

УДК 639.215:611.1/8

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ
В ГИСТОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ МЫШЦ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ
СЕМЕЙСТВА КАРПОВЫХ**

М. В. СИДОРОВА, В. П. ПАНОВ

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

Знание гистологической структуры мышц позволяет обоснованно оценить технологические и пищевые качества рыбы. К сожалению, данных о гистологической структуре мышц у рыб отечественных водоемов мало. Ряд авторов [1, 11] проводили исследования мускулатуры карпа, но без анализа двух типов мышц (белых и красных). Вместе с тем отмечается [7, 8], что у вьюна, сороги, щуки и меченосца белые и красные мышцы значительно различаются по своей микроструктуре. Изучена ультраструктурная организация мышц у некоторых морских и пресноводных видов рыб

[10, 14]. В то же время данных о гистологической структуре белых и красных мышц промысловых видов рыб, к которым относятся карповые, обитающих в пресноводных водоемах нашей страны, мы не обнаружили. В связи с этим нами была поставлена задача изучить гистологическую структуру этих мышц у ряда карповых рыб с различной экологией.

Материал и методика

Экспериментальный материал был собран на Саратовском водохранилище. Исследо-

валось гистологическое строение мышц у самок и самцов леща, плотвы, чехони и жереха в преднерестовый, нагульный и предзимовальный периоды. Кусочки мышц вырезали на уровне спинного плавника с таким расчетом, чтобы в них вошли белые и красные волокна. Пробы мышц фиксировали в 4 % нейтральном формалине, заливали в желатин, делали на замораживающем микротоме срезы толщиной 10—15 мкм, окрашивали суданом III и гематоксилином по Каррачи. На гистосрезах определяли соотношение тканей аппликационным методом. С помощью окуляр-микрометра измеряли по два диаметра белых, промежуточных и красных мышечных волокон (по 100

званной так по красновато-коричневому цвету составляющих ее мелких темных волокон поперечно-полосатой мышечной ткани средним диаметром 23—37 мкм (рис. 1—4, б). В красной мускулатуре мышечной ткани достоверно меньше (на 7—20 %), чем в белой, но гораздо больше (в 18—45 раз) жировых прослоек.

Между белой и красной мускулатурой расположен промежуточный слой, резко отграниченный от красной мускулатуры и менее резко от белой. Этот слой состоит из светлых волокон средним диаметром 38—53 мкм, по остальным гистологическим характеристикам он приближается к белой мускулатуре.

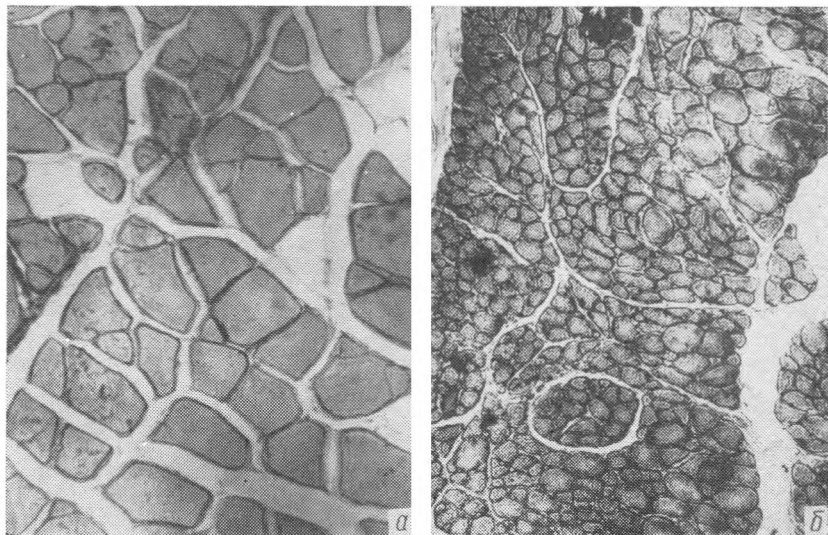


Рис. 1. Гистологическое строение мускулатуры леща ($\times 200$).

а — белые мышцы; б — красные мышцы.

волокон в каждой мышце) и вычисляли средний их диаметр; с помощью трихинелоскопа устанавливали количество белых и красных волокон на единицу площади.

Общая характеристика белых и красных мышц

Мускулатура рыб неоднородна по своему морфохимическому составу. Основную массу мускулатуры, расположенной медиально в теле рыбы, составляют белые мышцы, состоящие на 90—95 % из поперечно-полосатой мышечной ткани, образованной крупными светлыми волокнами со средним диаметром 58—83 мкм (рис. 1—4, а). На соединительную ткань приходится 4,5—9,6 % площади мышц, она образует более или менее плотные септы (тяги), отделяющие крупные группы волокон друг от друга. Жировые прослойки чрезвычайно малы, редки, они занимают 0,6—1,6 % всей площади мышц.

Латерально по всей длине тела рыбы проходит тяж красной мускулатуры, на-

Видовые особенности гистоструктуры мышц рыб, находящихся в сходном физиологическом состоянии (II стадия зрелости)

В белых мышцах плотвы содержится достоверно больше мышечной ткани, чем у остальных изученных видов (табл. 1). У нее самые крупные белые мышечные волокна (рис. 2, а), их меньше всего приходится на единицу площади мышцы (табл. 2), и они наиболее плотно прилегают друг к другу, занимая 89,8 % площади поля зрения. Между остальными видами нет достоверных различий и по диаметру волокон, и по содержанию мышечной ткани в белых мышцах. Диаметр белых мышечных волокон у чехони достоверно меньше (рис. 3, а), чем у других рыб, а между лещом и жерехом разница по этому показателю незначительна (рис. 1 и 4, а). У чехони мышечные волокна лежат наиболее рыхло и занимают 61,3 % площади поля зрения, у жереха и леща они занимают со-

Т а б л и ц а 1

Соотношение тканей в белых (числитель) и красных (знаменатель) мышцах рыб (%)

Вид рыб	Ткань		
	мышечная	жировая	соединительная
Лещ	91,15	1,60	7,25
	84,28	13,15	2,57
Плотва	94,36*	0,84**	4,80
	82,98	12,32	4,20**
Чехонь	93,85	0,61***	5,54
	72,62**	22,79**	4,59**
Жерех	89,80	0,56	9,64
	70,69***	25,41	3,90

Примечание. Здесь и в табл. 2 одной звездочкой обозначена достоверность разницы по сравнению с лещом при $P < 0,05$, двумя — при $P < 0,01$, тремя — при $P < 0,001$.

ответственно 68,8 и 89,8 % площади поля зрения.

Нами не замечена также связь содержания соединительной ткани в белых мышцах с подвижностью рыб, но прослеживается четкая прямая зависимость между массой тела рыбы и количеством этой ткани в белых мышцах (табл. 1). У более крупных рыб, таких, как жерех и лещ (средняя масса тела соответственно 646,3 и 573,7 г), между мышечными пучками имеются мощные прослойки более плотной соединительной ткани, чем у чехони и особенно плотвы, что определяет большее содержание соединительной ткани в их белых мышцах.

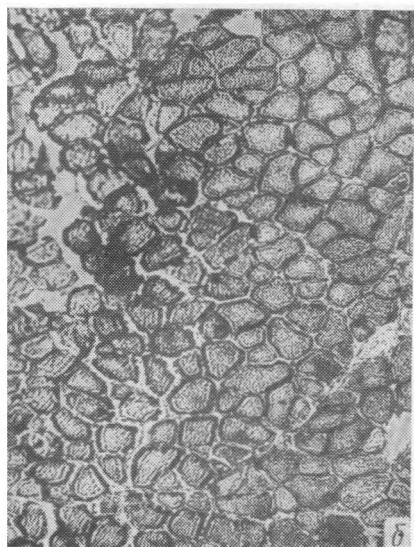
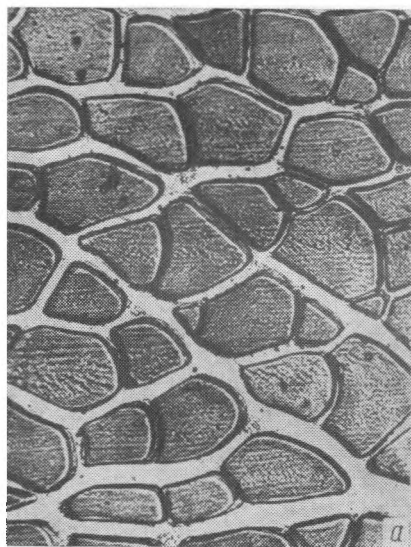
Наибольшее количество жировой ткани в белых мышцах содержится у леща: в 2,6 и 2,9 раза больше, чем у чехони и жереха. У плотвы этот показатель также выше, чем у быстроплавающих пелагических рыб, но достоверно ниже, чем у леща (табл. 1). Различное содержание жира в белых мышцах рыб, вероятно, связано с принадлежностью изучаемых видов к различным экологическим группам.

Развитие мышечной и жировой тканей красных мышц четко зависит от подвижности рыб. У леща и плотвы мышечной ткани в красных мышцах на 10—14 % больше, чем у чехони и жереха (табл. 1). Красные мышечные волокна, как и белые, самые крупные у плотвы (рис. 2, б; табл. 2). И хотя они плотно прилегают друг к другу, занимая 76,5 % площади поля зрения, в расчете на единицу площади мышц их меньше, чем у остальных видов рыб.

У чехони на единицу площади красных мышц, как и белых, приходится наибольшее количество волокон: в 1,7 раза больше, чем у леща и плотвы, и в 1,4 раза больше, чем у жереха (табл. 2). Диаметр волокон достоверно меньше (рис. 3, б), чем у остальных видов, они более рыхло расположены в мышечных пучках (50,3 % поля зрения). У леща и жереха размеры красных волокон (рис. 2 и 4, б), количество и плотность их расположения различаются мало (табл. 2).

Содержание соединительной ткани в красных мышцах большинства исследованных видов рыб колеблется в узких пределах — от 4 до 4,8 %, и лишь у леща оно в 1,5—1,8 раза меньше (табл. 1).

По содержанию жира в красных мышцах картина противоположна той, которая характерна для белых мышц. В этих мышцах у более активных видов рыб — чехони и

Рис. 2. Гистологическое строение мускулатуры плотвы ($\times 200$).

Обозначения те же, что на рис. 1.

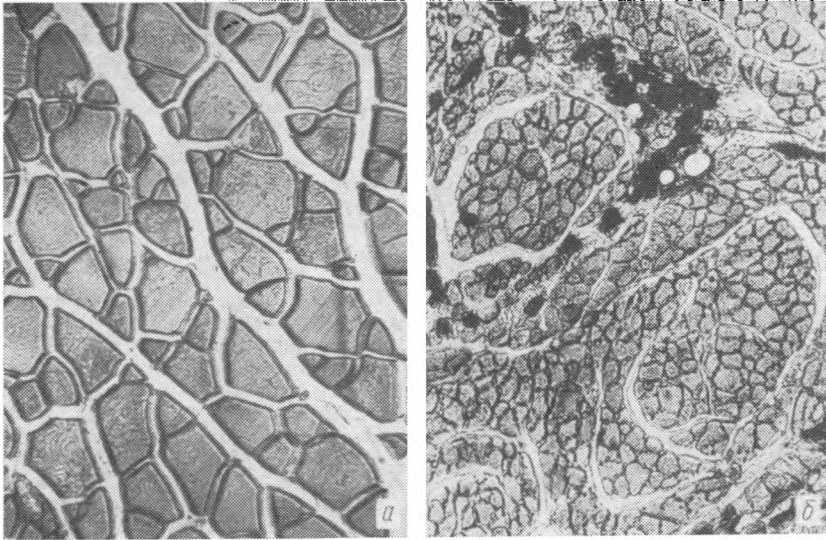


Рис. 3. Гистологическое строение мускулатуры чехони ($\times 200$).
Обозначения те же, что на рис. 1.

жереха — содержится в 1,7—2,0 раза больше жира, чем у леща и плотвы ($P < 0,001$), в то же время внутри экологических групп видовые различия незначительны (табл. 1).

Описанные нами особенности в содержании и локализации жира в белых и красных мышцах леща, плотвы, чехони и жереха мы объясняем различиями в подвижности и способе их питания.

Средний диаметр волокон промежуточного слоя, так же как и белых мышц, наибольший у плотвы — 52,82 мкм. У нее же наиболее плотное расположение волокон при наименьшем их количестве на единицу площади мышцы. У леща эти показатели

несколько больше, чем у жереха, и достоверно больше, чем у чехони. У последней самые мелкие, рыхло расположенные волокна, несмотря на их большее количество на единицу площади мышцы (табл. 2).

Промежуточный слой по цвету волокон, содержанию жира и соединительной ткани сходен с белыми мышцами. Размеры же волокон в этом слое у всех видов рыб достоверно меньше, чем в белой мускулатуре (табл. 2). Следовательно, наблюдается определенная тенденция к уменьшению диаметра и более рыхлому расположению волокон у более активных видов — чехони и жереха.

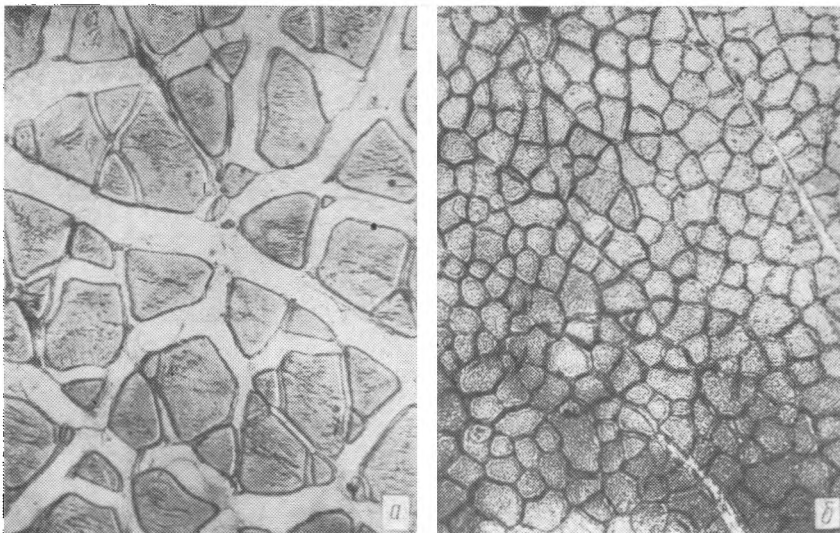


Рис. 4. Гистологическое строение мускулатуры жереха ($\times 200$).
Обозначения те же, что на рис. 1.

Диаметр (мкм) мышечных волокон (числитель) и их количество на единицу площади

Вид рыб	Белые мышцы	Промежуточный слой	Красные мышцы
Лещ	$61,71 \pm 1,04$	$44,96 \pm 2,55$	$31,78 \pm 2,06$
	$12,2 \pm 1,04$	$18,5 \pm 0,67$	$31,2 \pm 1,02$
Плотва	$83,03 \pm 2,71^{***}$	$52,82 \pm 3,81$	$37,30 \pm 1,11^*$
	$7,2 \pm 0,40^{***}$	$17,0 \pm 1,35$	$30,4 \pm 0,92$
Чехонь	$58,20 \pm 1,06^*$	$38,20 \pm 1,62^*$	$22,59 \pm 0,99^{**}$
	$10,1 \pm 0,96$	$25,9 \pm 2,11^{***}$	$54,5 \pm 3,96^{***}$
Жерех	$61,09 \pm 0,84$	$40,93 \pm 1,45$	$28,50 \pm 1,63$
	$10,2 \pm 0,24$	$17,6 \pm 1,05$	$39,9 \pm 1,73^{**}$

Сезонные изменения тканевого состава мышц

В преднерестовый период в белых мышцах леща и плотвы содержится больше мышечной ткани, чем у чехони и жереха, а на жировую ткань приходится 0,23—0,74 % всей площади мышц, что превышает этот показатель в предзимовальный период. По-видимому, это в какой-то мере связано с откормом рыб перед нерестом, что отмечают и другие исследователи [2, 5].

В нагульный период масса мускулатуры увеличивается в основном за счет нарастания соединительной ткани и жира, что приводит к изменению в соотношении тканевых компонентов в мышцах.

У всех изученных видов рыб в этот период по сравнению с преднерестовым доля мышечного компонента в белых мышцах снижается (на 1,2—4,6 %). В то же время количество соединительной ткани увеличивается более чем вдвое у леща и плотвы, в 1,4 раза — у жереха и на 20 % у чехони. Количество жировой ткани у этих видов, кроме жереха, возрастает. Наиболее значительное увеличение жирового компонента в нагульный период по сравнению с преднерестовым (табл. 3) наблюдается у леща (в 2 раза) и плотвы (в 3,7 раза).

В предзимовальный период при общем увеличении массы мышц продолжается повышение содержания в них соединительной ткани, что приводит к уменьшению содержания мышечного компонента в белых мышцах, исключение составляет лещ, у которого эти показатели существенно не изменились.

Р. М. Лав [6] предполагает, что увеличение содержания соединительной ткани является неспецифичным, оно может проявляться как в процессе созревания, так и в других условиях. На активное отложение соединительнотканного белка — коллагена — в теле сельди во время созревания и особенно в конце года, когда рыба прекращала питаться, указывал Р. Хайес [15]. Вместе с тем получены данные о повышении содержания нерастворимого белка [17], который, по-видимому, является вновь синтезированным коллагеном [18]. Увеличение азота нерастворимых белков отмечено у

трески в ноябре, в начале полового созревания по сравнению с его содержанием в летний период, а также у неполовозрелых рыб [16].

Литературные данные свидетельствуют о том, что в зимнее время исследуемые нами виды рыб прекращают питаться [4, 9, 12, 13].

Содержание жира в белых мышцах в предзимовальный период по сравнению с нагульным у леща снижается в 4 раза, у чехони — в 3 раза, у плотвы жир исчезает совсем. Это, вероятно, в значительной степени связано с его расщеплением на построение гонад и снижением интенсивности питания рыб.

У жереха содержание жира в белых мышцах по сезонам года изменяется незначительно, что, очевидно, объясняется отсутствием роста и развития гонад, которые в течение исследованных периодов находились на II стадии зрелости.

Таким образом, у всех видов рыб в белых мышцах от преднерестового до предзимовального периода постепенно увеличивается количество соединительнотканного компонента, что можно связать с процессом созревания, а также с частичным или полным прекращением питания.

Сезонная динамика тканевого состава красных мышц иная, чем белых. В нагульный период в этих мышцах возрастает содержание мышечной ткани. Только у плотвы во время нагула оно несколько снижается. Снижение массы красных мышц в нагульный период по сравнению с преднерестовым происходит за счет такой лабильной ткани, как соединительная, в результате ее содержание у леща уменьшается в 3,5 раза, у чехони — в 2,3 раза, у жереха практически не меняется, у плотвы, наоборот, количество соединительной ткани возрастает (на 37 %).

Содержание жира в красных мышцах от преднерестового периода до нагульного изменяется незначительно, причем у пелагических рыб отмечена явная тенденция к его снижению, а у менее активных рыб (плотва) — слабая тенденция к повышению.

В предзимовальный период по сравнению с нагульным количество мышечного компонента в красных мышцах леща, плотвы и

Тканевый состав белых (числитель) и красных (знаменатель) мышц у рыб в различные сезоны (%)

Вид рыб	Мышечная	Жировая	Соединительная
Преднерестовый сезон			
Лещ	95,78±0,35	0,74±0,13	3,48±0,21
	77,79±1,90	13,30±1,75	8,91±0,91
Плотва	97,55±0,13	0,23±0,00	2,22±0,13
	86,35±0,89	10,59±0,99	3,06±0,27
Чехонь	95,00±0,95	0,42±0,09	4,58±0,89
	63,74±3,23	25,84±3,97	10,42±0,78
Жерех	92,48±1,17	0,68±0,05	6,84±1,14
	68,33±1,87	27,76±1,05	3,91±0,89
Нагульный			
Лещ	91,15±1,23**	1,60±0,12***	7,25±1,24*
	84,28±0,92*	13,15±0,82	2,57±0,29***
Плотва	94,36±0,35***	0,84±0,16**	4,80±0,51***
	82,98±1,25	12,82±1,04	4,20±0,25*
Чехонь	93,85±1,24	0,61±0,13	5,54±1,11
	72,62±2,48	22,79±2,15	4,59±0,38***
Жерех	89,80±0,71	0,56±0,16	9,64±0,77*
	70,69±1,69	25,41±2,61	3,90±1,16
Предзимовальный			
Лещ	91,98±0,41***	0,38±0,05**	7,64±0,40***
	74,29±2,71	13,29±1,71	12,42±0,99*
Плотва	87,49±0,84***	—	12,51±0,84***
	79,98±1,25**	11,63±1,20	8,40±0,37***
Чехонь	90,15±2,11	0,19±0,06	9,66±2,06*
	50,52±3,58*	35,69±4,99	13,79±1,72
Жерех	85,93±0,44***	0,67±0,05	13,40±0,39***
	73,10±1,43	25,34±1,25	1,56±0,26*

Примечание. Одной звездочкой обозначена достоверность разницы по сравнению с преднерестовым сезоном при $P < 0,05$, двумя — при $P < 0,01$, тремя — при $P < 0,001$.

чехони уменьшается соответственно на 10,0; 3,0 и 22,1 %, что связано с активным нарастанием соединительной ткани, доля которой у леща увеличилась в 4,8 раза, у плотвы — в 2, у чехони — в 3 раза.

У жереха относительное количество мышечной ткани возрастает на 5 %, а соединительной снижается более чем вдвое. Повидному, процессы созревания и сокращение питания к зимнему периоду сказались на динамике соединительной ткани и в красных мышцах.

Половые различия

Половые различия в содержании тканевых компонентов в белых мышцах у большинства исследованных видов рыб незначительны, они сводятся к тому, что у самок мышечной ткани на 0,6—1,3 % больше, чем у самцов, а соединительной — на 0,5—2,1 % меньше. Жировой ткани в белых

мышцах в 1,1—2,7 раза больше у самок леща, плотвы и чехони.

По соотношению тканей красных мышц изученные виды карповых четко делятся на 2 группы. В одну группу входят лещ и плотва, у самцов этих видов в красных мышцах преобладает мышечный компонент (на 4—6 % больше, чем у самок), у самок — жировой (на 4,1—4,6 % больше, чем у самцов). Другую группу составляют чехонь и жерех, у которых мышечный и соединительнотканый компоненты в красных мышцах преобладают у самок (соответственно на 3,9—6,1 и 0,1—4,2 % больше, чем у самцов), а жировой — у самцов (на 6,1—8,0 % больше, чем у самок).

Половые различия определенным образом сказываются и на сезонной динамике структурных компонентов белых и красных мышц, причем динамика эта часто специфична для вида.

У плотвы половые различия в соотношении тканевых компонентов в белых мышцах

Таблица 4

Тканевый состав белых (числитель) и красных (знаменатель) мышц у самок и самцов плотвы (%)

Пол	Период		
	преднерестовый	нагульный	предзимовальный
Мышечная ткань			
Самки	$97,42 \pm 0,25$	$94,39 \pm 0,71$	$88,37 \pm 1,17$
	$84,37 \pm 0,20$	$81,18 \pm 1,79$	$77,98 \pm 1,89$
Самцы	$97,67 \pm 0,07$	$94,33 \pm 0,58$	$86,61 \pm 1,18$
	$88,33 \pm 0,16^{***}$	$84,77 \pm 1,17$	$81,98 \pm 0,87$
Жировая			
Самки	$0,20 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,10$	—
	$12,72 \pm 0,42$	$15,03 \pm 0,67$	$13,45 \pm 1,53$
Самцы	$0,27 \pm 0,02$	$0,52 \pm 0,06^{**}$	—
	$8,46 \pm 0,39^{**}$	$10,59 \pm 0,96$	$9,80 \pm 1,23$
Соединительная			
Самки	$2,38 \pm 0,24$	$4,42 \pm 0,78$	$11,63 \pm 1,17$
	$2,91 \pm 0,41$	$3,79 \pm 0,15$	$8,57 \pm 0,73$
Самцы	$2,06 \pm 0,06$	$5,15 \pm 0,64$	$13,39 \pm 1,18$
	$3,21 \pm 0,41$	$4,64 \pm 0,35$	$8,22 \pm 0,78$

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

Таблица 5

Тканевый состав белых (числитель) и красных (знаменатель) мышц у самок и самцов леща (%)

Пол	Период		
	преднерестовый	нагульный	предзимовальный
Мышечная ткань			
Самки	$95,24 \pm 0,29$	$93,68 \pm 0,61$	$91,93 \pm 0,62$
	$73,77 \pm 0,89$	$85,00 \pm 0,74$	$68,72 \pm 1,72$
Самцы	$96,34 \pm 0,23^*$	$88,61 \pm 0,90^{**}$	$92,03 \pm 0,67$
	$81,80 \pm 1,12^{**}$	$83,56 \pm 1,79$	$79,86 \pm 1,68^{**}$
Жировая			
Самки	$1,46 \pm 0,13$	$1,71 \pm 0,13$	$0,75 \pm 0,05$
	$16,77 \pm 1,05$	$12,97 \pm 0,80$	$15,29 \pm 2,33$
Самцы	—	$1,48 \pm 0,21$	—
	$9,84 \pm 1,48^*$	$13,32 \pm 1,64$	$7,96 \pm 1,86$
Соединительная			
Самки	$3,30 \pm 0,37$	$4,61 \pm 0,48$	$7,32 \pm 0,57$
	$9,46 \pm 1,93$	$2,03 \pm 0,28$	$15,99 \pm 1,10$
Самцы	$3,66 \pm 0,23$	$9,91 \pm 0,70^{**}$	$7,97 \pm 0,60$
	$8,36 \pm 0,34$	$3,12 \pm 0,23^*$	$12,18 \pm 0,18$

выражены в меньшей степени, чем остальных видов рыб (табл. 4). Сезонная динамика содержания мышечной, соединительной и жировой тканей у самцов и самок полностью совпадает и по направлению, и

по значению показателей. И лишь в нагульный период у самок в белых мышцах накапливается в 2,3 раза больше жировой ткани, чем у самцов. Мы объясняем это более длительным пребыванием самцов на не-

рестилищах, в результате они не успевают накопить большое количество жира. В красной мускулатуре у самцов плотвы во все исследованные периоды мышечной ткани больше, а жира меньше. Соединительная ткань преобладает у самцов в преднерестовый и нагульный периоды, а у самок — в предзимовальный.

У самок леща сезонные колебания в содержании тканевых компонентов как в белых, так и в красных мышцах менее редки,

процессов. То же можно сказать и в отношении содержания жира и соединительной ткани: в преднерестовый период у самок содержалось в 2,5 раза меньше жира и соединительной ткани, в нагульный этих компонентов у них было соответственно в 3 и 2,6 раза больше, а в преднерестовый — в 1,5 раза меньше (табл. 6). Лишь в красных мышцах соединительной ткани во все исследованные периоды больше у самок (на 1,3—6,3 %).

Таблица 6

Тканевый состав белых (числитель) и красных (знаменатель) мышц у самок и самцов чехони (%)

Пол	Период		
	преднерестовый	нагульный	предзимовальный
Мышечная ткань			
Самки	$97,03 \pm 0,13$	$91,09 \pm 0,18$	$91,80 \pm 0,82$
	$70,68 \pm 1,32$	$67,57 \pm 2,26$	$57,82 \pm 1,78$
Самцы	$92,98 \pm 0,69^{**}$	$96,60 \pm 0,26^{***}$	$88,51 \pm 0,57^*$
	$63,86 \pm 1,51^{**}$	$77,66 \pm 0,38^*$	$43,21 \pm 2,09^{**}$
Жировая			
Самки	$0,23 \pm 0,02$	$0,90 \pm 0,11$	$0,14 \pm 0,01$
	$17,22 \pm 1,64$	$27,20 \pm 1,87$	$25,24 \pm 3,64$
Самцы	$0,59 \pm 0,07^{***}$	$0,31 \pm 0,04^{**}$	$0,24 \pm 0,004^{***}$
	$29,00 \pm 0,28^{**}$	$18,38 \pm 0,46^*$	$46,14 \pm 1,50^{**}$
Соединительная			
Самки	$2,74 \pm 0,12$	$8,01 \pm 0,23$	$8,06 \pm 0,82$
	$12,10 \pm 0,33$	$5,23 \pm 0,54$	$16,94 \pm 2,06$
Самцы	$6,43 \pm 0,74^{**}$	$3,09 \pm 0,23^{***}$	$11,25 \pm 0,57^*$
	$7,14 \pm 0,26^{**}$	$3,96 \pm 0,16$	$10,65 \pm 0,83^*$

чем у самцов (табл. 5). В результате в разные сезоны года содержание мышечного компонента больше то у самцов, то у самок: в преднерестовый период больше у самцов, в нагульный — у самок, в предзимовальный — вновь у самцов. Жировой ткани в белых мышцах у самцов во все изученные периоды меньше, чем у самок, соединительной ткани, наоборот, во все периоды больше у самцов.

В красных мышцах больше жира и соединительной ткани у самок леща содержится в преднерестовый и предзимовальный периоды, а у самцов — в нагульный.

У самок и самцов чехони изменения отдельных компонентов в белых и красных мышцах более редкие, часто и противоположно направленные, чего мы не наблюдали ни у плотвы, ни у леща (табл. 6). Так, в преднерестовый период содержание мышечной ткани в белых мышцах у самок было (выше (на 4,1 %), чем у самцов, к нагульному периоду в результате снижения его у самок и повышения у самцов количество этой ткани оказалось более высоким у самцов (на 5,5 %), в предзимовальный период — вновь выше у самок (на 3,3 %) при такой же противоположной направленности

У жереха в противоположность лещу большие сезонные колебания тканевых компонентов в мышцах отмечаются у самок (табл. 7). Изменения в содержании тканевых компонентов по сезонам у самок и самцов в основном однонаправленные и соответствуют описанным выше.

В красных мышцах жереха мышечный компонент во все исследованные периоды преобладает у самок, а жировой — у самцов. Количество соединительной ткани больше то у самок (в нагульный период), то у самцов (в преднерестовый и предзимовальный).

Выводы

1. Гистологическая структура белых и красных мышц у исследованных видов рыб существенно различается. Белые мышцы состоят из крупных светлых волокон средним диаметром 58—83 мкм. На соединительную ткань приходится 4,5—9,6 % площади мышц, на жировую — 0,6—1,6 %. Красные мышцы образованы темными волокнами средним диаметром 23—37 мкм. Доля мышечного компонента в красных мышцах на 7—20 % меньше, а жировой

Тканевый состав белых (числитель) и красных (знаменатель) мышц у самок и самцов жереха (%)

Пол	Период		
	преднерестовый	нагульный	предзимовальный
Мышечная ткань			
Самки	$94,88 \pm 0,87$	$88,45 \pm 1,08$	$85,79 \pm 0,48$
	$72,35 \pm 0,59$	$73,28 \pm 1,00$	$75,56 \pm 1,09$
Самцы	$90,08 \pm 0,53^{**}$	$90,94 \pm 1,23$	$86,07 \pm 0,80$
	$64,31 \pm 0,51^{***}$	$68,09 \pm 1,62$	$70,65 \pm 1,76$
Жировая			
Самки	$0,65 \pm 0,04$	$0,22 \pm 0,02$	$0,74 \pm 0,04$
	$25,61 \pm 0,30$	$20,31 \pm 1,49$	$23,44 \pm 1,20$
Самцы	$0,71 \pm 0,07$	$0,89 \pm 0,10^{**}$	$0,59 \pm 0,05$
	$29,91 \pm 0,90^*$	$30,54 \pm 2,46^*$	$27,23 \pm 1,69$
Соединительная			
Самки	$4,47 \pm 0,85$	$11,33 \pm 1,09$	$13,47 \pm 0,46$
	$2,04 \pm 0,33$	$6,41 \pm 0,55$	$1,00 \pm 0,12$
Самцы	$9,21 \pm 0,46^{**}$	$8,17 \pm 1,23$	$13,34 \pm 0,75$
	$5,78 \pm 0,61^{**}$	$1,39 \pm 0,15^{***}$	$2,12 \pm 0,10^{**}$

ткани в 8—45 раз больше, чем в белых мышцах.

2. Мышечные волокна у активных видов рыб — чехони и жереха — несколько тоньше (58—61 мкм) и более рыхло расположены, чем у менее подвижных — леща и плотвы (диаметр соответственно 58—61 и 62—83 мкм). В мышцах крупных рыб — жереха и леща — больше соединительной ткани, чем у мелких, — плотвы и чехони (9,6—7,3 и 4,4—5,5 %). У последних в белых мышцах содержится больше жировой ткани (1,6—0,8 % против 0,6 % у чехони и жереха). В красных мышцах более активных видов содержится в 1,7—2,0 раза больше жира и меньше мышечной ткани (на 10—14 %). Закономерной зависимости содержания в них соединительной ткани от вида рыб не установлено.

3. От преднерестового до предзимовального периода увеличивается содержание соединительной ткани в мышцах у леща, чехо-

ни и жереха почти в 2,0 раза, у плотвы — в 5,6 раза. Наибольшее содержание жира у всех исследованных видов рыб отмечено в нагульный период.

4. В составе красных мышц у леща, чехони и жереха в нагульный период содержание мышечной ткани повышается, у плотвы — снижается. В предзимовальный период увеличение массы красных мышц (как и белых) обусловлено возрастанием доли соединительной ткани у леща, плотвы и чехони; у жереха значение этого показателя снижается.

Содержание жира в красных мышцах мало меняется в течение сезона. У леща оно колеблется в пределах 13,15—13,30 %, у плотвы — 10,59—12,82, у жереха — 25,34—27,76, а у чехони — 22,79—35,69 %. Таким образом, запасы липидов красных мышц довольно постоянны, что может быть связано с их ролью жирового депо в организме рыб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова И. М. Некоторые гистологические и физиологические показатели роста сеголетков карпа, полученных от производителей разного возраста. — Изв. Моск. рыб.-мелиорат. опыт. станции, 1956, т. 1, с. 239—245. — 2. Белянина Т. Н. Сезонные изменения жирности беломорской корюшки в связи с созреванием гонад. — В кн.: Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М.: Наука, 1966, с. 156—180. — 3. Ермолин В. П. Питание леща, стерляди, густеры и плотвы в Саратовском водохранилище. — Тр. Саратов. отдел. ГосНИОРХ. Т. 15, 1977. — 4. Ермо-

лин В. П. Количественная характеристика питания леща *Abramis brama* (L.) в Саратовском водохранилище. — Вопр. ихтиол., 1976, т. 19, вып. 6 (119), с. 1091—1096. — 5. Константинова Н. А. Динамика основных биологических показателей леща северной части Аральского моря. — Вопр. ихтиол., 1958, вып. 10, с. 60—90. — 6. Лав Р. М. Химическая биология рыб. М.: Пищевая пром-ть, 1976, с. 349. — 7. Литвер Г. М. Строение скелетных мышц в связи с их физиологическими особенностями. — Архив анат. и эмбриол., 1956, т. 33, вып. 1, с. 10—17. — 8. Лобынцев К. С. Материалы по эко-

логической гистологии туловищной мускулатуры некоторых костистых рыб. — Архив анат., гистол. и эмбриол., 1961, т. 41, вып. 11, с. 79—85. — 9. Лягина Т. Н. Сезонная динамика биологических показателей плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в условиях разной обеспеченности пищей. — Вопр. ихтиол., 1972, т. 12, вып. 2, с. 240—257. — 10. Рижмадзе Н. А. Сравнительное исследование ультраструктуры поперечно-полосатого мышечного волокна нескольких морских и пресноводных рыб. — Цитология, 1970, т. 12, № 8, с. 978—982. — 11. Скуфьин К. В. Изучение роста гистосистем и органов зеркального карпа в связи с возрастом и величиной тела. — Тр. Воронеж. гос. ун-та, 1937, т. 9, вып. 2, с. 126—160. — 12. Танасийчук Л. Н. Динамика жирности и упитанности чехони в Кременчугском водохранилище. — Рыбное хоз-во. Киев, 1974, № 18, с. 81—85. — 13. Фортунатова К. Р. Поведение хищных рыб в зависимости от экологии пищевых организмов (на примере сома и жереха). — Тр. ИМЖ, 1962, вып. 42, с. 120—131. — 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. Hughes R. B. — *J. Sci. Food a. Agr.*, 1963, vol. 14, p. 432—441. — 16. Ironside J. M., Love R. M., — *J. Sci. Food a. Agr.*, 1958, vol. 9, p. 597—604. — 17. Love R. M., Robertson Z. — *J. Sci. Food a. Agr.*, 1967, vol. 18, p. 217—220. — 18. MacBride J. R., MacLeod R. A., Idler D. R. — *J. Fish Res. Board Canada*, 1960, vol. 17, p. 913.

Статья поступила 22 декабря 1980 г.

SUMMARY

The histological structure of white and red musculature in 4 fish species of carp family—bream, roach, ziege and asp was studied. White and red muscles differ essentially in fiber diameter, as well as in the amount of fat and muscular tissue. In more active fish species—ziege and asp—the content of fat in red muscles is 1.75—2.0 times higher, and that of muscular tissue—by 10—14 % lower than in bream and roach. Seasonal dynamics and sexual differentiation in tissue structure of muscles are shown.