

## ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА В УСЛОВИЯХ БАСЕЙНОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

**Мухитова Минзифа Эминовна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

**Романов Василий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика»

**Романова Елена Михайловна**, доктор биологических наук, профессор кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

**Любомирова Васелина Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: 8(8422) 55-95-38, email: vvr-emr@yandex.ru

**Ключевые слова:** аквакультура, африканский клариевый сом, рост, развитие, морфометрия

Работа посвящена поиску информативных морфофизиологических признаков, которые могут быть использованы для прогностической оценки роста и развития африканского клариевого сома в условиях индустриальной аквакультуры. Целью наших исследований был поиск фенотипических признаков, которые можно использовать для прогностической оценки процессов роста и развития африканского клариевого сома, основываясь на динамике морфометрических показателей разных этапов онтогенеза. В задачи исследования входило: морфометрия пластических экстерьерных показателей рыб; исследование возрастной динамики экстерьерных показателей рыбы; морфометрия пластических интерьерных показателей рыб; исследование возрастной динамики интерьерных показателей рыбы; обоснование критериев прогностической оценки роста и развития популяции в условиях бассейновой аквакультуры. Оценка однородности популяции по каждому из характеристических признаков осуществлялась путем расчета коэффициентов вариации.

В ходе исследований было установлено, что для прогностической оценки процессов роста и развития африканского клариевого сома может быть информативно использована динамика таких экстерьерных параметров, как длина рыбы, высота и ширина ее тела на разных этапах онтогенеза. Установлено, что динамика наращивания массы таких интерьерных показателей, как масса сердца, семенников, селезенки, печени и жабр, также может быть информативно использована для прогностической оценки ростовых процессов африканского клариевого сома.

**Исследования выполнялись при грантовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, номер проекта 6-48-730123.**

### Введение

Важнейшим критерием выбора объекта рыборазведения является способность к быстрому достижению товарной массы. В этом плане африканский клариевый сом, который включен в число наиболее быстрорастущих видов рыбы, является чрезвычайно перспективным [1-4]. К сожалению, в России этому виду рыбы пока уделяется недостаточно внимания.

При выращивании рыбы в условиях индустриальной аквакультуры основным показателем эффективности процесса является скорость наращивания биомассы. Поэтому важен биологический контроль параметров, характеризующих рост и развитие рыбы на ранних этапах онтогенеза [1-3]. Чем раньше будет сформирована прогностическая оценка ростовых процессов и набора товарной массы, тем эффективнее будут мероприятия, стимулирующие их течение. Наиболее информативны в этом плане морфологические интерьерные и экстерьерные показатели. К их числу относятся такие экстерьерные показатели, как длина тела рыб, малая длина, высота тела, обхват тела, ширина тела, длина хвостового

стебля, длина головы большая и малая, размеры предглазничного и заглазничного отделов.

На основании морфометрии этих отделов рассчитываются экстерьерные индексы. В той же мере информативна и морфометрия интерьерных показателей, таких как общая масса, масса порки, тушки, головы, масса внутренних органов. Признаки, которые можно выразить в единицах веса, длины или объема, называют пластическими.

Цель работы: дать прогностическую оценку процессов роста и развития африканского клариевого сома на основании динамики морфометрических показателей ранних этапов онтогенеза в условиях бассейновой аквакультуры.

В задачи исследования входило:

1. морфометрия пластических экстерьерных показателей рыб;
2. исследование возрастной динамики экстерьерных показателей рыбы;
3. морфометрия пластических интерьерных показателей рыб;
4. исследование возрастной динамики интерьерных показателей рыбы;

5. обоснование критериев прогностической оценки роста и развития популяции в условиях бассейновой аквакультуры.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследования проводились в 2017 г. в лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры Ульяновского аграрного университета. Объектом исследования являлся африканский клариевый сом, выращиваемый в условиях бассейновой аквакультуры.

К семейству **клариевых сомов** (*Clariidae*) относят рыбу без чешуи, с вытянутым телом, способным хорошо изгибаться. Анальный и спинной плавники клариевых сомов длинные и доходят до хвостового. Голова плоская, мощная с четырьмя парами усов. Африканский клариевый сом, являющийся объектом нашего исследования, имеет жабры и наджаберный орган, позволяющий ему дышать кислородом воздуха. Половозрелого состояния достигают к годовалому возрасту, в неволе утрачивают способность к естественному нересту [5-9, 15]. В природной среде клариевые сомы широко распространены в Африке, в бассейне реки Иордан, в Южной Азии, на Мадагаскаре, в Малайзии, на Филиппинских островах [5].

Наши исследования проводились на молоди рыбы 9, 11, 13 и 15-недельного возраста, полученной в результате искусственного нереста от собственных самцов и самок племенного ядра в условиях бассейновой аквакультуры [5-9]. Потомство получено в результате экстракорпорального оплодотворения икры одной гормонально стимулированной самки спермой двух гормонально стимулированных самцов [5-9, 15]. Кормление молоди рыб осуществляли специализированными гранулированными кормами фракций, соответствующих этапам их онтогенеза [1, 3, 11]. Гидрохимические показатели воды в бассейнах контролировали ежедневно раз в сутки, своевременно корректируя, чтобы они не превышали допустимых норм.

В бассейне объемом 6 м<sup>3</sup> содержалась популяция сомов в количестве 450 особей. Наблюдения за ней велись с личиночного возраста. На всех этапах онтогенеза мальков африканского клариевого сома контролировали массу и длину тела. Детальные морфометрические исследования проводились во временном интервале 9-15 недель. Для этого, начиная с 9-недельного возраста, каждые две недели отлавливали по 30 особей, у которых проводили промеры экстерьерных и интерьерных показателей.

У сомов определялись следующие экстерьерные показатели: длина тела рыб, малая длина, длина головы (малая и большая), ширина головы, длина рыла, длина заглазничного отдела

головы, высота тела, ширина тела, обхват тела, длина хвостового стебля, высота хвостового стебля [10].

У сомов также исследовали интерьерные показатели: общую массу рыбы, массу порки, головы, тушки, жабр и наджаберного органа, сердца, плавников, почек, селезенки, печени, внутреннего жира, кишечника, желудка, гонад, кожи, костей, филе.

Для этого каждую особь вскрывали острыми ножницами, разрезая от анального отверстия до жаберных крышек, а затем вырезая часть боковой стенки вдоль боковой линии до конца первого разреза. Поэтапно извлекали внутренние органы и взвешивали их абсолютную массу.

Препарирование начинали с сердца, отсекая перикардальную полость и надрезая в районе соединения с брюшной аортой и венозного синуса.

Затем идентифицировали гонады, которые распределялись по бокам кишечника, и отделяли их в зоне полового отверстия.

Далее препарировали органы пищеварения. Путем надразов в области глотки и анального отверстия извлекали пищевод, желудок, кишечник с поджелудочной железой, печень и селезенку.

Для вычленения печени отсекали ее от желчных протоков, перерезав соединительную ткань на кишечнике. Препарированная печень у африканского клариевого сома имеет нечеткую лопастную форму и отчасти покрывает органы пищеварения сбоку.

**Селезенка.** Селезенка у африканского клариевого сома легко идентифицируется, она имеет коричнево-бордовый цвет и округло-овальную форму; свободно отделяется пинцетом от двенадцатиперстной кишки.

**Желудок и кишечник.** Для получения желудка и кишечника пищеварительный тракт двумя пинцетами расправляли по всей длине. Удаляли ножницами соединительную ткань по всей длине пищеварительного тракта, затем пинцетом осторожно снимали внутренний жир.

Плотно прижимая пищеварительный тракт ко дну кюветы, проводя тыльной стороной скальпеля сверху вниз два или три раза, удаляли содержимое желудка и кишечника, а затем отрезали желудок от кишечника.

**Почки.** Почки темно-бордового цвета расположены вдоль позвоночника двумя тяжами. Это наиболее трудно препарировуемый орган. Почки препарировали, отчленяя скальпелем от мышц и соскабливая их.

Голову отделяли соответствующими ножницами, при этом производили поперечный разрез сразу за головным отделом, отрезая от туло-

Таблица 1

## Экстерьерные показатели сомов на 9-11-ой неделях развития

Возраст	9 недель			11 недель		
	M±m	б	Cv	M±m	б	Cv
Параметр						
Длина тела рыбы (L), см	13,2 ± 0,79	2,39	18,09	17,3 ± 0,25	1,04	6,00
Малая длина (l), см	9,57 ± 0,86	2,59	27,08	12,8 ± 0,29	1,17	9,09
Длина головы малая, см	2,35 ± 0,15	0,47	20,18	3,37 ± 0,16	0,66	19,52
Длина головы большая, см	3,72 ± 0,19	0,54	14,45	4,48 ± 0,12	0,50	11,19
Ширина головы, см	2,26 ± 0,06	0,21	9,14	2,68 ± 0,12	0,45	16,83
Длина рыла, см	1,17 ± 0,21	0,63	53,91	1,29 ± 0,20	0,75	57,76
Диаметр глаза, см	0,35 ± 0,04	0,14	40,96	0,52 ± 0,08	0,32	62,11
Длина рыла предглазничный отдел, см	1,12 ± 0,17	0,54	47,95	0,91 ± 0,08	0,36	39,14
Заглазничный отдел головы, см	2,32 ± 0,27	0,81	35,06	2,13 ± 0,09	0,39	18,28
Высота тела, см	1,93 ± 0,09	0,29	15,26	2,46 ± 0,10	0,41	16,54
Ширина тела, см	2,27 ± 0,07	0,22	9,53	2,54 ± 0,14	0,59	23,24
Обхват тела, см	4,54 ± 0,61	1,84	40,54	6,95 ± 0,32	1,30	18,72
Длина хвостового стебля, см	4,73 ± 0,90	2,70	57,11	6,50 ± 0,90	3,64	55,95
Высота хвостового стебля, см	1,2 ± 0,14	0,44	36,43	1,15 ± 0,11	0,42	36,22
Длина желудка, см	0,91 ± 0,17	0,46	50,54	1,55 ± 0,23	0,85	54,71
Длина кишечника, см	10,2 ± 1,83	5,19	50,58	10,7 ± 1,22	4,89	45,69

Разность достоверна при  $P < 0.05$

Таблица 2

## Экстерьерные показатели сомов на 13-15 неделе развития

Возраст	13 недель			15 недель		
	M±m	б	Cv	M±m	б	Cv
Параметр						
Длина тела рыбы (L), см	22,1 ± 0,70	2,43	10,94	33,0 ± 1,06	3,02	9,12
Малая длина (l), см	16,5 ± 0,44	1,53	9,27	23,3 ± 0,97	2,77	11,88
Длина головы малая, см	4,61 ± 0,37	1,31	28,37	6,77 ± 0,55	1,56	23,07
Длина головы большая, см	6,40 ± 0,44	1,39	21,74	8,55 ± 0,27	0,77	8,98
Ширина головы, см	3,66 ± 0,20	0,71	19,22	5,56 ± 0,41	1,17	21,08
Длина рыла, см	1,53 ± 0,14	0,40	26,09	2,28 ± 0,16	0,39	17,21
Диаметр глаза, см	0,43 ± 0,02	0,08	17,44	0,61 ± 0,03	0,09	15,18
Длина рыла предглазничный отдел, см	1,69 ± 0,23	0,79	46,65	1,9 ± 0,11	0,22	11,77
Заглазничный отдел головы, см	3,00 ± 0,33	1,18	39,09	4,84 ± 0,52	1,49	30,74
Высота тела, см	3 ± 0,16	0,57	18,86	4,91 ± 0,39	1,12	22,73
Ширина тела, см	3,08 ± 0,19	0,68	22,06	4,47 ± 0,25	0,71	15,90
Обхват тела, см	8,94 ± 0,34	1,18	13,19	13 ± 1,17	3,32	25,51
Длина хвостового стебля, см	7,73 ± 1,26	4,37	56,48	8,38 ± 1,88	5,32	63,41
Высота хвостового стебля, см	1,65 ± 0,23	0,83	49,96	2,88 ± 0,33	0,96	33,27
Длина желудка, см	1,66 ± 0,19	0,62	37,27	3,58 ± 1,02	2,29	63,89
Длина кишечника, см	9,63 ± 1,28	4,07	42,29	17,0 ± 2,68	6,00	35,14

Разность достоверна при  $P < 0.05$

вища. Кости черепа у африканского клариевого сома очень прочные.

**Жабры.** Чтобы извлечь жабры, у сома отрезали жаберную крышку в нижней части головы рыбы. После этого жабры были хорошо видны и доступны для препарирования. Вслед за жабра-

ми извлекали наджаберный орган [12].

Каждый из органов осушали фильтровальной бумагой, измеряли и взвешивали на электронных весах для определения абсолютной массы.

По окончании исследований проводили

биометрическую обработку данных общепринятыми методами. Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

### **Результаты исследований**

При выращивании рыбы в условиях индустриальной аквакультуры физиологическому состоянию рыбы уделяют пристальное внимание, поскольку условия среды ее обитания четко регулируются человеком. Существует ряд унифицированных, недорогих и доступных для быстрого определения показателей, которые могут достоверно информировать о характере процессов роста и развития рыбы в условиях индустриальной аквакультуры. В первую очередь это экстерьерные и интерьерные ростовые и весовые морфологические признаки.

По результатам проведенных исследований нами было показано, что длина тела клариевого сома в возрасте 9 недель колеблется в диапазоне 7,5-15,5 см, в возрасте 11 недель составляет 16,0-19,5 см, в 13 недель – 20-27 см, в 15 недель – свыше 30-39,5 см.

Сводные результаты исследования экстерьерных показателей молоди клариевого сома и их динамики во все возрастные периоды отражены в таблицах 1 и 2.

В таблицах приведены средние значения признака и коэффициенты вариации. Как известно, при коэффициенте вариации менее 10 % степень рассеивания данных незначительна, от 10 до 20 % - средняя, больше 20, но меньше 33 % - значительная. Если коэффициент вариации больше 33 %, - совокупность неоднородна. Мы основывались на том, что для однородной совокупности расчетные значения средних величин значимы, а для неоднородной они не значимы и не характеризуют совокупность из-за высокого разброса значений признака.

Полученные нами данные свидетельствуют, что один из основных экстерьерных показателей - длина рыбы - и его средние по популяции во все возрастные периоды значимы на массиве всей совокупности. Наиболее вариабелен этот морфологический признак в возрасте 9 недель. Коэффициент вариации в этой возрастной группе составил 18,09 %, что свидетельствует о среднем уровне разброса в популяции в данной возрастной категории. Такой показатель, как длина рыбы, с переходом в следующие возрастные группы 11-15 недель, судя по степени рассеивания данных, практически не превышает 10 % на массиве всей популяции. Он достаточно однороден и характеризует популяцию в целом (табл.1, 2). Аналогично ведет себя и такой морфологический признак, как малая длина рыбы. Для него характерны те же тенденции. Средние значения, рассчитанные по этим признакам, значимы и действительно ха-

рактеризуют популяцию как однородную.

Рассматривая морфологические характеристики головы, такие как длина головы большая и малая, ширина головы, учитывая степень рассеивания данных, также можно заключить, что во все исследованные возрастные периоды их средние характеризуют популяцию в целом, поскольку степень рассеивания данных ниже средней или на среднем уровне.

При исследовании таких характеристических параметров, как длина рыла, предглазничного отдела, диаметр глаза, следует отметить, что по этим признакам полученные средние величины, характеризующие признак, не позволяют судить о состоянии популяции в целом, поскольку коэффициенты вариации свидетельствуют в пользу значительной степени рассеивания данных в такие возрастные периоды, как 9 и 11 недель. В более позднем возрасте у сомов степень рассеивания данных по этим морфологически признакам не достигает среднего уровня, судя по величине коэффициента вариации, вычисленные средние этих морфологических параметров в 13 и 15-недельном возрасте также отражают состояние популяции в целом.

Анализ таких морфологических признаков, как высота тела, ширина тела, обхват тела, показал, что полученные нами средние значения первых двух признаков информативны в отношении популяции в целом во все возрастные периоды, а расчетное среднее значение (M) по такому параметру, как обхват тела, у сомов в возрасте 9 недель из-за высокой степени рассеивания данных не может быть информативным в отношении всей популяции.

Средние значения таких показателей, как длина и высота хвостового стебля, длина желудка, кишечника, не характерны для популяции в целом, поскольку коэффициенты вариации этих признаков составляют от 35 до 63 %, что свидетельствует о высокой неоднородности этих признаков во все возрастные периоды от 9 до 15 недель.

Сводные результаты исследования динамики интерьерных показателей молоди клариевого сома отражены в таблицах 3, 4.

Основным характеристическим показателем эффективности выращивания рыбы в условиях индустриальной аквакультуры является ее масса. По результатам наших исследований, общая масса тела рыбы в возрасте 9 недель составляла в среднем 26 г, прирост биомассы рыбы за две недели составил 17,3 г, за две последующие недели – 63,17 г, с 13-ой по 15-ую недели прирост был наиболее значим и составил 200,81, при этом рыба достигла веса 307,38 г в возрасте 15 недель.

Произведенный расчет коэффициента ва-

Таблица 3

## Интерьерные показатели сомов на 9-11 неделях развития

Возраст	9 недель			11 недель		
	M±m	б	Cv	M±m	б	Cv
Общая масса рыбы, г	26,0 ± 1,33	4,00	15,38	43,3 ± 2,66	10,33	23,81
Сердце, г	0,31 ± 0,02	0,08	24,25	0,39 ± 0,02	0,10	25,44
Масса гонад (самки), г	0,63 ± 0,03	0,06	10,00	2,4 ± 0,19	0,54	22,70
Масса гонад (самцы), г	0,29 ± 0,02	0,07	22,04	0,83 ± 0,04	0,12	14,89
Печень, г	0,15 ± 0,01	0,04	25,68	0,41 ± 0,02	0,08	20,25
Желчный пузырь, г	0,12 ± 0,00	0,03	23,82	0,19 ± 0,01	0,06	29,23
Селезенка, г	0,13 ± 0,01	0,04	28,71	0,23 ± 0,01	0,06	24,87
Желудок, г	0,52 ± 0,05	0,15	29,27	1,06 ± 0,07	0,28	26,01
Кишечник, г	0,22 ± 0,02	0,07	29,70	0,70 ± 0,06	0,22	31,71
Почки, г	0,19 ± 0,01	0,05	25,81	0,63 ± 0,03	0,11	18,02
Голова, г	7,09 ± 0,36	1,09	15,31	12,6 ± 0,96	3,73	29,60
Жабры и наджаберный аппарат, г	1,45 ± 0,13	0,41	28,39	2,36 ± 0,19	0,77	32,58
Порка, г	22,4 ± 1,34	4,03	17,95	37,7 ± 2,61	9,78	25,89
Тушка, г	15,1 ± 0,77	2,34	15,47	26,7 ± 2,02	7,84	29,35
Филе, г	8,56 ± 0,91	2,75	32,09	14,0 ± 0,93	3,63	25,77
Плавники, г	0,67 ± 0,05	0,16	23,53	1,24 ± 0,10	0,41	33,08
Кожа, г	1,82 ± 0,16	0,50	27,74	4,12 ± 0,33	1,26	30,46
Кости, г	2,64 ± 0,27	0,81	30,72	4,14 ± 0,29	1,15	27,67
Внутренний жир, г	0,50 ± 0,06	0,18	36,15	0,94 ± 0,11	0,40	42,04

Разность достоверна при  $P < 0.05$

Таблица 4

## Интерьерные показатели сомов на 13-15 неделях развития

Возраст	13 недель			15 недель		
	M±m	б	Cv	M±m	б	Cv
Общая масса рыбы, г	106, ± 6,19	21,47	20,15	307, ± 17,1	45,40	14,77
Сердце, г	1,76 ± 0,10	0,36	20,23	2,75 ± 0,20	0,45	16,38
Масса гонад (самка), г	5,81 ± 0,69	1,70	29,26	16,6 ± 3,01	6,74	40,42
Масса гонад (самцов), г	1,14 ± 0,05	0,13	11,56	2,02 ± 0,12	0,17	8,57
Печень, г	0,84 ± 0,05	0,20	23,66	2,31 ± 0,22	0,51	22,05
Желчный пузырь, г	0,34 ± 0,05	0,13	38,60	0,34 ± 0,04	0,10	30,07
Селезенка, г	0,33 ± 0,02	0,09	27,77	0,91 ± 0,06	0,16	17,06
Желудок, г	1,75 ± 0,14	0,46	26,01	2,69 ± 0,09	0,23	8,46
Кишечник, г	1,69 ± 0,15	0,43	25,50	2,48 ± 0,23	0,53	21,22
Почки, г	1,46 ± 0,08	0,29	19,90	2,6 ± 0,19	0,39	14,96
Голова («большая»), г	24,0 ± 2,76	9,58	39,83	77,9 ± 5,42	14,35	18,42
Жабры и наджаберный аппарат, г	4,75 ± 0,24	0,86	18,16	12,4 ± 0,66	1,75	14,00
Порка, г	84,4 ± 4,91	17,02	20,16	263, ± 20,4	54,04	20,52
Тушка, г	55,1 ± 5,51	18,29	33,17	191, ± 11,1	29,46	15,37
Филе, г	29,8 ± 2,43	8,44	28,24	104, ± 12,0	31,81	30,35
Плавники, г	2,36 ± 0,21	0,74	31,33	6,39 ± 0,76	2,04	31,86
Кожа, г	5,52 ± 0,48	1,67	30,18	21,9 ± 3,22	8,54	38,94
Кости, г	9,19 ± 0,59	2,07	22,48	38,8 ± 3,25	8,60	22,15
Внутренний жир, г	3,81 ± 0,15	0,49	12,82	12,3 ± 0,88	2,34	18,96

Разность достоверна при  $P < 0.05$

риации показал, что эти величины действительно являются характерными для популяции в целом во все возрастные периоды, поскольку максимальное значение коэффициента вариации по этому признаку было ненамного выше 20 %, что свидетельствует об однородности популяции по этому интерьерному признаку (табл. 3-4).

*Сердце.* Работа сердца осуществляет кровообращение у рыб, обеспечивая организм кислородом и питательными веществами. Величина сердца рыб напрямую связана с интенсивностью обменных процессов в организме. Сердце рыб относительно небольшое и слабое, частота сердечных сокращений 18-30 ударов в минуту. Оно значительно меньше и слабее, чем у наземных позвоночных. Теоретически масса сердца у рыб в среднем не превышает 1 % от общей массы рыб при размахе колебаний от 0,3 до 2,5 % в зависимости от вида рыб, что согласуется с нашими данными (табл. 3-4).

Полученные нами результаты свидетельствуют, что за период шестинедельных наблюдений масса сердца возросла в 9 раз – с 0,31 г до 2,75 г. При этом период с 9 до 11 недель характеризовался незначительным приростом биомассы. Выраженное наращивание массы сердца сомов происходило с разной интенсивностью с 1-й по 13-ю и с 13-й по 15-ю недели.

*Гонады.* На 9-11-й неделе степень зрелости гонад соответствовала первой-второй стадии по шкале Г.В. Никольского [12]. Половые железы самцов были мелкими, но на гонадах уже были заметны утолщения; половой диморфизм был хорошо выражен, яичники и семенники были различимы и отличались размерами на всех стадиях исследования. В возрасте 13-15 недель у африканского клариеса половые продукты по своему развитию в полной мере соответствовали второй стадии по шкале Г.В. Никольского, на 15-й неделе проявлялись признаки начальных этапов третьей стадии. По поводу возраста созревания половых продуктов африканского клариевого сома в литературе нет единой точки зрения. На собственном опыте мы убедились, что в неволе у африканского клариевого сома половые продукты - икра и спермии - без гормональной стимуляции не созревают. Вопрос о том, с какого возраста этого вида рыбы гормональная стимуляция искусственного нереста эффективна, до сих пор дискутируется. Ряд исследователей считает, что для этого возраст клариаса должен быть более года, а вес самцов и самок должен быть не менее 1,5-2,0 кг, по данным других источников, созревание наступает значительно раньше. В наших условиях нам удавалось получить зрелые половые продукты у самцов весом 600-900 г в возрасте восьми месяцев и у самок весом более 850-900

г. Полученные результаты согласуются с данными других исследователей [13-15].

Полученные нами результаты показали, что у африканского клариаса за шестинедельный период наблюдений масса гонад самцов возросла в 7 раз (табл. 3, 4). Если сравнивать самцов и самок, необходимо отметить, что в возрасте 15 недель усредненные показатели массы гонад самцов в 8 раз меньше таковых у самок. За шесть недель наблюдения у самок масса гонад возросла в 26 раз. Наиболее интенсивное развитие гонад происходило в период 13-15 недель синхронно у самцов и самок. Исследование динамики коэффициентов вариации по данному показателю свидетельствует, что с возрастом самок в популяции нарастает неоднородность и, очевидно, формируются популяционные группы, отличающиеся скоростью развития гонад. В частности, в 9-недельном возрасте степень рассеивания данных в популяции по весу гонад самок была незначительной, в 11-недельном возрасте – возросла в два раза, в 13-недельном – стала значительной, а в 15-недельном – полученные нами данные характеризуют популяцию как неоднородную. Выявленная неоднородность может объясняться генетической неоднородностью популяции сомов, которая была получена в результате оплодотворения икры одной самки спермиями от двух самцов.

Процессы, протекавшие в популяции самцов, выглядели иначе. В возрасте 9 недель, когда гонады соответствовали первой стадии зрелости, степень рассеивания данных по этому показателю превышала средний уровень (табл. 3, 4). Но на протяжении последующих, наблюдаемых нами этапов онтогенеза коэффициент вариации, как мера рассеивания данных по этому признаку, прогрессивно снижался, очевидно, процессы созревания семенников синхронизировались, поскольку коэффициент вариации был ниже 10 % и популяция была однородной по этому признаку (табл. 3, 4).

*Печень.* По данным литературных источников, размеры печени рыбы существенно меняются в зависимости от условий окружающей среды. Это объясняется тем, что печень депонирует гликоген, жир и в благоприятных условиях может увеличиваться в размерах за счет накопления этих веществ, а в неблагоприятных – уменьшаться. В естественной среде этот процесс имеет сезонную динамику, он также зависит от возраста, физиологического состояния, кормовой базы. Динамика прироста массы печени за период наблюдения была неравномерной (табл. 3, 4). За первые две недели опыта прирост составил 0,26 г, с 11-й по 13-ю недели – 0,43 г, за две последние – 1,47 г., следовательно, интенсивность роста пе-

чени, по мере роста и развития организма сомов в исследованный нами период, имела нарастающую динамику. Следует отметить, что величина коэффициента вариации была во все периоды значительной, однако не превышала предела (>33%), за которым популяцию можно было бы считать неоднородной по этому морфометрическому показателю (табл. 3, 4).

**Селезенка.** Селезенка у рыб обеспечивает эритропоэз и лимфогранулопоэз. Для рыб характерен интенсивный гемопоэз, в его обеспечении, кроме селезенки, участвуют также почки, сердце и жабры. Особенностью молодых эритроцитов рыб является их способность к фагоцитозу. Селезенка также выполняет иммунную функцию, она осуществляет иммунный ответ, синтезирует специфические антитела, благодаря чему распознаются чужеродные антигены в организме. Селезенка также осуществляет элиминацию старых эритроцитов и лейкоцитов. Селезенка играет важную роль в обмене тромбоцитов. Динамика развития селезенки сома в возрастном аспекте неравномерна. На этапе 9-11-й и 11-13-й недель прирост ее массы составлял чуть более 0,1 г, в то время как в период с 13-й по 15-ю неделю прирост биомассы резко интенсифицировался и составил 0,58 г. Величина коэффициента вариации для всех этапов развития селезенки сомов была чуть выше 20 % и ни разу не превысила 30%-ный уровень. Следовательно, по этому морфометрическому параметру популяция однородна, а средние, рассчитанные для популяции, значимы и характеризуют совокупность в целом.

**Почки.** Основные функции почек у рыб – фильтрационная, выделительная и кроветворная, поскольку у рыб отсутствует красный костный мозг. Причем кроветворная функция доминирует над выделительной. По результатам наших исследований, почки по сравнению с развитием и наращивание биомассы других внутренних органов рыб характеризуются более равномерной динамикой. Расчетные коэффициенты вариации по этому морфологическому признаку приближаются к величине, свидетельствующей о среднем уровне рассеивания данных во все возрастные периоды, поэтому популяцию по данному признаку можно считать однородной.

**Жабры.** Основной функцией жабр долго считался газообмен, но на сегодня хорошо известно, что эндотелий кровеносной системы жабр и синцитий участвует в кроветворении, а канадские ученые Peter Rombough и Clarice Fu установили, что жабры поддерживают солевой гомеостаз в организме, в первую очередь – обмен ионов натрия, обеспечивая химический баланс с внешней средой [13, 14]. Развитие жабр и наджаберного органа, судя по динамике наращивания

биомассы этих органов, в наших исследованиях происходило достаточно равномерно, а расчетные значения коэффициентов вариации показали, что популяция по этому параметру в возрасте 9-11 недель может считаться однородной.

#### **Выводы**

В своих исследованиях мы пытались выявить доступные для определения морфологические признаки африканского клариевого сома, которые можно было бы использовать для прогностической оценки скорости роста рыбы и наращивания биомассы при производстве товарной продукции.

Было показано, что такие экстерьерные морфологические признаки, как длина рыбы, высота и ширина тела, информативны в отношении популяции в целом, поскольку имеют выраженную синхронность и направленность изменений во все возрастные периоды.

Экстерьерные морфологические признаки – обхват тела, длина и высота хвостового стебля, длина желудка и кишечника – не показательны для популяции в целом, имеют значительный внутривидовой разброс и не могут быть рекомендованы в качестве прогностических.

В числе информативных интерьерных морфологических признаков можно назвать массу тела, сердца, семенников, селезенки, печени и почек. Однако получение интерьерных показателей более трудоемко и требует забоя рыбы, поэтому при формировании прогностической оценки роста и развития африканского клариевого сома целесообразно ориентироваться на экстерьерные параметры, учитывая их информативность.

#### **Библиографический список**

1. Голенева, О.М. Интенсивность роста клариевых сомов в зависимости от освещенности и питания рыбы /О.М. Голенева, Е.М. Романова // Глобализация науки: проблемы и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции. 02 июня 2015 г. - Уфа, 2015. - С. 16-19.
2. Голенева, О.М. Влияние стресс-факторов на потребление корма африканскими сомами /О.М. Голенева, Е.М. Романова, Э.Р. Камалетдинова// Перспективы и достижения в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Материалы международной научно-практической конференции. Издательство «АГРУС» (Ставрополь)-2015. - С. 246-250. Точка доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24066489>
3. Влияние состава кормов на качество воды в бассейновой аквакультуре *Clarias gariepinus* /Э.Р. Камалетдинова, О.С. Шумихина, Е.М. Романова, В.Н. Любомирова // Научная интеграция: сборник научных трудов. 01-29 января 2016г.- Москва: Изд-во

Научный центр «Олимп»; Астрахань, 2016. - С. 954-956.

4. Биологический контроль окружающей среды в зонах повышенной антропогенной нагрузки / Е.М. Романова, Д.С. Игнаткин, В.В. Романов, Л.А. Шадыева, Т.М. Шленкина. - Ульяновск, 2015. - 240 с.

5. Романова, Е.М Искусственное воспроизводство африканского сома с использованием гормональной стимуляции / Е.М.Романова, Е.В.Федорова, Э.Р. Камалетдинова // Зоотехния. - 2014.- №10. - С. 31-32.

6. Романова, Е.М. Биологический контроль фертильности самок клариевого сома в бассейновой аквакультуре / Е.М.Романова, В.Н. Любомирова, М.Э. Мухитова// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016.- №3. - С. 78-84.

7. Сравнительная характеристика плодовитости самок клариевого сома, выращенных при разных температурных режимах [Электронный ресурс] / В.Н. Любомирова, Е.М. Романова, В.В. Романов, Э.Р. Камалетдинова, Е.В. Любомиров// Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 26. – С. 1011–1015. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76305.htm>.

8. Гормональная стимуляция в биотехнологиях искусственного нереста быстрорастущих видов рыб [Электронный ресурс] / Е.М.Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Э.Р. Камалетдинова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 26. – С. 1036–1040. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76310.htm>.

9. Камалетдинова, Э.Р. Поиск эффектив-

ных препаратов для стимуляции репродуктивной функции *Clarias gariepinus*/ Э.Р.Камалетдинова, Е.М.Романова// Инновационные технологии в области естественных и математических наук: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Издательство: Автономная некоммерческая организация Институт инновационных технологий (Нижний Новгород) - 2016. - С. 20-23.

10. Шленкина, Т.М. Индексы характеризующие экстерьер рыбы [Электронный ресурс] /Т.М. Шленкина, А.К Шленкин// Концепт. - 2016. - Том 26. - С. 406-410.

11. Проблемы культивирования стартовых живых кормов для аквакультуры / М.Э. Мухитова, Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Т.М. Шленкина, Л.А. Шадыева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2017. - №1-2(55). - С. 13-15.

12. Пряхин, Ю.В. Методы рыбохозяйственных исследований / Ю.В. Пряхин, В.А. Шкицкий. - Краснодар, 2006 – 214 с.

13. Rombough, PJ. Partitioning of oxygen uptake between the gills and skin in fish larvae: a novel method for estimating cutaneous oxygen uptake. /PJ Rombough. - Journal of experimental biology, 1998 - jeb.biologists.org – P. 1763-1769.

14. Brauner, CJ. Ontogeny and paleophysiology of the gill: new insights from larval and air-breathing fish / CJ. Brauner, PJ. Rombough. - Respiratory physiology & neurobiology, 2012 – Elsevier – P. 293-300.

15. Peng, C. Neuroendocrine regulation of growth hormone secretion and growth in fish / C. Peng, R. Peter. - Zoological studies-taipei. - 1997 - P.79-89.

#### FORECASTING CRITERIA OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH IN THE CONDITIONS OF POOL AQUACULTURE

**Mukhitova M.E., Romanov V.V., Romanova E.M., Lyubomirova V.N.**  
FSBEI HE Ulyanovsk SAU  
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets bld., 1,  
phone: 8 (8422) 55-95-38, email: vvr-emr@yandex.ru

*Key words: aquaculture, African sharptooth catfish, growth, development, morphometry*

*The work is devoted to the search for informative morphophysiological features that can be used for forecasting evaluation of growth and development of African catfish in industrial aquaculture. The aim of our research was to find phenotypic traits that can be used to predict the growth and development of the African catfish based on the dynamics of morphometric parameters of different ontogeny stages. The objectives of the study included: morphometry of fish plastic exteriors; the study of the age dynamics of fish exterior characteristics; morphometry of fish plastic interior parameters; the study of age-related dynamics of fish interior parameters; substantiation of forecasting assessment criteria of population growth and development in the conditions of pool aquaculture. The population homogeneity of each of the characteristic features was estimated by calculating the variation coefficients. It has been established that dynamics of such exteriors as the fish length, height and width of the body at different stages of ontogeny can be used for forecasting assessment of growth and development of the African catfish. It has been revealed that the dynamics of mass gain of such interior parameters as the mass of the heart, testis, spleen, liver and gills can also be used for forecasting evaluation of the growth processes of the African catfish.*

#### *Bibliography*

1. Goleneva, O.M. The intensity of sharptooth catfish growth, depending on the illumination and nutrition of fish / O.M. Goleneva, E.M. Romanova // Globalization of science: problems and prospects. Materials of the international scientific-practical conference. June 2, 2015 - Ufa, 2015. - P. 16-19.

2. Goleneva, O.M. The influence of stress factors on feed intake by African catfish / O.M. Goleneva, E. M. Romanova, E.R. Kamaletdinova // Prospects and achievements in the production and processing of agricultural products. Materials of the international scientific-practical conference. The publishing house «AGRUS» (Stavropol) - 2015. - P. 246-250. Access point: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24066489>

3. Influence of feed composition on water quality in pool aquaculture of *Clarias gariepinus* / E.R. Kamaletdinova, O.S. Shumikhina, E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova // Scientific integration: a collection of scientific works. January 29-29, 2016- Moscow: Publishing house Scientific Center «Olympus»; Astrakhan, 2016.-P. 954-956.

4. Biological control of the environment in the areas of increased anthropogenic load / E.M. Romanova, D.S. Ignatkin, V.V. Romanov, L.A. Shadyeva, T.M. Shlenkina. - Ulyanovsk, 2015. - 240 p.



5. Romanova, E.M. Artificial reproduction of African catfish with the use of hormonal stimulation / E.M. Romanova, E.V. Fedorova, E.R. Kamaletdinova // *Zootechnics*. - 2014. - №10. - P. 31-32.

6. Romanova, E.M. Biological control of female fertility of sharptooth catfish in the pool aquaculture / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, M.E. Mukhitova // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2016. - №3. - P. 78-84.

7. Comparative characteristics of female catfish fecundity, raised at different temperature regimes [Electronic resource] /

V.N. Lyubomirova, E.M. Romanova, V.V. Romanov, E.R. Kamaletdinova, E.V. Lyubomirov // *Scientific and methodical electronic journal «Concept»*. - 2016. - V. 26. - P. 1011-1015. - URL: <http://e-koncept.ru/2016/76305.htm>.

8. Hormonal stimulation in biotechnologies of artificial spawning of fast-growing fish species [Electronic resource] / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, V.V. Romanov, E.R. Kamaletdinova // *Scientific and methodical electronic journal «Concept»*. - 2016. - V. 26. - P. 1036-1040. - URL: <http://e-koncept.ru/2016/76310.htm>.

9. Kamaletdinova, E.R. Search for effective medications for stimulation of reproductive function of *Clarias gariepinus* / E.R. Kamaletdinova, E.M. Romanova // *Innovative technologies in the field of natural and mathematical sciences: a collection of scientific papers on the results of*

*the international scientific and practical conference. Publisher: Autonomous non-profit organization Institute of Innovative Technologies (Nizhny Novgorod)* - 2016. - P. 20-23.

10. Shlenkina, T.M. Indexes which characterize fish exteriors [Electronic resource] / T.M. Shlenkina, A.K. Shlenkin // *Concept*. - 2016. - Volume 26. - P. 406-410.

11. Problems of live feed breeding for aquaculture / M.E. Mukhitova, E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, V.V. Romanov, T.M. Shlenkina, L.A. Shadyeva // *International Scientific and Research Journal*. - 2017. - №1-2 (55). - P. 13-15.

12. Pryakhin, Yu.V. Methods of commercial fishing research / Yu.V. Pryakhin, V.A. Shkitsky. - Krasnodar, 2006 - 214 p.

13. Rombough, P.J. Partitioning of oxygen uptake between the gills and skin in fish larvae: a novel method for estimating cutaneous oxygen uptake. / P.J. Rombough. - *Journal of experimental biology*, 1998 - *jeb.biologists.org* - P. 1763-1769.

14. Brauner, C.J. Ontogeny and paleophysiology of the gill: new insights from larval and air-breathing fish / C.J. Brauner, P.J. Rombough. - *Respiratory physiology & neurobiology*, 2012 - Elsevier - P. 293-300.

15. Peng, C. Neuroendocrine regulation of growth hormone secretion