

УДК 597.553.2:639.31

**ИЗМЕНЕНИЕ МАССЫ МЫШЦ ДВУХЛЕТОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ
В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ВОЗРАСТА
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

В. П. ПАНОВ, Г. Т. ПАНЧЕНКОВ
(Кафедра прудового рыбоводства)

В статье представлены данные об изменении массы мышц двухлеток радужной форели в связи с морфометрическими показателями, полом, развитием гонад в период осенней реализации. Показано, что развитие мускулатуры зависит от поколения селекции двухлеток форели и возраста производителей. Дается качественная характеристика мяса (содержание воды, жира, белка и золы) товарной форели.

Основная задача современного высокоинтенсивного рыбоводства состоит в получении максимального количества продукции при минимальных затратах на ее производство, что достигается при выращивании быстрорастущих особей, хорошо приспособленных к искусственным условиям содержания. При определении результатов выращивания рыбы необходимо учитывать не только валовой объем производства, но и показатели, характеризующие пищевую ценность рыб — выход съедобных частей, качество мяса [1, 7, 11]. Имеется возможность повысить товарные качества карпа при скрещивании различных породных групп [3]. Но целенаправленной работы в этом плане с основными объектами рыбоводства (каarp, форель, растительноядные рыбы) не ведется из-за отсутствия данных о достоверном влиянии условий выращивания, системы содержания, возраста производителей, половой принадлежности на то-

варные качества продукции рыбоводства. Немецкие исследователи отмечают отсутствие данных о генетической обусловленности мясной продуктивности радужной форели, они рекомендуют выбраковывать слабоупитанных рыб с низким содержанием мяса и наследственно обусловленными аномалиями экстерьера [14].

Целью наших исследований являлось изучение изменения относительной массы мускулатуры двухлеток радужной форели в зависимости от массы и длины тела, пола, стадии зрелости, поколения селекции рыб и возраста производителей.

Методика

Исследования проводили в 1985—1986 гг. в форелевом хозяйстве «Сходня» Московской области. Объектом изучения служила двухлетняя форель, полученная от разновозрастных производителей: I группа (I поколение селекции) — форель выращена из икры 4—6-летних рыб, завезенных из ЦЭС «Ропша» Ленинградской области; II — от 4, 6 и 7-летних производителей I поколения сходненского стада; III — потомство 4-летних рыб II поколения селекции, полученных в условиях хозяйства.

Двухлетки форели опытных групп выращивались в отдельных железобетонных бассейнах размером 20×7×1,5 м с апреля по ноябрь. Водоснабжение бассейнов было прямоточное (из головного пруда). Плотность посадки годовиков 25 шт/м². Кормление рыбы осуществлялось по поедаемости из автокормушек «Рефлекс Т-50». Форель получала гранулированные корма РГМ-5В и РГМ-8В, в которые добавляли 3—5 % растительного масла. Температурный и гидрохимические режимы в опытных бассейнах были одинаковыми и по годам существенно не различались.

Товарные качества двухлеток форели изучали во 2-й декаде ноября в период реализации рыбы. Определяли массу, длину тела по Смитту, длину головы, тушки (длина тела от каудального края жаберных крышек до конца чешуйного покрова), наибольшие высоту и толщину тела, затем рассчитывали индексы телосложения [10]. При разделке форели устанавливали пол и стадию зрелости. Массу порки, тушки, мышц, гонад, печени и полостного жира выражали в процентах к массе тела рыб [2]. Химический состав смешанной пробы белых мышц 3 самок и 3 самцов определяли по общепринятым методам [6].

Полученный экспериментальный материал обрабатывали статистически [5] и на ЭВМ «Минск-22» (по программе корреляционно-регрессионного анализа).

Результаты

Средняя масса двухлеток радужной форели в ноябре составляла 573 г. В этот период у рыб четко проявлялся половой диморфизм по ряду морфологических признаков. Масса и длина тела самцов были соответственно на 9,2 и 1,8 % больше, чем у самок (табл. 1). Масса тела у последних колебалась в пределах 278—810 г, у первых — 267—878 г. Коэффициент вариации массы тела самок равен 28,2 %, самцов — 23,4 %. Для самцов форели характерна большая упитанность (табл. 1).

Длина головы у самок была меньше (на 6,3 %), длина тушки — больше (на 2,5 %), а у самцов — больше высота и ширина тела (табл. 1).

Необходимо отметить, что в двухлетнем возрасте созревают практически все самцы форели (IV стадия зрелости) и 15—30 % самок. Гонады у большинства самок находятся на II стадии зрелости. Процессы созревания во многом определяют изменчивость морфологических показателей форели. В результате неодинакового развития гонад изменчивость экстерьерных признаков у самок больше, чем у самцов. Максимальный коэффициент вариации отмечен у самок по относительной толщине тела (10 %), которая непосредственно связана с развитием икры в брюшной полости (табл. 1). У зрелых самок относительная толщина тела составляла 13,6—14,0 %, а у самцов — 9,7—10,2 %.

У самок форели относительная масса порки, тушки, печени и полостного жира была больше, а коэффициент зрелости, наоборот, меньше, чем у самцов. Гонадосоматический индекс у незрелых самок находился в пределах 0,1—0,2 %, а у созревших — 2,1—9,6 %. В связи с этим коэффициент вариации относительной массы гонад у самок достигал 174,3 %, а у самцов он не превышал 24,6 %. Высокая вариабельность гонадосоматического индекса у самок форели обусловлена различной ско-

Морфологическая характеристика двухлеток форели (n=31)

Показатель	Самки	C _v	Самцы	C _v
Масса рыб, г	548,8±27,8	28,2	599,1 ±25,0	23,4
Длина тела по Смитту, см	34,0±0,5	8,7	34,6±0,5	7,7
Коэффициент упитанности по Фултону	1,40±0,08	31,8	1,45±0,1	29,9
В % к длине тела по Смитту:				
голова	19,6±0,2	5,7	20,9±0,2***	5,8
тушка	73,4±0,3	2,5	71,6±0,3***	2,0
высота тела	25,3±0,3	6,3	26,0±0,3	6,0
толщина тела	11,9±0,2	10,8	12,2±0,2	7,0
В % к массе тела:				
порка	82,5±0,5	3,5	82,0±0,4	2,6
тушка	66,4±0,5	4,0	64,8±0,3**	2,3
гонады	1,4±0,4	174,3	4,8±0,2***	24,6
печень	2,1±0,1	38,7	1,6±0,03***	10,4
полостной жир	3,6±0,3	37,3	2,5±0,2***	45,8

Примечание. Здесь и в табл. 3 и 6 двумя звездочками обозначена достоверность разности при P<0,01; тремя — при P<0,001.

ростом их созревания. Относительная масса печени и коэффициент жирности у самок на 13,1 и 14,4 % превышали соответствующие показатели у самцов (табл. 1).

Выход мяса у рыб в среднем за два года составлял 52,4 %. Наиболее существенно различались по этому показателю рыбы I и II поколений: в 1985 г. различия составляли 0,6 %, в 1986 г. — 1,7 %. Форель III поколения по относительной массе мускулатуры занимала промежуточное положение. В среднем за период выращивания выход мяса оказался также выше у рыб II поколения (табл. 2). Изменчивость мясистойности у двухлеток форели была невысокой: 2,9 % (II группа) и 5,6 % (III группа).

Мясистость радужной форели в значительной степени зависит от пола рыб. Относительная масса мускулатуры у самок всех групп была выше, чем у самцов. Самки и самцы форели II поколения по выходу мяса несколько превосходили однополых рыб из других групп. По выходу мяса наиболее высокая вариабельность характерна для рыб обоих полов III группы (табл. 3).

Степень развития половых продуктов у самок форели тесно связана с выходом мышц. Мясистость самок, находящихся на II стадии зрелости, во всех группах была больше, чем у самок на IV стадии зрелости. Отмечены определенные особенности развития мышц, связанные с продолжительностью селекции объектов разведения (табл. 4).

Таблица 2

Масса мускулатуры двухлеток форели (% к массе тела)

Группа рыб (поколение)	1985 г.			1986 г.			В среднем по группе	
	коли- чество рыб, шт.	масса мышц	C _v	коли- чество рыб, шт.	масса мышц	C _v	масса мышц	C _v
I	10	51,9±0,7	4,0	10	51,6±0,6	3,5	51,8±0,4	3,7
II	10	52,5±0,8	4,6	20	53,3±0,4*	2,9	53,1 ±0,4	3,6
III	—	—	—	12	52,6±0,9	5,6	52,6±0,9	5,6
В среднем	20	52,2±0,5	4,9	42	52,5±0,4	4,4	52,4±0,3	4,3

* Разность по сравнению с I поколением достоверна при P<0,05.

Масса мускулатуры у самок и самцов двухлеток форели (% к массе тела)

Группа рыб (поколение)	Самки			Самцы		
	количество рыб, шт.	масса мышц	C_v	количество рыб, шт.	масса мышц	C_v
I	8	53,4±0,6	3,4	12	50,7±0,3**	2,1
II	17	53,8±0,4	3,3	13	52,1±0,5**	3,2
III	6	52,3±1,6	7,5	6	51,4±1,1	5,4
В среднем	31	53,4±0,4	4,3	31	51,4±0,3***	3,5

Наблюдались достоверные различия по выходу мяса между самками III поколения, различающимися по степени развития гонад ($P < 0,05$). У форели II группы относительная масса мышц мало зависела от развития гонад (табл. 4).

В процессе селекции у самок, находящихся на II стадии зрелости гонад, выход мяса увеличивался, а у рыб на IV стадии уменьшался с 53,4 до 49,2 % ($P < 0,05$). В среднем различия по выходу мяса между самками с развитыми и неразвитыми половыми продуктами были существенные ($P < 0,05$). По коэффициенту вариации мясности первые превосходили последних (табл. 4).

Индивидуальная относительная масса мускулатуры у радужной форели значительно изменяется. Независимо от пола рыба с минимальной мясностью получена от 4-летних (III поколение селекции), а с максимальной — от 6—7-летних производителей (III поколение селекции). Гонадосоматический индекс также сильно различался в зависимости от возраста производителей и поколения селекции двухлеток форели (табл. 5).

Коэффициент множественной корреляции между выходом мышц, с одной стороны, и массой и длиной тела у самок и самцов — с другой, был практически одинаковый (табл. 6), зависимость между этими показателями описывается уравнениями криволинейной регрессии для самок (1) и самцов (2):

$$P_m = 45,2 - 0,034(P) + 0,000019(P)^2 + 0,47(L) + 0,004(L)^2; \quad (1)$$

$$P_m = 86,15 + 0,6\sqrt{P} - 2,3(L) + 0,025(L)^2, \quad (2)$$

где P_m — относительная масса мышц; P — массы рыбы, г; L — длина рыбы, см.

Линейная зависимость между относительной массой мускулатуры, массой и длиной тела форели дана на рис. 1. У самок при увеличении массы и уменьшении длины тела выход мяса снижался, а у самцов — повышался. Более тесная зависимость наблюдалась между мясностью и массой печени и гонад, у рыб обоего пола она достоверна (табл. 6). Изменчивость выхода мышц, судя по коэффициенту детерминации,

Таблица 4

Масса мускулатуры у самок форели (% к массе тела), находящихся на разной стадии зрелости

Группа рыб (поколение)	II стадия			IV стадия		
	количество рыб, шт.	масса мышц	C_v	количество рыб, шт.	масса мышц	C_v
I	7	53,5±0,7	3,5	1	52,1	
II	12	53,9±0,6	3,5	5	53,4±0,7	3,0
III	3	55,5±0,6	1,9	3	49,2±1,5*	5,4
В среднем	22	54,0±0,4	3,4	9	51,8±0,9*	5,2

* Разность по сравнению с незрелыми самками достоверна при $P < 0,05$.

Предельные индивидуальные значения мясисти у двухлеток форели

№ рыбы	Масса рыб, г	Поколение селекции	Возраст производителей, лет	Масса гонад, %	Мясистость, %	Пол
1	536	III	4	9,6	46,1	Самка
2	386	II	6	1,3	56,7	»
3	747	III	4	6,5	46,9	Самец
4	804	II	7	1,4	54,5	»

определялась массой гонад и печени у самок в 53,8 % случаев, у самцов — только в 29,1 %. Уравнение регрессии для самок (3) и самцов (4) в этом случае примет вид:

$$P_m = 54,4 + 0,21 (P_e) - 0,07 (P_e)^2 + 0,36 (P_e) - 0,3 (P_n)^2; \quad (3)$$

$$P_m = 54,07 - 1,0 (P_e) + 0,02 (P_e)^2 + \frac{2,87}{P_n},$$

где P_e — масса гонад, %; P_n — масса печени, %.

Линейная зависимость между выходом мышц и гонадосоматическим индексом у разнополых рыб имеет различный характер. У самок, коэффициент зрелости которых составлял 0,1—3,0 %, относительная масса мышц была практически одинаковой, по мере развития половых продуктов выход мяса у рыб уменьшался. У самцов относительная масса мышц в процессе роста гонад постепенно снижалась (рис. 2).

Мясистость самок форели слабо связана ($r = 0,25$) с возрастом производителей и поколением селекции. У самцов данный показатель был значительно выше ($r=0,58$; $P<0,01$). Изменчивость выхода мяса у них в 34,1 % случаев определялась возрастом производителей и поколением селекции (табл. 6). Эта зависимость для самок (5) и самцов (6) может быть представлена в виде уравнений:

$$P_m = 56,2 + 24,7 (P_c) - 0,77 (P_c)^2 - 1,76 (B_n) + 0,17 (B_n)^2; \quad (5)$$

$$P_m = 95,0 - 0,94 (P_c) - 0,017 (P_c)^2 - 16,11 (B_n) + 1,49 (B_n)^2; \quad (6)$$

где P_c — поколение селекции; B_n — возраст производителей.

Относительная масса мускулатуры рыб II поколения изменялась в зависимости от возраста производителей (рис. 3). Динамика данной зависимости у рыб обоего пола была близка, однако колебания рассматриваемого показателя у самцов более значительные. У рыб, полученных от 4- и 7-летних производителей, независимо от пола мускулатура оказалась лучше развита, чем у потомства 5—6-летних рыб.

Данные о химическом составе мышц двухлеток форели разных групп

представлены в табл. 7. Наиболее высокое содержание сухого вещества отмечено у форели II поколения, полученной от 7-летних производителей (27,5 %). В мышцах этой группы рыб содержалось больше жира (на 14,1—28,5 %), калорийность их была выше (на 4,2—10,5 %), но количество протеина в большинстве случаев ниже, чем у форели двух других групп (табл. 7). Форель I группы по содержанию

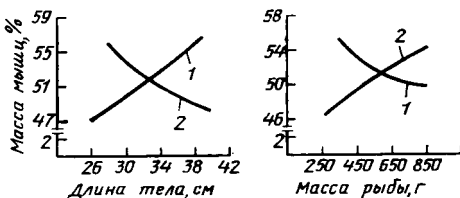


Рис. 1. Зависимость выхода мышц от длины тела и массы форели. Средняя масса и длина тела самок (1) соответственно 550 г и 33 см, у самцов (2) — 550 г и 34 см.

Зависимость между относительной массой мускулатуры и некоторыми показателями у самок (числитель) и самцов (знаменатель) форели (n=31)

Показатель	Коэффициент множественной корреляции R	Коэффициент детерминации R ²
Масса и длина рыбы	0,34 0,35	11,8 12,6
Относительная масса гонад и печени	0,73 0,54	53,8*** 29,1
Возраст производителей и поколения селекции	0,25 0,58	6,3 34,1**

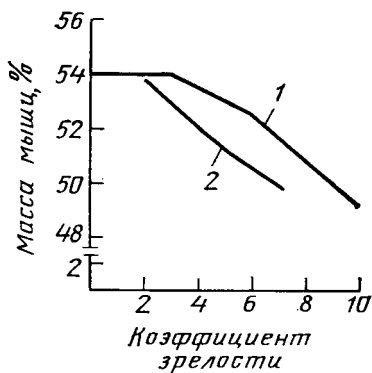


Рис. 2. Зависимость относительной массы мышц от коэффициента зрелости гонад (индекс печени у самок — 2,1, у самцов — 1,7 %). Обозначения те же, что на рис. 1.

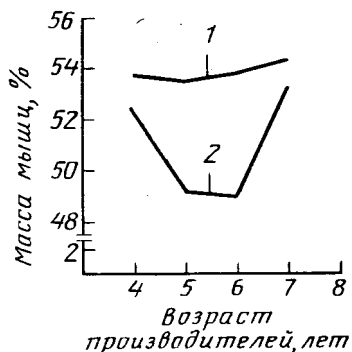


Рис. 3. Зависимость относительной массы мышц форели II поколения селекции от возраста производителей. Обозначения те же, что на рис. 1.

энергетических и пластических веществ в мышцах и их калорийности уступала рыбам II и III поколений.

Известно, что интенсивность роста рыб связана с их половым созреванием. Зрелые самцы горбуши появляются в первую очередь среди быстрорастущих индивидуумов [15]. Количество созревающих особей в отдельных стадах лососевых неодинаковое [16], что отчасти зависит от наследственности рыб [17]. У форели коэффициент наследуемости массы тела составляет 0,12—0,17, а мясисти — 0,14 [12]. Довольно близкие значения этого показателя обусловлены тем, что рост массы тела непосредственно связан с развитием и ростом мускулатуры.

Учитывая, что масса мускулатуры у самцов форели значительно ниже, чем у самок и неполовозрелых рыб [4], увеличение количества первых в стаде приводит к ухудшению товарных качеств получаемого продукта. В ноябре относительная масса мускулатуры у самцов составила 51,4 %, а у самок — 53,4 %, что связано с неодинаковым развитием половых продуктов. У самок форели, находящихся на IV стадии зрелости, выход мяса равен 51,8 %, а у несозревших он был на 4,2 % выше.

Несколько большая мясистость характерна для рыб обоих полов II поколения селекции. По калорийности мяса они также превосходили особей других групп независимо от возраста производителей. Как показал анализ данных об изменении максимальной относительной массы мышц, у рыб, находящихся на II стадии зрелости, этот показатель был наибольший у особей III поколения селекции. В литературе отмечается [9], что в теле двухлеток радужной форели, полученных от 7-летних производителей, белка и жира содержалось меньше, чем у потомства 4- и 6-летних рыб.

Вариабельность мясисти форели была невысокой — в среднем 4,3 %. Самцы по данному показателю уступали созревшим самкам, но практически не различались с незрелыми рыбами. Это свидетельствует

Таблица 7

Химический состав мышц форели

Группа рыб (поколение)	Возраст производителей, лет	Содержание, % к сырому веществу				Калорийность, кДж/100 г
		воды	протеина	жира	зола	
I	4—6	73,9	17,9	6,6	1,4	563
II	4	73,0	18,7	7,1	1,2	597
	7	72,5	18,1	8,1	1,3	622
III	4	73,5	18,8	6,3	1,2	565

о том, что при изучении выхода мяса у форели можно использовать относительно небольшое количество рыб ($n=10$) при учете их пола.

Коэффициент корреляции между мясистой и массой и длиной тела у форели составил 0,34—0,35. В США основным критерием оценки результатов выращивания канального сома является выход тушки — относительная масса тела без головы, внутренностей и некоторых плавников. У одновозрастных сомов выход тушки связан с массой тела ($r=0,31—0,43$) [1]. У карпа коэффициент корреляции между массой тела и мясистой находится в пределах 0,26—0,59 [8]. В наших исследованиях отмечена наиболее тесная связь мясистой с относительной массой гонад и печени. Коэффициент множественной корреляции составил 0,54—0,73. Это указывает на то, что выход мяса в значительной степени зависит от развития половых продуктов. Он также связан с индексом печени, особенно у самок форели.

Возраст производителей и поколение селекции определяют изменчивость относительной массы мускулатуры у самцов двухлеток форели в 34,1 % случаев, что существенно больше, чем у самок (6,3 %).

Выводы

1. Результаты исследования показали, что в период реализации рыбы относительная масса мускулатуры в большей степени определяется полом и развитием гонад форели. У самцов (IV стадия зрелости) мясистость составляет 51,4 %, а у самок (II и IV стадии зрелости) — 53,4 %. У созревших самок форели выход мяса на 4,2 % ниже, чем у незревших.

2. Наблюдается тенденция к увеличению мясистой и калорийности мышц у форели обоих полов II поколения селекции по сравнению с рыбами других групп независимо от возраста производителей.

3. Изменчивость относительной массы мускулатуры невысокая и в среднем составляет 4,3 %. У самцов она меньше, чем у созревших самок, и практически такая же, как у незрелых особей.

4. Наиболее тесная связь установлена между мясистой и относительной массой гонад и индексом печени. Коэффициент множественной корреляции между этими показателями составляет 0,54—0,73.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков Р. В., Новокшенов Ю. Д. Сравнительная характеристика пищевой ценности двухлеток карпа, белого амура и пестрого толстолобика. — Изв. ГосНИОРХ, 1976, т. 113, с. 113—118. — 2. Кублицкая А. К. Методика изучения жировых запасов и весовых соотношений частей тела рыб. — В кн.: Типовые методики исследования видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1976, с. 104—109. — 3. Кузема А. И., Гречковская А. П. Хозяйственная ценность карпа нового племенного стада, выведенного для западных областей Украины. — Рыбн. хоз-во. Киев, 1967, с. 72—80. — 4. 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. — 5. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1980. — 6. Лебедев П. Т., Усович А. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. — М.: Россельхозиздат, 1976. — 7. Маслова Н. И. От чего зависит выход и качество товарной продукции. — Рыбоводство и рыболовство, 1973, № 2, с. 12. — 8. Маслова Н. И., Кудряшова Ю. В. Технологическая и биохимическая оценка товарной продукции. — В кн.: Пути повышения продуктивности рыбоводных прудов. М.: Московский рабочий, 1976, с. 20—25. — 9. Новоженин Н. П. Зависимость качества потомства от возраста производителей радужной форели (при одновозрастном спаривании самок и самцов). — Автореф. канд. дис. Рыбное, 1972. — 10. Правдив И. Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищевая пром-сть, 1966. — 11. Сиверцев А. Весовое соотношение частей тела прудовых рыб. — Рыбоводство и рыболовство, 1965, № 6, с. 16. — 12. Gjerde B., Cjedrem T. — *Aquaculture*, 1984, vol. 36, N 1/2, p. 97—110. — 13. El-Hiagu H. M., Andrews J. W., Joyce J. A., Page J. W., DeLoach H. L. — *Trans. Am. Fish Soc.*, 1976, N 2, p. 267—272. — 14. Kohlmann K., Fredrich F., Seeland G. — *Z. Bennefish. DDR*, 1985, Bd. 32, N 7, S. 190—195. — 15. Me. Kinnon C., Donaldson E. M. — *J. Fish Res. Bd. Can.*, 1976, vol. 33, p. 2602—2605. — 16. Power G. — *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 1973, vol. 53, p. 78—111. — 17. Steffens W. — *Dtsch. Fisch. Ztg.*, 1964, Bd. 11, N 11, S. 328—335. — 18. Thorpe J. E., Morgan R. Z. G., Talbot C., Miles M. S. — *Aquaculture*, 1983, vol. 33, N 1—4, p. 119—128.

SUMMARY

Relative muscle weight was studied in connection with certain breeding characteristics in two-year trout. It is shown that merchantable qualities in trout in time of selling mainly depend on sex and gonad development. In males (IV stage of puberty) fleshing makes up 51.4 %, while in females (II, IV puberty stage) — 53.4 %. Meat yield in mature individuals being lower by 4.2 % than in immature ones. There is a tendency to higher meat yield and higher muscle calorificity both in males and females of the II breeding generation. The closest connection of meat yield with relative weight of gonads and liver ($R = 0.54—0.73$) is found.