

УДК 639.3:597.553.2

РАЗВИТИЕ МУСКУЛАТУРЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА, ПОЛА И ПЕРИОДА НАГУЛА

В. П. ПАНОВ

(Кафедра прудового рыбоводства)

Изучалось изменение мясисти радужной форели в связи с возрастом, полом, физиологическим состоянием, а также в зависимости от периода нагула. Рассмотрены данные о динамике относительной массы различных частей осевой мускулатуры. Показана необходимость учета при изучении мясных качеств форели пола выращиваемых рыб и их физиологического состояния.

Известно, что мясо рыб по своим качествам и вкусу не уступает лучшим сортам мяса сельскохозяйственных животных, оно богато питательными веществами, хорошо усваивается организмом человека. Мясные качества рыбы важно изучать в целях установления оптимальных сроков ее реализации и улучшения качества сырья при технологической обработке.

Имеются отдельные сведения о том, что мясистость рыб, выращиваемых в искусственных водоемах, зависит от плотности посадки, способа кормления, качества кормов, массы посадочного материала и других факторов [1, 5, 12]. Специальных исследований мясной продуктивности искусственно разводимых в рыбоводных хозяйствах объектов не проводилось. В связи с этим изучались особенности развития мускулатуры радужной форели в зависимости от возраста и физиологического состояния рыб разного пола и периода нагула.

Методика

Объектом исследования служила радужная форель различного возраста (от сеголеток до четырехгодовиков), выращиваемая в форелевом хозяйстве «Сходня» Московской области. У рыб определяли массу тела, длину тела по Смитту, длину тушки (от каудального края жаберных крышек до конца чешуйного покрова). Определяли массу порки, тушки и отдельных порций мышц по схеме, представленной на рис. 1. Устанавливали также коэффициент упитанности и гонадосоматический индекс. Выделенные части тела и мышц взвешивали на весах ВЛК-500 и выражали в процентах к массе тела или порки. Рыбы получали корма по нормам, принятым в хозяйстве.

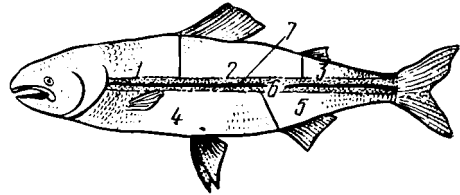


Рис. 1. Исследуемая мускулатура форели.
1 — передняя часть мышц; 2 — средняя; 3 — задняя; 4 — реберная; 5 — хвостовая; 6 — красные мышцы; 7 — горизонтальная септа.

Полученные данные были обработаны статистически [11].

Результаты

Данные об изменении относительной массы мускулатуры, тушки и порки у форели различных возрастных групп представлены на рис. 2. У годовиков относительная масса мышц на 11,9 % выше, чем у сеголеток форели ($P < 0,001$), а масса тушки практически одинаковая.

За период зимовки (начало февраля — конец мая) масса тела рыб несколько увеличилась (с 38 до 43,1 г). По выходу массы мышц и тушки существенных различий между годовиками и двухлетками форели не отмечено (рис. 2).

За первую половину нагула (май — июнь) возросла мясистость рыб, что связано с изменением условий содержания рыб и внешними факторами (уменьшение плотности посадки форели в нагульных бассейнах, повышение температуры воды и содержания в ней кислорода и др.). В этот период увеличились потребление и усвоение корма фо-

релью. Относительная масса мускулатуры у рыб в середине нагульного периода (июль) резко повысилась — до 51,7 %, что на 13,6 % выше, чем в мае ($P < 0,001$).

Осенью выход мяса у двухлеток форели уменьшился по сравнению с таковым летом (разница 0,8 %), что вызвано созреванием половых продуктов у части самцов. У самцов форели, имеющих гонады на IV стадии зрелости, мясистость значительно ниже, чем у самок и ювенильных особей [6]. В конце нагула у рыб снижалась и относительная масса тушки (рис. 2).

У двухгодовиков форели выход мяса такой же, как и у двухлеток в середине периода нагула. Однако относительная масса тушки у них выше (рис. 2). Это, по-видимому, связано с тем, что тушку взвешивали вместе с чешуей, которую очень трудно отделить от кожи, особенно у самцов (IV стадия зрелости).

Мясистость трех- и четырехгодовиков форели в апреле довольно высокая — соответственно 50,2 и 48,7 %, несмотря на то что рыбы были исследованы после взятия половых продуктов и не питались в течение всего нерестового периода и 2 мес после него (рис. 2).

Относительная масса порки у рыб старших возрастных групп наиболее высокая (рис. 2). У двухгодовиков она на 4,7 % выше, чем у двухлеток осенью. Высокие значения этого показателя у трех- и четырехгодовиков форели обусловлены низкими коэффициентами наполнения желудочно-кишечного тракта и зрелости гонад.

В большинстве случаев качество рыбной продукции оценивают по относительной массе мышц, выраженной к массе тела. Для производственных целей этот способ является наиболее объективным, так как рыба реализуется непотрошенной. Поэтому, для того чтобы наиболее точно судить о развитии мышц, целесообразно использовать массу порки вместо массы тела. Динамика относительной массы мышц, которую устанавливали двумя способами, у всех возрастных групп форели практически не различается (рис. 2). Исключение составляют двухгодовики, у которых масса мышц, выраженная по отношению к массе тела, больше, чем у двухлеток в конце нагула, а масса мышц, выраженная по отношению к порке, несколько меньше.

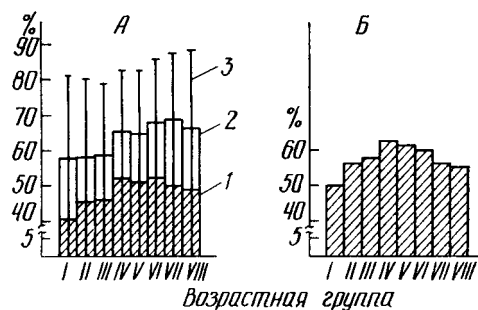


Рис. 2. Возрастная динамика относительной массы мышц форели (А) в % к массе тела и относительной массы мышц (Б) в % к массе порки.

1, 2, 3 — относительная масса соответственно мышц, тушки, порки; I — сеголетки; II — годовики; III — двухлетки (май); IV — двухлетки (июль); V — двухлетки (октябрь); VI — двухгодовики; VII — трехгодовики; VIII — четырехгодовики.

Таблица 1

Гонадосоматический индекс и коэффициент упитанности форели

Показатель	Сеголетки	Годовики	Двухлетки			Двухгодовики	Трехгодовики	Четырехгодовики
			май	июль	октябрь			
Гонадосоматический индекс:								
в среднем	—	—	—	0,08	2,33	1,61	1,12	1,00
самки, ювенильные особи	—	—	—	—	0,22	0,12	—	—
самцы	—	—	—	—	6,05	3,12	—	—
Коэффициент упитанности:								
в среднем	1,40	1,38	1,36	1,48	1,44	1,26	1,05	1,32
самки, ювенильные особи	—	—	—	—	1,32	1,23	1,23	—
самцы	—	—	—	—	1,54	1,25	1,25	—

Возрастные и сезонные изменения массы отдельных частей мускулатуры форели (% к массе тела)

Месяц	Масса рыб, г	n	Длина тушки, %	Часть мускулатуры					красные мышцы
				передняя	средняя	задняя	реберная	хвостовая	
Февраль	38,0	18	71,7 ± 0,55	11,7 ± 0,25	10,0 ± 0,29	2,0 ± 0,08	16,1 ± 0,38	4,1 ± 0,14	1,4 ± 0,05
Май	43,1	30	73,2 ± 0,28	11,8 ± 0,20	10,4 ± 0,20	1,8 ± 0,05	16,0 ± 0,23	4,4 ± 0,12	1,1 ± 0,04***
Июль	118,4	15	73,9 ± 0,28	12,6 ± 0,13**	12,1 ± 0,17***	2,0 ± 0,05	19,3 ± 0,20***	4,2 ± 0,07	1,5 ± 0,03
Октябрь	305,3	30	74,5 ± 0,30***	12,2 ± 0,18	12,0 ± 0,18***	1,8 ± 0,05	18,8 ± 0,23***	4,4 ± 0,06	1,7 ± 0,05***
Март	374,8	12	73,2 ± 0,59	12,6 ± 0,25*	11,8 ± 0,32***	1,8 ± 0,05	19,3 ± 0,31***	4,3 ± 0,09	1,8 ± 0,07***
Апрель	1023,0	2	69,9	11,5	10,1	2,6	19,1	4,2	2,7
Апрель	1948,0	3	16,8 ± 0,12***	12,7 ± 1,48	10,4 ± 0,30	1,7 ± 0,15	18,2 ± 0,45**	3,9 ± 0,47	1,8 ± 0,27***

Примечание. Одной звездочкой обозначена достоверность разности между сетотелками и рыбами других возрастных групп при $P < 0,05$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

Половое созревание существенно влияет на процессы формирования мускулатуры у форели. Гонадосоматический индекс наиболее высокий в конце нагула в связи с сильным развитием гонад у самцов (IV стадия зрелости) и части самок (III стадия зрелости). У двухгодовиков относительная масса половых продуктов значительно меньше, чем у двухлеток в ноябре. Половые продукты самцов в этот период находились на V стадии зрелости.

Коэффициент упитанности у сеголеток форели выше, чем у годовиков и двухлеток в начале нагула, а в последующем (июль — октябрь) он увеличивается (табл. 1). У двухгодовиков этот показатель ниже, чем у более молодых особей. Наиболее истощены трехгодовики рыб (все изученные особи самцы).

В процессе роста форели изменяется относительная длина тушки. В период нагула этот показатель увеличивается. Различия между годовиками и двухлетками в конце нагула по относительной длине тушки составляют 2,8 % ($P < 0,001$). У двухгодовиков длина тушки несколько меньше, чем у двухлеток, у четырехгодовалых рыб она минимальная (табл. 2).

Масса большинства изучаемых частей мышц у рыб до двухгодовалого возраста увеличивается (табл. 2). Исключение составляет задняя доля спинных мышц, относительная масса которой несколько уменьшается. Как отмечалось выше, у рыб более старших возрастных групп по сравнению с двухгодовиками выход мяса ниже, что обусловлено уменьшением доли некоторых частей мускулатуры — у трехгодовиков это касается в основном передней и средней частей эпаксиальной мускулатуры. Напротив, относительная масса задней части эпаксиальной мускулатуры и красных мышц увеличивается. У четырехгодовиков уменьшение выхода мяса связано со снижением относительной массы средней части спинных мышц и брюшных (реберных и каудальных).

У двухлеток в первую половину нагула увеличивается относительная масса изучаемых частей мышц. Выход передней, средней и задней частей спинных мышц у рыб, масса которых составляет 118,4 г, соответственно на 6,8 ($P < 0,01$), 16,3 ($P < 0,001$) и 11,1 % ($P < 0,01$) больше, чем у форели с массой 43,1 г. Повышается также доля реберных и красных мышц — соответственно на 20,6 ($P < 0,001$) и 36,4 % ($P < 0,001$), а каудальных — снижается, однако разность недостоверна. В течение второй половины нагульного периода (июль — октябрь) выход большинства частей мускулатуры рыб несколько уменьшается, а относительная масса красных мышц увеличивается.

Таким образом, наблюдается определенная возрастная и сезонная динамика относительной массы различных частей мускулатуры. Наиболее существенно изменяется масса реберных и красных мышц.

Самки и самцы двухлеток осенью и двухгодовиков форели весной заметно различаются по выходу тушки и мускулатуры (рис. 3). У самцов относительная масса тушки и мышц в октябре (двухлетки) соответственно на 7,3 и 10,4 % ($P < 0,001$) ниже, чем у самок и неполовозрелых рыб. Половые различия наиболее значительны по относительной массе реберной части мускулатуры (табл. 3). У самцов двухлеток форели меньше относительная длина тушки (на 2,0 %; $P < 0,001$). У самок и ювенильных особей меньше гонадосоматический индекс (в 27,5 раза), коэффициент упитанности и относительная масса красных мышц (табл. 1 и 3).

Относительная масса мышц и тушки у самцов двухлеток соответственно на 2,2 и 5,9 % меньше, чем у самцов двухгодовиков (рис. 3). За время зимовки у самцов в ос-

новном увеличивается масса передней доли спинной мускулатуры и реберной. Относительная длина тушки, коэффициенты упитанности и зрелости у них уменьшаются (табл. 1 и 3).

У самок и ювенильных особей форели в октябре и марте существенных различий по ряду морфологических показателей (мышцы, тушка)

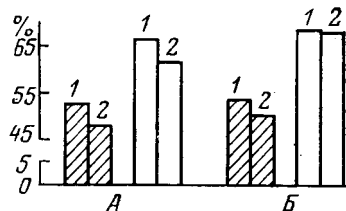


Рис. 3. Половые различия по массе мышц и тушки форели (% к массе тела).

А — двухлетки (октябрь); Б — двухгодовики (март); 1 — самки и неполовозрелые особи; 2 — самцы. Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

Таблица 3
Масса отдельных частей мускулатуры у самок и самцов форели (% к массе тела)

Масса рыб, г	n	Пол	Длина тушки, %	Часть мускулатуры					
				передняя	средняя	задняя	реберная	хвостовая	красные мышцы
Двухлетки (октябрь)									
251,2	18	Самки, ювенильные особи	75,1±0,36	12,8±0,16	12,5±0,18	1,9±0,07	19,6±0,22	4,5±0,08	1,6±0,05
359,7	12	Самцы	73,6±0,48	11,3±0,19***	11,2±0,22***	1,7±0,04*	17,6±0,25***	4,3±0,08	1,8±0,07*
Двухгодовики (март)									
330,1	6	Самки, ювенильные особи	74,8±0,28	13,0±0,34	12,5±0,40	1,9±0,05	19,8±0,47	4,5±0,10	1,7±0,07
418,8	6	Самцы	71,6±0,67**	12,3±0,34	11,1±0,29***	1,8±0,06	19,1±0,38	4,2±0,17	1,9±0,11

Примечание. Одной звездочкой обозначена достоверность разности между самками и самцами при $P < 0,05$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

не установлено. Между тем коэффициенты зрелости и упитанности у двухлеток выше, чем у двухгодовиков (табл. 1 и рис. 3). Мясистость и относительная длина тушки у самок и неполовозрелых двухгодовалых рыб соответственно на 6,4 и 3,1 % больше, чем у самцов (табл. 3).

Выход мяса зависит от возраста, физиологического состояния и пола рыб. У двухлеток по сравнению с сеголетками выход мяса увеличивается. Аналогичная возрастная динамика выхода мяса отмечена у карпа, толстолобика, белого амура [7] и форели [9]. У двухлеток форели в июле и у двухгодовиков в марте относительная масса мышц максимальная. У трех- и четырехгодовиков выход мышц меньше, чем у рыб других возрастных групп. Известно, что в период нерестовой миграции относительная масса мукулатуры у атлантического лосося уменьшается с 73,0 до 48,7 % [2]. У свирского лосося в этот период масса мышечной ткани снижается на 55—56 %, а количество жира и белка в мускулатуре — соответственно на 98—99 и 67—72 % [13]. У трех- и четырехгодовиков форели выход мышц составляет 48,7—50,2 %. У трехлетних рыб, гонады которых развиты слабо, относительная масса мышц достигает 58 % [10]. Довольно высокая масса мускулатуры у трех- и четырехгодовиков форели обусловлена, по-видимому, тем, что у этих рыб отбор половых продуктов проводили искусственным способом. Рыбы не затрачивали энергию на нерестовую миграцию и постройку гнезда, она расходовалась только на поддержание жизненных функций. Голодание рыб приводит к тому, что относительная масса внутренностей у них значительно уменьшается, а порки — увеличивается, в результате повышается масса других морфологических структур, в том числе и мышц.

В период реализации рыбы в производственных условиях для оценки выхода мяса можно использовать массу мышц, отнесенную к массе тела. При исследовании биологических особенностей роста мускулатуры рыб желательнее оперировать массой мышц, выраженной в процентах к массе порки.

В литературе имеются сведения о том, что масса тушки является показателем пищевой ценности карпа [1, 14]. Между относительной массой мышц и тушки двухлеток форели существует тесная связь ($r = 0,92—0,97$). Использование данных о массе тушки для определения мясных качеств значительно облегчает их оценку, так как отделение мышц от костей и кожи является наиболее трудоемким процессом при разделке.

Наиболее значительным возрастным изменениям подвержена масса реберных и красных мышц. Повышение массы реберных мышц, по-видимому, связано с защитной функцией, которую они выполняют по отношению к внутренним органам и главным образом по отношению к гонадам в период нерестовой миграции, построения гнезда и откладывания икры. Увеличение массы красных мышц у взрослой форели обусловлено экологическими особенностями в различные периоды жизни, когда необходимы огромные затраты энергии и мышечных усилий.

Как указывают некоторые авторы [18], созревание форели сопровождается быстрым соматическим ростом. Созревающие самцы в преднерестовый период растут быстрее самок и ювенильных особей [23]. В настоящем сообщении вопросы роста в зависимости от пола форели не рассматриваются. Следует, однако, отметить, что масса самцов больше, чем у самок и неполовозрелых рыб. Имеются сведения о наличии обратной связи между товарными качествами и ростом рыб, с одной стороны, и развитием гонад, с другой [8, 17, 21, 22]. Независимо от интенсивности роста самцов форели созревание половых продуктов оказывает отрицательное влияние на выход мяса. У самцов последний показатель значительно ниже, чем у самок (II, II—III, III стадии зрелости) и ювенильных особей. У двухлетних самцов осенью выход мышц и тушек меньше, чем у двухгодовалых весной, что обусловлено различиями как по массе тела, так и в развитии внутренних органов. У двухлеток форели гонадосоматический индекс равен 6,05 %, а у двухгодовиков — 3,12 %. Самки и ювенильные особи этих возрастных групп по массе мышц и тушки существенно не различаются. Показатели мясной продуктивности у них выше, чем у самцов, и за период зимовки они не

изменяются. Поэтому при изучении товарных качеств форели необходимо учитывать количество созревших самцов, поскольку отход последних наибольший [19].

Относительная масса красных мышц у самцов форели выше, чем у самок и ювенильных особей. Это, вероятно, связано с тем, что масса красных мышц непосредственно связана с подвижностью рыб [4], которая у самцов повышается в период нереста [15, 16].

Мускулатура форели, как реофильной рыбы, принимает на себя большую нагрузку. При выращивании рыб в искусственных водоемах ряд естественных поведенческих реакций выпадает из жизненного цикла или ослабевает, что, безусловно, сказывается на всех системах организма, в частности на мышечной, функция которой изменяется в зависимости от условий содержания, способов кормления и проведения нереста. У культурных карпов выход мускулатуры не повышается по сравнению с таковым у диких, несмотря на большую высокоспинность [20]. Представляют интерес сведения об изменении мясистой в связи с domestikацией других видов животных, в частности птиц. Практически у всех представителей диких птиц на долю мускулатуры приходится более половины массы тела. В то же время у домашних она приблизительно на 20 % меньше. Например, у диких гусей и кряквы относительная масса мышц составляет соответственно 53 и 55 %, а у домашних — 42 и 44 % [3]. Отмеченные особенности необходимо учитывать при выращивании рыбы в искусственных условиях и при введении новых видов в культуру рыбоводства.

Выводы

1. Относительная масса мускулатуры у двухлеток значительно больше, чем у сеголеток (47,3—51,7 против 40,5 %). У рыб более старших возрастных групп выход мяса снижается в меньшей степени и составляет 48,7—51,7 %. У двухлеток форели мясистость максимальная в летний период (июль).

2. По мере роста форели наиболее существенно изменяется масса реберной мускулатуры у годовиков — 16,1 %, у двухлеток и двухгодовиков — 19,3 % и красных мышц (у двухлеток в начале нагула — 1,1 %, у трехгодовиков — 2,7 %).

3. Мясистость созревших самцов форели (IV и V стадии зрелости) на 6,4—10,5 % меньше, чем у самок и неполовозрелых особей. Относительная длина тушки также выше у последних (на 2,0—3,1 %). В связи с этим при оценке мясных качеств необходимо учитывать пол выращиваемых рыб и их физиологическое состояние.

4. Знания особенностей развития мускулатуры рыб необходимы для направленного увеличения выхода мускулатуры в связи с одомашниванием и выведением мясных пород рыб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галасун П. Т., Харитонов А. Н., Балашова М. И. К характеристике пищевой ценности карпов различных весовых групп. — Рыбное хозяйство. Киев, 1971, вып. 3, с. 9—12. — 2. Коржув П. А., Бородулина Н. В. Дыхательные белки крови и мышц некоторых видов проходных рыб. — В кн.: Дыхательные белки некоторых групп современных животных. М.: Наука, 1979, с. 105—126. — 3. Коржув П. А., Науменко В. К., Бурко Е. В. и др. Дыхательные белки крови и мышц и очаги их синтеза у некоторых видов птиц после перелета на места зимовки. — В кн.: Дыхательные белки некоторых групп современных животных. М.: Наука, 1979, с. 51—87. — 4. Лавров М. М. Химическая биология рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 5. Лавровский В. В. Влияние способов кормления на состав тела и морфофизиологические показатели двухлетней радужной форели. — Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1981, вып. 176, с. 71—81. — 6. Лавровский В. В., Панов В. П., Есавкин Ю. И. Рыбоводно-биологические показатели двухлеток радужной форели в зависимости от начальной массы годовиков. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 4, с. 145—150. — 7. Леоненко Е. П., Ляхнович В. П. Сравнительные морфофизиологические особенности белого амура, толстолобика и карпа, выращенных в прудах Белоруссии. — В кн.: Эколого-физиол. особенности крови рыб. М.: Наука, 1968, с. 28—42. — 8. Ни-

кольский Г. В. Экология рыб. — М.: Высшая школа, 1974. — 9. Панов В. П. Сколько в рыбе мяса? — Рыбоводство, 1985, № 4, с. 23—24. — 10. Панов В. П., Лавровский В. В. Товарные качества форели. — Рыбное хозяйство, 1983, № 2, с. 32—34. — 11. Плохинский Н. А. Биометрия. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 12. Ромашко В. Д., Власов В. А. Использование в рационах сеголетков карпа фарша из минтая. — Изв. ТСХА, 1975, с. 178—185. — 13. Тилик З. Е. Изменения химического состава мяса свирских лососей в связи с нерестовой миграцией. — Изв. ВНИОРХ, 1932, т. 14, с. 133—148. — 14. Федорченко Ф. Г., Федорченко В. И., Анкундинова В. А. Пищевая ценность двухлеток карпа в зависимости от условий выращивания. — Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Вопросы товарного рыбоводства. М., 1978, вып. 19, с. 218—

230. — 15. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. — М.: Наука, 1980. — 16. Brawn V. M. — Behaviour, 1961, vol. 18, p. 177—198. — 17. Hulata G., Wohlfarth G., Moav R. — J. Fish Biol., 1985, vol. 26, N 2, p. 95—103. — 18. Me. Kin non C., Donaldson E. M. — J. Fish. Res. Bd. Can., 1976, vol. 35, p. 2602—2605. — 19. Skarphedinsson O., Bye V. J., Scott A. P. — J. Fish Biol., 1985, vol. 27, N 3, p. 319—326. — 20. Steffens W. — Dtsch. Fisch. — Ztg, 1964, Bd. 11, N 11, S. 328—335. — 21. Steffens W. — Z. Bennenfisch DDR. 1974, Bd. 21, N 9, S. 267—270. — 22. Steffens W. — Nahrung, 1979, Bd. 23, N 9-10, S. 935—941. — 23. Tveranger B. — Aquaculture, 1985, vol. 49, N 2, p. 89—99.

Статья поступила 26 января 1987 г.

SUMMARY

The data on fleshing variability in trout with age and physiological condition are given in the paper. Relative muscle weight was minimal in this year brood (40.5 %). In two years old fish flesh yield was much higher, especially in summer period (July). The data are given on the dynamics in relative weight of different parts of axile muscles. It has been found that the rib portion of muscles and red muscles are most variable. It is proved that sex ration and physiological condition of fish should be taken into consideration while investigating flesh quality in trout.