

УДК 639.371.7:591.86

**РОСТ И АНАТОМО-ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ОСЕВОЙ МУСКУЛАТУРЫ АФРИКАНСКОГО СОМА  
*CLARIAS GARIEPINUS* (BURCHELL)**

А.В. ЗОЛОТОВА, В.П. ПАНОВ, Ю.И. ЕСАВКИН, Е.А. ПРОСЕKOVA

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с ростом и развитием соматических структур африканского сома в процессе выращивания в системе замкнутого водоснабжения. Выявлены возрастные изменения морфометрических показателей, определен абсолютный и относительный рост соматических структур организма рыб. Изучено гистологическое строение белой мускулатуры и взаимосвязь размеров и плотности волокон с массой и длиной тела сомов. Проведены данные по тканевому составу мышц и их динамике. Делается заключение о необходимости дальнейших исследований африканского сома как объекта аквакультуры.*

*Ключевые слова: африканский сом, длина и масса рыб, гистоструктура мышечных волокон, соотношение тканей, относительный рост, гиперплазия, гипертрофия*

Африканский сом в последнее время занимает все более значительное место в системе пресноводной аквакультуры. Это касается как объема производства, так и научных исследований, проводимых в различных странах мира, в том числе и в России [2, 17, 18, 27]. Большое внимание уделяется вопросам, связанным с ростом и развитием различных возрастных групп сомов, кормлением с добавками различных компонентов особенно растительного происхождения и процессами созревания половых продуктов [15, 18, 20]. Ряд работ посвящен гибридизации *Clarias gariepinus* с другими видами сомовых [24, 26]. В связи с особенностями респираторной системы и способностью обходиться малым количеством кислорода много исследований связано с выращиванием сомов при различных плотностях посадки [18, 21, 22, 24]. Важный фактор при выращивании этого вида — конкурентное поведение, конечным результатом которого является каннибализм [22]. Африканский сом обладает высококачественным мясом, однако процессы роста этой части тела освещены недостаточно. Можно отметить некоторые исследования, направленные на установление гистоструктуры мышц молоди и товарных качеств коммерческих размеров клариевого сома [16, 21, 28].

Целью нашего исследования явилось установление особенностей роста соматических структур и гистологии мускулатуры африканского сома.

## Методика исследований

Исследования были проведены в аквариальной кафедре пчеловодства и рыбоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Сомов с начальной массой 0,63 г выращивали в 250 л бассейнах при температуре 28–30°C. Плотность посадки составляла на начало опыта 400 шт/м<sup>3</sup> при ее постепенном уменьшении в конце опыта до 120 шт/м<sup>3</sup>. Уменьшение плотности посадки было связано с естественной элиминацией, каннибализмом и искусственным выловом части рыб. Продолжительность выращивания рыб — 159 дней. Кормление рыбы осуществляли форелевым гранулированным кормом фирмы Kraft. Для изучения особенностей роста клариевого сома была изучена морфометрия рыб и морфологические показатели, характеризующие их товарные качества [5, 12]. Также была измерена «большая длина головы» — расстояние от переднего края рыла до каудального края головного щита (затылок). Образцы белой туловищной мускулатуры взяты под первыми лучами спинного плавника. Для установления изменений гистоструктуры в белых мышцах рыб измеряли диаметр волокон и их плотность. Методом проекции устанавливали относительное количество жировой ткани. Соотношение тканей мышечной и соединительной определяли стереометрически [1]. Полученные данные легли в основу для расчета уравнений относительного роста частей тела, а также диаметра и плотности мышечных волокон [4, 8]. Экспериментальный материал обработан статистически с использованием компьютерной программы «Статистика».

## Результаты исследований

Масса рыб, взятых на исследование за период выращивания (173 сут.) увеличилась в 678, порки — в 678, тушки — 1021, головы — в 779 раз. Интенсивность роста головы существенно ниже, чем структур, включающих в себя мышечную массу. Судя по динамике количественных показателей порки, наименьшее увеличение массы характерно для внутренностей (в 237 раз), однако отдельные внутренние органы могут расти с большей скоростью.

Анализ изменений массы частей тела по периодам выращивания говорит о неравномерности их роста. Наиболее существенное увеличение массы соматических структур отмечено в начальный период постнатального онтогенеза. В это время (35 сут.) масса рыб увеличивается в 30,0 раз, в следующие 45 сут. — в 4,8 раза, а во второй половине выращивания (93 сут.) — в 4,7 раза. Порка, тушка и голова в исследуемые периоды подвержены более существенным изменениям, особенно в начале выращивания. Масса порки увеличивается в 34,9–5,1 раза, тушки — в 35,9–5,0 раз, головы — в 32,6–4,5 раза. В возрасте 50 дней и в последующем наблюдается развитие гонад.

Относительные показатели соматических структур также подвержены изменениям. Выход порки и тушки существенно повышается. Разница между началом и концом эксперимента составляет для порки 21,7% ( $P \leq 0,05$ ), для тушки — 20,1% ( $P \leq 0,05$ ). Наибольшее увеличение этих структур отмечено в первую половину выращивания. Относительная масса головы колеблется в небольших пределах. Коэффициент зрелости гонад не превышает 1% (II стадия зрелости).

Морфометрические абсолютные показатели за период выращивания изменяются. Большая длина у рыб увеличивается в 9,8 раза, малая — в 10, головы — в 13,3 высота — в 8,5 раз, обхват — в 8,8 раз. Судя по этим данным, интенсивность роста головы сомов выше, чем других частей тела. Относительные величины частей тела изменяются в меньшей степени. Их соотношение в конце эксперимента довольно постоянно. При этом высота и обхват тела рыб с ростом рыб уменьшаются на 14,3 и 12,2% , а малая длина и длина головы увеличивается на 1,7 и 36,7% (табл. 1).

## Динамика морфометрических показателей рыб

Структуры	Продолжительность эксперимента									
	1	13	35	50	80	101	159	173		
Масса рыб, см	0,63	3,58	19,09	49,51	90,68	182,75	290,85	447,45		
Длина рыб (L), см	3,90	7,27	12,23	18,20	24,40	27,97	33,45	38,50		
<i>Масса, г:</i>										
Порка	0,42	2,83	14,66	42,13	77,96	159,08	260,14	397,56		
Тушка	0,29	2,01	10,42	31,23	58,77	118,82	185,10	296,26		
Голова	0,13	0,81	4,25	10,90	19,17	40,28	75,07	101,30		
Гонады				0,29	0,77	1,79	2,21	38,84		
<i>% от массы рыбы</i>										
Порка	67,2 ± 4,51	78,9 ± 1,70	76,9 ± 1,38	85,1 ± 1,26	86,0 ± 1,85	87,1 ± 0,73	89,4 ± 0,27	88,9 ± 1,12		
Тушка	46,1 ± 3,10	56,1 ± 1,67	54,7 ± 1,89	63,1 ± 1,06	64,8 ± 1,90	65,0 ± 0,66	63,6 ± 2,24	66,2 ± 0,98		
Голова	21,1 ± 1,41	22,9 ± 2,31	22,3 ± 0,75	22,0 ± 0,66	21,1 ± 1,20	22,0 ± 0,34	25,8 ± 1,97	22,6 ± 0,15		
Гонады	—	—	—	0,60 ± 0,13	0,83 ± 0,20	0,98 ± 0,07	0,76 ± 0,11	0,86 ± 0,09		
<i>Промеры, см</i>										
Длина рыб (l)	3,4	6,4	10,7	15,9	21,3	24,3	29,5	34,0		
Высота	0,7	1,2	2,1	2,4	3,0	3,9	4,0	5,5		

Обхват	2,0	3,3	6,5	8,3	10,2	12,7	15,0	17,4
Длина головы: малая	0,7	1,5	2,5	4,1	5,0	6,1	7,5	9,3
большая	1,0	1,8	3,4	4,9	5,9	7,3	8,9	9,7
<i>% от длины рыб (L)</i>								
Длина (l)	86,8 ± 0,99	88,0 ± 0,64	87,2 ± 0,28	87, ± 20,43	87,2 ± 0,81	87,0 ± 0,49	88,1 ± 0,27	88,3 ± 0,16
Высота	16,7 ± 0,31	15,8 ± 0,23	16,9 ± 0,60	13,2 ± 1,35	12,2 ± 0,80	13,8 ± 0,54	12,0 ± 0,33	14,3 ± 0,83
Обхват	50,9 ± 2,04	45,3 ± 1,50	53,1 ± 1,45	45,8 ± 0,95	41,9 ± 2,07	45,3 ± 2,44	44,8 ± 2,49	45,2 ± 0,34
Длина головы: малая	18,0 ± 0,45	20,7 ± 0,41	20,2 ± 0,57	22,5 ± 1,18	20,5 ± 0,92	21,9 ± 0,39	22,4 ± 0,27	24,4 ± 0,16
большая	25,2 ± 0,44	24,5 ± 0,47	27,5 ± 0,74	26,8 ± 0,74	24,1 ± 1,51	26,0 ± 0,29	26,5 ± 0,04	25,2 ± 0,10

По нашим данным, коэффициент упитанности сомов всех возрастов достаточно низкий независимо от способа расчета, что связано с высокой степенью прогонистости объекта исследования. Подобные показатели характерны для видов, обладающих длинным, но относительно невысоким телом. Величина этого показателя не выходит за пределы 1,60 по Фультону и 1,21 по Кларк (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Коэффициент упитанности**

Продолжительность эксперимента, дн.	По Фультону	По Кларк
1	1,60	1,07
13	1,37	1,07
35	1,57	1,21
50	1,23	1,05
80	0,94	0,81
101	1,27	1,10
159	1,13	1,01
173	1,14	1,01

У африканского сома наблюдается высокая корреляция между массой и показателями телосложения. Об этом свидетельствует коэффициент детерминации, который приближается у всех морфометрических показателей к 1. Величина коэффициента пропорциональности в уравнениях этого типа имеет свои особенности, однако степенной показатель в большинстве случаев достаточно близок к 3. Это свидетельствует об изометричном увеличении значений морфометрических показателей в процессе роста рыб. Наиболее низкое значение коэффициента «b» характерно для высоты тела рыб (табл. 3).

Рост соматических структур происходит с несколько большей интенсивностью, чем увеличение массы рыбы в целом. Судя по данным, интенсивность роста порки и тушки несколько выше, чем головы, которая растет фактически изометрично.

Малая длина тела и большая длина головы растут изометрично ( $b = 1,00-1,01$ ), а высота и обхват африканского сома характеризуются отрицательной аллометрией. Наиболее интенсивный рост отмечен для малой длины головы ( $b = 1,10$ ) (табл. 4). Это свидетельствует о том, что прогонистость рыб с возрастом увеличивается.

Мускулатура африканского сома состоит, как и у большинства видов костистых рыб, из белой и красной составляющих. Общее количество этих двух типов мышц тесно связано с массой тушки, что дает основание судить об относительной массе мышц по выходу этой морфологической структуры: например, коэффициент корреляции между массой мышц и тушки у форели составляет 0,92 [9].

Белая мускулатура сома представлена неправильными угловатыми по форме волокнами, размеры которых увеличиваются по мере роста рыб. Из них в основном и состоит мышечная масса рыб. Красные волокна имеют округлую форму, располагаются непосредственно под кожей и составляют незначительную долю от мышечной

Таблица 3

**Взаимосвязь массы рыб с морфологическими показателями рыб**  
(масса 0,63–447,45 г)

Показатели	Коэффициент пропорциональности «а»	Степенной коэффициент «b»	R <sup>2</sup>
<i>Морфометрические (см)</i>			
Длина, L	0,013	2,84 ± 0,121	0,997
Длина, l	0,020	2,83 ± 0,112	0,996
Высота	2,441	3,21 ± 0,127	0,996
Обхват	0,085	3,00 ± 0,063	0,996
Длина тушки	0,052	2,84 ± 0,107	0,996
Длина головы малая	1,501	2,58 ± 0,035	0,996
Длина головы большая	0,671	2,80 ± 0,027	0,996
<i>Соматические (г)</i>			
Порка	0,705	1,04 ± 0,019	0,997
Тушка	0,493	1,05 ± 0,074	0,997
Голова («большая»)	0,212	1,02 ± 0,330	0,996

Таблица 4

**Связь длины тела (L) с морфометрическими показателями рыб**  
(длина 3,9–38,5 см)

Показатели	Коэффициент пропорциональности «а»	Степенной коэффициент «b»	R <sup>2</sup>
Малая длина, l	0,871	1,00 ± 0,0001	0,996
Высота	0,211	0,85 ± 0,095	0,982
Обхват	0,542	0,94 ± 0,008	0,990
Длина головы большая	0,248	1,01 ± 0,005	0,992
Длина головы малая	0,161	1,10 ± 0,055	0,996

массы. Поскольку рост рыб определяется белой мускулатурой, в настоящем сообщении приводятся данные по ее гистологической структуре (табл. 5).

Общей возрастной закономерностью является увеличение размеров волокон и уменьшение их плотности. При достижении рыбами конечной массы 447 г диаметр волокон по сравнению с началом опыта увеличивается в 2,9 раза, а их плотность, на-

## Диаметр и плотность волокон белой мышечной ткани

Дни опыта (возрастные группы)	Средний диаметр волокон, мкм	Cv, %	Плотность волокон, шт/мм <sup>2</sup>
1 (1)	14,7 ± 0,54	47,9	1684 ± 128,4
13 (2)	21,4 ± 0,62	38,3	1381 ± 115,7
35 (3)	25,4 ± 0,78	43,4	946 ± 26,5
50 (4)	25,5 ± 0,87	47,3	863 ± 54,2
80 (5)	28,0 ± 1,03	52,1	813 ± 75,2
101 (6)	29,7 ± 1,02	48,4	767 ± 10,2
159 (7)	33,4 ± 1,04	43,5	741 ± 113,1
173 (8)	42,0 ± 1,51	50,5	392 ± 16,7

против, уменьшается в 4,2 раза. Величина плотности волокон зависит не только от их диаметра, но и от изменения соотношения тканей в мышцах, что является важным для оценки качества мяса рыб.

Коэффициент вариации диаметра мышечных волокон не является постоянным при увеличении массы рыб и колеблется в пределах 38,3–50,5%. Минимальные значения этого показателя получились для рыб возрастной группы 2 (через 13 дней после начала опыта), а максимальные — в группе 8 (на 173-й день опыта).

Распределение волокон по диаметру показывает, что в возрастных группах с первой по восьмую для мышечной ткани клариевого сома характерно угасание процесса гиперплазии и усиление роста мускулатуры за счет гипертрофии (количество волокон до 20 мкм уменьшается с 74,5 до 18%). Однако угасание гиперплазии происходит не линейно, а волнообразно (рис. 1). Активность ее спадает в третьей воз-

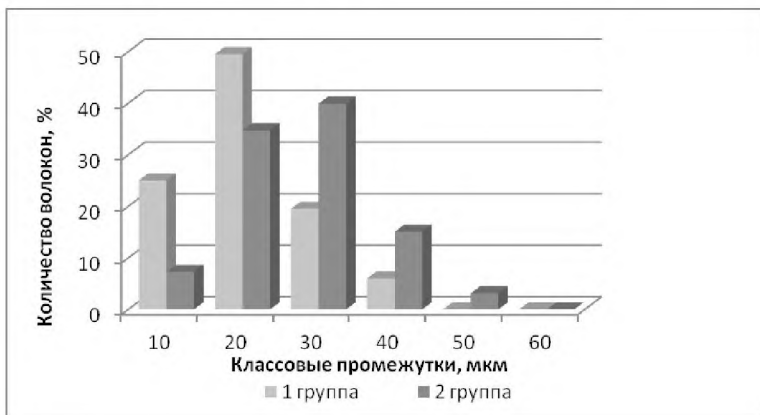
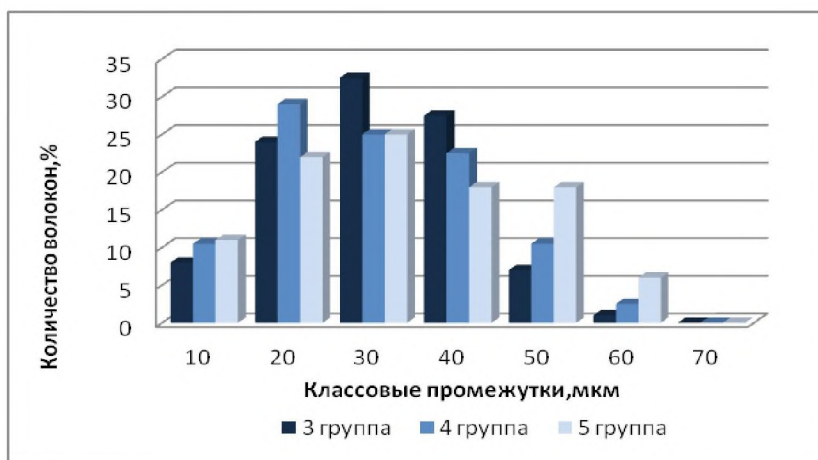


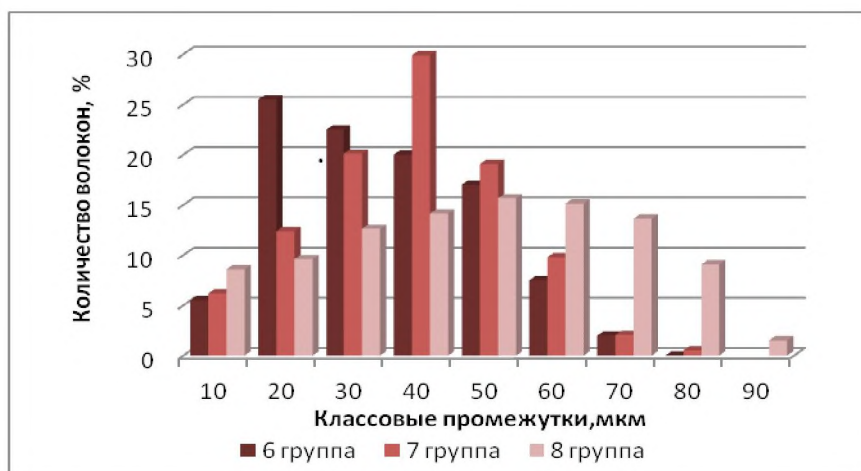
Рис. 1. Распределение волокон белых мышц клариевого сома в группах 1–2 (масса рыб 0,63–3,58 г)

растной группе (рыбы со средней массой 19,1 г), где количество волокон до 20 мкм снижается до 32% (рис. 2).



**Рис. 2.** Распределение волокон белых мышц клариевого сома в группах 3–5 (масса рыб 19,1–90,7 г)

В четвертой возрастной группе наблюдается пик гиперплазии (количество волокон до 20 мкм возрастает до 40%). Далее — в последних двух группах — данный процесс ослабевает (волокон до 20 мкм около 18%), что, по-видимому, связано с началом генеративных процессов — развитием гонад (рис. 3). Особенно это прослеживается по пологой диаграмме в группе девять. Относительное количество волокон с диаметром 60–90 мкм возрастает с 0 до 24%. Таким образом, можно говорить об активации процесса гипертрофии при росте мышц в седьмой и восьмой возрастных группах.



**Рис. 3.** Распределение волокон белых мышц клариевого сома в группах 6–8 (масса рыб 182,75–447,5 г)



Свыше 60% мышечных волокон молоди клариевого сома приходится на классовый промежуток 10–20 мкм. Во 2-й возрастной группе пик распределения диаметров пришелся на 20–30 мкм (более 74%). Далее произошло некоторое укрупнение волокон, и максимальное их количество пришлось на классовый промежуток 30–40 мкм. Это также доказывает усиление роста мышц в этот период за счет гипертрофии мышечного волокна. В 4–6 возрастных группах около половины всех волокон пришлось на промежуток 20–30 мкм, что характерно для роста мышц за счет гиперплазии.

Далее мышцы клариевого сома начали рост в основном за счет гипертрофии, причем можно предположить, что при последующем выращивании сома этот тип роста мышц будет преобладать.

В целом гистологическая структура белых мышц клариевого сома отличается относительно более мелким диаметром волокон по сравнению с другими видами рыб, используемыми в рыбоводстве.

Связь размеров (диаметр) и плотности волокон с массой сомов существенно различается. Это обусловлено тем, что с увеличением размеров волокон плотность их на единицу площади существенно снижается, поэтому рассчитанные аллометрические уравнения имеют следующий вид: для диаметра волокон —  $y = 16,38x^{0,131 \pm 0,0057}$  ( $R^2 = 0,937$ ), для плотности волокон —  $1663,04x^{-0,176 \pm 0,0187}$  ( $R^2 = 0,834$ ). Взаимосвязь зоологической (полной) длины рыб с диаметром и плотностью мышечных волокон выражается уравнениями: для диаметра —  $y = 9,34x^{0,371 \pm 0,0182}$  ( $R^2 = 0,937$ ), для плотности —  $y = 3525,91x^{-0,497 \pm 0,0701}$  ( $R^2 = 0,833$ ).

Основную массу белой мускулатуры африканского сома составляет мышечная ткань (58,17–70,96%). Соединительнотканного компонента (перимизий и эндомизий) в мышцах в 2–3 раза меньше. Жировые включения встречаются очень редко, и их количество не превышает 1,5% от площади мышцы. Соотношение тканей, входящих в состав белых мышц, при выращивании рыб с увеличением их массы изменяется. Наименьшее содержание мышечного и, соответственно, наибольшее — соединительнотканного компонентов — отмечено у рыб массой 3,58 г (продолжительность эксперимента — 13 сут.). Разность по этому показателю достоверна между рыбами, достигшими массы 3,58 г, и другими возрастными и массовыми группами сомов (19,07; 49,51; 90,68 и 182,75 г) ( $P \leq 0,05$ ). Пик содержания мышечной ткани наблюдается у рыб при выращивании немногим более 3-х мес. (101 день). В последующем отмечено замещение соединительной тканью, и в какой-то степени — жировой мышечного компонента (табл. 6).

Африканский сом является относительно новым объектом для нашей страны. В настоящее время ведутся интенсивные работы по выращиванию в условиях аквакультуры. Свидетельством этого является появление данного вида как пищевого продукта в отечественной торговой сети.

Товарные качества, и прежде всего мясная продуктивность африканского сома, изучены недостаточно. По данным зарубежных авторов, выход филе у самцов сомов, выращиваемых в искусственных условиях, выше, чем у их диких сородичей (46,7% против 44,2%), а у самок отмечена противоположная картина (44,0 против 38,9%). Последнее обстоятельство связано с более интенсивным развитием гонад у самок при культивировании их в условиях рыбоводных хозяйств [21].

В процессе роста сомов соматические структуры, определяющие их хозяйственно-полезные признаки, такие, как порка и тушка, увеличиваются (на 20–21%). Это характерно и для других видов рыб [7, 10, 14]. Аллометрический рост этих

Соотношение тканей в белых мышцах рыб, % (n = 3–4)

Продолжительность опыта, дн.	Ткань		
	мышечная	соединительная	жировая
1	59,84 ± 3,41	40,16 ± 3,41	—
13	58,17 ± 1,81	41,83 ± 1,81	—
35	69,17 ± 1,16*	30,83 ± 1,16*	—
50	70,28 ± 2,19*	29,72 ± 2,19*	—
80	68,41 ± 2,05	31,59 ± 2,05	—
101	70,96 ± 2,73*	29,04 ± 2,73*	—
159	62,06 ± 4,12	36,60 ± 4,09	1,34 ± 0,26
173	61,90 ± 2,00	37,96 ± 2,10	0,14 ± 0,14

\* Разность по сравнению с началом опыта достоверна при  $P \leq 0,05$ .

частей рыб положительный в связи с тем, что соматические мышцы растут очень интенсивно, особенно в период до полового созревания рыб. Рост белой мускулатуры в различные периоды постнатального онтогенеза определяются процессами как гиперплазии, так и гипертрофии. При этом у двух последних возрастных групп сомов для мышечных волокон характерен рост за счет гипертрофии. Для взаимосвязи диаметра волокон с массой и размером рыб (L) отмечена отрицательная аллометрия, причем степенной коэффициент в первом случае ниже ( $0,137 \pm 0,0057$ ), чем во втором ( $0,371 \pm 0,0182$ ) ( $P \leq 0,05$ ), при высоком коэффициенте детерминации ( $R^2 = 0,937$ ). Аналогичные данные получены нами для нильской тилапии. Необходимо отметить, что размеры волокон белых мышц африканского сома существенно ниже, чем у ряда других видов рыб приблизительно таких же размеров [9, 14].

Связь плотности волокон на единицу площади с морфометрическими показателями (массой и длиной) имеет отрицательные значения ( $-0,176 \pm 0,0187$  и  $-0,497 \pm 0,0701$  соответственно), более существенные для размеров рыб, что вполне закономерно. Снижение плотности мышечных волокон происходит благодаря их гипертрофии и в меньшей степени связано с разрастанием эндо- и перимизия, несмотря на то, что в возрасте 50–101 дней содержание соединительнотканного компонента ниже, чем в начале и в конце выращивания рыб. В соединительной ткани появляются жировые включения, но их количество незначительно.

Особенностью африканского сома является невысокая степень развития красной мускулатуры, которая визуалью занимает незначительную площадь поперечного среза рыбы. Она, помимо порции в области боковой линии, располагается в виде тонкого слоя в дорсальной и вентральной частях тела рыб.

Низкая доля соединительной ткани у рыб из высоких широт нехарактерна для рыб, обитающих в условиях тропиков. У ряда рыб семейства карповых (лещ,

плотва, чехонь и жерех) доля соединительной ткани в белых мышцах в различные периоды годового цикла составляет 4,80–9,64%, а мышечной — 89,80–94,36% [8]. У форели, выращиваемой на теплых водах, содержание соединительной ткани колеблется от 13,41 до 18,22% [3]. У радужной форели, выращиваемой на ф/х «Сходня», мышечная ткань в зависимости от местоположения мышц (на уровне спинного и жирового плавников) занимает 91,6–95,6% [6]. Напротив, у нильской и красной тилапий и их реципрокных гибридов доля мышечной ткани невелика (40,7–44,7%) [11]. Доля мышечного компонента зависит от скорости роста рыб. Наибольшая плотность мышц (59,8 и 63,2%) отмечена у двух- и трехлеток карпа со средней скоростью роста. Гораздо более низкая доля мышечного компонента у медленно растущих рыб (44,8%) и у рыб с очень высокой скоростью роста (49,8%) [13].

### Заключение

Полученные данные предполагают возможность успешного выращивания африканского сома в условиях замкнутого цикла водоснабжения. Морфометрические и анатомо-гистологические методы исследования позволяют установить особенности роста и развития как организма рыб в целом, так и отдельных их структур. Прежде всего это касается мышц рыб, определяющих качество и пищевую ценность объектов аквакультуры. Рост основных соматических структур сомов (порки и тушки) характеризуется положительным относительным ростом, и их доля к концу выращивания существенно повышается, что определяется интенсивным наращиванием мускулатуры за счет как гиперплазии, так и гипертрофии.

Более детальные исследования с учетом двух типов мышц позволят не только более полно характеризовать африканских сомов как продукт питания, но и выявить биологические особенности, связанные с их образом жизни.

### Библиографический список

1. *Автандилов Г.Г.* Морфометрия патологии. М.: Медицина, 1973. 248 с.
2. *Жигин А.В.* Замкнутые системы в аквакультуре. М.: РГАУ-МСХА, 2011. 664 с.
3. *Золотова А.В.* Морфофизиологические особенности двух форм радужной форели при выращивании в условиях тепловодного садкового хозяйства: Дисс. ...канд. биол. наук. М., 2009. 148 с.
4. *Зотин А.А.* Статистическая оценка параметров аллометрических уравнений // Известия АН. Серия биологич. 2000. № 5. С. 517–524.
5. *Кублицкас А.К.* Методы изучения жировых запасов, мясистой и весовых соотношений частей тела // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1976. Ч. II. С. 104–109.
6. *Лавровский В.В., Панов В.П.* Гистологическая структура мышц радужной форели в зависимости от способа кормления // Известия ТСХА. 1982. Вып. 2. С. 163–167.
7. *Лавровский В.В., Панов В.П., Есавкин Ю.И., Смирнов В.В.* Рыбоводно-биологические показатели двухлеток радужной форели в зависимости от начальной массы годовиков // Известия ТСХА. 1986. Вып. 4. С. 145–150.
8. *Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.
9. *Панов В.П.* Морфологические и эколого-физиологические особенности мускулатуры некоторых пресноводных видов рыб: дисс. ...докт. биол. наук, 1997. 335 с.

10. Панов В.П., Мустаев С.Б. Морфобиохимические показатели двухлеток карпа в зависимости от способа кормления и плотности посадки // Известия ТСХА. 1988. Вып. 5. С. 188–193.
11. Парфенов Ф.В. Морфофизиологические особенности красной тиляпии (*Oreochromis* sp.), нильской тиляпии (*O. niloticus*) и их реципрокных гибридов: Автореф. дисс. ...канд. биол. наук, 1998. 16 с.
12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 96 с.
13. Скуфьин К.В. Изучение роста гистосистем и органов зеркального карпа в связи с возрастом и величиной тела // Тр. Воронеж. гос. ун-та, зоол. отдел. 1937. Т. 9. Вып. 2. С. 126–164.
14. Смирнов А.Н. Морфобиохимическая характеристика мускулатуры канального сома (*Ictalurus punctatus* Rap.) в связи с возрастом: дисс. ...канд. биол. наук. М., 1990. 174 с.
15. Фатмалахи Мехрдад. Весовой рост и линейный рост африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от факторов среды и качества корма: Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. М., 2006. 22 с.
16. Akster H.A., Verreth J.A.J., Spierts I.L.Y., Berbner T., Schmidbauer M., Osse J.M.W. Muscle growth and swimming in larvae of *Clarias gariepinus* (Burchell) // *ICES Mar. Sci. Symp.* 1995. Vol. 201. P. 45–50.
17. Cek S., Yilmaz E. Gonad development and sex ratio of sharptooth catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) cultured under laboratory conditions // *Turk. J. Zool.*, 2007. Vol. 31. P. 35–46.
18. Dinye H.E., Olumuji O.K. Growth performance and haematological responses of African mud catfish *Clarias gariepinus* fed dietary levels of *Moringa oleifera* leaf meal // *Net J. Agr. Sci.* 2014. Vol. 2. P. 79–88.
19. Hecht T., Appelbaum S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile *Chias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions // *J. Zool., Lond.*, 1988. Vol. 214. P. 21–44.
20. Henken A.M., Brunink A.M., Richter C.J.J. Difference in growth rate and feed utilization between diploid and triploid African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture* 63. 1987. P. 233–242.
21. Hoffman L.C., Casey N.H., Prinsloo J.F. Carcass yield and fillet chemical composition of wild and farmed African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* // Production, environment and quality: Proceedings of the International Conference Bordeaux Aquaculture, '92, Bordeaux. France, 1993. March 25–27. 1992. EAS Special Publication, 18. P. 421–432.
22. Kaiser H., Weyl O., Hecht T. Observations on agonistic behaviour of *Clarias gariepinus* larvae and juveniles under different densities and feeding frequencies in a controlled environment // *Appl. Ichthyol.*, 1995a. Vol. 11. P. 25–36.
23. Kerdchuen N., Legendre M. Effect favorable des fortes densites pour l'adaptation d'un silure africain *Heterobranchus longifilis* (Pisces: Clariidae), en bacs de petit volume. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 1992. Vol. 25. P. 63–67.
24. Kesena E.J. Differential growth patterns of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus bidorsalis* and Hybrid *Heteroclaris* fed commercially prepared diets // *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010. Vol. 1. P. 658–661.
25. Mostafa A.R., Malcolm C.M., Beveridge, Graham S. Haylor. The effects of density, light and shelter on the growth and survival of African catfish *Clarias gariepinus* Burchell, 1822/ fingerlings // *Aquaculture*, 1998. Vol. 160. P. 251–258.
26. Nukwan S., Tangtrongpiros M., Lawanyawut K., Veerasidith P. Interspecific hybridization between *Clarias macrocephalus* and *Clarias gariepinus* // Proceedings of the 28th Kasetsart University Conference, 1990b. 29–31 January, 1990. Kasetsart University, Bangkok. P. 553–567.
27. Tiamiyu L.O., Ataguba G.A., Jimoh J.O. Growth performance of *Clarias gariepinus* fed different levels of *Agama agama* meal diets // *Pakistan J. Nutr.*, 2013. 12. P. 510–515.
28. Wedeking H. Dietary influences on product quality in African catfish (*Clarias gariepinus*) // *J. Appl. Ichthyol.*, 1995. Vol. 11. P. 347–353.

GROWTH AND ANATOMO-HISTOLOGIC CHARACTERISTICS  
OF AXIAL MUSCLES OF THE AFRICAN CATFISH  
*CLARIAS GARIEPINUS* (BURCHELL)

A.V. ZOLOTOVA, V.P. PANOV, YUI. ESAVKIN, E.A. PROSEKOVA

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

*The questions concerning growth and development of somatic structures of the African catfish in the course of cultivation in system of the closed water supply are considered in the article. The age changes of morphometric indicators were revealed, absolute and relative growth of somatic structures of fish organisms was determined. The histologic structure of white muscles and interrelation of the sizes and density of fibers with the weight and length of a catfish body was studied. Data on fabric structure of muscles and their growth dynamics are provided. The conclusion about the need of further research of African catfish as an object of aquaculture was made.*

*Key words: African catfish, fish length and mass, histological structure of muscles, ratio of muscle tissue, relative growth, hyperplasia, hypertrophy*

**Золотова Анастасия Владимировна** — к. б. н., доц. кафедры морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 977-64-53; e-mail: avzolutova@gmail.com)

**Панов Валерий Петрович** — д. б. н., проф. кафедры морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 977-14-47; e-mail: panovval@gmail.com).

**Есавкин Юрий Иванович** — д. с-х. н., доц. кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 976-00-09).

**Просекова Елена Александровна** — к. б. н., доц. кафедры морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 977-64-53).

**Zolotova Anastasiya Vladimirovna** — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 977-64-53; e-mail: avzolutova@gmail.com).

**Panov Valeriy Petrovich** — Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 977-14-47; e-mail: panovval@gmail.com).

**Esavkin Yuriy Ivanovich** — Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: +7 (499) 976-00-09).

**Prosekova Elena Aleksandrovna** — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 977-64-53).