

УДК 226.88:597.554.3

**НЕКОТОРЫЕ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩА
ABRAMIS BRAMA (LINNE)
ИЗ ЗОНЫ ТЕПЛЫХ ВОД,
СБРАСЫВАЕМЫХ КОНАКОВСКОЙ ГРЭС**

Г. Б. Саппо

Цель предлагаемой работы — изучить характер изменений веса органов, а также некоторых показателей крови леща из Ивановского водохранилища в связи с поступлением в него большого количества теплых вод Конаковской ГРЭС, под влиянием которых изменились гидрологический (Буторин, Курдина, 1971), гидрохимический (Флейс, 1970, 1972; Саппо, 1973) и гидробиологический (Ривьер, 1972; Горобий, 1973) режимы водохранилища.

У рыб из зоны сильного подогрева летом (июль) увеличивался относительный вес печени и уменьшался вес сердца и мышц; распределение эритроцитов по площади отклонялось от нормы, увеличился процент фагоцитарных форм (моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов). Для оценки морфо-физиологических особенностей исследуемой рыбы были определены весовые индексы мозга, сердца, печени, внутренних органов и жабр, а также размеры эритроцитов, лейкоцитарная формула крови леща из тепловодной зоны и контрольного участка.

В течение 1974 г. исследовали лещей в возрасте 5—6 лет (всего 100 экз.) из двух участков Ивановского водохранилища: Мошковичского (зона сильного воздействия теплых вод) и Сухаринского (контрольный участок) заливов (Саппо, 1973). Внутренние органы свежих лещей тщательно обсушивали фильтровальной бумагой, освобождали от ступок крови и взвешивали на лабораторных квадрантных весах с точностью до 2 мг. Кровь для приготовления мазков брали из хвостовой артерии способом каудэктомии. Мазки крови окрашивали по Панненгейму. Промеры, подсчет и фотографирование клеток крови выполнены под микроскопом при увеличении 15×90. Поверхность эритроцитов рассчитана по формуле А. Л. Чижевского (1959)

$$S = 2ab + lh,$$

где l — длина окружности эритроцита;

ab — длина оси эритроцита;

h — высота (толщина) эритроцита,

$h = 1,8 \pm 0,0915 \cdot (d - 75)$.

Из сопоставления данных (табл. 1) можно заключить, что показатели лещей из зоны сильного воздействия теплых вод и контрольного участка различаются.

Относительный вес мозга леща из Мошковичского залива в июле увеличивается. Ранее было установлено, что рост леща в зоне сильного подогрева летом резко замедляется, несмотря на высокую интенсив-

ность питания (Задорожная, Саппо, 1974). Полученные данные свидетельствуют о том, что вес мозга в отличие от веса тела рыбы слабо реагирует на изменение условий. На это же указывают А. А. Добринская и А. Б. Баймуратов (1974). Очевидно, независимо от условий вес мозга наследственно обусловлен увеличиваться в расчете на обслуживание большей массы тела (Шварц, 1968).

Таблица 1

Относительный вес некоторых органов пяти- шестилетних самок леща
Иваньковского водохранилища, находящихся на II стадии зрелости
(n=15)

Вес	Месяц		
	май	июль	сентябрь
	Мошковичский залив		
Общий, г	227,7—374,6	192,25—356,0	255,55—395,0
	305,0	276,0	330,0
Относительный, % к весу тела			
мозг	0,135±0,007	0,146±0,006	0,127±0,03
сердце	0,137±0,007	0,119±0,06	0,110±0,007
печень	1,58 ±0,14	2,25 ±0,05	1,81 ±0,007
мышцы	65,95 ±0,47	61,2 ±0,58	68,83 ±0,20
скелет	7,25 ±0,24	6,95 ±0,36	7,30 ±0,14
	Сухаринский залив		
Общий, г	222,25—387,2	244,5—388,70	256,4—405,32
	325,74	344,0	364,28
Относительный, % к весу тела			
мозг	0,129±0,007	0,100±0,01	0,111±0,009
сердце	0,123±0,007	0,122±0,01	0,133±0,025
печень	2,63 ±0,15	2,06 ±0,11	2,28 ±0,051
мышцы	70,0 ±0,73	74,49 ±0,33	80,89 ±0,87
скелет	4,31 ±0,26	4,97 ±0,18	5,51 ±0,089

По данным А. А. Добринской, А. Б. Баймуратова (1974), вес сердца рыб также продолжает расти при уменьшении веса тела; по нашим данным, относительный вес сердца леща из Мошковичского залива снижается к июлю при замедлении роста в этот период. Обнаруживается связь между двигательной активностью и относительным весом сердца. По нашему мнению, двигательная активность леща, обитающего в зоне сильного подогрева, при высоких температурах воды уменьшается. В. М. Назаров и В. С. Творовский (1974) отмечают, что лещ из водоема-охладителя Змиевской ГРЭС (озера Лиман) характеризуется меньшим относительным весом сердца.

По некоторым признакам можно судить о степени жизнеспособности рыб из двух районов. Изменение веса печени рыб, например, отражает сложнейшие биохимические изменения в организме в зависимости от интенсивности метаболических процессов в течение сезонов. В печени некоторых рыб и животных обнаружены сезонные изменения содержания жира (Макарова, 1973; Лаугасте, 1969), гликогена (Хаберман и др., 1968), белка (Масленникова, 1970) и количества резервного ви-

тамина А. Из наших данных видно, что относительный вес печени у леща из Мошковичского залива меньше (за исключением июля), чем у леща из контрольного участка. Повышение весового индекса печени у леща из зоны сильного подогрева в июле можно объяснить интенсивностью питания и увеличением активности обмена веществ вследствие высокой температуры воды. В это время активизируется жировой обмен, в результате жирность печени у леща из Мошковичского залива выше, чем у леща из контроля (по данным В. В. Филон (1974) 28,76 и 26,25% соответственно). Повышение жирности, а следовательно и относительного веса печени леща из зоны подогрева в июле, свидетельствуют о повышенной способности рыбы противостоять ухудшению условий существования в этот период.

Относительный вес мышц у рыб из зоны подогрева меньше, чем у рыб с контрольных участков. Как видно из рис. 1, относительный вес мышц, а также их жирность у рыбы из Мошковичского залива в июле

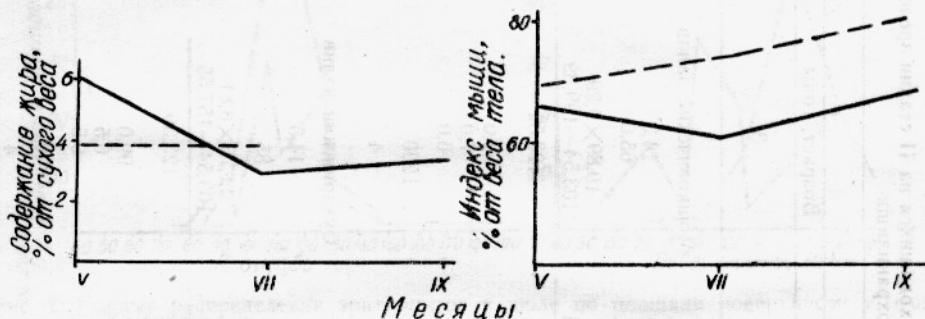


Рис. 1. Изменение относительного веса мышц и жирности у леща Иваньковского водохранилища; — — — — зона сильного подогрева; — — — — контрольный участок.

падает в результате ухудшения условий ее обитания. Обмен веществ у леща вследствие высокой температуры воды в Мошковичском заливе становится настолько интенсивным, что даже богатый кормовой бентос не может покрыть энергетические затраты рыбы. В результате этого относительный вес мышц в этот период снижается. Таким образом, у леща из тепловодной зоны летом весовой индекс мозга и печени выше, чем у контрольного; а весовой индекс сердца ниже.

Сбрасываемые теплые воды существенно меняют гидрохимию, кормовые условия, пищевые взаимоотношения, которые влияют на жизненные отправления рыб. Картина крови отражает состояние организма, а также дает косвенное представление об уровне обмена веществ, реакций на изменения условий среды, вызванных сбросом теплых вод. Данные о морфологии крови леща из водоемов с измененным термическим режимом в литературе отсутствуют.

Из данных табл. 2 следует, что размеры и площади поверхности эритроцитов в мае у рыб из Мошковичского залива и контрольного участка одинаковы, разница прослеживается летом. Так, у пятилетних лещей из зоны сильного подогрева размер и площадь поверхности эритроцитов меньше, чем у рыбы из контрольного участка. Уменьшение размеров и площади поверхности клеток у рыб из Мошковичского залива в июле говорит о том, что количество эритроцитов у леща из этого района возрастает. Предварительное определение интенсивности кроветворения по мазкам крови леща показало, что в мае красная кровь рыб из обоих участков состоит в основном из зрелых клеток продолговатой формы. В июле в крови леща из зоны подогрева количество молодых форм эритроцитов увеличивается до 20%. Усиление интенсивности кроветворения у леща из Мошковичского залива вызва-

Некоторые показатели крови самок леща, находящихся на II стадии зрелости
из Ивановского водохранилища

Показатели	Май		Июль		
	Возраст, годы				
	5	6	3	4	5
	Мошковичский залив				
Длина тела	22,5	24,0	14,5	20,0	22,5
Вес рыб, г	210,0	250,0	65,0	166,0	205,0
Размер эритроцитов, мк	11,32×8,48	11,35×9,63	10,89×9,29	11,44×8,34	9,63×7,43
Площадь поверхности эритроцитов, мк ²	72,62—139,71	89,40—175,11	103,54—199,89	72,62—157,55	41,94—121,83
Лейкоцитарная формула, %	110,9	116,44	123,54	114,12	94,94
лимфоциты	98,0	98,7	87,0	89,0	86,0
моноциты	1,49	1,3	7,0	9,5	14,0
полиморфноядерные	0,51	—	6,0	1,5	—
Число просмотренных клеток	1500	300	1200	1500	900
Число рыб	5	1	4	5	3
	Сухаринский залив				
Длина тела	23,0	24,5	14,5	—	24,5
Вес рыб, г	245	300	85	—	298
Размер эритроцитов, мк	11,15×8,21	11,63×7,87	11,75×8,81	—	12,75×8,47
Площадь поверхности эритроцитов, мк ²	89,40—139,81	89,40—139,81	103,54—157,55	—	121,04—157,55
Лейкоцитарная формула, %	111,25	111,61	123,39	—	126,85
лимфоциты	99,0	99,5	99,0	—	98,5
моноциты	1,0	0,5	0,5	—	1,5
полиморфноядерные	—	—	0,5	—	—
Число просмотренных клеток	1500	1500	1200	—	1200
Число рыб	5	5	4	—	4

но энергетическими затратами на повышение интенсивности питания рыб в июле.

Были рассмотрены эритроцитометрические кривые рыб из двух районов водоема летом. Известно (Ляхович, Леоненко, 1971), что симметричная форма кривой свидетельствует о нормализации процессов, о том, что в этот период в кровеносную систему рыб равномерно поступают эритроциты. У леща из контрольного участка (рис. 2) кривая правильная, у леща из зоны подогрева — отклоняется от нормы. Различия показателей крови по площади поверхности эритроцитов можно объяснить неблагоприятными условиями для леща из Мошковичского залива летом.

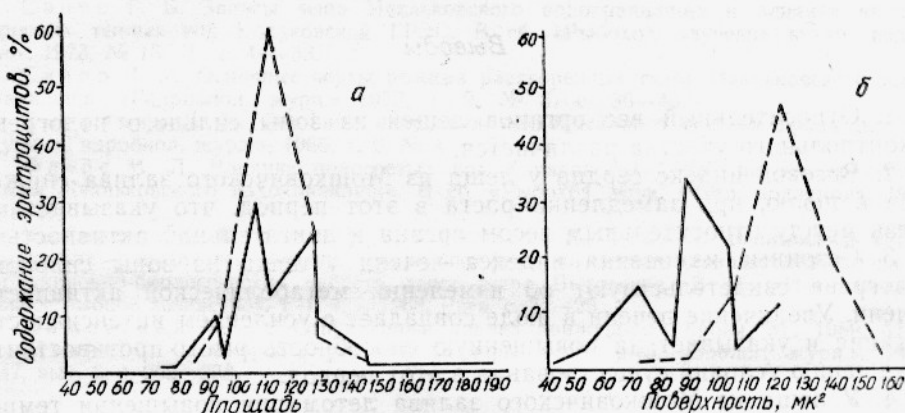


Рис. 2. Кривые распределения эритроцитов в июле по площади поверхности у лещей из Мошковичского (— — —) и Сухаринского (—) заливов:
а — у трехлетних; б — у пятилетних

Лейкоцитарная формула довольно точно отражает физиологическое состояние рыб. Многие исследователи (Смирнова, 1966; Гончаров, 1959; Кудрявцев, Кудрявцева, Привольнев, 1969 и др.) отмечали, что увеличение процента фагоцитарных форм (моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов) говорит об ухудшении условий жизни рыб. Лейкоцитарная формула лещей из Мошковичского залива указывала на реакцию рыб на изменение условий летом (июль). У леща из зоны сильного подогрева увеличилось количество моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов. На рис. 3 отмечено увеличение молодых форм лимфо-

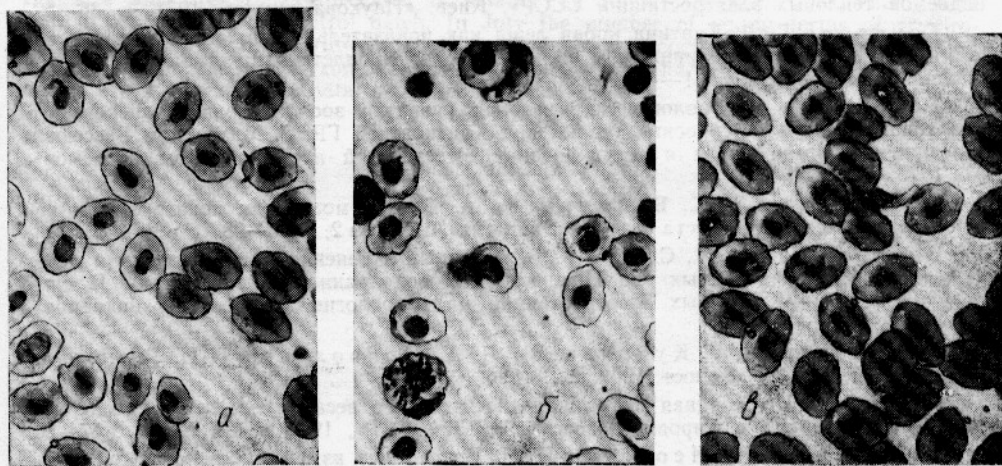


Рис. 3. Картина крови у леща из зоны сильного подогрева (а — в мае, б — в июле) и из контрольного участка (в — в июле)

цитов у рыб из Мошковичского залива, что также указывает на высокую интенсивность питания.

Таким образом, у леща из зоны сильного подогрева увеличение форм лейкоцитов в июле можно считать физиологической реакцией на ухудшение условий в данном районе летом. Показатели физиологического состояния лещей из Мошковичского залива в сопоставлении с контрольным участком и данные по темпу роста (Саппо, 1973) свидетельствуют о том, что сбрасываемые теплые воды (в зону сильного подогрева) отрицательно влияют на жизненные процессы рыбы летом.

Выводы

1. Относительный вес органов лещей из зоны сильного подогрева и контрольного участка различается.

2. Весовой индекс сердца у леща из Мошковичского залива снижается к июлю, при замедлении роста в этот период, что указывает на связь между относительным весом органа и двигательной активностью.

3. Сезонные изменения индекса печени у леща из зоны сильного подогрева свидетельствуют об изменении метаболической активности печени. Увеличение печени в июле совпадает с усилением интенсивности питания и указывает на повышенную способность рыбы противостоять ухудшению условий существования в этот период.

4. У леща из Мошковичского залива летом при повышении температуры воды размер и площадь поверхности эритроцитов меньше, чем из контрольного участка. У леща из зоны подогрева кривая распределения эритроцитов по площади отклоняется от нормы.

5. В крови рыб из зоны подогрева в июле увеличивается количество молодых форм эритроцитов, а также процент фагоцитарных форм (моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов), что является физиологическим следствием реакции на ухудшение условий в этот период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Буторин Н. В., Курдина Т. Н. О температурном воздействии Конаковской ГРЭС на воды Ивановского водохранилища. Сб. «Гидрохимия и гидробиология водоемов тепловых электростанций СССР», Киев, «Наукова думка», 1971, с. 36—57.

Гончаров Г. Д. Картина крови леща как показатель физиологического его состояния в Камском водохранилище осенью 1957 г. «Бюллетень ин-та биологии водохранилищ», 1959, № 4, с. 41—43.

Горобий А. Н. Экологические условия развития зоопланктона Ивановского водохранилища в зоне сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС. Материалы Всесоюз. совещания «Формирование и регулирование естественной кормовой базы водоемов», М., 1973, с. 169—171.

Добринская Л. А., Баймуратов А. Б. Вес мозга как показатель потенциальных возможностей роста сазана. «Экология», 1974, № 2, с. 96—98.

Задорожная Е. А., Саппо Г. Б. Сезонные изменения роста и питания леща из зоны воздействия теплых вод Ивановского водохранилища. Материалы II симпозиума «Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов». Борок, 1974, с. 68—72.

Кудрявцев А. А., Кудрявцева Л. А., Привольнев Т. И. Гематология животных и рыб. М., «Колос», 1969, с. 3—296.

Лаугасте К. Сезонная динамика относительного веса печени леща и содержания в ней гликогена и жиров. «Известия АН Эст. ССР», 1959, т. 18, № 4, с. 17—20.

Ляхнович В. П., Леоненко Е. Н. Возрастные изменения некоторых характеристик крови белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.), белого амура *Stenopharyngodon idella* (Val.) и карпа *Cyprinus carpio* «Вопр. ихтиологии», 1971, т. II, вып. 5 (70), с. 860—867.

Макарова Н. П. Сезонные изменения некоторых физиологических показателей окуня Ивановского водохранилища. «Вопр. ихтиологии», 1973, т. 13, вып. 5 (82), с. 888—899.

Масленникова Н. В. Содержание свободных аминокислот в мышцах, печени и гонадах балтийской трески при созревании. «Вопр. ихтиологии», 1970, т. 10, вып. 4 (63), с. 756—761.

Назаров В. М., Творовский В. О. Рост, созревание и некоторые морфологические показатели леща водоема-охладителя Змиевской ГРЭС — оз. Лиман. Материалы II симпозиума «Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов», Борок, 1974, с. 110—112.

Ривьер И. И. Поведенческие реакции рачков в зоне наибольшего влияния сбросных вод Конаковской ГРЭС. Материалы I симпозиума, Борок, 1972, с. 117—124.

Саппо Г. Б. Запасы леща Ивановского водохранилища и влияние на них сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС. В сб. «Рыбохоз. изучение внутр. водоемов», 1973, № 13, Л., с. 44—53.

Саппо Л. М. Основные черты режима растворенных газов Ивановского водохранилища. «Гидробиол. журн.» 1973, т. 9, № 5, с. 36—40.

Смирнова Л. И. Сезонные изменения лейкоцитарного состава крови леща и окуня. «Гидробиол. журн.», 1966, т. 2, № 4, с. 71—73.

Флейс М. Л. Влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на температурный режим Ивановского водохранилища. В сб. «Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов», 1972, № 8, Л.

Хаберман Х., Кирсипуу А., Лаугасте К., Тель Х. Взаимосвязь гистохимических показателей печени, биохимико-физиологических показателей крови и продукционно-биологических свойств леща озера Выртьярв. В сб. «Ихтиология и озерное рыбное хозяйство», т. I, ч. I, 1968, Рига, с. 22—29.

Чижевский А. Л. Структурный анализ движущейся крови. М., 1959, 474 с.

Шварц С. С. Скорость роста и размеры мозга рыб. «Зоолог. журн.», 1968, т. 47, вып. 6, с. 202—208.

Some morpho-physiological indices of bream from the zone of heated water discharged from the Konakovskaya hydropower station

G. B. Sappo

SUMMARY

The hydrological, hydrochemical and hydrobiological regimes in the Konakovsky reservoir have changed due to heated water discharged from the hydropower station. With regard to the habitat, growth rate, feeding habits, metabolism and locomotive activity specimens have different weight indices of their organs. Some indices may change by seasons. For example, in July the weight of the liver increases while those of heart and muscles decrease in specimens taken from the zone of highly heated waters. The size and area of erythrocytes is smaller in 5-year-olds from the heated zone than in those from the control batch. In July the number of young forms of erythrocytes (up to 20%), monocytes and polymorphonuclear leucocytes increase in the blood of bream from the heated zone. Thus, heated waters discharged from the hydropower station affect adversely the vital processes of fish.