

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА РЫБ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА КАРПОВЫХ

В. Ф. ВРАКИН, М. В. СИДОРОВА, В. П. ПАНОВ

(Кафедра эмбриологии, анатомии и гистологии с.-х. животных)

Масса рыбы и отдельных ее органов в определенной мере отражает физиологическое состояние особей на разных этапах онтогенеза. Данные о ней могут быть использованы для прогнозирования характера созревания и различного рода миграций, а также при изучении старения рыб и их естественной смертности [5]. В литературе указывается на сезонные изменения морфологических структур тела рыб, в частности такого важного биологического и хозяйственного показателя, как мускулатура [6 и др.]. Установлены также определенные различия массы мускулатуры у самок и самцов рыб [12 и др.]. Эти данные, безусловно, представляют ценность как биологические индикаторы состояния рыб, они важны и для рыбоперерабатывающей промышленности.

К сожалению, исследования такого рода проведены лишь на ограниченном количестве видов рыб, обитающих в отдельных пресноводных водоемах. В этой связи нами изучались некоторые морфофизиологические особенности ряда видов рыб семейства карповых с различным образом жизни.

Материал и методика

Экспериментальный материал был собран на Саратовском водохранилище в районе села Печерского — поселка Первомайского. Объектом исследования послужила рыба четырех видов: лещ (*Abramis brama* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.), чехонь (*Pelcus cultratus* L.) и жерех (*Aspius aspius* L.), 5—7-летнего возраста, взятая из сетных и траловых уловов в преднерестовый (апрель — май), нагульный (июль — август) и предзимовальный (октябрь — ноябрь) периоды. При проведении биологического анализа определяли массу и длину тела (до конца чешуйного покрова), пол, коэффициент зрелости [7], стадии зрелости

гонад [4] и возраст — по чешуе.

Определяли массу отдельных частей тела, а также белой и красной мускулатуры. Аппликационным методом устанавливали соотношение красной и белой мускулатуры на поперечных разрезах, произведенных отступя 0,5 см от жаберных крышек, по переднему краю спинного плавника и по заднему краю анального плавника.

Для оценки физиологического состояния рыб использовали метод морфофизиологических индикаторов, а именно: определяли индекс печени. Кроме того, устанавливали соотношение массы печени и массы красных мышц.

**Морфологическая характеристика тела рыб в нагульный период
(II стадия зрелости половых продуктов)**

Форма тела рыб, как известно, непосредственно связана с образом их жизни и прежде всего с плавательной активностью. Из литературных данных следует [1], что плавательная активность у чехони и жереха выше, чем у леща и плотвы.

Различная плавательная активность рыб определенным образом сказалась на относительной массе порки и особенно на относительной массе тушки.

Таблица 1

Масса (г — в числителе) и относительная масса (% к общей — в знаменателе) тела, порки и тушки рыб

Масса	Лещ (n=11)	Плотва (n=9)	Чехонь (n=16)	Жерех (n=10)
Тела	573,7	181,8	200,2	646,3
Порки	$514,6 \pm 17,6$	$161,1 \pm 11,0^{***}$	$179,0 \pm 8,1^{***}$	$589,0 \pm 80,31$
	$89,69 \pm 0,56$	$88,61 \pm 0,68$	$89,42 \pm 0,33$	$91,14 \pm 0,59$
Тушки	$384,7 \pm 14,9$	$121,7 \pm 6,10^{***}$	$143,8 \pm 6,8^{***}$	$447,7 \pm 65,3$
	$67,06 \pm 0,56$	$66,62 \pm 0,47$	$71,82 \pm 0,49^{***}$	$69,27 \pm 0,53^{**}$

Примечание. Здесь и в последующих таблицах одной звездочкой обозначена достоверность разницы по сравнению с лещом при $P < 0,05$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

Наиболее развита порка у жереха, несколько хуже у леща, плотвы и чехони, но различия недостоверны. Различия в массе тушки между более подвижными и менее активными видами рыб высокодостоверны. У чехони и жереха относительная масса тушки немного больше, чем у леща и плотвы (табл. 1).

Относительная масса порки и тушки зависит от развития составляющих их морфологических структур, которое, в свою очередь, непосредственно связано с образом жизни рыб. Известно, что наиболее крупная чешуя у сравнительно малоподвижных высокотелых форм, большинство которых обитает в стоячих водоемах. У более быстрых, пелагических рыб чешуя обычно очень мелкая и в некоторых случаях на большей части тела отсутствует [1]. От подвижности рыб находятся в зависимости не только размеры чешуи, но и ее относительная масса (табл. 2).

Масса чешуи наибольшая у плотвы и леща, у чехони и жереха она в 1,5—4 раза меньше. Существенные различия по этому показате-

Таблица 2

Морфологическая характеристика рыб

Показатель	Лещ	Плотва	Чехонь	Жерех
Масса тела, г	543,7	181,8	200,2	646,3
В % от массы тела:				
чешуя	$4,36 \pm 0,09$	$6,78 \pm 0,17^{***}$	$2,78 \pm 0,08^{***}$	$3,44 \pm 0,13^{***}$
плавники	$2,17 \pm 0,04$	$1,64 \pm 0,05^{***}$	$2,40 \pm 0,08^*$	$1,95 \pm 0,05^{***}$
голова	$15,17 \pm 0,19$	$13,38 \pm 0,20^{***}$	$11,37 \pm 0,25^{***}$	$15,78 \pm 0,13^*$
внутренние органы	$9,45 \pm 0,27$	$10,95 \pm 0,36^{**}$	$10,12 \pm 0,31$	$7,42 \pm 0,17^{***}$
кожа	$2,67 \pm 0,06$	$2,36 \pm 0,07^{**}$	$3,06 \pm 0,10^{**}$	$2,13 \pm 0,09^{***}$
мышцы	$53,20 \pm 0,37$	$55,95 \pm 0,57^{**}$	$57,88 \pm 0,42^{***}$	$58,97 \pm 0,36^{***}$
скелет	$11,46 \pm 0,14$	$8,31 \pm 0,22^{***}$	$11,00 \pm 0,23$	$8,69 \pm 0,20^{***}$

лю отмечены также между лещом и плотвой, чехонью и жерехом. У чехони, наиболее подвижной из изученных видов, были самые низкие не только масса чешуи, но и ее размеры на задней части тела, что объясняется сильно выраженными латеральными изгибаниями каудальной части. При увеличении подвижности рыбы увеличивается масса плавников, однако это прослеживается не во всех случаях. У чехони она наибольшая (табл. 2). У жереха относительная масса плавников в 1,2 раза меньше, чем у чехони, и несколько меньше, чем у леща. У плотвы относительная масса плавников наименьшая. Вероятно, имеются определенные функциональные особенности двигательной активности плавников у различных видов рыб, обусловленные характером их питания и гидрологическим режимом, что отмечали Е. Н. Маликова и Ю. И. Никифоров [8], проводившие наблюдения за ряпушкой в разных водоемах.

Между развитием скелета и плавников отмечается некоторая корреляция. По относительной массе осевого скелета сходны между собой лещ и чехонь, плотва и жерех. У первых осевой скелет развит лучше ($P < 0,001$). Относительная масса головы, по-видимому, находится в определенной связи с характером питания рыб. У жереха, ведущего хищный образ жизни, голова массивная и тяжелая, у чехони, в основном питающейся планктонными организмами [11], а также рыбой, относительная масса головы наименьшая. Лещ по относительной массе головы мало отличается от жереха, что, вероятно, связано с плохими условиями питания, при которых преимущественно растут голова и скелет в ущерб наращиванию мускулатуры (недостаточная кормовая база для леща Саратовского водохранилища отмечена в [15]).

С характером питания и образом жизни связано и развитие внутренних органов. Наименьшая относительная масса последних отмечена у жереха. У плотвы этот показатель на 48; 16 и 9 % выше, чем соответственно у жереха, леща и чехони.

В литературе отмечается большая роль кожи в дыхании рыб. Относительная масса кожи у чехони значительно выше (табл. 2), чем у других видов рыб, что, вероятно, определяется пелагическим образом ее жизни. У жереха этот показатель минимальный — почти 1,5 раза ниже, чем у чехони.

Подвижность рыб во многом определяет относительную массу мускулатуры [14]. Развитие мышечной системы, по-видимому, связано с усилиями, затрачиваемыми на поимку добычи. Так как лещ и плотва питаются малоподвижными организмами, относительная масса их мускулатуры (табл. 2) меньше, чем у жереха и чехони, которые по способу охоты выделены в 4-й тип хищников [13]. Это хищники пелагической зоны, они хорошие пловцы, обычно преследуют мелких пелагических рыб.

Мускулатура исследуемых видов рыб состоит из белых и красных поверхностных мышц, причем масса последних в рассматриваемый период в 27—29 раз меньше, чем первых.

Из табл. 3 видно, что доля красных мышц на поперечном разрезе тела — от головного до хвостового плавника — значительно возрастает, причем у разных видов рыб этот показатель увеличивается неодинаково.

У чехони доля красной мускулатуры в области головы в 1,5—2 раза меньше, чем у других видов, но от головы до спинного плавника она значительно увеличивается, в результате чего на уровне спинного плавника этот показатель почти в 4 раза больше, чем около головы, и в 2—2,5 раза больше, чем у остальных видов рыб. От спинного до анального плавника доля красной мускулатуры чехони продолжает увеличиваться, но не столь интенсивно, как у других, менее подвижных видов рыб, но тем не менее ее доля в области анального плавника

Доля красной мускулатуры в различных точках тела рыб (% к белой мускулатуре)

Виды рыб	Около головы	На уровне спинного плавника	На уровне анального плавника
Лещ	3,17±0,53	3,47±0,24	10,26±0,51
Плотва	3,75±0,66	4,90±0,09**	12,60±1,45
Чехонь	2,17±0,29	8,26±0,35***	14,03±0,83**
Жерех	4,15±0,21	3,52±0,20	15,80±1,43*

остается достоверно больше. У жереха доля красной мускулатуры около головы в 1,5—2 раза больше, чем у остальных изученных видов. При этом от головы до спинного плавника заметного нарастания ее не происходит, в результате чего доля этой мускулатуры у спинного плавника жереха на 20 % ниже, чем в области головы. От спинного до анального плавника масса красной мускулатуры резко увеличивается, поэтому ее доля оказывается в 4,5 раза больше по сравнению с данным показателем в краниально расположенных участках тела и самой большой среди соответствующих показателей у других видов рыб.

Динамика массы красной мускулатуры в каудальном направлении у леща и плотвы сходная. У обоих видов относительная ее масса около головы составляет 3,1—3,7 % (табл. 3). От головы до спинного плавника идет некоторое нарастание красной мускулатуры и увеличение в связи с этим ее доли у леща на 10 %, у плотвы — на 30 %. От спинного до анального плавника масса красной мускулатуры возрастает особенно заметно, что приводит к повышению ее доли у плотвы в 2,5, у леща — в 3 раза.

Таким образом, у леща, плотвы, чехони и жереха так же, как и у пластинчатожаберных рыб, красные мышцы особенно хорошо развиты в хвостовой части, которая является наиболее активной во время плавания. Отмеченные нами видовые особенности в развитии этих мышц, по-видимому, связаны с различной двигательной активностью разных групп мышц. Относительная масса белой мускулатуры (в % к массе порки) больше у подвижных рыб — чехони и жереха (табл. 4), а наименьшая — у леща (различия высокостепенно достоверны). Видовые различия внутри экологических групп по этому показателю достаточно велики ($P < 0,05$).

Обмен веществ во многом определяется деятельностью печени, представляющей собой наиболее крупную железу в теле рыбы.

Индекс печени у большинства исследованных видов рыб колеблется в пределах 1,82—2,09 % (табл. 4). Исключение составляет жерех, у которого его значение ниже, чем у чехони, леща и плотвы соответственно в 1,50; 1,35 и 1,31 раза. Видимо, указанная особенность объясняется тем, что на протяжении всего годового цикла гонады жереха находились на II стадии зрелости, когда вителлогенез еще не начался, и печень работала с меньшей нагрузкой.

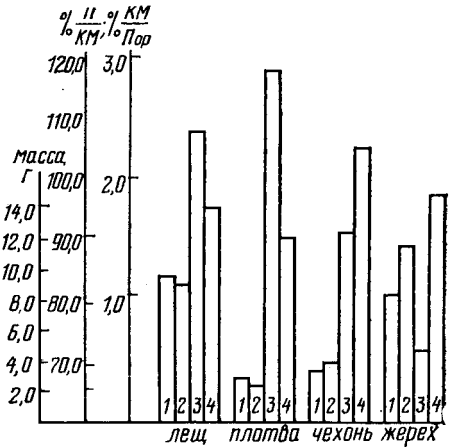


Рис. 1. Соотношение масс печени (II), красных мышц (KM) и порки (Por) рыб.

1 — масса II; 2 — масса KM; 3 — II : KM; 4 — KM : Por.

Индекс печени, красных и белых мышц (% от массы порки)

Виды рыб	Печень	Мышцы	
		красные	белые
Лещ	1,89±0,08	1,79±0,06	57,27±0,34
Плотва	1,82±0,13	1,54±0,07**	60,93±0,47***
Чехонь	2,09±0,07	2,29±0,07***	62,43±0,45***
Жерех	1,39±0,11**	1,93±0,07	62,78±0,55***

Между развитием печени и красной мускулатуры рыб прослеживается обратная взаимосвязь. У более активных рыб — чехони и жереха — отношение массы печени к массе красных мышц равно соответственно 91 и 72 % (рис. 1), а у менее подвижных леща и плотвы, у которых печень развита гораздо лучше, — соответственно 107 и 118 %. Аналогичные данные получены К. Виттенбергером и др. [17], проводившими сравнительное изучение 13 видов морских пелагических и донных рыб.

Сезонные изменения морфологических структур тела рыб

У леща, плотвы и чехони масса тела по сезонам года колебалась незначительно — соответственно в пределах 573,7—619,1 г, 181,8—185,8 и 200,2—250,9 г. У жереха этот показатель колебался в больших пределах — от 646,3 до 1278,4 г.

В нагульный период по сравнению с преднерестовым у всех исследуемых видов рыб относительная масса тушки увеличивалась, а перед зимовкой снижалась. Исключение составил жерех, у этого вида рыбы данный показатель практически не изменялся.

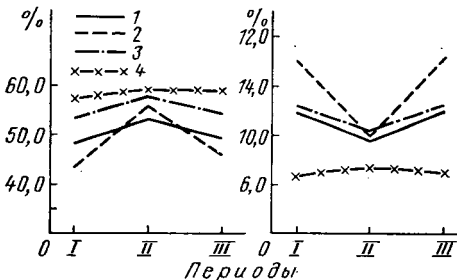


Рис. 2. Сезонная динамика относительной массы мускулатуры (слева) и внутренних органов рыб (% к общей массе).

1 — лещ; 2 — плотва; 3 — чехонь; 4 — жерех; I — преднерестовый период; II — нагульный; III — предзимовальный.

Наиболее значительно по сезонам года меняются масса мышц и масса внутренних органов. Первая у большинства изученных видов рыб увеличивается в течение всего лета и осени за счет поступления в организм пластических и энергетических веществ экзогенного происхождения. Сезонная динамика этого показателя специфична для каждого вида.

У леща в нагульный период по сравнению с преднерестовым масса мышц увеличилась на 16 %, что отразилось и на относительных значениях (рис. 2). Однако к осени положение изменилось, и в предзимовальный период как у самок, так и у самцов леща на нее приходилось лишь 92—94 % значения этого показателя в период нагула, а относительная масса мышц снизилась (разница 3,84 %). Мы склонны объяснять такое явление недостаточной кормовой базой в Саратовском водохранилище, в результате чего эта рыба для поддержания жизнедеятельности вынуждена расходовать пластические вещества мышц.

Такая же сезонная динамика массы мускулатуры наблюдалась и у плотвы. За время нагула относительная масса мышц увеличилась

(разница 12 %), а перед зимовкой снизилась (разница 10 %), что связано с интенсивным ростом внутренних органов (рис. 2). Абсолютная масса мускулатуры плотвы от преднерестового до нагульного периода увеличилась на 27 %, а перед зимовкой снизилась на 18 %.

У чехони в отличие от остальных видов рыб в нагульный период масса мускулатуры резко снизилась (на 15 %), что вызвано расходом пластических веществ мышц во время более позднего нереста, однако это не сказалось на относительных показателях, поскольку одновременно еще более интенсивно уменьшилась масса внутренних органов (рис. 2). В предзимовальный период по сравнению с нагульным масса мускулатуры увеличилась в среднем на 6 %, у самок она составляла 126,69 г, у самцов — 102,3 г, но весеннего уровня так и не достигла.

У самцов жереха значение этого показателя увеличивалось на протяжении всех трех сезонов, но особенно интенсивно осенью: за период нагула по сравнению с преднерестовым всего на 8 %, а в предзимовальный по сравнению с нагульным — на 34 %. К концу опыта она достигла 762 г.

Сезонная динамика массы мускулатуры имеет видовые особенности и определяется в основном изменениями массы белых мышц, которая в зависимости от вида и сезона была в 17—39 раз выше, чем красных.

Масса красной мускулатуры у леща на протяжении изученных периодов мало изменялась: в нагульный период она увеличивалась лишь на 2 %, а в предзимовальный — менее чем на 1 %. У остальных карповых рыб наблюдались более значительные ее изменения.

Перед нерестом как абсолютные, так и относительные значения массы красной мускулатуры (рис. 3) были выше, чем в остальные периоды. У плотвы в этот период относительная ее масса оказалась выше, чем у более активного жереха. За время нагула по сравнению с преднерестовым периодом масса красных мышц у плотвы уменьшилась почти на 40 %, у чехони — на 37, у жереха — на 11 %, в результате расширилось соотношение красной и белой мускулатуры соответственно до 1:36 (самки) и 1:42 (самцы), до 1:30 и 1:25 и до 1:27 и 1:33. В предзимовальный период масса красных мышц возросла соответственно в среднем до 2,7; 5,5 и 27 г, или на 8; 21,7 и 63,6 % по сравнению с периодом нагула. Соотношение красной и белой мускулатуры при этом несколько сузилось, но не достигло показателей преднерестового периода (1:19—1:31) 1:17—1:32 у разных видов.

Масса внутренних органов у исследованных рыб летом снижалась, а к осени вновь возрастала. И только у жереха в нагульный период по сравнению с преднерестовым она не уменьшалась.

Динамика массы внутренних органов во многом определяется массой гонад. В преднерестовый период гонады у леща, плотвы и чехони находились на III—IV стадии зрелости, их масса у самцов составляла 16—40 %, у самок — 50—63 % массы внутренних органов.

После нереста масса гонад уменьшилась в 5—9 раз и как следствие этого масса внутренних органов у леща в нагульный период снизилась на 27 %, у плотвы — на 48, у чехони — на 37 %.

Перед зимовкой значение этого показателя вновь резко возрастало (в 5—6 раз), одновременно значительно увеличивалась масса внутренних органов: у леща — на 40,5 %, плотвы — на 85,2, чехони — на 40,4 %.

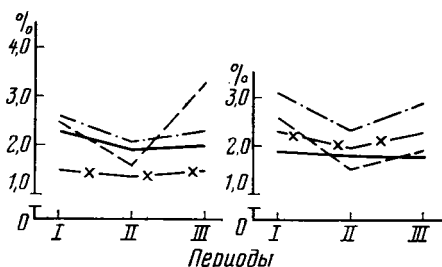


Рис. 3. Сезонная динамика индексов красных мышц (справа) и печени рыб (% к массе порки).

Обозначения те же, что на рис. 2.

Амплитуда колебаний массы внутренних органов была наибольшей у плотвы (рис. 2).

У жереха, как уже отмечалось, гонады во все периоды исследований находились на II стадии зрелости. Относительно жереха мы также применяем условно понятие преднерестового периода, однако вкладываем в него только временное значение. Масса гонад жереха не превышала 10—11 % массы внутренних органов.

Сравнение сезонной динамики массы печени с изменениями массы гонад и красных мышц подтверждает прямую взаимосвязь между ними. На массу печени плотвы в преднерестовый период в среднем приходится 13 %, леща и чехони — 17, жереха — 21 % массы внутренних органов. Индекс печени в этот период у всех рыб близок, и лишь у жереха он более чем 1,5 раза ниже (рис. 3).

В нагульный период масса печени рыб и ее индекс, а также масса гонад, масса и индекс красной мускулатуры (рис. 3) значительно меньше, чем в преднерестовый. Снижение индекса печени во время нагула отмечают А. Кирсипуу и др. [3]. Подобная синхронность изменения этих показателей сохраняется и перед зимовкой, хотя масса мышц и печени в этот период возрастает. Относительная масса других морфологических структур изменяется в течение годового цикла незначительно.

Различия морфологических структур тела у самцов и самок

Сезонная динамика морфологических структур тела рыб у самцов и самок в основном сходна, но есть и некоторые различия.

Масса тела у самок леща, плотвы и чехони в среднем за три периода исследований соответственно на 53,6; 47,3; 38,7 г больше, чем у самцов, а у самок жереха, наоборот, она на 65,2 г меньше, что объясняется меньшим их возрастом в нагульный период. Между тем относительная масса тушек самцов леща и плотвы больше, чем самок (табл. 5). У самцов чехони этот показатель также больше (на 4,9—

Таблица 5

Масса тушек и мускулатуры (% от массы тела) у самок (числитель) и самцов рыб (знаменатель)

Виды рыб	Период					
	преднерестовый		нагульный		предзимовальный	
	тушка	мышцы	тушка	мышцы	тушка	мышцы
Лещ	62,7	47,0	66,0	52,4	60,5	47,3
	66,8***	49,7	68,3*	54,0	65,6**	51,5***
Плотва	54,0	39,2	65,3	54,7	55,8	45,8
	61,6***	48,0***	67,3**	57,3	61,3**	48,3
Чехонь	67,0	52,3	72,9	57,9	66,4	51,2
	72,5***	54,7*	71,7	57,8	71,3***	57,1***
Жерех	69,9	57,9	69,3	58,3	69,8	58,8
	70,0	56,6	69,2	59,6	69,9	58,6

5,5 %), но не в нагульный период, когда половых различий не наблюдалось. У самок и самцов жереха различия по относительной массе тушек отсутствовали.

Во все исследованные периоды относительная масса мышц у самок леща и плотвы ниже, чем у самцов. То же можно сказать и о чехони. Лишь в нагульный период масса мышц у самок и самцов практически

одинаковая. У жереха различия между самцами и самками по массе мускулатуры недостоверны.

Относительная масса мускулатуры у самок и самцов всех исследованных видов рыб в нагульный период по сравнению с преднерестовым увеличивается. Перед зимовкой этот показатель у обоих полов леща и плотвы, а также у самок чехони снижается. У самцов чехони и жереха и самок жереха относительная масса мускулатуры меняется незначительно.

В то же время имеются данные, показывающие, что у самок сырты и леща в заливе Куршю-Марес [6] в конце нагула мясистость выше, чем у самцов. То же отмечалось и у каспийских рыбака и жереха [12].

Относительная масса красной мускулатуры у самцов во все сезоны года несколько больше, особенно у чехони.

Снижение массы этой мускулатуры наблюдается в нагульный период и у самок, и у самцов всех видов исследованных рыб, а повышение в предзимовальный период — только у самцов, особенно плотвы (почти в 1,3 раза, а относительной массы — даже в 3,3 раза), у самок она в это время практически не меняется, хотя некоторое снижение массы белой мускулатуры у них приводит к возрастанию процентного содержания красных мышц.

Известно, что масса красных мышц непосредственно связана с подвижностью рыб. Самцы в период нереста более подвижны [16], к тому же они дольше остаются на нерестилищах [2], что, вероятно, и обуславливает лучшее развитие у них боковых красных мышц.

Относительная масса внутренних органов у самок во все периоды исследования больше, чем у самцов (разница 1,0—9,2 %). У самок леща, плотвы и чехони в преднерестовый и предзимовальный периоды внутренние органы максимально развиты (14,6—20,7 %), а во время нагула их развитие затормаживается (9,9—11,0 %). У самцов леща, чехони и жереха и самок жереха этот показатель мало меняется по сезонам, а у плотвы колеблется довольно резко (8,7—13,3 %).

У рыб, масса внутренних органов которых мало меняется в течение годового цикла, практически остается постоянной и относительная масса тушек, несмотря на сезонные изменения массы мускулатуры. При существенном изменении массы внутренних органов выход тушек

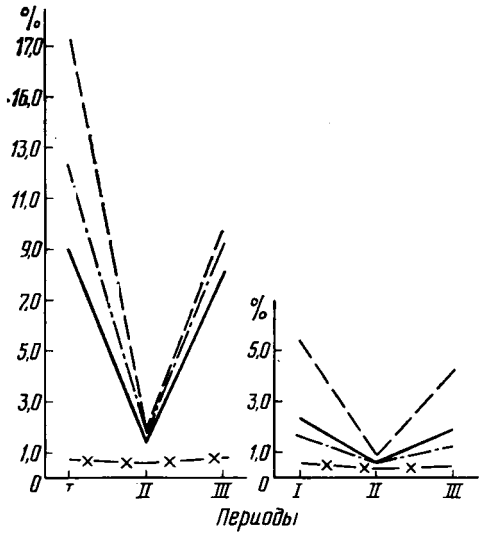


Рис. 4. Сезонная динамика коэффициента зрелости самок (слева) и самцов рыб (% к массе порки).

Обозначения те же, что на рис. 2.

Таблица 6
Индекс печени (% к массе порки) у самок (числитель) и самцов рыб (знаменатель)

Виды рыб	Период		
	преднерестовый	нагульный	предзимовальный
Лещ	2,4	1,9	2,3
	2,1	1,9	1,7***
Плотва	2,7	2,1	3,0
	2,2	1,3	3,5*
Чехонь	2,3	2,1	2,3
	2,2	2,1	2,2
Жерех	1,5	1,6	1,6
	1,5	1,2*	1,4

также меняется, как, например, у самок и самцов плотвы, самок леща и чехони.

Относительная масса гонад у самок леща, плотвы и чехони по сезонам года колеблется соответственно в пределах 1,5—8,9; 1,8—17,2 и 1,7—12,1 %, а у самцов — в пределах 0,6—2,9; 0,9—5,4 и 0,6—1,7 % (рис. 4).

Резкие сезонные изменения относительной массы гонад отмечаются в литературе [9 и др.]. Максимум этот показатель достигает перед нерестом. В нагульный период относительная масса гонад у самок и самцов леща снижается соответственно в 5,9 и 4,8 раза, у плотвы — в 9,6 и 6,0, у чехони — в 7,1 и 2,8 раза. В этот период коэффициент зрелости у самок, как и до нереста, больше, чем у самцов, однако половые различия выражены в меньшей степени. Перед зимовкой в связи с ростом гонад масса половых продуктов у обоих полов и особенно у самок возрастает, в результате коэффициент зрелости у самок плотвы, леща и чехони увеличивается соответственно до 9,7; 8,2 и 9,3 %, у самцов — до 1,8; 4,6 и 1,4 %.

Относительная масса гонад жереха в течение исследуемых периодов мало меняется, поскольку половые продукты находятся на II стадии зрелости. В этой связи половые различия по коэффициенту зрелости у жереха менее выражены, чем у других исследуемых видов рыб, все же у самцов он несколько ниже, чем у самок (рис. 4).

Относительная масса гонад в значительной степени зависит от условий обитания рыб [10]. Вероятно, более высокая относительная масса гонад у плотвы по сравнению с лещом и чехонью (рис. 4) определяется также и лучшими условиями нагула. Печень самок во все исследованные сезоны крупнее, чем у самцов, в большинстве случаев больше и индекс печени (табл. 6). Сезонная динамика массы печени однотипна у самок и самцов и уже рассматривалась нами. Половые различия проявляются лишь в разной степени выраженности снижения или нарастания индекса печени у рыб разных видов. Наиболее выражены эти различия у плотвы: в нагульный период по сравнению с преднерестовым индекс печени у самок снижается на 0,6 %, у самцов — на 0,9 %, в предзимовальный заметно возрастает — у самок на 0,9 %, у самцов на 2,2 %.

Выводы

1. Относительная масса всей мускулатуры у менее подвижных видов рыб — леща и плотвы — составляет 53,2—55,95 %, красной — 1,54—1,79, у более активных — чехони и жереха — соответственно 57,88—58,97 и 1,93—2,29 %.

2. У всех исследованных видов рыб доля красной мускулатуры возрастает в каудальном направлении: у леща и плотвы — в 3,2—3,4 раза, а у чехони и жереха — в 3,8—6,4 раза.

3. Масса мышц у рыб в большинстве случаев увеличивается от преднерестового периода до нагула. У самок и самцов плотвы и леща, а также у самцов жереха масса мышц в нагульный период возрастает соответственно на 27; 16 и 8 %. Перед зимовкой у жереха она увеличивается на 34 %, а у леща уменьшается и составляет только 92—94 % к массе в предыдущий период, что объясняется недостаточной кормовой базой для этого вида карповых. У чехони в отличие от остальных видов в нагульный период масса мускулатуры снижается на 15 %, что, вероятно, связано с более поздним ее нерестом. Перед зимовкой данный показатель увеличивается в среднем на 6 %.

4. Сезонная динамика массы мускулатуры определяется в основном изменениями массы белых мышц, которая в зависимости от вида и сезона в 17—39 раз больше массы красных мышц. Последняя во вре-

мя нагула ниже, чем в преднерестовый период, у плотвы почти на 40 %, у чехони — на 37, у жереха — на 11 %, а перед зимовкой по сравнению с периодом нагула выше соответственно на 108,0; 121,7 и 163,6 %. У леща сезонные изменения массы красных мышц незначительные — не превышают 2 %.

5. У самок леща, плотвы и чехони относительный выход мускулатуры на протяжении всего годового цикла соответственно на 2,8; 4,6 и 2,8 % ниже, чем у самцов. У жереха половые различия по этому показателю отсутствуют. Относительная масса красной мускулатуры у самцов большинства исследованных видов рыб, особенно у чехони, несколько больше.

6. Масса печени и красных мышц зависит от подвижности рыб. У леща и плотвы масса печени соответственно на 7 и 18 % больше массы красных мышц, а у чехони и жереха — на 9 и 28 % меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев Ю. Г. Функциональные основы внешнего строения рыбы. М.: Наука, 1963, с. 248. — 2. Белянина Т. М., Макарова Н. П. Некоторые закономерности распределения жира в организме рыб в связи с созреванием гонад. — В кн.: Теорет. основы рыбоводства. М.: Наука, 1965, с. 42—46. — 3. Кирсипуу А., Лаугасте К., Кангур А. Связь сезонных изменений в белковой системе сыворотки крови, гистологической картине печени и биохимическом составе мышц с обменом веществ у леща. — В кн.: Биология пресноводн. организмов Эстонии. Т. 6. Тарту, 1974, с. 184—198. — 4. Коблицкая А. Ф. Изучение нереста пресноводных рыб. М.: Пищевая пром-ть, 1966. — 5. Кривобок М. Н. Весовые индексы органов и тканей рыб как показатели их физиологического состояния. — Экологич. физиол. рыб, 1973, с. 195—197. — 6. Кублицкас А. К. Исследование жирности и мясности некоторых карповых рыб залива Куршю-Марес. — Науч. тр. высш. учебн. заведений ЛитССР. Биология. Т. 7, Вильнюс, 1967, с. 65—72. — 7. Лягина Т. Н., Спановская В. Д. Изучение сезонной динамики биологических показателей половозрелых рыб. — В кн.: Типовые методики исследов. продуктивности видов в пределах их ареалов. Ч. II. Вильнюс: Моклас, 1976, с. 104—109. — 8. Маликов Е. М., Никифоров Ю. И. О весовом и химическом составе ряпушки в озерах Латвийской ССР. — НИИ рыб. хоз-ва ЛатвССР, 1961, т. 3, с. 461—471. — 9. Максунув В. А. Материалы к морфолого-биологической характеристике рыб Фархаденого водохранилища. — Тр. Ин-та зоол. и паразитол. им. Павловского АН ТаджССР, 1961, вып. 23, с. 158. — 10. Пискунова В. В. К вопросу о влиянии некоторых экологических факторов на естественное воспроизводство густеры Веселовского водохранилища. — Изв. ГосНИИОРХ, 1978, № 133, с. 37—40. — 11. Постнов И. Е. Питание чехони в приплотинной части Горьковского водохранилища. — Уч. зап. Горьк. ун-та, 1970, вып. 105, с. 27—31. — 12. Спасская Т. Х., Мохов М. Г. Весовая характеристика структур организма каспийского рыба и жереха. — Экологич. физиол. рыб, 1973, с. 197—198. — 13. Фортунатова К. Р., Попова С. А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. М.: Наука, 1973. — 14. Шмерлинг М. Д., Иванова С. Ф., Гребнева О. А. О роли скелетной мускулатуры в обеспечении высокой эффективности движения рыб. — Бионика, 1977, № 11, с. 69—77. — 15. Яковлева А. Н. Условия и эффективность естественного воспроизводства рыб в Саратовском водохранилище. — Изв. ГосНИИОРХ, 1976, т. 94, с. 11—18. — 16. Brown V. M. — Behaviour, 1961, vol. 18, p. 177—198. — 17. Wittenberger C., Oros J. — Studia Cerc. Biol., 1961, t. 12, S. 333—341.

Статья поступила 12 ноября 1980 г.

SUMMARY

Specific peculiarities of morphological structure of the fish (bream, roach, ziege and asp) body are discussed in connection with their swimming activity. The relative mass of both white and red muscles in more active species — ziege and asp — is higher than in less active ones — bream and roach. In bream and roach the liver mass is higher than the mass of red muscles, while in ziege and asp it is lower. The portion of red muscles in all the investigated fish species increases in the caudal direction. Seasonal dynamics in the muscle mass is mostly caused by variations in the white muscle mass which is 17—39 times higher than the mass of red muscles. Sexual distinctions in fish by the relative mass of muscles, liver and gonads also discussed.