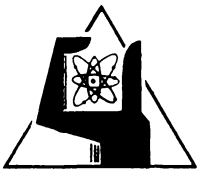
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

НАУЧНЫЕ
ДОКЛАДЫ



БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ

СВЕРДЛОВСК, 1981

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

Препринт

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ

СВЕРДЛОВСК, 1981

УДК 597.0/5.14

Биологическая разнокачественность и рост некоторых видов сиговых и карповых рыб: [Препринт]. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. 56 с.

Данный препринт посвящен исследованию биологической разнокачественности сиговых и карповых рыб на разных этапах онтогенеза. Приведен анализ методов исследования и статистической обработки полученных данных, необходимых при характеристике популяций взрослых рыб и молоди сиговых в речных экосистемах с учетом действия естественных и антропогенных факторов.

Материалы могут быть полезны для ихтиологов, рыбоводов, экологов и биологов широкого профиля.

Ответственные редакторы
П. Л. Горчаковский, Л. А. Добринская

© УНЦ АН СССР, 1981.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ • 1981

А. В. ЛУГАСЬКОВ

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ ВЕСОВОГО РОСТА МОЗГА И ТЕЛА ЧИРА В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Изучению внутривидовой структуры и характеристике отдельных популяций обского чира по ряду морфологических и биологических показателей посвящены работы А. С. Яковлевой (1970а, б, в, 1978, 1979б), А. З. Амстиславского (1976) и А. В. Лугаськова (1978а, б, 1979б).

В последние годы для популяционной диагностики рыб широко используются вес головного мозга и его производные показатели: индекс, приведенный вес, скорость роста и др. (Добринская, 1965; 1978; Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Баймуратов, 1972; Смирнов, Брусынина, 1972; Следь, 1976; Добринская, Беляев, 1979).

Характеристика веса мозга в качестве морфофизиологического индикатора состояния отдельных групп рыб позволила выявить ряд особенностей внутривидовой структуры обского чира и его отдельных популяций (Яковлева, 1970а, б, 1972, 1979а; Лугаськов, 1979а). Однако проведенные исследования далеко не полностью охватывают обский бассейн и не отражают морфофизиологической специфики отдельных этапов жизненного цикла чира.

Цель данной работы — показать особенности роста мозга и тела и их соотношения в онтогенезе обского чира. Накопление данных о закономерностях роста этих показателей в разных популяциях позволит правильно решить вопросы внутривидовой дифференциации чира в бассейне р. Оби.

В основу работы положены исследования, проведенные на р. Соби (горный приток р. Оби первого порядка) в феврале — марте, мае — июне, сентябре — ноябре 1977 г. В сборах присутствовали как неполовозрелые, так и взрослые рыбы разного физиологического состояния в возрасте от 0+ до 10+ лет (данные по двум последним возрастным группам в работе не приводятся ввиду их малочисленности). Дополнительно использованы материалы, характеризующие чира р. Маньи (приток р. Северной Сосьвы, сборы 1978—1979 гг.). Отбор проб велся

с мая по ноябрь, возраст их колебался от 4+ до 8+ лет. Сравнивались только одновозрастные группы рыб одинаковой стадии зрелости и добытые в одно время. Возраст рыб определялся по чешуе. Обработка сборов проводилась по известным методикам (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972). Всего исследовано 1180 экз. чира.

С увеличением возраста рыб происходит сопряженное увеличение массы тела и мозга, однако рост последнего отстает, поэтому его относительный вес с возрастом снижается. Предполагается, что скорость роста мозга в онтогенезе рыб запрограммирована наследственно (Шварц и др., 1968; Яковлева, 1979б, и др.). Исходя из этого, делается вывод о недостаточной корреляции веса тела и мозга, но отмечается, что корреляция может быть скрыта под влиянием различных факторов. В работе Т. В. Следь (1976) указывается на отсутствие существенной корреляции этих показателей в одновозрастных группах плотвы разных популяций. Однако объединение нескольких возрастных классов приводит к увеличению коэффициента корреляции до 0,85 (t=23,4).

На нашем материале (сборы 1977 г.) достоверная корреляция отмечена в 29 из 45 отдельных и объединенных выборок (r=0,61, пределы 0,33—0,84). Слабая связь между весом мозга и весом тела установлена только в малочисленных выборках и при объединении старшевозрастных групп производителей чира. В р. Манье (сборы 1978—1979 гг.) коэффициент корреляции соответственно составил 0,26 и 0,24. Высокая корреляция веса мозга с весом тела отмечена у мальков карпа (Добринская, 1978; Беляев, 1979).

Изложенные данные позволяют сказать, что корреляционная связь веса мозга с весом тела на разных этапах онтогенеза рыб различна. У чира по мере полового созревания коэффициент корреляции этих признаков снижается в 1,5—2 раза (Лугаськов, 1979а).

В росте и развитии рыб прослежена определенная этапность (Васнецов, 1934; Шмальгаузен, 1935). Многими авторами отмечалась неравномерность в темпе роста сиговых (Кошелев, 1971; Канеп, 1974; Решетников, 1966), в том числе и чира (Сидоров, 1974; Попов, 1976; Яковлева, 1978). Основной фактор неравномерности роста рыб — время наступления половой зрелости.

Изменения строения мозга в онтогенезе соответствуют периодам развития (Васнецов, 1934), причем границы этапов вполне совпадают (Брагинская, 1948). Можно ожидать, что при достаточной скоррелированности соотношения вес мозга — вес тела в возрастных изменениях роста мозга должны прослеживаться определенные этапы, характерные для нарастания массы тела.

Данные, подтверждающие это предположение, можно найти в литературе (Божко, Смирнов, 1976; Следь, 1976). Различия в соотносительном росте мозга и тела в разных возрастных

Таблица 1

Вес тела (г), вес (мг) и индекс (‰) мозга чира разного возраста из р. Соби

Время взятия проб	Стадия зрелости гонад	Возраст, лет	Вес тела	Вес мозга	Индекс мозга	*n*
Февраль — март	Ювенильные	0+	25±1,0	84±1,9	3,46±0,11	44
		1+	90±2,5	157±3,2	1,80±0,04	80
		2+	179±13	197±9,8	1,16±0,07	15
		3+	252±9	196±5,3	0,80±0,04	19
		4+	478±33	279±14	0,61±0,07	8
	II стадия (неполовозрелые)	4+	818±28	386±16	0,48±0,03	19
Май — июнь	Ювенильные	1+	163±8	199±6,6	1,24±0,04	11
		2+	236±7	234±7,7	1,01±0,03	32
		3+	363±18	305±8,0	0,87±0,05	14
	II стадия (неполовозрелые)	4+	545±25	364±10	0,69±0,03	25
Сентябрь — ноябрь	II стадия (неполовозрелые)	2+	263±23	259±14	1,0±0,09	5
		3+	529±36	295±20	0,58±0,05	10
		4+	735±31	370±9,8	0,54±0,02	46
	IV—VI стадии	4+	926±60	402±14	0,44±0,03	8
Март	II стадия (неполовозрелые)	5+	968±24	423±9,3	0,45±0,01	43
		6+	1156±43	449±18	0,39±0,02	10
Июнь	II стадия (неполовозрелые)	5+	699±27	406±11	0,60±0,03	34
		6+	962±28	464±9,9	0,49±0,01	26
		7+	1176±42	480±17	0,42±0,03	15
	Стадии VI—II, II, II—III (взрослые)	5+	903±23	499±8,3	0,56±0,02	28
		6+	980±22	502±7,6	0,52±0,01	43
		7+	1095±28	506±11	0,47±0,02	24
		8+	1223±38	522±18	0,43±0,02	18
Сентябрь	II стадия (неполовозрелые)	5+	789±38	386±9,4	0,51±0,02	39
		6+	1129±22	430±20	0,39±0,02	16
Ноябрь	IV—VI стадии	5+	916±20	417±6,4	0,47±0,02	49
		6+	1039±16	446±8,4	0,44±0,01	68
		7+	1274±22	447±9,0	0,36±0,01	61
		8+	1846±128	459±23	0,27±0,02	13

группах (α) говорят об отсутствии прямолинейной связи для популяции в целом. На нашем материале отчетливо заметна неравномерность роста весов тела и мозга в отдельных возрастных классах рыб, отличающихся физиологическим состоянием и добытых в разные сезоны года (табл. 1). Особенно показательны усредненные скорости роста для каждого возрастного интервала (табл. 2). Замедление роста в интервале от 1+ до 3+ лет и от 4+ до 6+ лет сопровождается снижением скорости роста мозга. Оба отмеченных этапа, вероятно, следует связать с развитием воспроизводительной системы. В возрасте 2+—3+

Таблица 2

Динамика скорости роста веса тела и мозга у чира из р. Соби

Время взятия проб	Стадия зрелости гонад	Возраст, лет							
		(0+)—(1+)	(1+)—(2+)	(2+)—(3+)	(3+)—(4+)	(4+)—(5+)	(5+)—(6+)	(6+)—(7+)	(7+)—(8+)
Февраль — март	Ювенальные II стадия	3,600* / 1,869	1,989 / 1,255	1,407 / 0,995	1,897 / 1,423	—	—	—	—
Май — июнь		—	—	—	—	1,184 / 1,096	1,194 / 1,061	—	—
	Ювенальные	—	1,448 / 1,176	1,538 / 1,303	—	—	—	—	—
	II стадия	—	—	—	—	1,283 / 1,115	1,376 / 1,143	1,222 / 1,034	—
	Стадии VI—II, II, II—III	—	—	—	—	1,150 / 1,106	1,085 / 1,006	1,117 / 1,008	1,117 / 1,034
Сентябрь — ноябрь	II стадия	—	—	2,011 / 1,139	1,389 / 1,254	1,073 / 1,043	1,431 / 1,114	—	—
	IV—VI стадии	—	—	—	—	0,989 / 1,037	1,136 / 1,072	1,226 / 1,001	1,449 / 1,023
Среднее		3,600 / 1,869	1,719 / 1,216	1,652 / 1,146	1,643 / 1,339	1,136 / 1,079	1,244 / 1,079	1,188 / 1,014	1,283 / 1,029

* В числителе рост веса тела, г; в знаменателе — мозга, мг.

лет появляется возможность визуального определения пола, а в 5+—6+ лет наступает половое созревание.

Возможно, снижение темпа роста в возрасте 2—3 года обусловлено сменой условий обитания. В этом возрасте молодь чира впервые выходит на нагул из Обской губы в низовья р. Оби. При этом резко меняется ряд параметров внешней среды, условия питания и конкурентные отношения.

На первом году жизни происходит «перекрест» скоростей роста мозга и тела. С ростом мальков карпа их мозг увеличивается сначала медленнее, а затем быстрее, чем масса тела (Добринская, Беляев, 1979).

Механизм изменения скорости роста мозга в онтогенезе отчасти можно объяснить с позиций Крамера (Мина, Клевезаль, 1976). Каждому замедлению роста мозга предшествует его уси-

Таблица 3

Сезонные изменения некоторых показателей чира из разных выборок (средние для возрастных групп от 5+ до 8+ лет)

Показатель	Р. Собь, 1977 г.		Р. Манья, 1978 г.		Р. Манья, 1979 г.	
	Лето	Осень	Лето	Осень	Лето	Осень
Вес тела, г	970	1137	990	1142	861	1362
Вес мозга, мг	479,5	440,1	413,7	432,9	442,8	432,0
Индекс мозга, ‰	0,52	0,41	0,43	0,39	0,53	0,33
ПВМ	15,77	13,28	13,55	12,93	15,28	11,80
n	188	191	19	158	27	153

ленный рост, который вновь возобновляется после замедления. На каждом этапе в мозгу подготавливается программа, по которой будет функционировать организм на следующем этапе. В ходе онтогенеза происходит периодическая смена подготовительного роста функционально обусловленным.

На летнем материале (сборы 1977 г.) отчетливо заметны различия в динамике соотношения веса мозга и тела в неодинаковых по физиологическому состоянию группах рыб. В ряду ювенальные — неполовозрелые — взрослые заметно снижается скорость роста (см. табл. 2) и величина аллометрического показателя (α) — соответственно 0,557—0,473—0,340,— что также свидетельствует об определенной этапности в развитии мозга.

У чира р. Соби в возрасте от 3+ лет и старше как у взрослых рыб, так и у молоди одного возраста проявляется четкая тенденция к увеличению абсолютного и относительного веса мозга от зимнего периода к летнему и снижение этих показателей в осенней пробе (см. табл. 1). При сравнении одноразмерных рыб данная закономерность сохраняется. Так, у неполовозрелых рыб вес тела составляет 1156 (зима, 6+ лет), 1176 (лето, 7+), 1129 (осень, 6+) г, а вес мозга соответственно 449, 480, 430 мг. Подобные сезонные отличия (лето — осень) выявлены и на материалах исследования рыб р. Маньи. Направленность изменения сохраняется и для приведенного веса мозга (ПВМ; табл. 3). Различия по α в разных сезонных сборах также существенны: зима $0{,}428 \pm 0{,}008$; лето $0{,}481 \pm 0{,}016$; осень $0{,}426 \pm 0{,}017$ (в среднем для всей пробы сезона).

Причины сезонных колебаний веса мозга и его производных показателей у чира в наших сборах могут быть различны. На мелких млекопитающих показано, что вес головного мозга может претерпевать сезонные изменения (Pucek, 1965; Яскин, 1978). В зимний период он снижается, а весной происходит скачок роста.

Бóльшую часть годового цикла (7—8 месяцев) чир находится в однородных условиях среды (отсутствие фотопериодизма и механических колебаний воды, постоянство температурного, газового и химического режимов водоема, низкая подвижность и интенсивность питания в подледный период). Весной происходят резкие изменения всех параметров внешней среды, во много раз увеличивается количество внешних раздражителей. Усиливается интенсивность физиологических процессов (созревание гонад, активное питание и т. д.). В это же время возрастает темп весового роста. Как указывала М. Ф. Никитенко (1964), особенности питания, а также другие факторы, вызывающие интенсификацию или ослабление функций органов чувств, приводят к морфологической перестройке нервных центров головного мозга. Эти же факторы во взаимодействии с филогенетическими определяют вес и размеры мозга. В работе С. С. Шварца и других (1968) высказано предположение о том, что у рыб защищенность развития мозга от влияния внешних условий менее надежна, чем у высших позвоночных. Полученные нами данные косвенно подтверждают эту мысль.

Однако нельзя полностью исключить того факта, что сезонные различия выборок по весу мозга и характеру соотношения вес мозга — вес тела могут быть обусловлены наследственной специфичностью особей по этим показателям. Известно, что аллометрический экспонент α в определенной степени может служить мерой генетической гетерогенности популяции. Увеличение однородности группы приводит к снижению α (Шварц и др., 1968). Ранее нами было отмечено, что сезонные скопления чира р. Соби отличаются степенью разнородности по ряду биологических показателей (Лугаськов, 1978а). Как и предполагалось, наибольшей величины α достигает в летней выборке. Возможно, что наследственная специфика и сезонная изменчивость на нашем материале проявляются одновременно.

Половые отличия по росту мозга ранее отмечались у вьюна (Ridet и др., 1976). Самцы и самки чира одного возраста значительно отличаются как по абсолютному весу мозга, так и по другим его показателям. В разные сезоны года половой диморфизм по мозгу проявляется различно. В летней выборке 1977 г. самки чира при меньших размерах тела имели больший абсолютный и относительный вес мозга (табл. 4).

У осенних рыб рек Соби и Маньи (за разные годы) вес мозга самцов был выше, чем самок, в 10 из 12 возрастных выборок, в среднем на 4—7%. Различия по индексу мозга у особей разного пола менее значительны, но сходная направленность сохраняется (см. табл. 4, 5). Аналогичные отличия сохраняются и по приведенному весу мозга (см. табл. 4).

Увеличение веса мозга у самок чира в летней пробе, вероятно, вызвано необходимостью усиления темпа роста и обменных процессов, направленных на восстановление энергетических

Таблица 4

Возрастные изменения веса тела, мозга, индекса мозга, ПВМ у чира р. Соби в разные сезоны года

Возраст, лет	Май — июнь				
	Вес тела, г	Вес мозга, мг	Индекс мозга, ‰	ПВМ	*n*
5+	963±32*	508±11	0,53±0,01	16,57	13
	852±33	492±11	0,59±0,03	17,06	15
6+	1084±27	498±14	0,47±0,02	15,31	17
	911±20	504±7,9	0,56±0,02	16,90	26
7+	1148±30	492±21	0,43±0,01	14,70	13
	1031±43	522±11	0,52±0,03	16,45	11
8+	1275±49	502±38	0,40±0,03	14,23	9
	1170±62	541±26	0,47±0,03	16,00	9
Возраст, лет	Сентябрь — ноябрь				
	Вес тела, г	Вес мозга, мг	Индекс мозга, ‰	ПВМ	*n*
5+	917±25	427±10	0,48±0,02	14,20	25
	911±26	408±12	0,46±0,02	13,68	24
6+	1054±13	451±13	0,43±0,02	13,96	33
	1025±23	441±0,02	0,44±0,02	14,06	35
7+	1266±23	455±11	0,36±0,01	12,84	37
	1288±41	435±15	0,35±0,02	12,23	24
8+	1571±240	454±37	0,31±0,03	11,64	6
	2082±197	464±23	0,24±0,03	10,29	7

* В числителе — самцы; в знаменателе — самки.

затрат, происходящих в организме самки в нерестовый период и последующую зимовку.

Самцы чира во время размножения (осенние сборы) отличаются от самок более высокой упитанностью и активностью, что требует от организма самцов повышения уровня обменных процессов. Это подтверждается исследованиями крови чира в период размножения (см. статью Н. В. Пашкевич в наст. сб.). Видимо, с этим связано увеличение веса головного мозга у взрослых самцов чира.

Несмотря на то, что уровень организации головного мозга рыб ниже, чем позвоночных животных, деятельность этого органа также определяет функциональную целостность организма

Таблица 5

Возрастные изменения веса тела, мозга и индекса мозга у чира р. Маньи

Возраст, лет	1978 г.			
	Вес тела, г	Вес мозга, мг	Индекс мозга, ‰	*n*
5+	1103±34*	418±11	0,39±0,02	25
	1111±48	444±15	0,41±0,02	17
6+	1166±33	440±8,9	0,39±0,01	33
	1083±47	401±9,8	0,39±0,02	23
7+	1259±36	459±9,5	0,37±0,01	24
	1039±44	426±8,5	0,41±0,02	22
8+	1255±40	450±10	0,36±0,01	11
	1237	401	0,34	3
Возраст, лет	1979 г.			
	Вес тела, г	Вес мозга, мг	Индекс мозга, ‰	*n*
5+	1180±63	417±7,3	0,36±0,02	12
	1324±69	395±7,2	0,31±0,02	14
6+	1375±26	434±3,4	0,32±0,01	59
	1317±32	425±4,9	0,33±0,01	32
7+	1455±51	464±9,6	0,33±0,02	16
	1493±75	441±7,7	0,31±0,02	12
8+	1439±110	467±13	0,33±0,03	7
	1190	354	0,30	1

* В числителе — самцы; в знаменателе — самки.

рыб. Следовательно, можно ожидать неоднозначных реакций головного мозга на различные процессы, протекающие в организме. Одной из форм реагирования мозга, возможно, является увеличение или уменьшение его массы. Причины этого могут быть эндогенные или обусловленные влиянием среды. В связи с этим реакция мозга на то или другое событие может запаздывать, сопровождать его или опережать. По-видимому, у рыб имеют место все три вида реакций, но важнейшим, определяющим рост и развитие в онтогенезе, является последний.

На основании гипотезы Зэхера и Стэффелда, касающейся эмбрионального роста млекопитающих, М. В. Мина и Г. А. Клевезаль (1976) высказали мнение о том, что для понимания зако-

нов регуляции роста животных необходимо изучение отделов центральной нервной системы как органа, масса которого (или масса некоторой части) определяет размеры особи в каждый момент жизни. Анализ данных по росту веса тела и мозга молоди карпа позволил Л. А. Добринской (1978) сделать вывод об определяющей роли веса мозга на разных этапах онтогенеза.

Несмотря на большую консервативность мозга к воздействию внешних факторов, в сравнении с другими органами, лабильность его веса достаточно высока. Приведенные в работе В. С. Смирнова и других (1972, табл. 44) коэффициенты вариации веса мозга чира в шести из 18 возрастных групп разных популяций превышают таковые веса тела, в пяти группах не отличаются от них. Анализ сборов из р. Соби подтверждает тот факт, что веса тела и мозга в отдельные моменты жизни рыб могут быть сопоставимы (18 случаев из 35 выборок).

По-видимому, вес мозга существенно определяет вес тела (рост организма) только в моменты перехода от одного этапа роста к другому. В течение годового цикла на каждом этапе на рост веса тела и самого мозга оказывают влияние факторы среды и физиологические процессы, протекающие в организме рыб. Вероятно, в это время имеет место взаимное влияние веса тела и веса мозга.

Несомненно, что степень проявления неравномерности роста веса мозга и тела в отдельные моменты жизненного цикла в разных выборках может быть различна, как и сам характер аллометрического роста мозга рыб в этих группах (Шварц и др., 1968).

Анализ полученных данных позволяет сказать, что увеличение массы мозга чира и характер его взаимосвязи с ростом тела в ходе онтогенеза определяются достаточно широкой, наследственно обусловленной нормой изменчивости этих признаков.

При использовании веса мозга для выявления популяционной структуры рыб необходим строгий подход к подбору сравнительного материала. Он должен быть однороден по возрасту, полу, физиологическому состоянию и срокам отлова. Сопоставление материалов надо проводить обязательно с учетом особенностей воздействия экологических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

Амстиславский А. З. Морфология и экология чира рек Таз и Пур.— В кн.: Закономерности роста и морфологические особенности рыб в различных условиях существования. Свердловск, 1976, с. 60 — 72.

Баймуратов А. Б. О закономерностях роста тела и мозга сазана в водоемах дельты Амударьи. — Экология, 1972, № 6, с. 69 — 74.

Беляев В. И. Об использовании веса головного мозга в популяционных исследованиях молоди карпа.— Экология, 1979, № 5, с. 88 — 92.

Божко А. М., Смирнов В. С. Отражение экологической специфики в

морфофизиологических показателях разных популяций рыбца.— В кн.: Рыбец. Вильнюс: Москлас, 1976, с. 26—68.

Брагинская Р. Я. Этапы развития мозга у сазана.— Докл. АН СССР, 1948, т. 60, № 3, с. 505 — 507.

Васнецов В. В. Опыт сравнительного анализа роста карповых рыб.— Зоол. ж., 1934, т. 13, вып. 3, с. 540 — 584.

Добринская Л. А. Возрастные изменения относительного веса внутренних органов рыб. — Зоол. ж., 1965, т. 44, вып. 1, с. 72 — 80.

Добринская Л. А. Соотносительный рост веса тела и мозга молоди карпа.— Экология, 1978, № 6, с. 92 — 96.

Добринская Л. А., Беляев В. И. Морфофизиологический анализ динамики роста популяций молоди карпа.— В кн.: Экологические основы повышения продуктивности прудовых экосистем. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 19 — 24.

Канеп С. В. Общие закономерности роста и полового созревания сига в водоемах СССР. — Вопросы ихтиологии, 1974, т. 14, вып. 6 (89), с. 1050 — 1065.

Кошелев Б. В. Некоторые закономерности роста и первого икрометания у рыб. — В кн.: Закономерности роста и созревания рыб. М.: Наука, 1971, с. 186 — 218.

Лугаськов А. В. Биологическая разнокачественность чира в бассейне р. Собь.— В кн.: Информационные материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1978а, с. 62—63.

Лугаськов А. В. Изменчивость размеров тела у обского чира. — В кн.: Материалы по фауне Субарктики Западной Сибири. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978б, с. 86 — 91.

Лугаськов А. В. Характеристика онтогенетического роста головного мозга обского чира. — В кн.: Информационные материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1979а, с. 48 — 49.

Лугаськов А. В. Экологические особенности чира *Coregonus nasus* (Pallas) реки Щекурьи.— В кн.: Морфологические особенности рыб бассейна реки Северной Сосьвы. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979б, с. 74 — 85.

Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.

Никитенко М. Ф. О размерах и строении головного мозга некоторых рыб в связи с образом их жизни.— Вопросы ихтиологии, 1964, т. 4, вып. 1 (30), с. 34 — 45.

Попов П. А. О росте и времени наступления половой зрелости у чира *Coregonus nasus* (Pallas) и сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus idsphian* (Gmelin) р. Танамы.— Вопросы ихтиологии, 1976, т. 16, вып. 3 (98), с. 461 — 466.

Решетников Ю. С. Особенности роста и созревания сигов в водоемах Севера. — В кн.: Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М.: Наука, 1966, с. 93 — 155.

Сидоров Г. П. Особенности роста и созревания рыб в условиях Заполярья. — Тезисы докл. VI симпозиума по проблеме «Биологические проблемы Севера». Якутск: Якутск. фил. СО АН СССР, 1974, вып. 2, с. 22 — 26.

Следь Т. В. Скорость роста и нарастание массы мозга в разных популяциях плотвы *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas).— Докл. АН СССР, 1976, т. 226, № 5, с. 1119 — 1202.

Смирнов В. С., Брусынина И. Н. Зависимость между весом тела и мозга у рыб. — Экология, 1972, № 3, с. 20 — 27.

Смирнов В. С., Божко А. Н., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Петрозаводск: Карелия, 1972, т. 7. 167 с.

Шварц С. С., Ищенко В. Г., Добринская Л. А. и др. Скорость роста и размеры мозга рыб.— Зоол. ж., 1968, т. 47, вып. 6, с. 901 — 915.

Шмальгаузен И. И. Определение основных понятий и методика исследования роста. — В кн.: Рост животных. М.: Биомедгиз, 1935, с. 8 — 60.

Яковлева А. С. Индивидуальная изменчивость морфофизиологических признаков чира (щокура) водоемов Ямала и Полярного Урала.— В кн.: Биология и продуктивность водных организмов. Свердловск, 1970а, с. 25 — 38.

Яковлева А. С. Особенности возрастных изменений интерьерных признаков чира *Coregonus nasus* (Pallas) из водоемов Ямала и Полярного Урала.— Там же, 1970б, с. 56—68.

Яковлева А. С. О размерах и скорости роста мозга чира северных популяций.— Экология, 1970в, № 6, с. 103—106.

Яковлева А. С. Некоторые морфофизиологические особенности чира.— Экология, 1972, № 3, с. 86—89.

Яковлева А. С. Сравнительный анализ роста чира из водоемов Обского бассейна.— В кн.: Материалы по фауне Субарктики Западной Сибири. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, с. 33—51.

Яковлева А. С. Использование индекса мозга чира при межпопуляционной диагностике.— В кн.: Информационные материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1979а, с. 40—41.

Яковлева А. С. Использование особенностей структуры чешуи рыб при экологическом анализе.— В кн.: Морфоэкологические особенности рыб бассейна реки Северной Сосьвы. Свердловск, 1979б, с. 86—93.

Яскин В. А. Сезонные изменения веса мозга рыжей полевки.— В кн.: Экологические исследования в лесных и луговых биогеоценозах равнинного Зауралья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, с. 32—36.

Puček Z. Seasonal and age changes in the internal organs of shrews.— Acta Theriol., 1965, vol. 10.

Ridet I. M., Bauchot R., Diagne M. L'encéphale de la loche d'étang *Misgurnus fossulis* (L.), 1758 (pissons, teleosteens, Cobitidae). Un exemple de dimorphisme sexuel.— Acta Anat., 1976, vol. 95, N 2, 69—81.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ • 1981

В. Д. БОГДАНОВ

СТРУКТУРА ЧЕШУИ МОЛОДИ СИГОВЫХ РЕКИ ОБИ

Регистрирующие элементы в биологических исследованиях используются главным образом для определения возраста и интерпретации их структуры в соответствии с прошедшими условиями существования рыб.

Для точной оценки возраста рыб необходимо знать время закладки первого годового кольца. Единственный надежный способ — исследовать регистрирующие структуры заведомо известных сеголеток и годовиков в течение длительного времени (Мина, 1976).

В последнее время стало очевидно, что общая схема формирования зон склеритов разной плотности на чешуе, предложенная Н. И. Чугуновой (1959), далеко не всегда соответствует истине. Для многих групп рыб (сельдевые, окуневые, карповые, лососевые) формирование зоны суженных склеритов (годовой зоны) отмечается в весенне-летний период, когда интенсивность роста увеличивается (Лапин, 1965; Вукович, 1970; Богданов и др., 1978; Libosvarsky, 1970; Prokes и др., 1977). У сиговых рыб, по данным некоторых авторов, годовая зона формируется весной (Подушко, 1970; Сидоров, 1974; Hogman, 1968). Другие считают, что закладка узких склеритов на чешуе сигов происходит в конце вегетационного сезона перед зимовкой (Нейман, 1959; Редкозубов, 1968; Безродных, 1978; Bernatowicz, 1959). В то же время существует мнение, что у некоторых особей одной популяции сигов годовое кольцо закладывается осенью, а у других — весной (Решетников, 1966). Отмечается закладка годовых элементов и в зимнее время (Световидова, 1958).

В настоящей работе представлены некоторые итоги изучения структуры чешуи молоди чира *Coregonus nasus* (Pall.) и тугуна *Coregonus tugun* (Pall.) в течение первого года жизни. Материал собран в разные периоды жизни рыб в 1976—1978 гг. на реках Соби, Харбее и их сорах Пом-Лор и Харбейский (Нижняя Обь).

Ранее проведенные нами исследования позволили выделить два этапа миграции сеголетков полупроходных сигов р. Оби. Первый этап — пассивный скат вылупившихся личинок, в резуль-

Таблица 1

Группировки молоди чира по структуре чешуи

Структура чешуи	$l_{пр}$, мм	Колич. особей, %	Выклюнувшиеся склериты	n
Р. Собь (19.8—20.9. 1976 г.)				
Склериты, равные по ширине: без выклинивания	84—118 * / 94,1±2,18	6,9	—	13
с выклиниванием	89—146 / 117±1,2	51,3	1—7	97
Узкие склериты по краю чешуи с выклиниванием	87—144 / 116,2±1,4	38,1	2—8	72
Завершенная годовая зона со склеритом прироста	95—126 / 110,4±4,3	3,7	3—9	7
Р. Собь (13.8—28.8. 1977 г.)				
Склериты, равные по ширине: без выклинивания	88—108 / 97,3±1,3	20	—	17
с выклиниванием	96—137 / 116,8±1,5	44,7	2—8	38
Узкие склериты по краю чешуи с выклиниванием	96—132 / 115,5±1,6	35,2	2—7	30
Завершенная годовая зона со склеритом прироста	—	—	—	—
Р. Собь (13.3—1.4. 1976 г. и 20.2. 1977 г.)				
Склериты, равные по ширине: без выклинивания	—	—	—	—
с выклиниванием	102—161 / 127,9±2,9	58	3—7	29
Узкие склериты по краю чешуи с выклиниванием	99—153 / 126,5±3,3	38	4—7	19
Завершенная годовая зона со склеритом прироста	130—147 / 138,5±8,5	4	7—8	2

Окончание табл. 1

Структура чешуи	$l_{пр}$, мм	Колич. особей, %	Выклюнувшиеся склериты	n
Р. Харбей (2.9—5.9. 1978 г.)				
Склериты, равные по ширине: без выклинивания	52—100 / 77,7±2,0	18,4	—	33
с выклиниванием	71—110 / 90,9±0,6	70,9	1—3	127
Узкие склериты по краю чешуи с выклиниванием	76—101 / 90,3±1,5	10,7	1—4	19
Завершенная годовая зона со склеритом прироста	—	—	—	—

* В числителе — колебания; в знаменателе — средняя.

Таблица 2

Группировка молоди тугуна по структуре чешуи р. Соби (конец вегетационного сезона с 29.8 по 18.10. 1977 г.)

Структура чешуи	$l_{пр}$, мм	Колич. особей, %	Выклюнувшиеся склериты	n
Склериты: равные по ширине, концентрические	63—68 * / 64,8±0,96	3,8	—	5
постепенно суживающиеся к краю, с выклиниванием	64—85 / 73,9±0,52	55,1	1—7	75
узкие по краю (резкий переход) с выклиниванием	63—83 / 73,2—0,74	28,6	1—7	39
узкие по краю, с выклиниванием, разрушенные по боковому радиусу	71—87 / 79,7±1,13	11,8	3—9	16
Завершенная годовая зона	74,0	0,7	2	1

* В числителе — колебания; в знаменателе — средняя.

тате которого молодь не только расселяется по соровым системам родных рек, но и распределяется по всей пойме р. Оби. Сроки начала второго этапа миграций, который приводит к концентрации молоди в Обской губе, определяется временем выхода мальков из обсыхающих соров. Этот этап миграции сеголетков сигов Оби отмечен также В. М. Шишмаревым (1974). Такое распределение молоди позволяет предполагать, что в наших сборах могут присутствовать сеголетки чира, рожденные в любой из нерестовых рек: Соби, Войкаре, Сыни, Северной Сосьве. Уловы молоди в районе р. Харбея состояли только из мигрантов, так как река в год наблюдений из-за полного перемерзания нерестилищ значения в воспроизводстве сигов не имела.

Чешуя у молоди чира появляется при длине тела около 33 мм, а тугуна — 25 мм. Первые чешуйки в виде базальных пластин образуются на хвостовом стебле. В дальнейшем нарастание чешуйного покрова происходит в кранеальном и дорзовентральном направлении. В последнюю очередь покрывается затылочная часть. Очередность появления склеритов на чешуе разных участков тела та же. Принимая во внимание такую неоднородность, чешую для анализа брали с одного определенного места — с 1—2-го ряда над боковой линией под основанием спинного плавника. Просмотрено 990 чешуйных препаратов молоди чира и 363 — молоди тугуна. По склеритной структуре чешуя чира типична для сигов, тогда как чешуя тугуна несколько отличается и имеет видоспецифические черты. Она эллипсовидно вытянута вдоль вертикальной оси, по боковому радиусу склериты часто разрушены.

Формирование склеритов на чешуе обоих видов происходит одинаково. Первоначально они все концентрические и равноширокие. В дальнейшем образование склеритов идет по переднему сектору, потом по заднему и боковому. В начале закладки годовой зоны склериты нарастают только в передней части чешуи, в результате чего в боковом секторе образуется выклинивание. Первоначальный рост передней части чешуи относительно задней, видимо, характерен для большинства костистых рыб (Van Coillie, 1967).

Наряду с хорошо выраженной размерной дифференциацией к концу первого вегетационного сезона (конец августа, сентябрь) можно выделить несколько групп молоди с различной структурой чешуи, отличающихся друг от друга по степени сформированности годовой зоны (табл. 1, 2). У тугуна отмечается специфическая группа, имеющая на чешуе по боковому сектору разрушенные склериты. Бóльшая часть молоди чира имеет склериты, одинаковые по ширине и выклинивающиеся по краю (от 44,7 до 70,9 % в разные годы). У тугуна 55,1% (1977 г.) особей в конце сезона роста имели на чешуе склериты, постепенно суживающиеся и выклинивающиеся по краю. Особей, не имеющих годовых элементов на чешуе, в сборах наблюдалось

значительно меньше. Так же немногочисленна группа сеголетков с завершенной годовой зоной, т. е. имеющих хотя бы один склерит нового прироста. У сеголетков с высоким темпом роста годовые элементы чешуи образуются несколько раньше. В зимний период на чешуе всех рыб есть выклинивающиеся склериты, характеризующие годовую зону.

Средняя длина тела сеголетков чира в этих группировках отличалась незначительно и колебалась от 94,1 до 117,6 мм в 1976 г., от 97,3 до 115,5 мм в 1977 г. и от 77,7 до 90,3 мм в 1978 г., тугуна — от 64,8 до 79,7 мм (1977 г.). Наибольшие абсолютные приросты длины тела молоди чира в 1978 г. объясняются укороченным вегетационным периодом (ледоход на реках Соби и Харбее 15—16 июня, ледостав — в последних числах сентября).

Исходя из этих данных, можно сказать, что процесс образования годового кольца (формирование суженных и выклинивающихся склеритов) на чешуе сеголетков сигов происходит в августе — сентябре, перед зимовкой. Их возраст в это время 3—4 месяца. Этот же вывод подтверждает исследование структуры чешуи годовиков и двухлеток, у которых размеры годовой зоны и количество склеритов в ней такие же, как размеры чешуи сеголетков в конце сезона роста и во время зимовки.

При определении возраста рыб по чешуе могут возникнуть вопросы, связанные с идентификацией первой зоны суженных склеритов. Она может быть либо годовой, либо мальковой. Известно, что мальковое кольцо отмечается не у всех популяций вида и не у всех рыб данной популяции. В наших сборах мальковое кольцо на чешуе чира встречалось в 1976 г. у 27,5, в 1977 г. у 9,4, в 1978 г. у 7,5 % особей, тугуна — 4,4 %. По структуре оно отличается от годового наличием узких концентрических склеритов. Типичного выклинивания нет.

Присутствие малькового кольца на чешуе сигов отмечается для нельмы (Вовк, 1948), восточносибирского сига (Кириллов, 1972), чира (Меньшиков, 1945), тугуна (Красикова, 1967). Образование его объясняют повышением температуры воды, уменьшением содержания кислорода, сменой питания (Чугунова, 1959; Золотавина, Мухачев, 1976; Smith, 1972).

По составленным нами эмпирическим кривым, отражающим зависимость тело — чешуя, установили, что в разные годы формирование малькового кольца происходит при различной длине тела; у чира в 1976 г.— 89,4 мм, в 1977 г.— 72,2 мм, а в 1978 г.— 68,1 мм, у тугуна в 1977 г.— 60,8 мм. Именно таких размеров мальки достигают ко времени обсыхания соров и выхода их в реки. Вода в обсыхающих сорах прогревается выше 20° и интенсивно цветет, что выходит за пределы оптимума. С выходом из соров условия жизни молоди существенно меняются, что отражается на чешуе наличием мальковой зоны. Вы-

Таблица 3

Связь количества склеритов на чешуе с длиной тела чира

Колич. склеритов	Р. Собь, 1976 г. (I)		Р. Собь, 1977 г. (II)		Р. Харбей, 1978 г. (III)		t	
	$l_{пр}$, мм	n	$l_{пр}$, мм	n	$l_{пр}$, мм	n	I—II	II—III
1	38	1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	42—45 / 43,4±0,5	5	—	—	—	—
3	51	1	44—51 / 47,5±0,7	11	47—52 / 49,6±0,9	5	—	1,77
4	—	—	45—60 / 51,4±0,7	25	49—59 / 55,7±0,75	15	—	4,19
5	60—61 * / 60,5±0,6	2	52—60 / 56,3±0,4	24	53—61 / 59,0±0,9	9	—	274
6	62	2	56—64 / 59,8±0,6	16	63—70 / 67,7±0,4	20	—	10,79
7	65—71 / 68,6±0,9	5	62—70 / 65,2±0,05	22	58—79 / 69,5±1,3	19	3,77	3,26
8	71	1	67—70 / 68,2±0,6	5	67—93 / 74,6±1,4	24	—	428
9	85	1	70—80 / 75±1,9	5	76—90 / 79,4±0,7	27	—	2,18
10	69—87 / 78,6±2,7	3	75—85 / 79,6±1,2	8	76—94 / 83,9±0,9	27	0,34	2,9
11	84—95 / 89,3±1,5	7	78—88 / 83,9±0,7	16	76—100 / 89,8±0,9	37	3,26	5,1
12	85—98 / 92±1,5	9	82—96 / 89,3±0,1	22	80—105 / 94,0±1,1	32	1,80	4,37
13	85—107 / 93,3±1,2	23	84—105 / 93,3±1,1	24	87—103 / 97±0,92	21	0	2,58
14	89—107 / 95,9±1,0	22	81—108 / 95,0±1,4	25	95—110 / 101±1,25	13	0,52	3,2
15	88—110 / 96,9±1,2	22	92—110 / 99,9±1,4	14	98—105 / 101,8±1,4	5	1,63	0,98
16	87—114 / 101,8±1,5	23	96—117 / 102,3±0,9	33	—	—	0,28	—

Окончание табл. 3

Колич. склеритов	Р. Собь, 1976 г. (I)		Р. Собь, 1977 г. (II)		Р. Харбей, 1978 г. (III)		t	
	$l_{пр}$, мм	n	$l_{пр}$, мм	n	$l_{пр}$, мм	n	I—II	II—III
17	97—114 / 105,6±1,3	14	105—117 / 109,0±0,8	18	—	—	0,23	—
18	100—130 / 112,5±2,1	16	110—118 / 115,0±1,0	8	—	—	1,07	—
19	102—124 / 112,6±1,3	20	112—125 / 117,4±2,5	5	—	—	1,70	—
20	102—137 / 118,6±1,3	40	113—129 / 119,6±1,4	12	—	—	0,52	—
21	113—133 / 122,8±1,2	20	117—136 / 126,4±2,1	9	—	—	1,49	—
22	118—134 / 126,5±1,1	16	124—133 / 128,3±2,18	4	—	—	0,74	—
23	121—140 / 128,4±1,3	17	122—134 / 127,6±2,31	5	—	—	0,30	—
24	122—147 / 133,5±1,3	24	134	1	—	—	—	—
25	123—154 / 132,1±2,3	15	136	1	—	—	—	—
26	129—151 / 140±2,7	8	135—137 / 136	2	—	—	—	—
27	142	1	—	—	—	—	—	—

* В числителе — колебания; в знаменателе — средняя.

ход сеголетков из соров растянут во времени, и чем позже он происходит, тем резче смена условий обитания. Видимо, поэтому мальковое кольцо четко проявляется лишь у части особей.

Количество склеритов на чешуе прямо пропорционально длине сеголетков (табл. 3—4). Всегда наблюдается разнокачественность сеголетков по структуре чешуи. Нельзя сказать точно, сколько склеритов имеется на чешуе рыбы при определенной длине тела. У молоди чира из р. Соби при одном и том же количестве склеритов на чешуе длина тела достоверно меньше, чем из р. Харбея (см. табл. 3).

Таблица 4

Связь количества склеритов на чешуе с длиной тела тугуна р. Соби

Колич. склеритов	1976 г.		1977 г.	
	$l_{пр}$, мм	n	$l_{пр}$, мм	n
1	—	—	33—38 / 35,9±0,96	5
2	—	—	36—44 / 39,3±0,52	18
3	—	—	41—47 / 43,6±0,3	26
4	—	—	43—47,5 / 45,5±0,38	13
5	51,5—54,5 * / 53±1,9	2	—	—
6	49—58 / 54,4±1,16	7	—	—
7	55—64 / 58,5±2,18	4	53—62 / 57,0—0,5	19
8	55—56 / 59,1±1,54	7	50—67 / 59,2±0,71	33
9	57—67 / 60,6±0,95	11	57—71 / 63,7±0,74	24
10	56—68 / 62,8±1,49	8	60—73 / 67,2±0,61	28
11	63—73 / 69,3±3,41	3	66—79 / 71,2±1,49	18
12	70—75 / 72±1,7	3	69—76 / 72,4±1,05	19
13	—	—	69—81 / 74,4±0,74	19
14	—	—	74—82 / 77,2±0,44	23
15	—	—	74—85 / 79,3—0,65	20
16	—	—	76—87 / 80,8±0,82	15

* В числителе — колебания; в знаменателе — средняя.

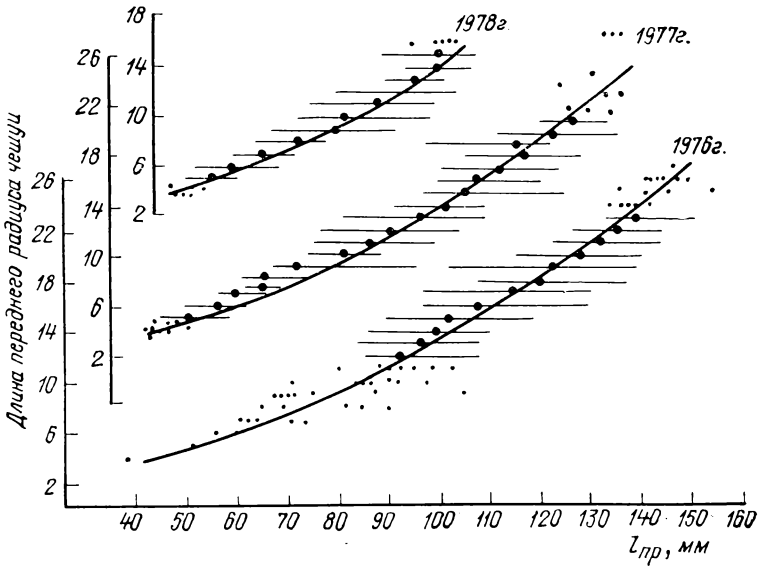


Рис. 1. Эмпирическая зависимость между длиной тела и передним радиусом чешуи чира (дел. ок. микр.; ×2×8).
Горизонтальные линии — колебания, при $n=10$.

В конце вегетационных сезонов 1976—1977 гг. на чешуе чира насчитывалось от 16 до 28 склеритов, а тугуна — от 9 до 16, в 1978 г. у чира — от 6 до 16 склеритов. В зимний период рост тела и чешуи рыб прекращается. Новые склериты на чешуе образуются весной, с началом роста тела.

Как показывают наблюдения, при определенных условиях (короткий сезон вегетации, низкие $t°$ воды) возможно завершение годовой зоны на чешуе чира при наличии всего 6—8 склеритов. Причем, годовые элементы представлены лишь выклинивающимися склеритами, сужения не наблюдаются.

В разные годы у исследованных рыб регрессии размеров чешуи по длине тела имеют одинаковые направленность и форму.

У чира между длиной тела и передним радиусом чешуи наблюдается дугообразная зависимость, а с горизонтальным диаметром чешуи — прямолинейная, не проходящая через начало координат (рис. 1, 2). Идентичность исследованных регрессий у молоди чира может говорить о том, что анализировалась чешуя какой-то одной группы рыб, так как форма корреляции между длиной рыбы и размерами чешуи служит одним из критериев внутрипопуляционной разнокачественности группировок рыб (Брюзгин, 1969; Шентякова, 1969; Яковлева, 1976).

Регрессии размеров чешуи (передний радиус и горизонталь-

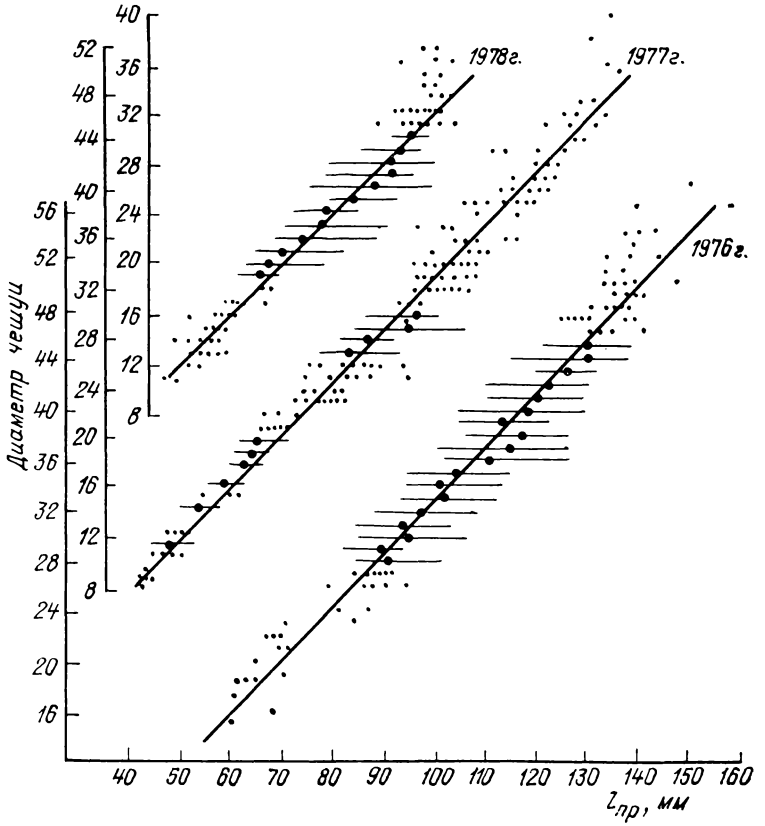
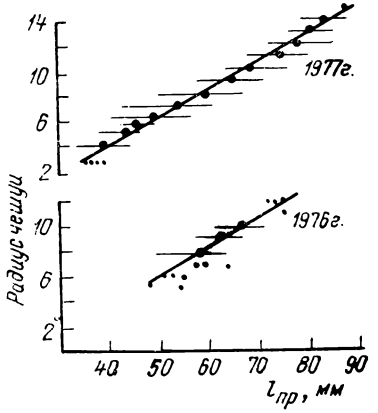


Рис. 2. Диаграммы эмпирических точек зависимости между длиной тела и диаметром чешуи (дел. ок. микр.; ×2×8), линии регрессии у чира.



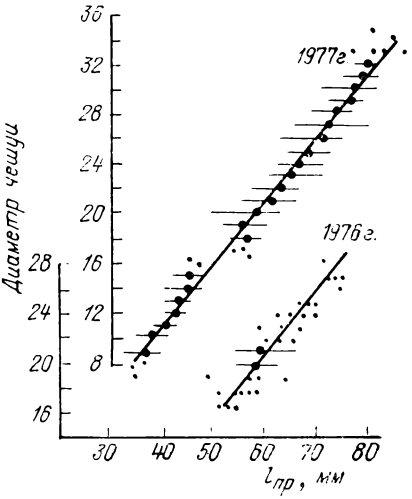


Рис. 3. Диаграммы эмпирических точек зависимости между длиной тела и передним радиусом чешуи (дел. ок. микр.) и линии регрессии тугуна.

Рис. 4. Диаграммы эмпирических точек зависимости между длиной тела и диаметром чешуи (дел. ок. микр.; ×2×8) и линии регрессии тугуна.

ный диаметр) сеголетков тугуна р. Соби, как и р. Енисея (Тюрин, 1929), по длине тела прямолинейной формы (рис. 3, 4).

Выводы

1. Структура чешуи различна у исследованных видов сигов.
2. Годовая зона подавляющей части молоди образуется в конце вегетационного сезона, перед зимовкой.
3. Мальковое кольцо наблюдается не у всех особей популяции и по своей структуре отличается от годового, возникновение его связано с резкой сменой жизненных условий — выходом из нагульных соров в реки.
4. Форма корреляции между длиной рыбы и размерами чешуи в разные годы одинакова.

ЛИТЕРАТУРА

Безродных Н. А. Характеристика роста и закладки склеритов у молоди ряпушки и омуля реки Лены.— В кн.: Исследование биологических ресурсов в Якутии. Якутск: Якутский фил. СО АН СССР, 1978, с. 103—106.

Богданов В. Д., Михель А. Е., Зиновьев Е. А. К характеристике структуры чешуи и роста молоди хариусов некоторых субарктических популяций.— В кн.: Материалы по фауне Субарктики Западной Сибири. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, с. 23—32.

Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев: Наукова думка. 1969. 186 с.

Вовк Ф. И. Нельма (*Stenodus leucichthys nelma* Pallas) р. Оби.— Труды Сибирского отделения ВНИОРХ, 1948, т. 7, вып. 2, с. 3—79.

Вукович Т. Н. Закладка годового кольца на чешуе плотвы Учинского водохранилища.— Вопросы ихтиологии, 1970, вып. 10, № 4, с. 694—699.

Золотавина Л. А., Мухачев И. С. Причина появления дополнительных колец на чешуе пеляди и чира.— Вопросы ихтиологии, 1976, т. 16, вып. 1, с. 171—175.

Кириллов Ф. Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 359 с.

Красикова В. А. Тугун *Coregonus tugun* (Pall.) из Норильских озер.— Вопросы ихтиологии, 1967, т. 7, вып. 4 (45), с. 601—608.

Лапин Ю. Е. О сезонном росте рыб и некоторых особенностях роста чешуи.— В кн.: Теоретические основы рыбоводства. М.: Наука, 1965.

Меньшиков М. И. К биологии щокура *Coregonus nasus* (Pall.) р. Оби.— Уч. зап. Пермского гос. ун-та, 1945, т. 4, вып. 2, с. 51—63.

Мина М. В. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований.— В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Москлас, 1976, ч. 2, с. 31—37.

Нейман А. А. Рост и созревание сига в дельте Енисея.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства. Томск: Томский ун-т, 1959, с. 73—78.

Подушко М. В. Особенности роста чешуи и повторность нереста амурского сига *Coregonus ussuriensis* Berg.— Вопросы ихтиологии, 1970, вып. 10, № 6, с. 1057—1064.

Редкозубов Ю. Н. Чешуя байкальского омуля как показатель некоторых моментов его биологии.— Вопросы ихтиологии, 1968, т. 8, вып. 5 (52).

Решетников Ю. С. Особенности роста и созревания сигов в водоемах Севера.— В кн.: Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М., 1966, с. 93—155.

Световидова А. А. Материалы по возрастному составу и росту жилых лососевых бассейна Амура.— Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945—1949 гг., 1958, т. 4, с. 47—60.

Сидоров Г. П. Особенности роста и созревания рыб в условиях Заполярья.— В кн.: Биологические проблемы Севера. VI симпоз., вып. 2: Тезисы докл. Якутск, 1974, с. 22—26.

Тюрин П. В. Тугун р. Енисея в систематическом и биологическом отношениях.— Труды Сибирской научной рыбохозяйственной станции. Красноярск, 1929, с. 1—104.

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 162 с.

Шентякова Л. Ф. Проверка гипотезы о постоянстве внутривидового соотношения роста тела и чешуи рыб математическими критериями.— Вопросы ихтиологии, 1969, вып. 9, № 3, с. 431—449.

Шишмарев В. М. К вопросу о миграции сиговых рыб в бассейне р. Северная Сосьва.— В кн.: Информационные материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, ч. 1. Свердловск, 1974, с. 61—62.

Яковлева А. С. О соотношении роста тела и чешуи чира в разных водоемах.— В кн.: Закономерности роста и морфологические особенности рыб в различных условиях существования. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976.

Bernatowicz S. Obserwacje nad rozwojem sielawy malych zbornikach wodnych.— Rolskil Arch. Hydrobiol., 1959, vol. 4, s. 163—181.

Hogman W. I. Annulus formation on scales of four species of coregonids reared under artificial conditions.— J. Fish. Res. Board Canada, 1968, vol. 25, N 10, p. 2111—2122.

Libosvarsky G. Scale growth in brown trout (*Salmo trutta* m. *fario* L.) from the Lonicka Creek.— Zool. listy, 1970, vol. 19, N 4, p. 365—375.

Brokes M., Libosvarsky G. Barus Vlastiscale growth in juvenile chub, *Leucicus cephalus*, from the Rokytna stream.— Folia Zool., 1977, vol. 26, N 3, p. 277—288.

Smith D. Age and growth of the cisco Oneida Lake. Fish Jond L., N. Y., 1972, vol. 19, N 1, p. 83—91.

Van Coillie R. Étude à l'aide de tetracyclines de la croissance périodique des écailles de téléosteens.— Natur. Canad., 1967, vol. 94, N 1, p. 29—58.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ • 1981

Н. В. ПАШКЕВИЧ

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРОВИ ЧИРА И ТУГУНА В ПЕРИОД АНАДРОМНОЙ МИГРАЦИИ В ВОДОЕМАХ ОБСКОГО БАССЕЙНА

Эколого-физиологические исследования путей и возможностей приспособления организмов к среде обитания с учетом их видовой специфики имеют важное значение для создания теоретических основ рационального промысла и сохранения рыбных запасов. В этом плане определенную ценность представляют исследования, связанные с разработкой проблемы физиолого-биохимических индикаторов диагностического состояния рыб во все периоды годового цикла и при разнообразных условиях обитания.

Существует ряд работ, где анализируется физиологическое состояние рыб по гематологическим индикаторам в отдельные периоды жизненного цикла с учетом возрастных, половых и других особенностей, в том числе и в связи с особенностями размножения (Калашников, 1939; Лысая, 1951; Кирсипуу, Пиху, 1965; Черникова, Анпилова, 1969; Тугарина, Рыжова, 1977; Шульман, 1972; Джабаров, 1974; Полина, 1971; Heider, 1970; 1971; Pavlovic и др. 1972; Subba, Behera, 1973, и др.). Однако данных по внутривидовой изменчивости крови рыб, находящихся в одном физиологическом состоянии, но обитающих в разных точках ареала, крайне мало.

В настоящей работе сделана попытка выявить возможные видовые различия в количественной характеристике и изменчивости крови у чира и тугуна в период созревания половых продуктов в отдельных районах обитания.

Выбор данных видов в качестве объекта исследования обусловлен тем, что чир и тугун, отличаясь по темпу роста, воспроизводительной способности, цикличности нереста, продолжительности жизни, имеют внутривидовую специфичность метаболизма, выявление которой представляет значительный интерес. Так, чир *Coregonus nasus* (Pallas) относится к полупроходным, длинноцикловым рыбам с продолжительностью жизни 18—20 лет, с неежегодным нерестом, быстрым темпом роста на первых годах жизни. Тугун *Coregonus tugun* (Pallas) —

Таблица 1

Размерно-возрастной состав исследованного материала

Пол	Р. Собь, 1977 г.			Р. Манья, 1978 г.		
	Вес тела, г	Длина тела, см	*n*	Вес тела, г	Длина тела, см	*n*
			Чир			
Самки	1302 * / 645—3980	45,8 / 40,4—62,6	70	1112 / 720—1530	46,2 / 39,3—51,5	59
Самцы	1078 / 817—2465	40,9 / 38,3—56,3	77	1228 / 470—2460	45,4 / 34,0—55,6	95
			Тугун			
Самки	25,5 / 11,6—77,5	13,3 / 11,0—19,8	89	38,3 / 17,5—82,0	15,1 / 12,3—18,0	59
Самцы	19,4 / 12,9—33,5	12,6 / 11,2—15,2	50	22,9 / 11,8—57,2	12,9 / 10,9—17,5	59

* В числителе — средняя; в знаменателе — колебания.

туводный, короткоцикловый вид с продолжительностью жизни 4—5 лет, с ранним половым созреванием, ежегодным нерестом и замедленным темпом роста (Москаленко, 1971). Обский чир начинает свой нерестовый ход позже других сиговых. Его миграционные пути от мест нагула к местам размножения могут достигать более тысячи километров. Для тугуна Обского бассейна (где этот вид представлен локальными группировками) места нагула и нерестилища удалены друг от друга незначительно. В отличие от чира тугун первым из сиговых рыб выходит из соров к местам нереста. Биология и образ жизни этих ценных промысловых видов бассейна р. Оби изучены недостаточно, а сведения по гематологии практически отсутствуют.

Исследование крови чира и тугуна проводилось в летне-осенний период 1977 г. (р. Собь — Уральский приток Нижней Оби) и осенью 1978 г. (р. Манья — бассейн р. Северной Сосьвы). Пробы отбирались из сетных и неводных уловов. Объем и размерно-весовой состав собранного материала приведен в табл. 1.

Возрастной состав самок и самцов представлен у чира от 4+ до 10+ лет, а у тугуна — от 1+ до 4+ лет. По весу и размерам сравниваемые выборки в пределах одного вида и из разных водоемов не различались. Стадия зрелости гонад определялась визуально (классификация по Правдину, 1966).

Кровь брали из хвостовой вены. Физиологические исследо-

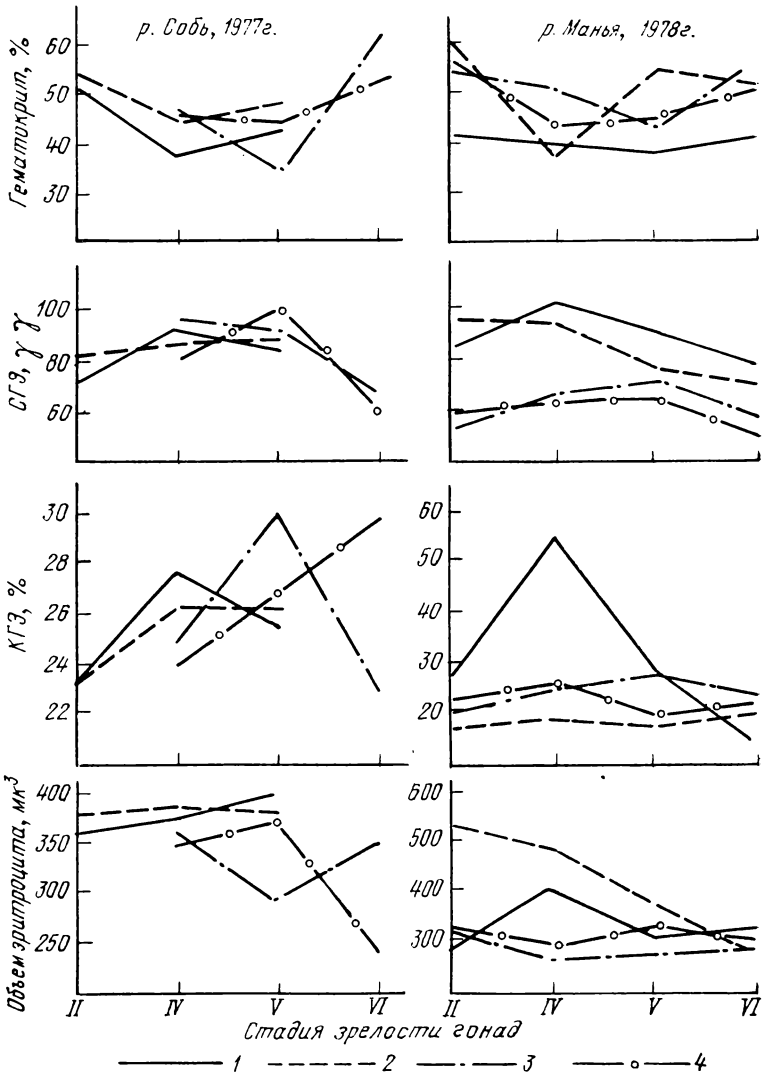
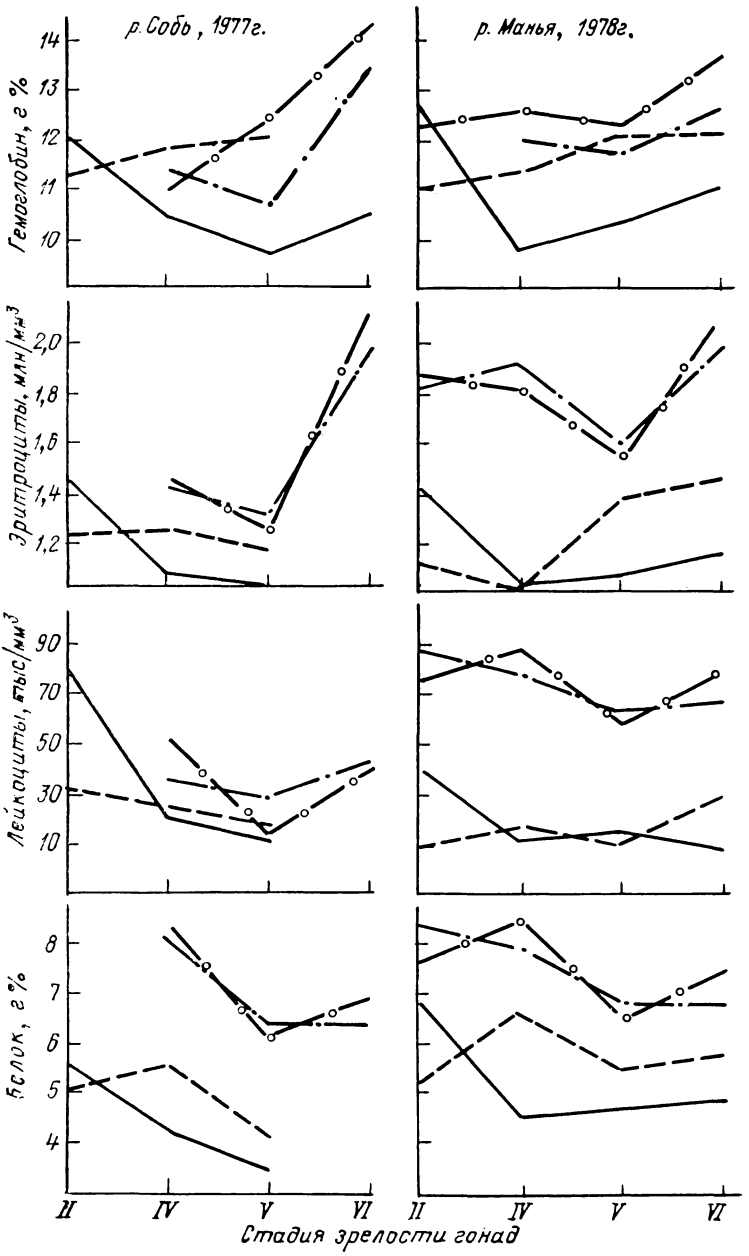


Рис. 1. Динамика гематологических показателей чира и тугуна по мере их созревания в разных частях ареала.
1 — самки чира; *2* — самцы чира; *3* — самки тугуна; *4* — самцы тугуна.


р. Собь, 1977г.
р. Манья, 1978г.
Гемоглобин, г %
14
13
12
11
10
Эритроциты, млн/мм³
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
Лейкоциты, тыс/мм³
90
70
50
30
10
Белок, г %
8
7
6
5
4
II
IV
V
VI
Стадия зрелости гонад

вания включали определение содержания гемоглобина в единице объема крови по Сали, числа эритроцитов и лейкоцитов в 1 мм³ в камере Горяева, общего содержания белка в сыворотке крови рефрактометрически, относительного объема форменных элементов по отношению к плазме крови (гематокрит), объема эритроцита (мк³), содержания гемоглобина в эритроците (СГЭ — микромикрограммы) и концентрации гемоглобина в эритроците (КГЭ — проценты). Исследование проводились по общепринятым методикам (Гительзон, Терсков, 1956; Голодец, 1955; Привольнев, 1959). Материал обработан статистически.

Изучение видовых особенностей напряженности окислительного метаболизма у чира и тугуна проводилось на основе анализа динамики гематологических показателей в зависимости от стадии развития половых продуктов (рис. 1).

При исследовании показателей крови собской популяции чира было установлено, что у самок и самцов II стадии выше концентрация гемоглобина, число эритроцитов и лейкоцитов, содержание белка и гематокрит, чем у рыб IV стадии зрелости, но ниже СГЭ, КГЭ и объем эритроцитов. Уровень основных показателей крови у чира II стадии достоверно выше у самок, чем у самцов.

По мере созревания половых продуктов происходят изменения и в состоянии крови рыб. Отмечено значительное снижение концентрации гемоглобина (на 20 %), эритроцитов (на 25 %), лейкоцитов (на 75 %), общего белка сыворотки крови (на 19 %), гематокрита у самок IV стадии. У самцов подобных изменений не наблюдается. В этот период состояние крови у них изменяется незначительно. Таким образом, на IV стадии зрелости большинство гематологических показателей выше у самцов.

У чира с развитыми половыми продуктами и готового к нересту (V стадия) наблюдается дальнейшее снижение показателей красной крови, а также белка и лейкоцитов (у самок) и незначительное их понижение (у самцов), т. е. различия по полу в составе крови сохраняются те же. Объем эритроцита и гематокрит у рыб V стадии увеличивается.

Динамика показателей крови маньинской популяции чира в зависимости от стадии зрелости мало отличается от таковой у чира р. Соби. Однако здесь более четко прослеживается половой диморфизм по основным гематологическим показателям (см. рис. 1). Анализируя состояние крови у отнерестовавших рыб (VI стадия), следует отметить повышение почти всех исследуемых характеристик крови как у самцов, так и у самок. В целом в этот период большинство показателей крови выше у самцов.

Общие закономерности динамики гематологических показателей по мере созревания половых продуктов характерны и для обеих популяций тугуна. Также отмечено снижение пока-

зателей красной крови (исключая концентрацию гемоглобина в эритроците, которая повышается), числа лейкоцитов и белка у рыб IV стадии. В этот период различия между самцами и самками по состоянию крови минимальные. У нерестующего тугуна происходит дальнейшее снижение показателей крови, однако концентрация гемоглобина в эритроците у этих рыб наибольшая.

Изменения в уровне гематологических показателей у отнерестовавшего тугуна выразились в повышении гемоглобина, эритроцитов, белка сыворотки крови, числа лейкоцитов как у самцов, так и у самок. Объем эритроцита, СГЭ и КГЭ несколько снизились. Половые различия сохраняются и в посленерестовый период. Особенно четко они выражены у тугуна собской популяции по концентрации гемоглобина в эритроците и объему эритроцита. Первый показатель достоверно выше у самцов ($t=4{,}20$), а второй — у самок ($t=2{,}96$).

Исходя из сказанного, можно заключить, что общая направленность изменения большинства гематологических показателей у чира и тугуна по мере их созревания и в посленерестовый период сохраняется независимо от района обитания. Основная тенденция сводится к тому, что при переходе от II стадии зрелости к IV и V в организме самок (и в меньшей степени самцов) происходит снижение большинства показателей крови. Однако уровень концентрации гемоглобина, число эритроцитов, содержание и концентрация гемоглобина в эритроците остаются высокими, что отражает повышенный уровень окислительных процессов у рыб в этот период.

Отмеченное изменение показателей крови, выполняющих респираторную функцию, особенно интересно, поскольку оно наблюдается и у плацентарных животных в период беременности и обычно рассматривается как отражение влияния комплекса компенсаторных биохимических изменений. Однако у рыб эти изменения проходят без заментной гидремии (разжижения крови), на что указывает незначительное снижение гематокрита в период созревания половых продуктов у самок чира и тугуна маньинской популяции.

Результаты наших исследований подчеркивают необходимость четкого определения и учета степени развития половых продуктов и условий обитания при изучении гематологии рыб в период нерестовой миграции. В этом плане в определенной степени может быть объяснена и противоречивость литературных данных о влиянии развития половых продуктов на кровь рыб. Так, по данным А. В. Полиной (1970), у пеляди, карпа, плотвы, ерша, щуки отмечается снижение эритропоэза и ряда гематологических показателей в период нереста, тогда как у леща и сазана (Тарасенко, 1976), окуня и плотвы (Велдре, 1959) — повышение этих показателей.

Среди авторов нет единого мнения и о характере измене-

ний показателей крови у рыб после нереста. На увеличение уровня эритропоэза в посленерестовый период указывает в своей работе С. Н. Тарасенко (1976), однако повышения показателей красной крови он не отмечает. По данным Т. Н. Глазовой (1967), у осетровых рыб различий в состоянии крови нерестующих и отнерестовавших особей не обнаружено.

Наблюдаемое нами повышение показателей красной крови у отнерестовавших чира и тугуна, возможно, вызвано переходом особей к питанию и подготовкой к периоду зимовки.

Проявление половых различий в показателях крови и повышение их у самцов в период размножения отмечено многими авторами для плотвы, язя, ерша, окуня, хариуса, ставриды (Смирнова, 1978; Тугарина, Рыжова, 1977; Кондратьева, 1977; Heim, 1962; Naevdal, 1969, и др.). По мнению И. В. Волкова (Волков и др., 1976), природа полового диморфизма показателей крови у рыб заключается в том, что интенсивность метаболизма у самцов обеспечивается за счет относительно более значительного гемопоэза и большей оснащенности организма гемоглобином, а в организме самок циркулирует относительно меньше гемоглобина, но с большей функциональной активностью.

Наиболее значительные изменения в крови самок чира и тугуна по сравнению с самцами, по мере созревания, подтверждают существующее предположение о повышенной напряженности обменных процессов при формировании половых продуктов в организме самок (Решетников и др., 1970). А более высокие значения показателей красной крови у самцов во время нереста объясняются их большей активностью в этот период, а следовательно, и повышенной напряженностью процессов окислительного метаболизма.

В целях более точного определения характера влияния условий среды и физиологического состояния рыб на гематологические показатели с учетом возрастных особенностей проведено изучение гематологии одновозрастных особей чира и тугуна рек Соби и Маньи во время нерестовой миграции.

Сопоставлялись гематологические показатели чира обеих популяций в возрасте 6+ лет V стадии и тугуна в возрасте 1+ с гонадами IV стадии зрелости. Результаты исследования показали, что между особями тугуна маньинской и собской популяций существуют достоверные различия по основным гематологическим показателям. В крови маньинского тугуна отмечено повышенное количество эритроцитов: у самок 1,92, самцов 1,83, а у собского — 1,35 и 1,40 млн/мм^3 соответственно. Средняя концентрация гемоглобина у самок тугуна р. Соби 11,2, самцов 11,3 г%, а у маньинских — 12,1 и 12,4 г% соответственно. Значительны различия и по уровню содержания общего белка сыворотки крови.

Таким образом, процессы окислительного метаболизма в

Таблица 2

Вариабельность (%) показателей крови тугуна (1+ лет) рек Собь и Маньи в преднерестовый период (IV стадия зрелости гонад)

Показатель	Р. Собь $\left(n \frac{40}{32}\right)$	Р. Манья $\left(n \frac{21}{29}\right)$
Вес тела	17,66±1,97* / 15,78±1,97	15,99±1,46 / 12,09±1,59
Гемоглобин	15,94±1,78 / 15,08±1,88	18,00±1,85 / 10,63±1,42
Эритроциты	23,49±1,63 / 34,41±1,30	20,53±2,25 / 21,12±2,82
Лейкоциты	74,36±4,32 / 80,1±4,50	71,30±5,10 / 99,2±4,35
Белок сыворотки крови	44,85±3,52 / 38,93±3,94	26,67±3,33 / 45,71±6,60
Гематокрит	37,47±2,61 / 74,27±3,96	28,82±2,68 / 33,27±3,70
Объем эритроцита	36,62±2,08 / 24,81±3,26	31,32±3,08 / 37,42±2,29
Содержание гемоглобина в эритроците	31,11±2,83 / 45,49±2,68	44,08±3,80 / 16,50±1,17
Концентрация гемоглобина в эритроците	25,42±2,17 / 14,83±1,95	28,19±2,58 / 37,68±3,34

* В числителе — самки; в знаменателе — самцы.

организме маньинского тугуна протекали более интенсивно, чем собского. Как уже отмечалось, тугун, являясь туводным видом, образует локальные группировки в пределах ареала, не смешивающиеся между собой в течение всего жизненного цикла. Каждая группировка находится под влиянием специфических экологических условий, которые накладывают отпечаток на все стороны жизнедеятельности организма и, в первую очередь, на уровень окислительных процесов. Полученные нами данные интересны и тем, что подобная групповая особенность обменных процессов проявилась во время нереста.

Сравнительный анализ вариабельности показателей крови тугуна в разных частях ареала не обнаружил четких различий в уровне изменчивости этих характеристик (табл. 2.). Можно отметить, что самки собской популяции отличались от маньинских повышенной разнородностью по содержанию белка в сыворотке крови, объему форменных элементов, а самцы — по

числу эритроцитов, гематокриту и содержанию гемоглобина в эритроците. В целом диапазон изменчивости показателей крови у самок тугуна р. Соби составлял по гемоглобину 15,94—74,36 %, по лейкоцитам у самцов 15,08—80,10 %, у самок тугуна р. Маньи 18,00 % (гемоглобин) и 71,3 % (лейкоциты), а у самцов — 10,63 % и 99,2 % соответственно. Таким образом, максимальные и минимальные уровни изменчивости отличались незначительно не только в количественном отношении, но сходны качественно, т. е. по отдельным гематологическим характеристикам.

Сопоставление внутри- и межпопуляционных различий в уровне изменчивости показателей крови у тугуна не выявило определенной закономерности. По некоторым значениям вариабельности гематологических показателей внутрипопуляционные различия перекрывают межпопуляционные, а по другим — наблюдается обратная картина (табл. 3).

Сравнение гематологии чира двух популяций также выявило некоторое отличие собского чира от маньинского, но характер этих различий иной, чем у тугуна. У самок собской популяции выше концентрация гемоглобина, число лейкоцитов, объем эритроцита, СГЭ, а число эритроцитов, содержание белка и КГЭ ниже, чем у самок маньинской популяции. Среди самцов картина примерно такая же.

Основываясь на полученных данных, можно отметить, что по уровню развития системы эритрона собский чир не отличается от маньинского, так как меньшее число эритроцитов у чира р. Соби компенсируется более высокой концентрацией гемоглобина при большем объеме эритроцита. Однако низкое содержание белка в сыворотке крови у собского чира по сравнению с маньинским характеризует неодинаковую степень подготовленности рыб к размножению, что, вероятно, связано с особенностями условий нагула и более длительной миграцией последней популяции к местам нереста. Уровень изменчивости показателей крови у чира собской популяции по большинству характеристик выше, чем маньинской (рис. 2), и межпопуляционные различия коэффициентов вариации основных гематологических показателей перекрывают внутрипопуляционные (см. табл. 3).

Сравнительное изучение показателей крови производителей чира и тугуна из одного водоема, находящихся в одном физиологическом состоянии, свидетельствует о том, что у тугуна (оба пола) концентрация гемоглобина, число эритроцитов, лейкоцитов, общий белок, относительный объем форменных элементов больше, чем у чира.

Так, у самок чира IV стадии маньинской популяции средняя концентрация гемоглобина составила 9,8, а у самок тугуна — 12,2 г%, число эритроцитов — 0,98 и 1,92 млн/мм^3 соответственно, лейкоцитов у самок чира — 12,5, а тугуна — 58,2 тыс/мм^3; общий белок — 4,52 и 8,01 г% соответственно. Среди самцов

Таблица 3

Гематологическая характеристика и изменчивость показателей крови чира и тугуна в период размножения в разных частях ареала

Вид	Пол	Гемоглобин, г%	Эритроциты, млн/мм³	Лейкоциты, тыс/мм³	Белок, г%	Гематокрит, %	Объем эритроцита, мк³	СГЭ, *рр*	КГЭ, %	*n*
				Р. Собь, 1977 г.						
Чир	Самки	10,9* / 19,6	1,14 / 24,8	46,0 / 58,6	4,84 / 27,4	43,8 / 23,8	395,2 / 31,5	100,0 / 25,6	26,4 / 21,2	73
	Самцы	11,8 / 14,3	1,24 / 22,3	40,8 / 41,6	5,43 / 23,0	47,7 / 22,8	405,4 / 29,8	98,4 / 26,5	25,7 / 24,3	78
Тугун	Самки	11,6 / 20,6	1,49 / 22,5	38,7 / 68,9	6,36 / 23,2	48,4 / 20,9	343,9 / 33,9	85,0 / 31,5	26,1 / 24,1	87
	Самцы	12,2 / 14,3	1,61 / 17,4	61,7 / 58,4	7,73 / 32,4	49,7 / 18,1	332,6 / 26,0	80,1 / 22,7	25,2 / 19,9	48
				Р. Манья, 1978 г.						
Чир	Самки	11,1 / 22,9	1,16 / 130,0	24,3 / 64,7	4,98 / 32,8	43,5 / 27,9	377,8 / 29,9	94,8 / 31,4	28,0 / 27,6	64
	Самцы	12,1 / 43,1	1,40 / 52,3	24,7 / 70,6	5,68 / 46,2	53,3 / 20,7	392,2 / 24,8	85,4 / 24,9	23,3 / 14,9	94
Тугун	Самки	12,2 / 17,9	1,86 / 19,1	50,0 / 61,0	7,92 / 21,8	49,9 / 27,6	277,4 / 26,1	66,5 / 19,1	25,8 / 27,4	59
	Самцы	12,8 / 16,1	1,84 / 17,4	66,2 / 83,5	7,99 / 27,8	52,3 / 28,4	299,2 / 30,3	64,2 / 16,6	23,7 / 33,9	57

* В числителе — абсолютные значения, в знаменателе — коэффициент вариации, %.

различия такого же порядка. Значения объема эритроцита, КГЭ, СГЭ выше у чира.

Последнее свидетельствует о том, что интенсивность эритропоэза у чира в период созревания половых продуктов выше, чем

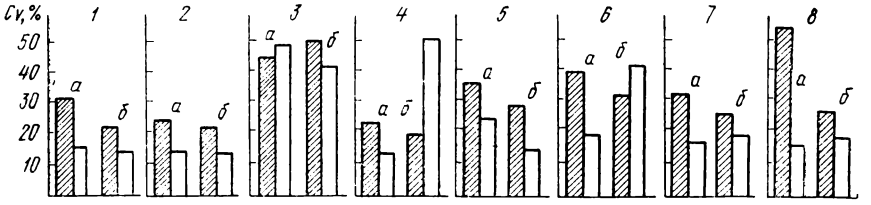


Рис. 2. Изменчивость показателей крови самок (*а*) и самцов (*б*), чира (6+ лет, V стадия зрелости) рек Соби и Маньи в период нереста.
Заштрихованное — р. Собь, 1977 г.; *незаштрихованное* — р. Манья, 1978 г.

у тугуна, несмотря на то, что напряженность окислительных процессов в это время у тугуна протекает значительно интенсивнее.

Достоверных различий в уровне изменчивости показателей крови у чира и тугуна обеих популяций не выявлено.

Выводы

1. По мере созревания половых продуктов в организме чира и тугуна (независимо от района обитания) отмечено снижение гематологических характеристик. Половой диморфизм изменчивости гематологических показателей проявляется неодинаково в отдельных популяциях этих видов.

2. Показатели красной крови тугуна маньинской популяции достоверно выше, чем у тугуна из р. Соби. Не выявлено четких различий в уровне изменчивости гематологических показателей у особей обеих популяций. Собский и маньинский чир по показателям состояния крови существенно не различались, исключая концентрацию белка в сыворотке крови (выше у чира маньинской популяции).

3. Видовая специфичность метаболизма исследуемых видов проявляется в более высоком уровне окислительных процессов (исходя из данных гематологии) у тугуна в период нерестовой миграции, чем у чира в обеих популяциях.

ЛИТЕРАТУРА

Велдре И. Р. Сезонные изменения свойств крови плотвы и окуня.— Вопросы ихтиологии, 1959, вып. 12.

Волков И. В., Веселов Е. А., Каприелова Г. Ш. Физиологическая характеристика системы крови и газообмена рыбца рек Днепр, Нямунас и Кубань.—В кн.: Рыбец (комплексные исследования в нескольких точках ареала). Вильнюс: Макслас, 1976, с. 71—108.

Гительзон И. И., Терсков И. А. О способе выражения содержания гемоглобина в эритроците.— Лабор. дело, 1956, № 6.

Глазова Т. Н. Физиолого-биохимическая характеристика крови некоторых видов осетровых рыб.— В кн.: Обмен веществ и биохимии рыб. М.: Наука, 1967, с. 159—162.

Голодец Г. Г. Лабораторный практикум по физиологии. М.: Пищепромиздат, 1955.

Джабаров М. И. Физиолого-биохимические показатели крови рыб (сазан, шемая, лещ, судак) в прикуринском участке Каспийского моря в различные периоды годового цикла: Автореф. канд. дисс. Баку, 1974.

Калашников Г. Н. Состав крови осетровых рыб в связи с обменом на различных стадиях полового цикла.— Уч. зап. МГУ, 1939, вып. 33.

Кирсипуу А. И., Пиху Э. Р. О связи между половым циклом и белковой системой сыворотки крови некоторых пресноводных рыб.— В кн.: Теоретические основы рыбоводства. М., 1965.

Кондратьева Т. П. Изменения содержания общего белка и фракционного состава белков сыворотки крови некоторых черноморских рыб в период нереста.— Гидробиол. ж., 1977, т. 13, № 4, с. 75—79.

Лысая Н. М. Об изменении состава крови лососей в период нерестовых миграций.— Изв. Тихоокеанского науч.-исслед. ин-та морского рыбного хоз-ва и океанографии, 1951, т. 35.

Москаленко Б. К. Сиговые рыбы Сибири. М.: Пищевая промышленность, 1971. 183 с.

Полина А. В. Морфофизиологическая характеристика крови пеляди и карпа из Вешкелицкой группы озер.— Рыбное хозяйство Карелии, 1970, вып. 9, с. 13—19.

Полина А. В. Показатели крови некоторых видов рыб.— В кн.: Материалы XVI конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики, 1971.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 270 с.

Привольнев Т. И. Методы изучения крови рыб.— В кн.: Жизнь пресных вод СССР, ч. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959.

Решетников Ю. С., Паранюшкина Л. П., Кияшко В. И. Сезонные изменения белкового состава сыворотки крови и жирности сигов.— Вопросы ихтиологии, 1970, т. 10, вып. 6(65), с. 1065—1078.

Смирнова Л. И. Гематологическая характеристика рыб озера Глубокого в 1972—1975 гг.— В кн.: Экология сообществ озера Глубокого. М.: Наука, 1978, с. 59—84.

Тарасенко С. Н. Особенности морфологического состава крови рыб в период нереста.— В кн.: Докл. III Всесоюз. конференции по экологической физиологии рыб. 1976, ч. 2, с. 133—135.

Тугарина П. Я., Рыжова Л. И. Эколого-физиологические особенности нерестовой популяции белого байкальского хариуса бассейна р. Селенги.— Труды Бурят. ин-та естественных наук Бурят. фил. Сиб. отд. АН СССР, 1977, № 21, с. 42—55.

Черникова В. В., Анпилова В. И. Изменение показателей крови при изучении гонад сига.— Изв. ГосНИОРХ, 1969, т. 65, с. 223—229.

Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М., 1972, с. 90—100.

Heider G. Hämatologische Beobachtungen an Regenbogenforellen. I Alters und Gachresratlich bedingte Schwan-Kungen des Hämoglobingehaltes.— Zool. Anr., 1970, Bd 185, H. 1/2, S. 36—46.

Heider G. Hämatologische Untersuchungen Regenbogenforellen.— IV Erythrocytenrahl Hämatokrit Hydrobiologia, 1971, Bd 37, N 3—4, S. 457—472.

Heim W. S. A rat serum protein related to reproduction tissue synthesis and lactation.— Nature, 1962, vol. 193, p. 4814.

Naevdal S. Studies on blood proteins in herring.— Fiskerdirektordeents Skrifter. Ser. Havunders, 1969, vol. 15, N 3.

Pavlovic V., Mladenovic-Ojordenovic O., Kekis H. Sexual dimorphism and seasonal content oscillation of an average haemoglobin in the erythrocytes (MCH) of *Salmo trutta* m. *fario* L. and *Thymalus thymallus* L. near the spring of River Bosha.— Bull. Sci. Cons. Acad. Sci. arts RSFY, 1972, vol. 17, N 9—10.

Subba R. M., Behera M. K. A haematological study on the freshwater teleost Catla catla.— Curr. Sci. (India), 1973, vol. 42, N 17, p. 612—613.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ • 1981

А. И. ГОРЮНОВА, М. В. БОГДАНОВИЧ

ВЛИЯНИЕ ПЕНИЦИЛЛИНА НА РАЗВИВАЮЩУЮСЯ ИКРУ РЫБ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИИ

В вариантах опытов с различными концентрациями пенициллина и различной экспозицией доказана избирательность данного антибиотика в его позитивном влиянии на икру низкого качества: перезревшую, недозревшую или развивающуюся в экстремальных условиях. На такую икру пенициллин оказывает благотворное влияние (Богданович, 1977; 1979; Горюнова, Богданович, 1979).

В практике заводского получения личинок ценных промысловых рыб довольно часто приходится прибегать к смешиванию икры от нескольких самок. Последнее стало неизбежным биотехническим приемом после введения в эксплуатацию аппаратов Вейса емкостью 150—200 л. Соединение икры лишь от двух самок уже снижает оплодотворяемость смеси, от трех самок — более значительно. Снижение оплодотворяемости — результат сложных биохимических связей овариальных жидкостей и оболочек икры и поэтому соединение двух кладок икры высокого качества не всегда дает высококачественную смесь, а соединение кладок низкого и высокого качества — нечто среднее.

Замечено, что у сазана процент оплодотворенности икринок в смеси снижается меньше, чем у белого толстолобика. Однако у обоих видов в большинстве сочетаний разных по качеству слагающих кладок наблюдается снижение оплодотворяемости смеси.

Принимая во внимание отмеченный факт, возникла необходимость проверить на смесях икры способность пенициллина увеличить оплодотворяемость икры и выживаемость эмбрионов.

Анализ развития икры в смесях показал, что наряду с ухудшением качества икры по признаку оплодотворяемости создаются условия для нормализации эмбриогенеза: количество уродливых зародышей в некоторых смесях снижается по сравнению с икрой отдельных кладок, входящих в состав смеси. Так, в смесях от двух самок белого толстолобика количество уродливых зародышей (по результатам двух опытов) в контроле на стадии дробления бластодиска снижалось на 9,1 и 27,9 %, но на стадии органогенеза отмечено как снижение на 7,2, так и уве-

Таблица 1

Изменение рыбоводных качеств икры белого толстолобика при смешивании икры от двух и трех самок и непрерывной инкубации в растворе пенициллина 500 ед/мл (Чиликский прудхоз, 1977 г.)

Пробы икры: отдельные и смеси	Оплодотворяемость, %	Колич. уродливых зародышей, %		Оплодотворяемость, %	Колич. уродливых зародышей, %	
		на стадии дробления бластодиска	на стадии органогенеза		на стадии дробления бластодиска	на стадии органогенеза
	Контроль			Опыт		
1	64,3 *	62,0	65,2	43,5	46,8	60,0
	78,0	82,0	99,9	47,0	40,0	100
2	77,0	11,0	12,0	66,6	10,0	10,0
	69,3	46,1	48,1	65,1	26,7	68,8
3	81,2	18,0	19,1	79,3	2,0	4,6
	82,9	23,8	5,2	85,0	20,0	15,8
1+2	77,4	16,7	52,3	63,0	29,4	60,0
	80,0	31,5	70,0	72,5	19,0	52,4
1+3	75,0	9,5	50,0	69,2	11,3	19,7
	71,6	20,0	14,3	90,8	34,5	13,0
2+3	67,7	38,0	43,9	86,2	16,0	16,0
	80,3	16,7	47,4	80,0	1,0	61,0
1+2+3	63,3	48,0	44,5	75,0	28,6	30,8
	51,8	30,0	54,0	69,2	30,0	30,8

* В числителе — опыт 1; в знаменателе — опыт 2.

личение на 16,6 %. В смесях икры от трех самок количество уродливых зародышей на обеих стадиях чаще возрастало (табл. 1, 2).

Отмеченное явление сохраняется в общих чертах и в опытной икре при непрерывной инкубации ее в растворе пенициллина 5000 ед/мл. Количество уродливых зародышей в смеси от двух самок снижалось на стадии дробления бластодиска на 0,7—10,8 %, органогенеза — на 19,4 %, но в смеси от трех самок увеличилось на 1,1—9,0 %.

Действие пенициллина при непрерывной инкубации проявилось в снижении аномалий по отношению к контролю: в отдельных пробах на 7,3—21,7 %, в смесях икры от двух самок на 1,8—16,8 %, в смесях икры от трех самок на 13,7—23,2 %.

В опытах непрерывной инкубации смесей белого толстолобика четко подтвердилась обратная связь величины эффекта с качеством икры. Оплодотворяемость икры низкого качества

Таблица 2

Действие раствора пенициллина 5000 ед/мл на ход развития икры белого толстолобика в отдельных пробах и смесях (сводные данные)

Пробы икры: отдельные и смеси	Колич. уродливых зародышей, %			
	в контроле		в опыте	
	на стадии дробления бластодиска	на стадии органогенеза	на стадии дробления бластодиска	на стадии органогенеза
	Опыт 1			
1, 2, 3	11,0—62,0 * / 30,5	12,0—65,2 / 32,1	2,0—46,8 / 19,6	4,6—60,0 / 24,8
1+2 1+3 2+3	9,5—38,0 / 21,4	43,9—52,3 / 48,7	11,3—29,4 / 18,9	16,0—60,0 / 32,9
1+2+3	48,0	44,5	28,6	30,8
	Опыт 2			
1, 2, 3	23,8—82,0 / 50,6	5,2—99,9 / 51,1	20,0—40,0 / 28,9	15,8—100 / 61,5
1+2 1+3 2+3	16,7—31,5 / 22,7	14,3—70,0 / 43,9	1,0—34,5 / 18,1	13,0—61,0 / 42,1
1+2+3	30,0	54,0	30,0	30,8

* В числителе — колебания; в знаменателе — среднее.

отдельных проб (50,0—66,6 % в контроле) возрастала на 8,3 %, в смеси от двух самок — на 20,5 %, в смеси от трех самок — на 30,2 %. В смесях икры высокого качества оплодотворяемость была ниже: от двух самок на 4,1 %, а от трех самок на 11,7 %.

Эффект «направленного» действия пенициллина в концентрации 5000 ед/мл на развивающуюся икру отчетливо проявляется на гаструляции следующим образом: в смесях от двух самок икры низкого качества гибель в опытном растворе снижалась по сравнению с контролем на 40,1 %, в смеси от трех самок — на 30,9 %, в смесях икры высокого качества — лишь на 10,8 и 10,3 %.

Изменение качества икры смешиванием кладок двух или трех самок отражается на выклеве, начало которого задерживается (т. е. удлиняется продолжительность инкубации икры в оболочке) на 2—6 ч, но сам процесс выклева сокращается на 1—2 ч. Наблюдается явление торможения развития перед выклевом и ускоренного освобождения от оболочек, отмеченное

ранее для белого амура, при инкубации икры, претерпевшей удушие (Горюнова, 1971).

Таким образом, пенициллин при непрерывной инкубации смесей икры в растворе 5000 ед/мл способствует увеличению оплодотворяемости икры, выживаемости эмбрионов и снижению количества уродливых зародышей. Вероятно, растворы других концентраций будут действовать аналогично.

Использование полученных результатов в практике заводского получения личинок рыб возможно лишь в цехах с оборотным водоснабжением. В цехах прямоточного водоснабжения приемлем вариант кратковременного воздействия растворами пенициллина на яйцо: от момента проникновения спермия до слияния мужского и женского пронуклеусов, наступающего при температуре 20—25° у растительноядных рыб через 40—45 мин после осеменения икры (Макеева, 1974), т. е. в течение периода оплодотворения, или тех же 40—45 мин, пока у сазана не закончится процесс обесклеивания икры.

Воздействие растворами пенициллина различных концентраций от 3,75 до 5000 ед/мл в течение 40—45 мин на икру сазана одной кладки показало положительное влияние малых концентраций: 3,75; 5,0 и 50,0 ед/мл. В опытной икре, набухшей и обесклеенной в растворах пенициллина указанных концентраций, возрастала оплодотворяемость на 4,6—43,4%, увеличивалась выживаемость эмбрионов на 2,8—10,0 % и снижалось количество уродливых зародышей на 1,3—13,6 % (Горюнова, Богданович, 1979).

Воздействие растворами пенициллина в концентрациях от 3,75 до 50000 ед/мл в течение стадии дробления бластодиска на икру белого толстолобика одной кладки показало положительное влияние концентраций 5, 50, 500, 5000 ед/мл: оплодотворяемость икры возрастала на 9—10%, выживаемость эмбрионов на 7,9—15,2 %.

Позитивное влияние растворов пенициллина на смеси икры при непрерывной инкубации, так же как на отдельные кладки икры при кратковременном воздействии антибиотика, предопределило задачу постановки опытов на смесях икры при кратковременном воздействии растворами пенициллина.

Для опыта, проводившегося в Камышлыбашском рыбопитомнике Кзыл-Ординской области, была взята икра от трех самок сазана. Визуальная оценка качества икры в момент получения ее от самок выглядела следующим образом: 1 — желтоватая, с большим количеством овариальной жидкости, видимо, перезревшая в полости самки, 2 — зеленоватая, сухая, видимо, недозревшая, 3 — зеленоватая, легко вытекающая, с умеренным количеством овариальной жидкости, классифицируемая как икра высокого рыбоводного качества.

Раскладка икры по чашкам Петри (в равном объемном количестве каждой отдельной кладки) продолжалась 10 мин, осе-

Таблица 3

Влияние раствора пенициллина 500 ед/мл на икру сазана (отдельные пробы и смеси икры от двух и трех самок)

Пробы икры	Оплодотворяемость, %	Колич. живых зародышей на стадии закрытия бластопора, %	Колич. уродливых зародышей, %	
			на органогенезе	на выклеве
1	75,0	80,0	1,0	1,0
	90,8	85,3	3,3	25,0
2	66,0	52,6	1,0	1,0
	51,0	44,0	1,3	17,5
3	80,7	77,7	1,6	1,6
	84,9	75,0	3,2	16,5
1+2	71,8	78,0	2,0	37,5
	85,1	73,0	1,0	33,3
1+3	73,6	85,0	0,0	11,0
	86,5	85,0	0,0	1,0
2+3	80,0	78,7	0,0	1,0
	75,5	75,7	0,0	28,5
1+2+3	72,3	83,3	1,1	1,1
	67,0	75,4	1,1	1,1

менение в опыте с раствором пенициллина и обесклеивание в эмульсии талька (7 г порошка на 1 л раствора пенициллина 500 ед/мл) — 40 мин. Все указанные операции в контроле проведены параллельно в той же хронологической последовательности, но в воде инкубцеха (из оз. Камышлыбаш с минерализацией 4,3 г/л). После 40-минутного обесклеивания опытная икра, как и контрольная, инкубировалась в воде из оз. Камышлыбаш. Количество икринок в одной чашке Петри на протяжении стадии дробления бластодиска составляло 200 шт., с наступлением мелкоклеточной морулы во всех чашках оставлено по 100 шт. Смену воды производили через каждые 2 ч. Температура воды составляла 18—20°.

Анализ опытной и контрольной икры на стадии дробления бластодиска показал положительное влияние пенициллина на плохую икру (от второй самки) как в отдельной кладке, так и в смесях. Можно предположить, что раствор пенициллина 500 ед/мл увеличивает оплодотворяемость лишь той икры, у которой в контроле она ниже 80% (табл. 3).

Жизнестойкость зародышей на стадии закрытия бластопора в пробах отдельных кладок икры, набухавшей в растворе пенициллина, возрастает в икре второй и третьей самок на 2,7—8,6% соответственно, в смесях — в четырех из пяти проб в среднем на 3,5%.

Так же, как с икрой белого толстолобика, в опытах с икрой сазана отмечено улучшение рыбоводных показателей в смесях по сравнению с икрой отдельных самок. Во всех контрольных пробах смешивание икры привело к уменьшению числа уродливых зародышей. По-видимому, в связи с этим (принимая во внимание обратную связь эффекта действия антибиотика с качеством икры) позитивное влияние раствора пенициллина 500 ед/мл при 40-минутном воздействии на икру невелико. Если в отдельных кладках опытной икры, по сравнению с контролем, наблюдается уменьшение числа уродливых эмбрионов на 14,9—24,0% (в среднем на 18,5%), то в смесях лишь одно сочетание 2+3 дало снижение числа уродливых эмбрионов на 28,5%. В смеси икры от трех самок количество нормальных и уродливых зародышей одинаково в опыте и в контроле, а в смесях 1+2 и 1+3 число уродов в опыте даже повышается. Таким образом, выживаемость эмбрионов в икре, набухавшей в растворе пенициллина 500 ед/мл, повышается в смесях, но количество уродливых зародышей не снижается так ощутимо, как в пробах отдельных кладок икры.

В опытах с икрой белого толстолобика прослежена закономерность менее существенного влияния растворов пенициллина высоких концентраций на смеси, чем на икру отдельных кладок. Были проведены наблюдения за действием растворов пенициллина на смеси икры при очень кратковременном воздействии: 30 сек, 5 и 10 мин, т. е. в момент осеменения, задолго до слияния мужского и женского пронуклеусов. Использованы смеси икры лишь от двух самок (в равном количестве), количество икринок в одной чашке Петри составляло около 100 шт. до стадии мелкоклеточной морулы, позднее — 50 шт. Осеменение проводили в растворе пенициллина 10000 ед/мл. По истечении заданного срока экспозиции раствор пенициллина сливали, икру промывали несколько раз скважинной водой, в которой затем проходила инкубация. Температура воды при осеменении составляла 25°, через 1 ч и до окончания гаструляции — 31°. Меняли воду через 1 ч.

Результаты опыта позволяют сделать заключение о положительном влиянии пенициллина такой высокой концентрации на смеси икры. Оплодотворяемость икры в опытных смесях всех сочетаний возрастает, по сравнению с контролем, но наиболее резко там, где исходная оплодотворяемость низкая (в сочетании 1+3, табл. 4). Снижается количество уродливых зародышей, возрастает выживаемость лишь в самой кратковременной 30-секундной экспозиции. Более длительное воздействие антибиотика вызывает отклонение от нормы развития, проявляющееся в образовании уродств. Наряду с описанными особенностями развития икры, испытавшей кратковременное воздействие раствора пенициллина в концентрации 10000 ед/мл, отмечено определенное воздействие пенициллина на оболочки икринок: во всех ва-

Таблица 4

Влияние высоких доз пенициллина на развивающуюся икру белого толстолобика при кратковременной экспозиции 10 000 ед/мл (смеси икры от самок 1, 2 и 3)

Параметры инкубации смесей икры	0 (контроль)	30 сек	5 мин	10 мин
Оплодотворяемость икры в смесях				
1+2	78,9	86,4	74,7	96,5
1+3	53,3	88,4	90,3	84,0
2+3	77,7	78,2	95,6	85,2
Средняя . . .	69,9	84,3	86,9	88,6
Колич. уродливых зародышей на гаструляции в смесях				
1+2	2,21	3,8	4,17	33,0
1+3	3,45	0	7,70	27,3
2+3	8,11	3,73	3,14	0
Средняя . . .	4,59	2,27	5,0	23,4
Колич. погибших зародышей на гаструле				
1+2	3,0	2,4	5,7	23,5
1+3	1,5	6,4	19,8	21,2
2+3	16,1	2,0	23,6	18,5
Средняя . . .	6,87	3,60	16,3	21,0

риантах опыта они были более упругими по сравнению с контролем.

Положительные результаты действия пенициллина на развивающуюся икру рыб раскрывают новые возможности увеличения эффективности работы инкубационных цехов за счет снижения отходов на стадиях эмбриогенеза и постэмбриогенеза. В серии опытов с различными вариантами введения растворов пенициллина в среду инкубации наибольший практический интерес представляют опыты с кратковременным их воздействием. Использование антибиотика во время обесклеивания икры сазана или в момент осеменения икры толстолобика не представит затруднений. Расходы антибиотика также будут невелики: количество приливаемого раствора в момент осеменения не будет превышать 100 мл на 1 кг икры.

ЛИТЕРАТУРА

Богданович М. В. О развитии икры растительноядных рыб в растворах антибиотиков и пиримидиновых производных. Итоги и перспективы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб.— В кн.: Тезисы докл. VIII Всесоюзного совещания. Киев: Наукова думка, 1977, с. 29—30.

Богданович М. В. О влиянии некоторых антибиотиков и метилурацила на развивающуюся икру растительноядных рыб. 1979.

Горюнова А. И. Изменчивость темпа эмбриогенеза белого амура.— Вопросы ихтиологии, 1971, т. 11, вып. 1(66), с. 58—63.

Горюнова А. И., Богданович М. В. Испытание растворов пенициллина при инкубации икры сазана. Л., 1979.

Макеева А. П. Особенности размножения, созревания и развития белого амура, белого и пестрого толстолобиков.— Итоги науки и техники. Сер. Зоология позвоночных, 1974, т. 5, с. 11—60.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ • 1981

Л. А. ДОБРИНСКАЯ

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ РОСТА ВЕСА МОЗГА МОЛОДИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ И КАРПА

В работе использованы два вида рыб: карп — *Cyprinus carpio* L.— и серебряный карась — *Carassius auratus gibelio* (Bloch). Они представляют родственную группу.

На возникновение серебряного карася от какой-то формы, непосредственно происшедшей от сазана, указывает близкое его сходство по форме тела, строению плавников, чешуи, черепа, отдельных элементов ротового аппарата и т. д. (Дмитриева, 1957). Об общности их происхождения свидетельствует скрещиваемость некоторых популяций интродуцированного в юго-западной части Австралии карпа с *Carassius auratus* (Shearer, Mulley, 1978).

Всего обработано: карпа 1597 экз., серебряного карася 2449 экз. из выростных прудов Лотошинского и Егорьевского рыбхозов Московской области. Мы имели возможность сравнивать уравнения для групп карпа в процессе выращивания в первое лето их жизни (интервал времени 10 дней) и по группировкам сеголетков серебряного карася при окончательном облове осенью.

Известно, что скорость роста отдельных органов различна и меняется в ходе онтогенеза. Важной особенностью одновременного роста органа или нескольких органов и веса тела является то, что изменение их скоростей происходит синхронно. В этом состоит биологическая сущность аллометрического (соотносительно) роста, впервые изученного Гексли (Huxley, 1932).

Аллометрический рост хорошо описывается функцией $y = bx^{\alpha}$, где α — изменение веса головного мозга (y), коррелированное с изменениями общего веса тела (x), b — константа начального роста.

Предполагается, что α детерминирована генетически, а коэффициент b отражает влияние факторов среды, воздействующих на y помимо x (Мина, 1975). Подробный анализ литературных данных по аллометрическим исследованиям дан М. В. Мина и Г. А. Клевезаль (1976).

В нашей работе мы применили формулу простой аллометрии, но так как каждый орган по-своему реагирует на изменения внутренних и внешних факторов, то соотносительный рост органов менее подвержен колебаниям, чем рост отдельного органа. Аллометрический коэффициент α, вычисленный способом наименьших квадратов, указывает не только на относительный рост мозга и тела, но косвенно отражает и размерную зависимость изменения одного из них при изменении другого. Хотя соотношение веса тела и головного мозга у позвоночных животных давно интересовало исследователей, но до настоящего времени неясно, зависит ли нарастание веса мозга от веса тела или наоборот, не выявлены механизмы регуляции соотношения и скорости их роста. Кроме того, изучение вопроса, определяет ли масса мозга размеры особей в отдельные моменты жизни, позволит правильно понять законы регуляции роста животных (Мина, Клевезаль, 1976), поэтому любое накопление данных в этом плане является ценным.

По данным отечественных и зарубежных авторов, для взрослых особей большинства видов пресноводных рыб аллометрический коэффициент α близок к 0,5 (Geiger, 1956; Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Божко, Смирнов, 1976; Следь, 1976; Добринская, 1978, и др.).

При изучении роста мозга молоди сельди обнаружено увеличение веса тела от 4 мг до 8 г, тогда как нарастание мозга происходит медленнее — от 0,2 до 100 мг. У молоди сельди, лосося в лавральный и постлавральный периоды при переходе на внешнее питание и голодании рост мозга останавливается, а кривые роста мозга специфичны для каждой возрастной группы (Packard, Wainwright,1974).

Для трех видов семейства *Gobiidae* аллометрический коэффициент α увеличивается после наступления половой зрелости (Haimovici, Vasilescu, 1971). У акул весом до 1000 г величина $\alpha=0{,}56$ (Ridet и др., 1973), для самок обыкновенного вьюна $\alpha=0{,}505$, для самцов $\alpha=0{,}485$ и близки к таковым у радужной форели — $\alpha=0{,}406$ (Ridet и др., 1976), а для 36 видов костистых рыб в целом этот показатель составляет $\alpha=0{,}495$ (Ridet и др., 1976а). Представители семейства *Cyprinidae* характеризуются величиной $\alpha=0{,}517$ (Bauchot и др., 1977).

По нашим данным, для половозрелых особей серебряного карася из озер Западной Сибири (Бедринское, Тайпогол) аллометрический коэффициент α составляет $0{,}294+0{,}017$ и $0{,}458+0{,}016$ соответственно (Шварц и др., 1968).

У сеголетков из выростного пруда В-3 в среднем по выборкам $\alpha=0{,}40$—$0{,}53$, из В-8—$0{,}41$—$0{,}58$ при $r=0{,}66$—$0{,}93$. Анализ нашего материала позволяет отметить незакономерное изменение средних значений α с уменьшением веса тела в группировках серебряного карася, причем самые быстро- и медленнорастущие имеют одинаковый показатель α, соответствен-

Соотносительный рост веса мозга сеголетков

Показатель	№ груп			
	1	2	3	4
				Выростной
Вес тела, г	9,29±0,34	10,90±0,38	10,02±0,38	8,00±0,30
Вес мозга, мг	30,66±0,81	49,93±0,91	33,96±0,82	30,01±0,71
r	0,78	0,89	0,76	0,72
$a \pm m$	0,50±0,03	0,48±0,02	0,48±0,03	0,47±0,04
t_r	17,52	25,74	14,32	13,14
$b \pm m$	10,08±0,02	16,29±0,008	11,25±0,02	11,23±0,02
n	200	170	153	158
				Выростной
Вес тела, г	10,47±0,46	11,91±0,54	10,27±0,34	9,46±0,32
Вес мозга, мг	52,49±1,25	52,64±1,27	47,50±0,79	47,86±0,98
r	0,86	0,90	0,79	0,88
$a \pm m$	0,53±0,03	0,56±0,03	0,41±0,03	0,55±0,03
t_r	15,22	19,53	15,19	20,26
$b \pm m$	15,36±0,01	13,29±0,01	18,70±0,01	13,99±0,01
n	86	91	138	125

но, вес тела 11,91 и 4,71; $a=0{,}56\pm0{,}03$ и $a=0{,}58\pm0{,}02$, $r=$ 0,66—0,93 (табл. 1).

Колебания средних значений коэффициентов b по группировкам из этих водоемов менее значительны, но для рыб из пруда В-8 они везде выше, что может свидетельствовать о постоянстве условий в вегетационный период.

При межпопуляционных сопоставлениях группировок одинаковового веса обнаружено, что сеголетки серебряного карася из В-8 обладают более тяжелым мозгом, и поэтому их можно отнести к потенциально быстрорастущим. При анализе использованных нами признаков в процессе роста молоди карпа из двух выростных прудов отмечено, что в начале вегетационного периода изменчивость и колебание средних значений больше и только к пятому облову происходит их выравнивание. Максимальную разницу в коэффициентах a и b в третьем и четвертом обловах можно объяснить разной скоростью роста рыб (табл. 2). Наибольшие различия по средним факторов a и b выявлены и для сеголетков карпа из Егорьевского рыбхоза, четко различающихся по весу тела (табл. 3). Всюду прослежена обратная зависимость этих показателей. В процессе выращивания происходят преобразования в соотносительном росте, в начальный период связь веса мозга с весом тела меньше.

О непропорциональном росте веса тела и глаза (отдел моз-

Таблица 1

серебряного карася (Лотошинский рыбхоз, 1976 г.)

пировки

5	6	7	8	9
пруд (В-3)				
6,69±0,21	6,85±0,25	4,96±0,27	3,24±0,23	2,19±0,33
28,03±0,51	29,84±0,62	25,23±0,68	20,06±0,64	16,02±0,88
0,66	0,79	0,81	0,81	0,79
0,40±0,03	0,51±0,03	0,48±0,03	0,52±0,03	0,53±0,04
12,91	18,05	16,77	16,55	13,29
13,11±0,01	11,36±0,01	11,95±0,02	11,29±0,02	11,16±0,02
223	203	150	150	109
пруд (В-8)				
8,88±0,44	8,60±0,39	8,07±0,34	7,62±0,47	4,71±0,24
42,60±1,04	44,19±0,90	43,48±1,00	40,10±1,13	31,04±0,90
0,90	0,91	0,87	0,91	0,93
0,52±0,02	0,46±0,02	0,49±0,03	0,51±0,02	0,58±0,02
21,02	22,38	17,86	22,28	25,73
14,03±0,01	16,78±0,008	15,73±0,01	14,57±0,01	12,89±0,01
100	100	100	100	100

га) мальков до 45-дневного возраста и сеголетков карпа свидетельствуют данные К. В. Скуфьина (1939). Им выделено два переломных момента в изменении относительной гетерономности: 14 — 20 дней (при длине тела 8 — 11 мм) и 35 — 40 дней (при длине тела 14 — 24 мм), когда уменьшается общая степень гетерономности роста, усиливается отрицательная гетерономность глаза. Эти сроки автор считает переломными в развитии карпа.

При доместикации исходной формы серебряного карася — золотой рыбки — происходят изменения в соотносительном росте мозга и глаза (Sato и др., 1975).

Возможно, с переходом на внешнее питание, а позднее — на искусственный корм, соотносительный рост мозга рыб определяется и плотностью населения отдельного пруда.

Необходимо отметить, что медленнорастущие группировки карпа и серебряного карася физиологически своеобразны и вполне жизнеспособны. При пятикратной разнице по весу тела мозг их отличается только в два раза. Крупный мозг при создании нормальных условий зимовки и в нагульный период позволит им реализовать потенциальные возможности. Исходя из этих данных, мы склонны считать, что в соотносительном росте определяющая роль принадлежит массе мозга.

При подборе одноразмерных совокупностей молоди изучаемых нами видов (группировка 5 для серебряного карася и

Показатель	Облов			
	1	2	3	4
				Выростной
Вес тела, г	2,94±0,30	3,89±0,56	9,62±0,73	15,51±1,48
Вес мозга, мг	18,16±1,37	33,02±1,85	58,45±1,85	77,93±2,87
r	0,75	0,96	0,94	0,96
$\alpha \pm m$	0,55±0,09	0,48±0,03	0,38±0,03	0,37±0,02
t_r	6,10	18,16	14,43	18,64
$b \pm m$	10,11±0,06	18,15±0,01	25,15±0,01	28,89±0,01
n	31	30	30	30

Показатель	Облов			
	1	2	3	4
				Выростной
Вес тела, г	0,43±0,03	3,99	7,00±0,70	8,40±0,65
Вес мозга, мг	6,93±0,40	—	43,59±2,20	53,30±2,29
r	0,65	—	0,97	0,89
$\alpha \pm m$	0,51±0,11	—	0,47±0,02	0,52±0,06
t_r	4,53	—	21,12	9,22
$b \pm m$	10,61±0,05	—	18,05±0,01	17,93±0,02
n	30	—	29	23

4-й облов для карпа) одинаковые значения коэффициента α и существенные различия фактора b можно объяснить наличием взаимосвязи между величиной головного мозга и различной двигательной активностью этих видов.

Достоверные различия по аллометрическому показателю α одноразмерных егорьевских (группировка 8) и лотошинских сеголетков карпа из В-8 (группировка 7) при равном параметре b обусловлены генетически. Егорьевскую популяцию можно отнести к быстрорастущей. Для изменения коэффициента α недостаточно влияния только внешних факторов, необходима и генетическая перестройка исходного материала (Ridet и др., 1976; Bauchot и др., 1977).

В отдельных выборках молоди карпа связь между весом тела и весом мозга слабая при $\alpha = 0{,}20 \pm 0{,}06$ (группировка 6, егорьевская популяция) и только в четырех из 36 случаев $\alpha > 0{,}5$, но в целом по всем совокупностям для обоих видов аллометрический экспонент близок к 0,5, что характерно для семейства карповых. Большей стабильностью по выборкам для популяций и видов отличается параметр b, что может

Таблица 2

карпа (Лотошинский рыбхоз, 1977 г.)

		Окончательный облов	
5	6	Проба 1	Проба 2
пруд (В-10)			
21,11±1,76	19,62±1,61	18,80±1,29	23,94±1,80
102,90±3,96	93,67±3,90	103,04±3,26	112,38±3,50
0,91	0,93	0,93	0,96
0,43±0,04	0,45±0,03	0,45±0,03	0,42±0,02
11,31	13,25	17,02	24,75
28,34±0,02	24,84±0,01	28,44±0,01	30,18±0,08
30	30	50	50

	6-й облов ловушками		
5	а	б	в
пруд (В-14)			
15,00±1,22	17,02±1,22	23,35±1,18	21,28±1,48
78,40±3,55	72,29±2,19	85,04±2,26	80,40±2,81
0,88	0,94	0,81	0,87
0,44±0,04	0,40±0,02	0,42±0,04	0,47±0,06
9,87	17,92	9,55	7,56
23,94±0,02	23,42±0,01	22,72±0,02	18,90±0,02
30	44	48	21

свидетельствовать об отсутствии нарушений в развитии рыб, обусловленных абиотическими факторами.

У серебряного карася только в двух из 18 случаев коэффициент $\alpha = 0{,}40$ и 0,41, а для большинства совокупностей его значения по средним составляют от 0,46 до 0,58. У медленно растущих группировок двух видов значение коэффициента α ближе к 0,5 при незначительных колебаниях параметра b. Это говорит в пользу более независимого нарастания массы мозга.

При анализе данных таблиц 2 и 3 выявлены существенные различия по аллометрическому показателю в процессе выращивания молоди карпа в прудах В-10 и В-14, а также при осеннем облове между группировками у сеголетков карпа. В первом случае эти различия можно объяснить неодинаковым действием естественного отбора в отдельных популяциях, а в последнем — генетическим своеобразием группировок, сформированных к концу вегетационного сезона.

Таким образом, колебания аллометрических коэффициентов (α от 0,20 до 0,55 и b от 10,11 до 55,61) в среднем для выборок молоди карпа шире, чем у сеголетков серебряного

Показатель	№ группы			
	1	2	3	4
				Нагульный пруд,
Вес тела, г	34,03±1,59	30,62±1,86	26,27±1,62	35,97±2,06
Вес мозга, мг	109,29±3,23	103,61±4,68	93,05±4,26	107,19±3,06
r	0,67	0,85	0,69	0,44
$\alpha \pm m$	0,40±0,05	0,54±0,06	0,46±0,08	0,27±0,09
t_r	7,39	9,46	5,63	2,90
$b \pm m$	26,10±0,02	16,30±0,03	20,60±0,03	40,47±0,03
n	70	36	37	37
				Выростной пруд (В-14),
Вес тела, г	16,82±0,77	17,20±0,84	15,96±1,03	16,22±1,07
Вес мозга, мг	87,38±2,04	80,48±2,07	80,55±2,43	78,10±2,39
r	0,82	0,83	0,92	0,92
$\alpha \pm m$	0,45±0,04	0,44±0,04	0,43±0,03	0,43±0,03
t_r	10,24	10,41	15,96	16,82
$b \pm m$	24,98±0,01	23,47±0,01	24,71±0,01	23,90±0,01
n	53	50	49	50
				Выростной пруд (В-8),
Вес тела, г	—	—	—	42,0±2,44
Вес мозга, мг	—	—	—	94,63±2,68
r	—	—	—	0,92
$\alpha \pm m$	—	—	—	0,39±0,02
t_r	—	—	—	20,69
$b \pm m$	—	—	—	22,75±0,01
n	—	—	—	79

карася (0,40—0,58 и 10,08—18,70 соответственно), что свидетельствует о бóльшей разнородности карпа из прудов Московской области. Пределы изменчивости по средним показателям для фактора b у молоди карпа в первое лето их жизни отражают колебания в условиях обитания. Более приспособленная к изменениям условий среды популяция серебряного карася, сформированная от естественного нереста, менее чувствительна к этим колебаниям. У амфибий фактор b также очень отзывчив на изменения условий развития (Шварц, Пятых, 1978).

Параметр b закономерно увеличивается с возрастом молоди карпа (см. табл. 2), тогда как у сеголетков разных размерных групп этот коэффициент изменяется незакономерно (для большинства группировок отдельных видов). Более резкие изменения его отмечены у егорьевской популяции карпа. Коэффициент b при соотносительном росте массы и длины тела салаки также увеличивается с возрастом, а аллометрический

Таблица 3

мозга сеголетков карпа

ровки

5	6	7	8	9
Егорьевский рыбокомбинат, 1975 г.				
32,73±1,55	46,76±3,22	35,65±1,57	27,68±1,18	30,73±1,43
109,39±3,24	121,69±4,46	117,39±2,59	105,49±2,87	114,38±2,96
0,67	0,50	0,61	0,64	0,75
0,42±0,06	0,20±0,06	0,36±0,05	0,46±0,08	0,40±0,05
6,89	3,30	6,96	5,42	7,80
25,08±0,02	55,61±0,03	32,66±0,02	23,07±0,02	29,30±0,02
60	34	85	45	50
рыбхоз «Лотошинский», 1977 г.				
15,47±1,15	—	—	—	—
75,78±2,54	—	—	—	—
0,93	—	—	—	—
0,45±0,02	—	—	—	—
18,00	—	—	—	—
22,53±0,01	—	—	—	—
50	—	—	—	—
рыбхоз «Лотошинский», 1976 г.				
45,27±1,97	39,24±2,48	27,44±3,54	12,29±1,82	7,57±0,43
96,78±1,96	88,97±2,62	71,62±3,94	59,20±3,04	47,60±1,36
0,89	0,92	0,93	0,88	0,93
0,38±0,02	0,38±0,02	0,36±0,02	0,43±0,04	0,48±0,03
20,18	19,39	17,70	10,02	17,29
22,74±0,01	22,41±0,01	22,81±0,02	20,77±0,02	18,38±0,01
110	66	50	30	50

показатель α — уменьшается (Локшина, Шатуновский, 1978). Вероятно, скорость роста молоди в значительной степени определяется экологическими факторами.

Существенные различия по использованным нами признакам, выявленные при межпопуляционных сравнениях, могут свидетельствовать об экологической обусловленности соотносительного роста мозга в соответствии с генетической разнородностью отдельных популяций рыб. Для оценки роста мозга и веса тела необходимо использовать, кроме аллометрического коэффициента α, и параметр b.

ЛИТЕРАТУРА

Божко А. М., Смирнов В. С. Отражение экологической специфики в морфофизиологических показателях разных популяций рыбца.— В кн.: Рыбец. Вильнюс: Моксклас, 1976, с. 27—68.

Дмитриева Е. Н. Морфо-экологический анализ двух видов карася.—

В кн.: Работы по этапности развития костистых рыб.— Труды Ин-та морфологии животных АН СССР, 1957, вып. 16, с. 102—170.

Добринская Л. А. Соотносительный рост веса тела и мозга молоди карпа.— Экология, 1978, № 6, с. 92—96.

Локшина И. Е., Шатуновский М. И. О зависимости массы тела от длины салаки Вислинского залива.— Труды ВНИРО: Применение математических способов оценки состояния промысловых объектов мирового океана, 1978, т. 78, с. 78—80.

Мина В. М. Аллометрический рост.— В кн.: Количественные аспекты роста организмов. М.: Наука, 1975, с. 176—181.

Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.

Скуфьин К. В. К вопросу о дифференциальном росте зеркального карпа.— Бюлл. Воронеж. о-ва естествоиспытателей, 1939, т. 3, вып. 1, с. 48—58.

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

Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб.— Труды СевНИОРХа, т. 7. Петрозаводск: Карелия, 1972. 165 с.

Шварц С. С., Пятых С. Л. Влияние условий развития личинок лягушек на формирование головного мозга.— В кн.: Экспериментальная экология низших позвоночных. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, вып. 3, с. 3—12.

Шварц С. С., Ищенко В. Г., Добринская Л. А. и др. Скорость роста и размеры мозга рыб.— Зоол. ж., 1968, т. 47, вып. 8, с. 901—914.

Bauchot R., Bauchot M. L., Platel R., Ridet J. M. Brains of Havaian tropical fishes, brain size and evolution.— Copeia, 1977. N 1, p. 42—46.

Geiger W. Quantitative Untersuchung über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berucksichtigung seines relativen Wachstums.— Acta anatomica, 1956, vol. 25, N 1.

Haimovici S., Vasilescu R. Considérations consernant la croissance relative du poids corporel et de certains organes internes aux Gobidae.— Analele Stüntifice ale Univ. "Al J. Cu Za" din aisi (seria nova) tomul XVII. Anul. pasc., 1971, vol. 2, p. 445—462.

Huxley J. Problems of relative growth. London, 1932. 276 p.

Packard A., Wainwright A. W. Brain growth of young herring and trout.— In: Early Life History Fish. Berlin, 1974, p. 499—507.

Ridet J., Bauchot R., Delfini C. L'encéphale de *Scyliorhinus canicula* (L.). Recherche d'une grandeur de référence pour des études quantitatives.— Cah. Biol. Mar., 1973. vol. 14, N 1, p. 11—28.

Ridet J. M., Bauchot R., Diagne M. L'encéphale de la loched d'étang *Misqurnus fossilis* (L.). Un exemple de dimorphisme séxuel.— Acta anat., 1976, vol. 95, N 2, p. 69—81.

Ridet J. Bauchot R., Diagne M., Platel R. Croissance ontogénétique et phylogénétique de l'encéphale des teleostcens.— Rev. trav. Inst. Pechs mar, 1976a, vol. 40, N 3—4, p. 727—728.

Sato G., Inove K., Masai H. Morphologic variation of the goldfish brain under domestication. Proc. 10 tr. Int. Congr. Anatomists and 8 th Ann. Meel., Jap. Assoc. Anatomists Tokio. 1975. 239 p.

Shearer K. D., Mulley J. C. The introduction and distribution of the carp, *Cyprinus carpio* L., in Australia.— Austral. J. Mar. freshwater res., 1978, vol. 29, N 5, p. 551—563.

СОДЕРЖАНИЕ

А. В. Лугаськов. Особенности взаимосвязи весового роста мозга и тела чира в течение жизненного цикла . . . 3

В. Д. Богданов. Структура чешуи молоди сиговых р. Оби 14

Н. В. Пашкевич. Изменчивость крови чира и тугуна в период анадромной миграции в водоемах Обского бассейна 26

А. И. Горюнова, М. В. Богданович. Влияние пенициллина на развивающуюся икру рыб при кратковременном его воздействии 38

Л. А. Добринская. Количественное изучение изменчивости роста веса мозга молоди серебряного карася и карпа . 46

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И РОСТ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ

Рекомендовано к изданию ученым советом Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР

Редактор **И. М. Мигачева**
Техн. редактор **Н. Р. Рабинович**
Корректоры **Е. М. Бородулина, Л. А. Урядова**

РИСО УНЦ № 1070 (н). Сдано в набор 08.10.80. Подписано к печати 30.09.81. НС 19094. Усл. печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 3,0. Бумага типографская № 1. Цена 30 коп. Формат 60×90¹/₁₆. Тираж 300. Заказ 526.

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

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