

УДК 639.31:57.017.64

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПУНТИУСА (PUNTIUS JAVANICUS BLEEKER) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА И МАССЫ ТЕЛА РЫБЫ

В. П. ПАНОВ

(Кафедра прудового рыбоводства)

Рассматривается развитие частей тела и органов яванского пунтиуса в зависимости от массы тела рыб. Показаны морфологические особенности половозрелых мелких и крупных рыб. Отмечены половые различия по величине морфологических структур и органов, а также содержанию липидов в мышцах, печени и гонадах рыб перед нерестом.

Яванский пунтиус широко распространен в Юго-Восточной Азии. Он населяет реки, водохранилища, пруды и другие водоемы. Пунтиус — неприхотливая рыба, способная выдерживать как очень высокую (41 °С), так и довольно низкую (15 °С) температуру воды. Оптимальная температура 27—32 °С. Этот вид выживает в водоемах с содержанием кислорода 1 мг/л и ниже. Пунтиус хорошо растет и размножается при солености воды 7 ‰, выдерживает и более высокую (до 10 ‰ и выше) [16].

В Южном Вьетнаме яванский пунтиус разводят в искусственных водоемах. Молодь питается зоо- и фитопланктоном, а взрослые особи потребляют в основном растительную пищу.

Благодаря своим биологическим особенностям яванский пунтиус довольно пластичен по отношению к условиям внешней среды, поэтому может быть потенциальным объектом акклиматизации в теплых водах ГРЭС и АЭС.

Исследования проводились в рамках сотрудничества и обмена опытом в лаборатории гидробиологии и проблем рыбного хозяйства Тропического центра АН СССР ГН СРВ.

Среда обитания в большой степени определяет морфологию рыб. Кроме того, пропорции тела гидробионтов изменяются в процессе роста [2—4, 6—7]. Морфология яванского пунтиуса, особенно развитие различных органов и частей тела, изучены недостаточно. Подобные морфологические исследования в комплексе с биохимическими позволяют углубить наши знания в области экологии рыб и определить их ценность как продукта питания.

Целью данных экспериментов было изучение развития органов, соотношения частей тела, распределения липидов в теле яванского пунтиуса в связи с массой и полом рыб.

Методика

Исследование проводилось в 1990—1991 гг. на экспериментально-рыбоводной базе Тху Дык Института аквакультуры № 2, расположенной в пригороде г. Хошимина. Объектами изучения служили пунтиусы разного размера и возраста. Рыб отлавливали в прудах, взвешивали, измеряли длину всего тела, до конца чешуйчатого покрова и головы, а также высоту и рас-

считывали индексы телосложения. Затем производили разделку рыбы. Массу выделенных органов и частей тела относили к массе порки и выражали в процентах. Белую мускулатуру разделяли на спинную (эпаксиальную) и брюшную (гипаксиальную) части [1]. Устанавливали массу красных мышц. В мышцах, печени и гонадах крупных самок и самцов определяли содержание воды и жира по общепринятым методам [5]. Экспериментальный материал обработан статистически [11].

Результаты

Яванский пунтиус по форме тела приближается к таким отечественным видам, как лещ, густера. В то же время это очень активная рыба, способная высоко выпрыгивать из воды, в чем не уступает толстолобику.

Собранный материал разделили на 5 групп по массе рыб (табл. 1).

Исследование показало, что с увеличением массы рыб уменьшается индекс прогонистости. Наибольшая

его величина у рыб I группы. Однако определенной закономерности в уменьшении этого индекса нами не отмечено. У половозрелых рыб IV группы относительная высота тела несколько меньше, чем III и V групп. По мере роста пунтиусов уменьшается длина головы. У самых крупных рыб (V группа) индекс большеголовости на 6,6—9,4 % меньше, чем у пунтиусов массой 6,2—33,2 г (I—III группы) (табл. 1).

Относительная длина тушки также находится в связи с размерами тела рыб. Величина этого показателя у пунтиусов, масса тела которых больше 30 г, значительно выше, чем у более мелких рыб I и II групп. По мере их роста изменяются морфологические показатели. Максимальные значения относительной массы печени отмечены у рыб III группы. Индекс печени у них по сравнению с I группой в 2,2 раза больше, а у половозрелых рыб (V группа) величина этого показателя уменьшилась до значения, отмеченного у более молодых

Таблица 1

Морфофизиологические показатели рыб

Показатель	Группа по массе рыб, г				
	I—6,2	II—14,6	III—33,2	IV—54,3	V—206,0
Длина тела, см	6,4	8,1	10,9	12,7	18,7
Количество рыб, шт.	18	8	5	12	13
Возраст, мес	2—3	4—5	6—7	10—11	14—16
Индексы, %:					
прогонистости (I/N)	2,84±0,03	2,56±0,01***	2,59±0,01***	2,67±0,04	2,56±0,06***
большеголовости (C/I)	26,13±0,43	26,10±0,05	25,35±0,25	24,09±0,13***	23,67±0,32***
тушки (H/L)	57,40±0,36	57,47±0,54	60,05±0,39***	59,10±0,25***	59,97±0,39***
Коэффициент упитанности	2,37	2,75	2,56	2,65	3,31
В % к массе порки:					
печень	1,17±0,03	1,67±0,14***	2,61±0,19***	1,69±0,22	1,22±0,13
сердце	0,10±0,01	—	0,17±0,01***	—	0,14±0,01**
селезенка	0,196±0,002	—	0,266±0,040	—	0,221±0,025
почки	0,59±0,02	—	0,77±0,02	—	0,51±0,04
гонады	—	—	—	10,56±1,70	9,95±2,21

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 5 одной звездочкой обозначена достоверность разности между I и другими группами рыб при $P < 0,05$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

рыб. Рыбы IV и V групп имеют хорошо развитые гонады. Коэффициент упитанности по мере роста рыб увеличивается и достигает максимальной величины у крупных созревших особей. Причем упитанность мелких пунтиусов с развитыми гонадами значительно меньше, чем у рыб V группы. Созревшие особи небольших размеров (IV группа) также отличаются меньшей упитанностью, чем неполовозрелые рыбы II группы (табл. 1).

Относительная масса тушки в процессе роста рыб имеет тенденцию к увеличению. При этом достоверные различия отмечены только между молодью и крупными половозрелыми особями. Последние превосходят по величине этого показателя и рыб других весовых групп. У мелких рыб с развитыми гонадами меньше относительная масса тушки, чем у крупных половозрелых пунтиусов ($P < 0,001$).

Главной составной частью тушки рыб являются мышцы. При увеличении массы рыб от 6,2 до 33,2 г

выход мышц повышается на 5,2 %. Наименьшая относительная масса мускулатуры у мелких половозрелых особей. Наиболее высокий выход мышц у крупных производителей. Что касается развития отдельных частей мускулатуры, то небольшое преобладание спинной части над брюшной отмечено у рыб массой от 6,2 до 33,2 г. У мелких производителей (стадия зрелости гонад III—IV и IV) относительная масса эпаксиальных мышц на 16,8 % выше, чем гипаксиальных ($P < 0,001$). Доля красной мускулатуры у созревших рыб в 1,6—2,5 раза больше, чем у неполовозрелых ($P < 0,001$). По мере увеличения размеров тела и массы гонад у половозрелых рыб относительная масса красных мышц повышается. Коэффициент зрелости у крупных производителей на 15,9 % выше, чем у мелких. Максимальные значения относительной массы чешуи и плавников отмечены у рыб IV группы. В процессе роста уменьшается доля головы, а доля кожи увеличивается (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение частей тела рыб (% к массе порки)

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Тушка	65,5	67,2	66,4	65,9	71,5
Мышцы все	±0,3 48,5 ±0,8	±0,8 50,4 ±0,9	±1,0 51,0 ±0,6	±0,3 44,0 ±0,3	±0,6*** 53,3 ±0,6***
В т. ч.:					
спинные	24,7 ±0,7	25,5 ±0,6	25,3 ±0,5	22,8 ±0,3*	—
брюшные	24,4 ±0,6	24,9 ±0,6	24,8 ±0,6	19,6 ±0,3***	—
красные	—	—	1,0 ±0,04	1,6 ±0,1	2,5 ±0,2
Чешуя	4,7 ±0,3	—	6,4 ±0,3***	8,1 ±0,2***	7,6 ±0,9**
Плавники	2,8 ±0,03	—	2,8 ±0,1	3,3 ±0,1	2,9 ±0,3
Голова	26,6 ±0,5	—	24,4 ±0,6**	21,3 ±0,2***	17,8 ±0,3***
Кожа	2,7 ±0,2	—	2,6 ±0,2	3,0 ±0,1	3,4 ±0,2

Яванские пунтиусы созревали при разной массе — 54,3 и 206,0 г соответственно IV и V группы; различия по массе между самками и самцами составили 5,1 и 2,3 раза. Это сказалось на развитии органов и частей тела у особей (табл. 3, 4). У крупных половозрелых рыб индексы прогонистости и большеголовости несколько меньше, чем у мелких. Наблюдается тенденция к увеличению длины тушки у самок большего размера, а у самцов отмечена противоположная картина.

Индексы прогонистости, большеголовости у самцов несколько выше, чем у самок, независимо от их размера. Печень лучше развита у последних (у мелких и крупных рыб различие соответственно составляет 2,6 и 1,3 раза). Обладая более высокой активностью, самцы по сравнению с самками характеризуются большей относительной массой сердца и селезенки. Существенных половых различий по индекс-

су почек не установлено (табл. 3). У крупных самок гонады в основном находились на IV—V, у самцов — V, а у мелких — на III—IV и IV стадиях зрелости. В апреле — мае относительная масса яичников половозрелых рыб в 5,1 раза выше, чем семенников.

Относительная масса тушки, мышц, головы и кожи у самок и самцов мелких рыб меньше, чем у крупных, а доля чешуи несколько выше. Если у первых не отмечено каких-либо половых различий по массе красной мускулатуры, то у вторых они существенны (разница 1 %). Крупные рыбы по сравнению с мелкими имеют хорошо развитые красные мышцы (самки — на 31,3 %, самцы — на 82,4 %). Наблюдается тенденция к увеличению выхода тушки у самок пунтиуса независимо от массы рыб. Несколько меньшая относительная масса мышц у мелких созревших особей отмечена у самок, а у круп-

Таблица 3

Морфофизиологические показатели самок и самцов пунтиуса IV и V групп

Показатель	IV		V	
	самки	самцы	самки	самцы
Количество рыб, шт.	9	3	7	6
Масса рыб, г	56,7	46,9	291,4	106,3
Длина тела, см	12,8	12,5	20,5	15,9
Индексы, %:				
прогонистости	2,63±0,03	2,76±0,12	2,52±0,11	2,67±0,04
большоголовости	24,11±0,11	24,31±0,46	23,35±0,48	24,03±0,41
тушки	59,13±0,31	59,03±0,48	60,57±0,51	58,28±1,40
Коэффициент упитанности	2,70	2,40	3,38	2,64
В % к массе порки:				
печень	2,00±0,21	0,77±0,07***	1,35±0,21	1,06±0,11
сердце	—	—	0,11±0,02	0,17±0,01*
селезенка	—	—	0,163±0,004	0,268±0,031**
почки	—	—	0,50±0,07	0,53±0,05
гонады	13,22±1,3	2,59±0,25***	19,75±4,2	3,85±0,44***

Примечание. Здесь и в табл. 4 одной звездочкой обозначена достоверность разности между самками и самцами при $P < 0,05$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

Таблица 4

Соотношение частей тела у самок и самцов пунтиуса IV и V групп (в % к массе порки)

Показатель	IV		V	
	самки	самцы	самки	самцы
Масса рыб, г	56,7	46,9	291,4	106,3
Тушка	66,0±0,3	64,8±1,0	71,3±1,2	70,8±0,2
Мышцы — все	43,8±0,4	44,8±0,3*	50,7±1,0	50,8±0,6
В т. ч.:				
спинные	23,0±0,3	22,5±0,2	—	—
брюшные	19,2±0,3	20,6±0,5*	—	—
красные	1,6±0,1	1,7±0,1	2,1±0,1	3,1±0,1***
Чешуя	8,1±0,2	8,1±0,3	7,8±0,4	7,2±0,3
Плавники	3,2±0,2	3,4±0,1	2,8±0,1	3,1±0,1
Голова	21,3±0,3	21,2±0,3	18,0±0,5	18,3±0,3
Кожа	2,9±0,1	3,1±0,3	3,4±0,1	3,9±0,1**

ных различий не установлено. Доля брюшных мышц у самок меньше, чем у самцов. Однако дорсальная мускулатура у представителей обоих полов развита лучше, чем вентральная (у самок — на 19,8 %, $P < 0,001$; у самцов — на 9,2 %, $P < 0,05$).

Половые различия по величине других частей тела в основном характерны для крупных рыб. У самцов, например, отмечена большая, чем у самок, относительная масса красных мышц, плавников и кожи (соответственно на 47,6; 10,7 и 14,7 %). Чешуйчатый покров у последних развит слабее (табл. 4).

Одним из важнейших показателей физиологического состояния рыб является количество жира в органах и тканях. Содержание липидов в теле половозрелых особей характери-

зует их подготовленность к нересту и интенсивность обменных процессов в организме. У обоих полов крупных созревших пунтиусов в белых мышцах по сравнению с другими органами и тканями содержится несколько больше воды, но меньше жира. Высокое количество липидов отмечено в красных мышцах. В этой ткани у самцов по сравнению с самками содержится на 17,6 % меньше энергетических веществ, а в печени и гонадах соответственно в 2,4 и 2,6 раза больше (табл. 5).

В преднерестовый период в созревших половых продуктах (особенно яичниках) рыб так же, как и в других органах, уменьшается концентрация липидов, хотя общее их содержание продолжает расти. Это является следствием более высокого

Таблица 5

Содержание воды и жира в органах и тканях самок (числитель) и самцов (знаменатель) пунтиуса (% к сырому веществу)

Показатель	Белые мышцы	Красные мышцы	Печень	Гонады
Вода	76,93±0,45	68,65±0,29	73,52±3,20	66,93±0,28
	77,12±0,51	71,23±1,90	67,24±3,98	77,96±0,40***
Жир	1,52±0,29	11,77±0,45	3,71±0,83	2,25±0,36
	1,53±0,45	9,20±0,90	8,83±0,97	5,91±1,15

накопления в яйцеклетках нелипидных веществ (прежде всего белков), за счет чего значительно увеличивается общее содержание сухих веществ [13]. У самок пунтиуса в гонадах содержится 34,07 % сухого вещества, что на 54,6 % выше, чем у самцов. Абсолютное количество липидов в яичниках в 5,1 раза выше, чем в семенниках.

Невысокое содержание жира в гонадах самок рыб, возможно, обусловлено быстрым развитием икры в условиях высокой температуры. Период инкубации при температуре 28—32 °С составляет 12—8 ч и личинки довольно быстро (в течение 2 сут) переходят на экзогенное питание. По-видимому, большие относительные запасы жира в яичниках пунтиуса не являются столь необходимыми, в отличие от видов рыб, у которых икра развивается более продолжительное время.

Исследования показывают, что в процессе роста пунтиусов наблюдаются определенные изменения в пропорциях их тела. У более старших рыб длина головы меньше, чем у менее старших. Относительные размеры тушки достигали максимальной величины у рыб с массой тела 33,2 г и у более крупных. Самыми упитанными были рыбы V группы, что обусловлено интенсивным развитием у них гонад, а также усиленным их подкармливанием в преднерестовый период. Мелкие половозрелые пунтиусы хотя и отличались высокой относительной массой гонад, однако коэффициент упитанности у них был значительно меньше, чем у крупных (на 20 %). Раннее созревание оказывало влияние и на величину других морфологических структур тела рыб, в частности, на выход мышц. Мелкие половозрелые особи характеризовались плохо развитой мускулатурой по сравнению с другими группами рыб. Это связано также

и с условиями содержания. В Южном Вьетнаме пунтиусов выращивают с тилапией, карпом, гурами и другими видами рыб при очень высокой плотности посадки, низком содержании кислорода и скудном дополнительном кормлении.

Для генеративных процессов требуются значительные затраты энергетических и пластических веществ, которые при отсутствии поступления необходимого их количества с кормом берутся из тела рыб. Это приводит к истощению ресурсов организма, снижению упитанности и относительной массы мускулатуры на фоне интенсивного развития гонад. Доля красных мышц у мелких производителей с возрастом продолжает увеличиваться. Это свидетельствует о том, что генеративные процессы в меньшей степени оказывают влияние на их формирование. Например, в белых мышцах нерки в период нерестовой миграции количество липидов уменьшается более резко (в 5,5 раза), чем в красных мышцах (в 4 раза) [14]. Пунтиус не совершает каких-либо миграций, хотя это очень активная рыба, и поэтому ресурсы организма в основном используются на построение гонад. У содержащихся в садках лососей концентрация белка в различных органах снижается на 40—50 % (в белых мышцах — на 63 %), а активность в них лизосомных ферментов, наоборот, возрастает на такую же величину [8, 12, 13].

Созревание пунтиуса при небольших размерах, по-видимому, отрицательно сказывается на качестве половых продуктов. Например, при нересте этих рыб с использованием гормональных инъекций практически вся икра погибла. Возможно, это было связано с недостаточным обеспечением гонад необходимыми питательными веществами. Причем у раносозревших мелких пунтиусов

строение тела может соответствовать пропорциям неполовозрелых рыб, как это отмечено для леща [3]. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения с привлечением более обширных морфологических данных.

В процессе роста у неполовозрелых пунтиусов не было отмечено каких-либо существенных различий по величине относительной массы эпаксиальных и гипаксиальных мышц. У мелких созревших рыб доля мышц уменьшается, причем наиболее существенно в брюшной части (на 26,5 %). Относительная масса мускулатуры, расположенной ниже горизонтальной септы, значительно меньше, чем спинных мышц. Это может свидетельствовать о том, что снабжение гонад питательными веществами идет за счет всей белой мускулатуры, но брюшная доля мышц в этом процессе играет главную роль. Установлено, что наибольшим изменениям в процессе роста, например, форели, подвержены мышцы, образующие брюшную стенку (реберные) [10]. В них накапливаются основные жировые запасы всех липидов мышц (у двухлеток 56,5 %) [9]. Высокий уровень аккумуляции жира в гипаксиальных мышцах по сравнению с эпаксиальными отмечен и другими исследователями [15]. В период созревания трехлеток форели наблюдается резкое уменьшение липидов в реберных и красных мышцах. Коэффициент зрелости половых продуктов у них в это время достигает 7 % [9].

Заключение

Полученные данные свидетельствуют об изменении ряда морфологических показателей пунтиуса в связи с увеличением массы его тела. С возрастом у рыб уменьшаются масса и размеры головы, увеличи-

ваются высота тела и длина тушки, повышается упитанность. Крупные половозрелые рыбы отличаются высоким выходом тушки, а также белых и красных мышц, у них наиболее развиты гонады. Мелкие созревшие пунтиусы при отсутствии достаточного количества корма вынуждены на генеративные процессы использовать внутренние ресурсы организма, что приводит к их истощению. В связи с этим они имеют низкие упитанность и относительную массу мышц, их тело более прогонистое, чем у крупных половозрелых рыб.

По величине эпаксиальных и гипаксиальных мышц рыбы, имеющие массу тела от 6,2 до 33,2 г, практически не различались. Между тем у раносозревших особей спинная порция белой мускулатуры больше, чем брюшной, что, по-видимому, обусловлено перераспределением питательных веществ в период роста гонад. Величина морфофизиологических показателей, соотношение частей тела и содержание жира в органах и тканях рыб находятся в зависимости от пола и определяются интенсивностью обменных процессов у самок и самцов во время созревания половых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуртовой Н. Н., Матвеев Б. С., Дзержинский Ф. Я. Практическая зоотомия позвоночных.— М.: Высшая школа, 1976.— 2. Исмуханов Х. К. Морфологическая характеристика восточного леща *Abramis brama orientalis* Berg., акклиматизированного в Бухтарминском водохранилище.— *Вопр. ихтиол.*, 1979, т. 19, вып. 1, с. 44—55.— 3. Житенева Т. С. Закономерности онтогенетического изменения внешнего строения леща популяций водоемов северо-запада СССР.— В кн.: Вид и его продуктивность в ареале. Вильнюс: 1988, с. 159—160.— 4. Купчинский Б. С. Лещ водоемов Байкало-Ангарского бассейна.— Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1987.—

5. Лебедев П. Т., Усович А. Г. Методы исследования кормов, органов и тканей животных.— М.: Россельхозиздат, 1976.— 6. Лягина Т. Н. О внутривидовой изменчивости плотвы *Rutilus rutilus* (L.) (Cyprinidae).— *Вопр. ихтиол.*, 1984, т. 24, вып. 5, 1, С. 718—725.— 7. Меньшиков М. И. Некоторые закономерности возрастной и географической изменчивости рыб.— *Тр. Карело-Фин. отдел. Всес. НИИ озерного и речного рыбного хозяйства*, 1951, т. 3, с. 292—306.— 8. Немова Н. И., Сидоров В. С., Рупатти П. О. Лизосомное переваривание белков органов лосося *Salmo salar* при голодании в условиях содержания в садках в преднерестовый период.— *Вопр. ихтиол.*, 1980, т. 20, с. 180—182.— 9. Панов В. П. Особенности роста соматической мускулатуры и содержание в ней жира у радужной форели.— В кн.: *Соверш. технологии и племенной работы в рыбководстве*. М.: ТСХА, 1986, с. 119—125.— 10. Панов В. П. Развитие мускулатуры радужной форели в зависимости от возраста, пола и периода нагула.— *Изв. ТСХА*, 1987, вып. 5, с. 144—150.— 11. Плохинский Н. А. Биометрия.— М.: Изд-во МГУ, 1970.— 12. Сидоров В. С. Экологическая биохимия рыб. Липиды.— Л.: Наука, Ленинград. отдел., 1983.— 13. Сидоров В. С., Рыжков Л. П., Лизенко Е. И., Костылев Ю. А. Итоги биохимического изучения производителей шуйского лосося.— В кн.: *Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии*. Тез. докл., Рига, 1979, т. 1, с. 165—167.— 14. Idler D. R., Bitners I.— *J. Fish Res. Board Canada*, 1960, vol. 17, p. 113—122.— 15. Jerierska B., Harel J. R., Gerking S. D.— *J. Fish Biol.*, 1982, vol. 21, N 6, p. 681—692.— 16. Pham Van Khanh, Nguyen Gia Ban, Nguyen Dinh Hau.— *Qui trinh ky thuat*.— Nam, 1989.

Статья поступила 26 декабря 1991 г.

SUMMARY

Development of parts of the body and the organs in *Puntius javanicus* Bleeker depending on the weight of the body is discussed. Morphological characteristics of sexually mature small and big fish are shown. Sexual difference in size of morphological structures and organs, as well as different amount of lipids in muscles, liver and gonads in fish before spawning have been found.