus* и карпа (Балахнин, Галаган, 1973). Имеются данные (Московкин и др., 1973) об отсутствии сцепления локуса Tf с локусами, определяющими тип чешуйного покрова карпов. Обнаружена связь трансферринов с темпом роста и жизнестойкостью карпа (Балахнин, Галаган, 1972; Седов, 1973; Щербенок, 1973).

В рыбоводных хозяйствах Урала выращивают чешуйчатых (SSnn и Ssnn) и разбросанных (ssnn) карпов. Линейные и голые формы, имеющие структуру Nn, не встречаются, что, очевидно, обусловлено процессами естественного отбора и селекции. Ранее было установлено (Сапрыкин, 1976а, б, в), что трансферрины местных карпов представлены шестью типами: А, W, В, С', С и D. Высказано предположение о различной адаптивной ценности аллеломорфов в условиях Урала.

В настоящей работе рассмотрены наследование типов трансферрина карпов Урала, связь локуса Tf с локусами S и N, а также устойчивость молоди карпа разных генотипов к некоторым факторам внешней среды. Экспериментальная часть проведена в Верхнетагильском тепловодном хозяйстве Свердловского рыбокомбината в 1976 г. В скрещиваниях использованы три самки (№ 15, 42 и 173) и пять самцов (№ 41, 121, 151, 174, 446), общая характеристика которых приведена в табл. 1. Карпы были завезены из Горнощитского питомника в разном возрасте: все самки, а также самцы № 41, 174 и 121 — сеголетками, самцы № 151, 446 — четырехлетками.

Скрещивания карпов были проведены по следующей схеме:

№ скрещивания	№ карпа
1	15×121
2	15×151
3	42×(446+41)
4	173×174

Реализация схемы позволила выяснить возможность установления отцовства в скрещивании № 3 и дать оценку самцам по качеству потомства. Кроме того, схемой предусматривалось определение генотипа по локусу S чешуйчатых карпов (за исключением № 173 и 174).

Половые продукты карпов получали путем гипофизарных инъекций. Небольшие порции оплодотворенной и обесклеенной икры инкубировали в аппаратах Вейса. Выклюнувшихся личинок подращивали в капроновых садках, кормили живым зоопланктоном, который отлавливали в водосбросном канале Верхнетагильской ГРЭС. Личинки, полученные в скрещивании № 3, в возрасте 13 суток были подвергнуты воздействию острого недостатка кислорода. Асфиксию вызывали, выдерживая партии молоди (четыре повторности по 500 шт. в каждой) в герметически закрытом сосуде емкостью 0,5 л в течение 1,5 ч. Конечная концентрация кислорода в воде составляла 0,6—0,8 мг/л при температуре 21°С. Выживших личинок ($n=212$) объединили в одну группу. Контролем служила молодь, не подвергавшаяся отбору на устойчивость к этому фактору ($n=210$).

В возрасте 17 суток мальков пересадили в садки площадью в 1 м² с металлической сеткой, установленные в водоеме-охладителе. Молодь кормили искусственной смесью, включавшей сухое молоко, яичный порошок и другие компоненты с добавлением витаминного препарата «Ундевит», позднее — преимущественно форелевым комбикормом. Потомство самки № 173 (скрещивание № 4) в дальнейшем было рассажено по нескольким производственным садкам. По имеющимся записям удалось установить садок, в котором ожидаемое расщепление экспериментальных и производственных сеголетков по типам трансферрина не перекрывалось; все сеголетки из этого садка были исследованы.

В середине августа трехмесячных сеголетков отлавливали, взвешивали, брали прижизненно пробы крови, отмечая тип чешуйного покрова. При постановке электрофореза в вертикальном блоке 5- или 5,5%-ного геля полиакриламида руководствовались методическими указаниями Маурера (1971). Результаты обработаны статистически (Плохинский, 1970; Мирвис, 1975). Всего исследовано 447 сеголетков карпа, в том числе 164 из производственного садка, в котором предполагалось найти потомство от скрещивания № 4. Средний вес сеголетков был

Выживаемость и рост молоди карпа от разных скрещиваний

Показатель	№ скрещивания				4
	1	2	3		
			контроль	опыт	
Получено личинок, шт. .	107	116	210*	212*	500*
Посажено личинок в садок, шт.	89	58	168	201	500
Средний вес личинки при посадке в садок, мг	90,7	193,0	65,7	59,8	43,4
Выращено сеголетков, экз.	68	51	71	118	13
Средний вес сеголетка, г	74,6	75,9	39,9	61,7	89,6
Выживаемость общая, %	63,6	44,0	33,8	55,7	Нет данных
Выживаемость в садке, %	76,4	87,9	42,3	58,7	Нет данных

* Количество личинок, оставленных на выращивание.

довольно высокий (табл. 2). Не отмечено существенных различий по выживаемости и темпу роста между потомствами впервые нерестующего самца № 121 и более крупного, старшего по возрасту самца № 151 (скрещивания № 1 и 2). В скрещивании № 3 лучшими показателями отличались карпы, отобранные на устойчивость к недостатку кислорода (опыт); выживаемость и рост контрольных особей, не подвергнутых отбору на устойчивость к недостатку кислорода, были наименьшими по всем экспериментальным садкам.

Из 164 сеголетков, выращенных в производственном садке, схеме скрещивания № 4 соответствовало 13; распределение их по фенотипическим классам трансферрина было следующим, экз: AW — 3, AB — 4, WW — 3, WB — 3. Все сеголетки оказались чешуйчатыми.

Расщепление потомства карпов от индивидуальных и группового скрещиваний (табл. 3, 4) и отсутствие сеголетков с дополнительными типами трансферрина подтверждают правильность ранее высказанного предположения о контроле трансферринов карпов Урала серией из шести кодоминантных аллелей (Сапрыкин, 1976б). Отсутствие сцепления между локусом Tf и локусами S и N позволило сравнить сеголетков разных генотипов по темпу роста. Наибольший вес имели чешуйчатые карпы с типами трансферрина AA и BB; гетерозиготы AB отставали в весе от соответствующих гомозигот на 39,4 и 36,8% ($p < 0,05$). Различия между разбросанными сеголетками, имевшими тот или иной тип белка, выражены слабо.

Вес сеголетков карпа с разными типами трансферрина и чешуйного покрова, г

Тип Tf	Чешуйчатые		Разбросанные		Всего	
	n	$M \pm m$	n	$M \pm m$	n	$M \pm m$
Скрещивание № 1						
AA	8	109,9 ± 16,4	8	67,0 ± 8,1	16	88,4 ± 10,4
AB	18	66,7 ± 9,9	17	58,8 ± 12,6	35	62,8 ± 7,9
BB	9	105,6 ± 13,8	8	63,6 ± 9,8	17	85,8 ± 9,9
Среднее . .		86,6 ± 7,8 (35)		61,9 ± 7,1 (33)		74,6 ± 5,5 (68)
Скрещивание № 2						
AA	5	98,9 ± 31,0	6	70,3 ± 11,7	11	83,3 ± 15,2
AB	7	71,8 ± 18,8	4	77,4 ± 45,6	11	73,8 ± 19,0
AC	9	83,6 ± 11,5	5	80,4 ± 24,9	14	82,4 ± 11,0
BC	9	69,3 ± 14,2	6	60,7 ± 15,5	15	65,9 ± 10,2
Среднее . .		79,1 ± 8,4 (30)		71,3 ± 10,9 (21)		75,9 ± 6,6 (51)

Примечание. В скобках — количество экземпляров при вычислении средних показателей.

Дисперсионный анализ выявил достоверное влияние локуса Tf на вес чешуйчатых особей ($\eta^2=0,201 \pm 0,05$; $p < 0,05$); связь трансферринов с весом разбросанных карпов не установлена ($\eta^2=0,007$). Влияние типов белка на вес сеголетков независимо от чешуйного покрова в данном скрещивании оказалось недостоверным ($\eta^2=0,074 \pm 0,028$). Темп роста чешуйчатых карпов всех трех типов трансферрина был заметно выше, чем разбросанных ($p < 0,05$). Влияние локуса S на вес карпов независимо от типов белка составило $7,6 \pm 1,4\%$ ($p < 0,05$).

В результате скрещивания № 2 (см. табл. 3) самыми крупными оказались чешуйчатые особи с типом трансферрина AA, самыми мелкими — разбросанные с типом BC, однако эти различия статистически не подтвердились ($p > 0,1$). Не обнаружено влияния локусов Tf ($\eta^2=0,025$) и S ($\eta^2=0,007$) на вес карпов.

Сеголетки, полученные в скрещивании № 3, проанализированы с учетом происхождения по отцовской линии (см. табл. 4). Из групп карпов (71 экз.), не подвергнутых отбору на устойчивость к дефициту кислорода, 61 (85,9%) отнесен к линии самца № 446. Среди них преимущество в росте получили чешуйчатые и разбросанные особи с типом трансферрина C'D; вес всех гомозигот типа DD был минимальный ($p < 0,05$). Влияние типов

Таблица 4

Вес сеголетков карпа с разными типами трансферрина и чешуйного покрова (скрещивание № 3), г

№ самца	Тип Ti	Чешуйчатые		Разбросанные		Всего	
		n	$M \pm m$	n	$M \pm m$	n	$M \pm m$
К о н т р о л ь							
446	АС'	8	36,6±5,6	3	28,4±8,4	11	34,4±4,6
	АД	7	35,5±4,5	7	34,0±9,3	14	34,8±5,0
	С'Д	8	41,8±7,0	10	41,3±6,9	18	41,5±4,8
	ДД	10	26,1±5,0	8	27,0±6,0	18	26,5±3,8
Среднее		34,5±2,9 (33)		34,0±3,9 (28)		34,2±2,3 (61)	
41	ВС'	1	67,0	1	23,9	2	45,4±21,6
	ВД	1	74,8	1	60,4	2	67,6±7,2
	С'С	1	46,8	—	—	1	46,8
	СД	4	95,8±28,5	1	85,8	5	93,8±19,9
Среднее		81,8±16,9 (7)		56,7±18,0 (3)		74,2±13,0 (10)	
О п ы т							
446	АС'	8	46,2±6,6	8	59,2±13,8	16	52,7±7,6
	АД	13	72,5±17,5	10	54,4±10,3	23	64,6±10,8
	С'Д	7	72,7±11,4	9	70,1±21,1	16	71,2±12,5
	ДД	7	55,6±10,4	4	49,1±24,5	11	53,2±10,4
Среднее		63,2±7,4 (35)		59,5±8,1 (31)		61,4±5,4 (66)	
41	ВС'	7	45,5±10,1	3	56,4±17,6	10	48,7±8,4
	ВД	6	38,5±8,6	—	—	6	38,5±8,6
	С'С	4	81,8±28,9	1	35,9	5	72,6±24,2
	СД	5	95,2±33,1	1	130,2	6	101,1±27,7
Среднее		61,5±10,5 (22)		67,1±18,9 (5)		62,5±9,1 (27)	

Примечание. То же, что в табл. 3.

белка на этот признак оказалось низким и недостоверным как по чешуйчатым и разбросанным карпам (соответственно $\eta^2=0,113\pm0,90$ и $0,090\pm0,114$), так и по всей выборке ($\eta^2=0,10\pm0,047$). Весовых различий между карпами разного типа чешуйного покрова не обнаружено.

Таблица 5

Распределение типов трансферрина среди карпов, не подвергнутых отбору (контроль) и отобранных на выживаемость в условиях дефицита кислорода (опыт, скрещивание № 3)

№ самца	Тип Tf	Контроль		Опыт		t
		экз.	%	экз.	%	
446	АС'	11	18,03	16	24,24	0,86
	АД	14	22,95	23	34,85	1,49
	С'Д	18	29,51	16	24,24	0,67
	ДД	18	29,51	11	16,67	1,73 ($p=0,1$)
Всего . .		61	100	66	100	
41	ВС'	2	20,0	10	37,04	1,03
	ВД	2	20,0	6	22,22	0,15
	С'С	1	10,0	5	18,52	0,66
	СД	5	50,0	6	22,22	1,60 ($p=0,1$)
Всего . .		10	100	27	100	

В потомстве самца № 41 отмечено расщепление по типам чешуйного покрова, что указывает на его гетерозиготность по локусу S. Из-за немногочисленности этих сеголетков ($n=10$) не удалось сравнить разные генотипы по скорости роста. Отметим, что средний вес потомства самцов № 41 и № 446 различался в 2,2 раза. Из 118 карпов опытной группы нами исследовано 93, из них 66 (71,0%) отнесены к потомкам самца № 446. Их средний вес (61,4 г) был значительно выше, чем в контроле (34,2 г). Среди чешуйчатых самыми крупными оказались карпы типа С'Д, самыми мелкими — АС' ($p<0,05$); среди разбросанных различий между фенотипическими классами трансферрина не обнаружено. Дисперсионный анализ не выявил существенного влияния локуса Tf ($\eta^2=0,028-0,069$) и S ($\eta^2=0,002$) на вес рыб.

В результате отбора на выживаемость в условиях недостатка кислорода доля потомков самца № 41 повысилась от 14,1% в контрольной группе до 29,0% в опытной ($p<0,05$). Существенных различий в темпе роста этих сеголетков в сравниваемых выборках не отмечено. Как среди чешуйчатых, так и среди разбросанных карпов с разными типами трансферрина наблюдалась значительная весовая дифференцировка. Влияние локуса Tf на вес чешуйчатых сеголетков составило $24,3 \pm 12,6\%$, разбросанных — $74,1 \pm 17,3\%$, по всем карпам — $25,5 \pm 9,7\%$; однако достоверность его не превышала 10%-ный уровень значимости.

Различия в весе карпов с разным типом чешуйного покрова также оказались недостоверными.

Результаты опыта позволяют судить о выживаемости молоди разных генотипов в условиях острого недостатка кислорода. Поскольку существенной связи чешуйного покрова с устойчивостью карпов к этому фактору не обнаружено, мы остановимся на различиях в распределении типов трансферрина между особями опытной и контрольной групп.

Как установлено (табл. 5), отбор личинок привел к некоторому снижению относительного числа гомозигот DD и гетерозигот CD ($p < 0,1$). Общее количество D-носителей в опытной группе было несколько ниже, чем в контрольной, что наблюдалось в потомстве самцов № 446 (81,97—75,76%) и № 41 (70,0—44,44%), однако различия между сравниваемыми группами статистически не подтвердились. Обнаружено повышение частоты A-носителей среди карпов, выживших в условиях недостатка кислорода (40,98—59,09%; $p < 0,05$). Достоверную оценку молоди с другими типами трансферрина получить не удалось.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают предположение о наследственной природе внутрипопуляционной изменчивости карпов Урала по системе трансферрина (Сапрыкин, 1976а, б). Это находится в соответствии с данными, полученными, другими авторами на различных генетических группировках карпа (Седов, и др., 1971; Балахнин, Галагин, 1972; Щербенок, 1976).

Кодоминантный характер наследования трансферринов позволяет непосредственно по фенотипу (электрофореграмме) судить о генотипе особи, что необходимо для получения точной информации о генетической структуре различных группировок карпа (сазана), и дает возможность использовать данный полиморфизм в генетико-популяционных исследованиях. Кроме того, различные типы белка могут служить маркерами закладываемых линий карпа.

По результатам исследования можно судить о биологической роли («механизмах» поддержания) полиморфизма карпа по системе трансферрина. Как было установлено (см. табл. 3,4), связь трансферринов с темпом роста сеголетков карпа оказалась невысокой и в большинстве рассмотренных случаев недостоверной. Однако в любой изученной выборке можно выделить сочетания этого белка, которые маркировали особей с разной скоростью роста в условиях садкового выращивания. Поскольку результаты дисперсионного анализа во многом определяются структурой комплекса (в данном случае числом фенотипов трансферрина) и объемом выборки, полученный фактический материал следует рассматривать как предварительный и требующий проверки на большем числе особей. По-видимому, недостаточный объем исследованных групп лежит и в основе слабо

Относительный вес сеголетков с разным типом чешуйного покрова, вычисленный по частным средним весам, \bar{z} , принятым за 100%

№ скрещивания	Чешуйчатые			Разбросанные		
	<i>n</i>	<i>M.</i> %	<i>C_v.</i> %	<i>n</i>	<i>M.</i> %	<i>C_v.</i> %
1	35	116,0	53,6	33	83,0	65,5
2	30	104,2	58,2	21	94,0	69,9
3	33	100,6	48,1	28	99,3	60,1
Контроль	7	110,3	34,7	3	76,4	54,9
3	35	102,8	69,1	31	96,9	76,0
Опыт	22	98,3	80,0	7	107,3	63,0
Среднее	105,2 ± 4,25 (162)		51,4 (162)	93,1 ± 5,68 (121)		67,1 (121)

Примечание. В числителе — потомство самца № 446, в знаменателе — самца № 41. В скобках — количество экземпляров при вычислении средних показателей.

выраженных различий в выживаемости генотипов по трансферрину в условиях острого недостатка кислорода (см. табл. 5).

По данным И. А. Балахнина и В. Д. Соломатиной (1970) о степени гетерогенности экспериментального стада украинских карпов по системе трансферрина, при исследовании около 100 производителей было выявлено лишь три фенотипа: АА, АВ и ВВ. Снижение изменчивости этих карпов по локусу Tf авторы ставят в прямую зависимость от селекции. Преимущество в темпе роста карпов, имевших «быстрые» варианты трансферрина (в частности, тип АВ), отмечалось и другими исследователями (Седов, 1973; Щербенок, 1973).

Противоречие между литературными и нашими данными (см. табл. 3, 4) можно устранить, если допустить зависимость роста карпов с разными типами белка от условий выращивания. В этом случае выявляемые закономерности будут справедливы лишь в пределах сходных по экологии группировок. Одновременно в результате процессов естественного отбора и селекции появляется возможность генетической дивергенции карпов из рыбнозов, различающихся по экологическим условиям (Сапрыкин, 1976б).

Анализ роста карпов в зависимости от типа чешуйного покрова выявил небольшое (11,5%) преимущество в весе чешуйчатых особей, что подтверждает литературные данные (Кирпичников, 1966). Низкая степень достоверности этих различий ($t=1,73$; $p<0,1$) обусловлена отчасти большей вариабельностью веса разбросанных сеголетков (табл. 6), что может быть использовано для снижения весовой дифференцировки молоди при выращивании в садках.

Следует указать, что некоторые сочетания генов чешуи и трансферрина давали больший фенотипический эффект, чем эти же гены в отдельности. Вполне вероятно, что эффективность селекции будет повышена при использовании максимально возможного набора менделирующих признаков, прямо или косвенно связанных с биологическими особенностями карпов.

Отсутствие повторности не позволяет дать оценку снижения отхода и ускорения роста молоди карпа, выжившей в условиях недостатка кислорода. По-видимому, определенную роль сыграли «стартовые» различия между контрольной и опытной группами. Не исключено также, что эта функциональная нагрузка привела к элиминации менее приспособленных генотипов (в широком смысле), для которых условия выращивания в садках на термальных водах были экстремальными.

ЛИТЕРАТУРА

Балахнин И. А., Богданов Л. В., Лазовский А. А. Типы гемоглобина, трансферрина, преальбумина и содержание калия в крови карпов из рыбхоза «Волма» (БССР).—Вестн. зоологии, 1973, № 2.

Балахнин И. А., Галаган Н. П. Распределение и выживаемость особей с разными типами трансферрина в потомстве карпа при различных сочетаниях производителей.—Гидробиол. ж., 1972, т. 8, № 3.

Балахнин И. А., Галаган Н. П. Семейный анализ гибридов китайского золотого караса (*Carassius auratus*) и карпа (*Cyprinus carpio* L.) по системе трансферрина.—Биохимическая генетика рыб. Л., 1973 (Ин-т цитологии).

Балахнин И. А., Романов Л. М. Распределение и генная частота трансферрина у беспородного карпа и амурского сазана.—Гидробиол. ж., 1971, т. 7, № 3.

Балахнин И. А., Соломатина В. Д. Типы трансферрина и их связь с некоторыми показателями экстерьера у карпа.—Гидробиол. ж., 1970, т. 6, № 6.

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

Головинская К. А. О селекционном значении изменчивости плавающего пузыря у карпа.—Труды ВНИИПРХ, 1965, т. 13.

Головинская К. А. Искусственный гиногенез у карпа.—Генетика, селекция и гибридизация рыб. М., «Наука», 1969.

Иванова И. М., Кирпичников В. С., Ролле Н. Н. Изменчивость лактатдегидрогеназы (ЛДГ) у карпа и сазана (*Cyprinus carpio* L.).—Биохимическая генетика рыб. Л., 1973 (Ин-т цитологии).

Катасонов В. Я. Результаты выращивания японских декоративных карпов и их гибридов в прудовом хозяйстве «Якоть» Московской области.—Сборник научно-исследовательских работ по прудовому рыбоводству, № 2. М., 1969 (ВНИИПРХ).

Кирпичников В. С. Основные гены чешуи у карпа.—Биол. ж., 1937, т. 6, № 3.

Кирпичников В. С. Влияние условий выращивания на жизнеспособность, скорость роста и морфологию карпов различного генотипа.—Докл. АН СССР, 1945, т. 47, № 7.

Кирпичников В. С. Генетические методы индивидуального отбора в карповодстве.—Докл. АН СССР, 1958, т. 121, № 4.

Кирпичников В. С. Цели и методы селекции карпа.—Изв. ГосНИОРХ, 1966, т. 61.

- Кирпичников В. С. Биохимический полиморфизм и процессы микроэволюции у рыб.— Биохимическая генетика рыб. Л., 1973 (Ин-т цитологии).
- Маурер Г. Диск-электрофорез. М., 1971.
- Мирвис А. Б. О целесообразности применения критериев Стьюдента и χ^2 при анализе генетического равновесия.— Биометрические методы. М., «Наука», 1975.
- Московкин Л. И., Трувеллер К. А., Масленникова Н. А., Романова Н. И. Распределение типов трансферрина и картина эстераз у карпа (*Cyprinus carpio* L.).— Биохимическая генетика рыб. Л., 1973 (Ин-т цитологии).
- Ненашев Г. А. Наследуемость некоторых морфологических (диагностических) признаков у ропшинского карпа.— Изв. ГосНИОРХ, 1966, т. 61.
- Плохинский Н. А. Биометрия. М., Изд-во МГУ, 1970.
- Сапрыкин В. Г. Трансферрины сыворотки крови карпов из озера Урефты Челябинской области.— Труды Пермской лаборатории ГосНИОРХ, 1976а, т. 1.
- Сапрыкин В. Г. О генетической дифференциации карпов Свердловского рыбокомбината.— Там же, 1976б.
- Сапрыкин В. Г. Жизнестойкость сеголетков карпа с разными типами трансферрина при зимовке в термальной воде Верхнетагильской ГРЭС.— Там же, 1976в.
- Седов С. И. К вопросу о корреляции некоторых признаков с типами полиморфного белка (трансферрина) у сазана, карпа и их гибридов.— Биохимическая генетика рыб. Л., 1973 (Ин-т цитологии).
- Седов С. И., Сапрыкин В. Г., Кривасова С. Б. Полиморфизм сывороточных белков волго-каспийского сазана, украинских карпов, гибридов и возможность использования его в селекционной работе.— Материалы совещ. «Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ». Тезисы докладов. М., 1971 (ВНИИПРХ).
- Трувеллер К. А., Масленникова Н. А., Московкин Л. И., Романова Н. И. Изменчивость электрофоретической картины миогенов у карпа и сазана (*Cyprinus carpio* L.).— Биохимическая генетика рыб. Л., 1973 (Ин-т цитологии).
- Щербенок Ю. И. Связь полиморфных систем эстераз и трансферринов с хозяйственно важными признаками карпа.— Там же.
- Щербенок Ю. И. Гибринологический анализ наследования эстераз и трансферринов сыворотки крови ропшинского карпа.— Изв. ГосНИОРХ, 1976, т. 107.
- Aghasadeh H., Ritter H. Polyploidisierung in der Fischfamilie Cyprinidae, Ordnung Cypriniformes. Duplikation der loci für NAD — abhängige Malatdehydrogenasen.— Humangenetik, 1971, vol. II, N 2.
- Creysse R., Silbersahn P., Rihard G., Manuel J. Étude du sérum de carpe (*Cyprinus carpio* L.) par électrophorèse en gel d'amidon.— Bull. Soc. Chim. biol., 1964, vol. 46, N 1.
- Creysse R., Richard G., Silbersahn P. Transferrin variants in carp serum.— Nature, 1966, vol. 212, N 5068.
- Menzel H.-U., Steffens W. Über das Wachstum von Spiegel — und Nacktkarpfen.— Zs. Fischerei, 1957, Bd 6, N 1—7.
- Probst E. Vererbungsuntersuchungen beim Karpfen.— Allgem. Fischerei Ztg., 1949, Bd 74, N 21.
- Probst E. Die Beschuppung des Karpfens.— Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiol., 1953, Bd 1.
- Scopes R. K., Gosselin-Rey C. Polymorphism in carp muscle creatin kinase.— J. Fish. Res. Board Canada, 1968, vol. 25, N 12.
- Takayama S., Ojima Y., Hamaguchi A. Cytogenetic studies in lower vertebrates. Some aspects of esterase pattern in the carp (*Cyprinus carpio* L.), funa (*Carassius auratus*) and their hybrids.— Annot. Zool. Japan, 1966, vol. 39, N 4.
- Wlodek J. M. Der blaue Karpfen aus der Teichwirtschaft Landek.— Acta hydrobiol., 1963, Bd. 5, N 4.

СОДЕРЖАНИЕ

Л. А. Добринская, В. И. Беляев. Морфофизиологический анализ динамики роста популяций молоди карпа	3
В. И. Беляев. К изучению фенотипической изменчивости длины и веса тела сеголетков карпа	25
Н. В. Пашкевич. Изменчивость некоторых гематологических показателей карпа разных генотипов	36
В. И. Беляев. Зависимость изменчивости и роста личинок карпа от их численности	47
Н. В. Булатова. Гидрохимические исследования прудов Билейского рыбопитомника	56
М. И. Ярушина. Особенности развития фитопланктона в прудовых экосистемах	72
Н. В. Пашкевич. Динамика развития зоопланктона в выростных прудах	81
Л. А. Добринская, Г. И. Огурцов, С. П. Журавлев. Морфофизиологическая специфичность экологически обособленных группировок сеголетков карпа	94
Ю. Г. Андряшкин. Влияние состояния карбонатной системы на рыбопродуктивность выростных прудов Южного Урала	102
В. Г. Сапрыкин. Семейный анализ карпов по типам трансферрина и чешуйного покрова	111

УДК 597.0/5—14

Морфофизиологический анализ динамики роста популяций молоди карпа. Добринская Л. А., Беляев В. И. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Приведены данные по изменчивости скорости роста тела и морфофизиологических характеристик молоди карпа из выростных прудов Билейского рыбопитомника Свердловской области. Показано, что вариабельность изученных показателей закономерно увеличивается в условиях плотности, превышающей оптимальную. Определяющая величина скорости роста популяции обусловлена общей численностью с учетом генетических и экологических ее особенностей.

Табл. 7. Иллюстраций 1. Библиогр. 26 назв.

УДК 597.0/5

К изучению фенотипической изменчивости длины и веса тела сеголетков карпа. Беляев В. И. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

На примере изучения вариабельности длины и веса тела личинок молоди карпа из нерестовых и выростных прудов Билейского рыбопитомника делается вывод о том, что характер и уровень фенотипической изменчивости показателей роста у личинок и молоди карпа определяется генетической структурой их прудовых популяций.

Табл. 2. Иллюстраций 2. Библиогр. 31 назв.

УДК 597—154.343+597.11

Изменчивость некоторых гематологических показателей карпа разных генотипов. Пашкевич Н. В. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Дана сравнительная характеристика некоторых показателей крови и их изменчивости у молоди чешуйчатых и зеркальных карпов при совместном их выращивании. Выявлены различия в изменчивости крови у молоди в зависимости от степени генетической разнородности популяции, ряда экологических факторов и условий обитания.

Табл. 3. Иллюстраций 5. Библиогр. 25 назв.

УДК 597.0/5

Зависимость изменчивости и роста личинок карпа от их численности. Беляев В. И. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Показано, что наблюдаемые у личинок карпа различия по длине и весу тела в популяциях разных нерестовых прудов сглаживаются к моменту перехода большинства личинок на внешнее питание; в дальнейшем рост личинок карпа регулируется их численностью в популяциях. Наименьшая за период наблюдений изменчивость показателей роста отмечена в более многочисленных, одновозрастных популяциях личинок карпа нерестовых прудов.

Табл. 2. Иллюстраций 2. Библ. 17 назв.

УДК 639.3+639.304.5+639.2

Гидрохимические исследования прудов Билейского рыбопитомника. Булатова Н. В. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

В 1974 и 1975 гг. исследовали химический состав воды головного и четырех выростных прудов. Прослежены общие тенденции формирования их гидрохимического режима. Рассматриваются процессы, обусловившие различия в химизме воды прудов в 1974 и 1975 гг.

Табл. 1. Иллюстраций 4. Библиогр. 11 назв.

УДК 597—154.343+597.11

Особенности развития фитопланктона в прудовых экосистемах. Ярушина М. И. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Проведение мероприятий по интенсификации рыбного хозяйства в прудах, особенно по интродукции растительноядных видов рыб, не может быть успешным без знания альгофлоры. В работе рассмотрены закономерности развития, особенности состава и структуры планктонных комплексов водорослей в разных типах прудов за период вегетации 1974 г.

Табл. 2. Иллюстраций 3. Библиогр. 6 назв.

УДК 597—154.343+597.11

Динамика развития зоопланктона в выростных прудах. Пашкевич Н. В. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Дана сравнительная характеристика видового состава и качественного развития зоопланктона за периоды вегетации 1974 и 1975 гг. Прослежена динамика численности и биомассы зоопланктона в прудах с повышенной плотностью посадки в них молоди карпа.

Табл. 5. Иллюстраций 3. Библиогр. 26 назв.

УДК 597.0/5—14.

Морфофизиологическая специфичность экологически обособленных группировок сеголетков карпа. Добринская Л. А., Огурцов Г. И., Журавлев С. П. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Изучен соотносительный рост и изменчивость некоторых внутренних органов и веса тела сеголетков карпа. Установлено, что по большинству морфофизиологических признаков экологические группировки молоди карпа специфичны.

Табл. 3. Иллюстраций 1. Библиогр. 24 назв.

УДК 639.3+639.304.5+639.2

Влияние состояния карбонатной системы на рыбопродуктивность выростных прудов Южного Урала. Андреяшкин Ю. Г. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

В рыбоводных прудах Южного Урала повышение рН воды до 9,0 и выше снижает выход рыбопродукции, приводит к появлению уродств у сеголетков карпа в результате нарушения фосфорнокальциевого обмена, вызванного недостатком марганца, кобальта в воде и кормовых организмах. Дефицит микроэлементов наступает вследствие их перехода в нерастворимое состояние и соосаждения с карбонатом кальция в условиях природного недостатка названных элементов. Предложены меры для стабилизации гидрохимических характеристик.

Табл. 4. Иллюстраций 8. Библиогр. 17 назв.

УДК 597.554.3 : 591.111 : 575.113

Семейный анализ карпов по типам трансферрина и чешуйного покрова. Сапрыкин В. Г. «Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем». Свердловск, 1979 (УНЦ АН СССР).

Изучено наследование шести молекулярных типов трансферрина карпов Урала (А, W, В, С', С и D). Показано отсутствие сцепления генов трансферрина с генами чешуйного покрова. Установлена связь трансферринов с жизнестойкостью в условиях острого дефицита кислорода. Предполагается, что эффективность селекции может быть повышена при использовании максимального набора менделирующих признаков, прямо или косвенно связанных с биологическими особенностями карпов.

Табл. 6. Библиогр. 37 назв.

ИМЕЕТСЯ В ПРОДАЖЕ

сборник научных статей
сотрудников Института экологии
растений и животных УНЦ АН СССР

· **Экспериментальная экология низших позвоночных.** 10 п. л. Цена 1 р.

Публикуются работы, подводящие итоги многолетних исследований экспериментальной регуляции динамики популяционных процессов, скорости роста и развития и основных физиологических показателей у рептилий, амфибий и рыб.

Сборник представляет интерес для зоологов широкого профиля, экологов, эмбриологов, физиологов и студентов биологических факультетов.

*Заявки направлять по адресу:
г. Свердловск, ГСП-169,
ул. Первомайская, 91.
РИСО УНЦ АН СССР.*

ВЫШЕЛ В СВЕТ

сборник научных статей
сотрудников Института экологии
растений и животных УНЦ АН СССР

Материалы по фауне субарктики Западной Сибири. 9 п. л. Цена 95 коп.

Тематика сборника объединена вопросами экологии важнейших видов животных, представляющих народнохозяйственное значение. Обсуждается распределение отдельных видов животных на территории Западной Сибири, динамика их численности, экологии и эколого-физиологических особенностей их популяций. Ихтиологические работы вскрывают некоторые закономерности роста и развития важнейших промысловых рыб в водоемах Севера. Орнитологическими работами освещаются особенности распространения и видового состава птиц малоизученных районов Западной Сибири и Приполярного Урала, а также экология отдельных видов. Остальные работы посвящены изучению приспособительных особенностей, экологии и динамики численности ряда видов грызунов и важнейшего промыслового вида Ямальской тундры — песца.

Сборник представляет интерес для зоологов широкого профиля и отдельных специалистов.

Заявки направлять по адресу:
г. Свердловск, ГСП-169,
ул. Первомайская, 91.
РИСО УНЦ АН СССР.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
ПРУДОВЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**Труды Института экологии
растений и животных
УНЦ АН СССР, вып. 120**

*Утверждено к печати
Редакционно-издательским советом
Уральского научного центра АН СССР*

**Редактор В. Б. Белоусова
Техн. редактор Н. Р. Рабинович
Обложка художника М. Н. Гарипова
Корректоры И. М. Мигачёва, В. С. Симакова**

РИСО УНЦ АН СССР № 907—23(79). Сдано в набор 27/IX
1978 г. Подписано к печати 11/V 1979 г. НС 19097.
Усл.-печ. л. 8. Уч.-изд. л. 8,5. Бумага типографская № 1.
Заказ № 591. Формат 60×90¹/₁₆. Тираж 700. Цена 85 коп.

РИСО УНЦ АН СССР, Свердловск, ГСП-169,
Первомайская, 91.

Типография изд-ва «Уральский рабочий»,
Свердловск, просп. Ленина, 49.