

На правах рукописи

Мехрдад Фаттолахи



00305450 1

Весовой и линейный рост африканского сома (*Clarias gariepinus Burchell*) в зависимости от факторов среды и качества корма

Специальность - 06.02.04 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

**Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Москва 2006

Работа выполнена на кафедре аквакультуры Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
Власов Валентин Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук
Серветник Григорий Емельянович;
кандидат биологических наук
Ананьев Валентин Илларионович

Ведущая организация – **Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)**

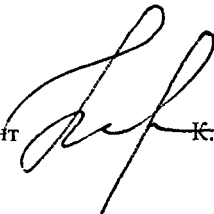
Защита диссертации состоится «15» 01 2007 г.
в 14.30 часов на заседании диссертационного совета Д-220.043.07
в Российском государственном аграрном университете – МСХА
имени К.А. Тимирязева, *септ. 9.*

Адрес: 127550, г.Москва, ул. Тимирязевская, 49,
Ученый совет РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

С диссертацией можно ознакомиться
в ЦНБ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Автореферат разослан и размещен в сети Интернет на сайте университета
www.timacad.ru «11» 12 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, доцент



К.Н. Калинина

1. Общая характеристика работы и ее актуальность.

Рост рыб, формирование их хозяйственно полезных признаков и эффективность выращивания определяются в основном кормлением и факторами внешней среды, влияющими на развитие организма. От качества корма во многом зависят рыбоводные результаты в искусственных условиях. Рациональное кормление рыбы предполагает получение биологического и экономического эффекта. Высокая биологическая эффективность используемых кормов зависит от методов его приготовления и может быть получена при соответствии качества и количества корма потребностям рыб.

В последнее десятилетие в промышленной аквакультуре России получил распространение новый объект – африканский сом. Этот представитель был завезен в Европу в конце 20-го столетия, а в Россию в 1994 году. Биологические особенности африканского сома делают его одним из перспективных объектов культивирования в установках замкнутого водоснабжения и садковых хозяйств. Он предпочитает температуру воды 25-32⁰С, обладает высокой толерантностью к повышению содержания в воде соединений азота. Благодаря наличию наджаберного органа сом может переносить предельно низкие концентрации кислорода в воде.

В естественном ареале (Африка) он хищник. Однако, как показывает практика голландских, венгерских рыбоводов, он потребляет при выращивании в искусственных условиях комбикорма со значительным содержанием растительных компонентов. Известно, что он достаточно хорошо растет на комбикормах с невысоким содержанием протеина. Вместе с тем, интенсивность роста рыб увеличивается пропорционально повышению в рационе уровня кормов животного происхождения (Гордеев, Власов, 2003).

В кормлении рыб, наряду с вышеуказанными показателями, значительная роль отводится физическим и химическим свойствам кормов. Рыбам следует скармливать комбикорм определенного размера, формы, цвета, жесткости, вкуса и запаха - в соответствии с потребностями и размерами данного вида рыб (Касумян, 2002). Использование этих знаний при создании определенных комбикормов позволяет повысить их эффективность.

В связи с малой изученностью вышеуказанных аспектов при выращивании африканского сома в индустриальных условиях, нами проведены эксперименты по изучению весового и линейного роста африканского сома в зависимости от качества корма и факторов среды.

Работа выполнялась в рамках темы «Разработать индустриальную технологию воспроизводства и выращивания африканского сома», выполняемой на кафедре Аквакультуры РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева.

Целью работы предусмотрено изучить весовой и линейный рост африканского сома в искусственных условиях в зависимости от качества корма и факторов среды.

Задачи исследования:

- изучить рост сомов в условиях УЗВ;
- определить экстерьерно-интерьерные показатели рыб;
- определить химический состав и мясные качества товарной продукции;
- установить потребление рыбами корма;
- установить избирательную пищевую способность рыб;
- изучить реакцию рыб на запах, цвет и вкус пищи;
- установить роль органов чувств при поиске пищи;
- изучить влияние факторов среды на рост рыб и их поведение;
- изучить иерархию взаимоотношений рыб при выращивании в искусственных условиях.

Научная новизна. Впервые проведены комплексные исследования по установлению влияния на интенсивность роста африканского сома качественных характеристик корма, определены значения освещенности и концентрации растворенного в воде кислорода, роль зрения и хеморецепции в поиске пищи рыбой и иерархические отношения при выращивании в искусственных условиях.

Практическая значимость. Установлены наиболее оптимальные по питательности, цвету и вкусу комбикорма, изготавливаемые российскими комбикормовыми заводами, при скармливании которых можно получить наибольшую интенсивность роста рыбы и наименьшие затраты корма. Установлены параметры освещенности и концентрации в воде кислорода, позволяющие рекомендовать их при выращивании африканского сома в индустриальных условиях.

Апробация работы. Международная научно-практ. конференция «Проблемы аквакультуры» (Москва, 2005); научно-практ. конференция «Человек и животные» (Астрахань, 2005); международная научно-практ. конференция «Поведение рыб» (Барок, 2005); научная конференция молодых ученых и специалистов МСХА (2005, 2006).

Публикации. Результаты исследований и основные положения диссертации освещены в шести публикациях.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 141 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований, выводов и предложений производству, списка литературы, включающего 336 источников, из которых

161 на иностранных языках. В основной текст диссертации включено 23 таблиц и 25 рисунков.

2. Схема опытов, материал и методы исследований

Исследования проведены в лаборатории кафедры аквакультуры РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева в бассейнах рыбоводной установки с замкнутым водоснабжением (УЗВ, опыты 1, 2), а также в аквариумах (опыты 3-5).

Схема исследований



В опыте 1 использованы 4 варианта: в первом использовали комбикорм рецепта 111-1, во втором варианте – комбикорм АК-2ФП, в третьем – комбикорм АК-2КЭ и в четвертом – АК-1ФП. Африканских (клариевых) сомов *Clarias gariepinus* содержали в четырех 250 литровых бассейнах при температуре 25-26°C. Водообмен в бассейнах составлял 1 л/мин и был одинаковым во всех вариантах. Содержание кислорода в воде поддерживали на уровне 5-6 мг/л. Кормили рыб вручную, 3 раза в сутки, в объеме 1,8-2 % от их массы. Продолжительность опыта составила 66 суток.

Для выяснения роли различных органов чувств, прежде всего зрения и органов хеморецепции, в пищевом поведении африканского сома, а также для оценки влияния стресса, вызванного манипуляцией и пересадкой на интенсивность питания сома, были выполнены поведенческие эксперименты по разработанной нами методике. Исследования проведены на сомах массой 80-95 г с интервалом 3, 24, 48, 72, 96 и 120 ч при освещенности 200-250 лк и в темноте. Опыты в темноте начинали через 30 сек. после выключения света. Во время опыта в емкость с рыбой одновременно вносили 30 цилиндрических

гранул комбикорма или кусочков свежемороженой говяжьей печени. Через 5 мин. после начала опыта несъеденный корм из емкости удаляли с помощью сифона и рассчитывали количество потребленного рыбой корма. При проведении исследований на свету использовали гранулы, приготовленные на основе агар-агарового геля (2%) и экстракта мотыля, окрашенных с помощью пищевых красителей в зеленый, красный или синий цвета.

Эксперименты по выяснению роли хеморецепции в пищевом поведении сома проводили в емкостях размером 150×65×30 см. Они были оборудованы системой подачи стимульных растворов – двумя пластиковыми трубками (внутренний диаметр 5 мм) для стимульных растворов или чистой воды. В качестве стимульных растворов использовали свежеприготовленный водный экстракт личинок хирономид концентрацией от 0,005 г/л до 0,2 г/л, для тестирования использовали также растворы классических вкусовых веществ (сахарозы, хлорида натрия, лимонной кислоты и хлорида кальция).

Всего выполнено 3 серии исследований. С момента начала поступления в аквариум растворов или чистой воды по трубкам регистрировали следующие показатели: начало реакции первой рыбы, (t_1), время схватывания трубки первой рыбой, сек (t_2), время завершения реакции, (t_3), продолжительность поиска, ($t_2 - t_1$), продолжительность реакции, ($t_3 - t_1$), число рыб в зоне подачи экстракта, число рыб, схватывавших трубки, число схватываний рыбами трубок.

В процессе опытов ежедневно измеряли температуру воды, содержание растворенного кислорода (оксиметром Кит-1), каждые 4 дня - аммонийный и нитратный азот - по общепринятым методикам (Привезенцев, 1972). Гистологические исследования проведены по методам Г.А. Попковой (1976) и А.И. Кононского (1976). Для изучения особенностей роста сомов проводили индивидуальное взвешивание рыб на электронных весах (Scout-sc 2020) с точностью 0,01 г, показатели интенсивности роста рассчитывали по формулам: абсолютный прирост рыб ($G_{абс}$), (Рикер, 1983), коэффициент (K_m) массонакопления (Баранов и др., 1978).

Морфометрические показатели и расчеты индексов телосложения проведены по В. В. Лавровскому (1981). Экстерьерно-интерьерные показатели определяли по общепринятым в рыбоводстве методам (Правдин, 1966; Смирнов и др., 1968; Шварц и др., 1972).

Стандартный обмен у рыб, изучаемый в зависимости от качества потребляемого корма, проводили трижды – в начале, середине и конце опыта, по методике Н.С. Строганова (1962). Химический состав тела сомов был определен по методикам, описанным Н.А. Лукашик и В.А. Тащилиным (1962).

Статистический анализ полученных результатов, осуществлен с применением критерия Фишера и t -критерия Стьюдента с помощью

программного обеспечения Microsoft excel 2002 и статистической программы SPSS.

3. Результаты

3.1. Выращивание африканского (клариевого) сома на различных по качеству комбикормах.

3.1.1. Гидрохимический режим

Условия содержания (температурный, кислородный режимы, значения рН, содержание в воде соединений азотной группы) в период опытов находились в пределах технологической нормы и соответствовали поставленным задачам. Наилучшие показатели поддерживались в вариантах 2 и 4, в которых сомы выращивались на форелевых высокопротеиновых кормах.

3.1.2. Рост сомов и эффективность использования корма

Более высокие результаты по интенсивности роста получены в вариантах 2 (комбикорм АК-1ФП) и 4 (комбикорм АК-1ФП). Во втором варианте сомы к концу опыта достигли массы 547г, а в четвертом – 518г. Несколько худшие результаты по росту рыб получены в первом (комбикорм 111-1) и в третьем вариантах (комбикорм АК-2КЭ), конечная масса рыб составила 348г и 313г соответственно. Наблюдения за поведением рыб в период кормления показали, что при одном и том же количестве внесенного корма наиболее интенсивно он потреблялся сомами во втором и четвертом вариантах опыта. В первом и особенно в третьем вариантах установлена более низкая реакция рыб на корм. Потребление более качественных форелевых комбикормов, обладающих привлекательным запахом и вкусом, обусловило более интенсивный рост рыб.

Потребление кормов различного качества вызвало не только различный рост рыб, но и эффективность использования корма. По периодам опыта отмечаются различия в эффективности использования рыбой корма.

В первую половину опыта, когда сомы имели массу 160 - 300г, эффективнее использовался форелевый комбикорм и значительно хуже - карповый. Повышение эффективности использования карповых комбикормов во вторую половину опыта, по-видимому, обусловлено тем, что организм более крупных сомов приспособился к усвоению рациона, содержащего значительную часть компонентов растительного происхождения. Это согласуется с данными М.А. Щербины (1987) и И.Н. Остроумовой (2001), полученных на других видах рыб. Следует отметить, что в первую половину опыта сомы, потреблявшие карповый комбикорм (111-1), росли интенсивнее своих сверстников, выращиваемых на комбикорме АК-2КЭ с более высоким

Рыбоводные результаты опыта по использованию различных кормов

Показатель	Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3				Вариант 4				
	Период опыта, сут.				Период опыта, сут.				Период опыта, сут.				Период опыта, сут.				
	0	30	30	60	0	30	30	60	0	30	30	60	0	30	30	60	
Средняя масса рыбы, г	163± 10	237± 13	348± 19	348± 19	177± 15	299± 19	547± 38	547± 38	188± 8	235± 11	313± 20	313± 20	173± 9	305± 15	518± 31	518± 31	
Св, %	30	1	28	27	27	43	32	32	32	19	22	29	29	26	25.5	28	28
Количество рыб, шт	27	27	26	26	27	27	22	22	24	23	22	22	26	26	24	24	
Израсходовано корма, г		3502	4156	7658		4045	4646	8691		3066	3605	6671		3784	5784	9568	
Получено иттиомассы, г	4401	6400	9048	9048	4779	8073	12034	12034	4512	5405	6886	6886	4498	7930	12432	12432	
Выживаемость рыб, %		100	96	96		100	81	81	100	96	96	92	100	100	92	92	
Приврост иттиомассы, г		1998	2649	4642		3294	3961	7255		893	1481	2374		3432	4502	7934	
Выход иттиомассы, кг / куб. м	17,6	25,6	36,2	36,2	19,1	32,3	48,1	48,1	18,0	21,6	27,5	27,5	18,0	31,7	49,7	49,7	
Абсолютный приврост, г/шт		74	111	185		122	248	370		47	78	125		132	213	345	
Среднесуточный приврост, г/сут.		2,5	3,7	3,1		4,1	8,3	6,2		1,6	2,6	2,1		4,4	7,1	5,8	
Коэффициент массонакопления		0,072	0,084	0,078		0,107	0,149	0,128		0,044	0,062	0,053		0,116	0,130	0,123	
Относительная скорость роста, %		1,26	1,29	1,27		1,76	2,03	1,90		0,75	0,96	0,85		1,90	1,78	1,84	
Суточный рацион, % от массы рыбы		2,16	1,82	1,92		2,10	1,66	1,82		2,10	1,99	2,02		2,03	1,95	1,92	
Затраты корма, кг/кг		1,75	1,57	1,65		1,23	1,17	1,20		3,43	2,43	2,81		1,10	1,28	1,21	

содержанием протеина и жира. Так, если за 30 суток выращивания рыбы в первом варианте сомы увеличили свою массу в 1,45 раза, то в третьем - только в 1,25 раза.

Не исключено, что низкий темп роста сомов третьего варианта обусловлен физическими свойствами гранул - низкой водостойкостью и жесткостью данного комбикорма. Во второй половине опыта, когда сомы имели более высокую массу, гранулы стали более доступными для них и интенсивность роста рыбы в этом варианте несколько увеличилась (табл.1).

Различия в конечной массе сомов и их сохранности обусловили неодинаковое получение рыбопродукции с единицы водной площади. Наибольший ее выход из бассейнов отмечен в вариантах 2 и 4 (48,1- 49,7 кг/м³), где рыбу кормили форелевыми комбикормами. При кормлении же сомов карповыми комбикормами (варианты 1 и 3) выход рыбопродукции был на 37,2-80,7% меньшим.

Анализ экономической эффективности выращивания африканского сома на различных по питательности и стоимости кормах показал, что она тесно связана со скоростью роста, затратами корма и уровнем выхода рыбопродукции. В зависимости от стоимости кормов себестоимость 1 кг продукции колебалась в пределах 34-75 руб./кг. Минимальные значения получены на сравнительно дешевых кормах при относительно невысокой скорости роста рыб (3,1 г/сут.) и затратах на 1 кг прироста 1,65 кг корма. Выращивание сома на дорогих, но высококачественных кормах хотя и привело к увеличению себестоимости продукции на 29-41%, являлось экономически более выгодным. В результате быстрого роста рыб этих вариантов (7-8 г/сут.) и получения высокого уровня рыбопродукции (48-50 кг/м³) получен достаточно высокий уровень рентабельности (89-106%), а срок окупаемости основных фондов сокращается с 1,5 до 1,1 года.

3.1.3. Экстерьерная характеристика сомов

Особый интерес представляют данные по изменению некоторых морфометрических признаков у сомов в зависимости от качества потребляемой пищи (табл.1). Сомы, потребляя различные комбикорма, не только росли с неодинаковой скоростью, но и имели некоторые различия экстерьера. Особенно это проявилось в вариантах, в которых рыба потребляла форелевый комбикорм. Безусловно, влияние корма происходило через показатель интенсивности роста рыб и отложения жира. Различия коснулись прежде всего тех частей тела, где мышечная ткань превалировала над костной тканью. Данные (табл. 2) свидетельствуют о том, что рост скелета не обладает такой пластичностью по сравнению с мягкими тканями организма и его изменения в меньшей степени зависят от качества пищи.

Интенсивно растущие сомы вариантов 2 и 4 имели достоверно более высокие индексы высоты тела в спинной, анальной и хвостовой части. Суммарный индекс этих показателей также был выше у этих рыб. Более высокие показатели индекса толщины тела сомов второго и четвертого вариантов, наряду с более высокими показателями индексов высоты тела, обусловили наивысший индекс суммарного обхвата тела (84%), что косвенно свидетельствует о более высоком выходе съедобных частей у этих рыб.

Таблица 2

Экстерьерная характеристика сомов

Показатель	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Масса рыб, г	348±18,73	547±37,92	313±19,49	518±30,673
Длина тела без хвостового плавника(SL), мм.	337,0±6,1	373,8±10,3	328,41±7,22	373,79±7,99
Индекс длины головы (LX1),%	31,34±0,24	31,70±0,37	31,5±0,27	31,2±0,37
Индекс высоты хвостового стебля (YL1),%	10,2±0,13	11,4±0,19	10,3±0,16	11,5±0,19
Индекс высоты анальной части тела (YL2),%	13,0±0,21	13,8±0,14	13±0,2	13,9±0,16
Индекс высоты спинной части тела (YL3),%	13,5±0,25	15,3±0,35	13,7±0,26	14,4±0,18
Индекс высоты головы у затылочной части (YL4),%	7,6±0,14	8,0±0,15	7,9±0,29	7,8±0,12
Индекс толщины тела в зоне анального плавника (LZ1),%	10,1±0,17	10,3±0,14	9,4±0,15	10,5±0,12
Индекс суммарный высоты тела (YL1+2+3+4),%	44,4±0,52	48,4±0,53	44,9±0,64	47,6±0,48
Коэффициент упитанности, ед.	0,91	1,05	0,88	0,99
Индекс суммарного обхвата тела (P1+2),%	82,2±1,11	83,7±0,81	76,4±0,96	84,3±1,02

3.1.4. Морфофизиологическая и гистологическая характеристика сомов

Сомы отличаются высокими пищевыми качествами. Выход порки у них составляет 90,1%. Это связано с относительно небольшой массой внутренних органов. Вследствие этого доля (66%) съедобных частей (тушки) и выход мышечной ткани (44%) у сомов достаточно высокие. Внутренние органы у сомов занимают небольшой объем – 9,9% от массы рыбы. Сердце, печень, жабры и наджаберный аппарат в совокупности занимают всего лишь 4,2%.

Сомы, выращенные на различных по качеству комбикормах, несущественно различались по химическому составу мышечной ткани. Она на

21,4-22,2% состояла из сухого вещества (табл. 3). Отмечена тенденция увеличения этого показателя в мышцах рыб, выращиваемых на высокопротеиновых, калорийных кормах. Очевидно, что это произошло за счет увеличения накопления в мышцах этих рыб жира. Так, если рыбы, потреблявшие карповые низкокалорийные комбикорма, содержали в мышцах 10,1–11,4% жира, то у сомов при потреблении высококалорийных форелевых кормов этот показатель был выше (12,28-14,23%). Большее накопление жира в мышцах рыб обусловило снижение в их организме относительного содержания протеина.

Таблица 3

Химический состав мышц сомов

Показатель	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Влага, %	78,1±1,0	78,3±0,9	78,6±1,5	77,8±0,6
Сухое вещество, %	21,9±1,21	21,7±1,1	21,4±1,8	22,2±0,7
	К сухому веществу:			
Сырой протеин, %	82,3	82,0	83,0	79,5
Сырой жир, %	11,4±2,8	12,3±2,4	10,1±0,5	14,2±1,5
Зола, %	6,3±0,4	5,7±0,2	6,9±10,3	6,3±0,6

Гистологический анализ строения мускулатуры сома показал, что 95% осевой мускулатуры данного вида представлено глубокой боковой мышцей. Толщина мышечных волокон сильно варьирует и в среднем составляет 66,6 мкм. Доминировали в глубокой боковой мышце волокна диаметром 60-80 мкм. Они составляли 35% от общего числа волокон. Затем 33% поперечной площади мышцы представлены волокнами диаметром 40-60 мкм. Меньший по площади объем (18,3%) составляли более крупные волокна толщиной 80-100 мкм. Небольшой по площади объем представлен волокнами другого диаметра: 20-40 мкм – 6%, 100-120 – 5,3%, 120-140 мкм – 1,3% и менее 20 мкм – 0,3%.

3.1.5. Потребление сомами кислорода и выделение аммонийного азота

Уровень потребления кислорода рыбами зависит от многих факторов среды и, прежде всего, от уровня и качества потребленной пищи (Кляшторин, 1982). Выделение аммонийного азота, количество которого равно 90% от общего выделения азотистых веществ, также свидетельствует о величине и качестве потребляемого протеина (Остроумова, 2001). Результаты исследования свидетельствуют о том, что максимальное потребление рыбой кислорода отмечено через 2 часа после кормления. Через 3 часа потребность в кислороде

снижается в 1,8-2,1 раза, что в определенной степени дает возможность говорить о высокой скорости переваривания и усвоения питательных веществ корма сомами. Интенсивность выделения рыбой аммонийного азота находилась в пределах 19,5–21,9 мг на 1 кг массы рыбы в час и зависела от количества и качества потребляемого протеина (табл. 4).

Выделение аммонийного азота в пересчете на единицу потребленного протеина снижается с 0,87 до 0,43 мг/кг массы рыбы. Сомы, выращиваемые на карповом комбикорме рецепта 111-1, в котором протеин представлен растительными компонентами, выделяли значительно больше азота. Это подтверждает, что аминокислотный состав протеина растительных компонентов не отвечает физиологическим потребностям организма сомов, значительная их часть дезаминируется на уровне промежуточного обмена и выделяется в воду - в основном через жабры в виде аммиака.

Таблица 4

Интенсивность потребления сомами кислорода и выделение аммонийного азота

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Потребление рыбой кислорода из воды, мг/кг в час:				
-через 2 ч после кормления	132±18	95±22	169±11	101±33
-через 3 ч после кормления	62±22	52±17	78±19	65±17
Выделение рыбой азота:				
-мг/кг в час	20,1±6,2	21,9±5,5	19,0±5,3	19,5±4,2
-мг/% потребленного протеина	0,87	0,55	0,61	0,43

3.2. Влияние освещенности на рост сомов и эффективность использования корма

Условия освещенности бассейнов оказывают влияние на поведение рыб и интенсивность их роста. Отмечено, что рыбы в варианте с низкой освещенностью в период между выдачами корма были менее подвижны. Однако при внесении корма они становились более активными и потребляли корм более энергично по сравнению со сверстниками в другом варианте. Не исключено, что сравнительно высокая активность сомов в период между кормлениями в варианте с освещенностью 250-300 лк обусловлена менее комфортными условиями по этому показателю, что не могло не сказаться как на росте, так и на эффективности использования потребленного корма. Сомы, выращенные в затененных условиях, достигли за 61 сутки опыта достоверно

более высокой массы (на 21%) при лучшей их сохранности. Низкий уровень освещенности (30 лк) дал возможность на 28% увеличить выход рыбопродукции (табл. 5).

Таблица 5

Результаты выращивания сомов при различной освещенности

Показатель	Период выращивания, сут.			
	0	14	32	61
Средняя масса рыбы, г при освещенности:				
- 30 лк :	2,2±0,08	3,9±0,18	8,4±0,41	17,4±0,96
- 250-300 лк:	2,2±0,07	3,5±0,18	7,3±0,36	14,5±0,90
Выход рыб , шт:				
- 30 лк	66	64	50	50
- 250-300 лк	67	62	49	49
Выход ихтiomассы, г:				
- 30 лк		250,0	418,0	869,0
- 250-300 лк		216,0	359,0	713,0
Прирост ихтiomассы, г:				
- 30 лк		105,0	168,0	452,0
- 250-300 лк		71,0	143,0	353,0
Израсходовано корма, г:				
- 30 лк		135,0	205,0	523,0
- 250-300 лк		130,0	176,0	439,0
Затраты корма, кг/кг:				
- 30 лк		1,28	1,22	1,16
- 250-300 лк		1,85	1,23	1,24

3.3. Влияние различной концентрации кислорода на рост и эффективность использования сомами корма

На основании полученных результатов установлена тенденция более высокой скорости роста рыб в условиях высокой концентрации кислорода. Наблюдения за поведением рыб показали, что в бассейне с более высокой концентрацией кислорода сомы были более активными, проявляя иерархическое поведение. В этом бассейне захватывали корм в первую очередь крупные сомы, отгоняя мелких от мест кормления. Это не могло не отразиться на равномерности роста рыб в популяции, обуславливая увеличение разброса массы сомов почти в 1,7 раза (табл. 6).

Различное содержание кислорода оказало влияние на эффективность использования потребляемого корма. Затраты корма в аэрируемых условиях соответствовали 0,98 - 1,04 кг/кг, тогда как при низкой концентрации кислорода в воде они составляли 1,07 - 1,12 кг/кг. С увеличением массы рыб влияние концентрации кислорода на усвоение пищи снижалось. По-видимому, на первом этапе развития молодь нуждалась в высокой концентрации кислорода в воде, так как наджаберный аппарат еще недостаточно развит и не в состоянии

усваивать кислород из атмосферы. В последующий период, когда основная нагрузка по обеспечению организма кислородом легла на наджаберный аппарат, различия в показателе оплаты корма сгладились и при его низкой концентрации (без азрации) этот показатель даже был ниже.

Таблица 6

Результаты выращивания сомов при различных концентрациях кислорода (5,2–5,5 мг/л с азрацией, 1-2 мг/л без азрации)

Показатель	Период выращивания, сут			
	0	35	55	70
Средняя масса рыбы, г				
- с азрацией	2,1±0,08	8,9±0,40	18,1±1,14	28,2±2,05
- без азрации	2,2±0,08	8,4±0,45	17,3±1,04	26,6±1,68
Выход рыб, шт				
- с азрацией	59	59	57	57
- без азрации	59	58	57	56
Выход иктиомассы, г				
- с азрацией		258	522	1030
- без азрации		257	488	987
Прирост иктиомассы, г				
- с азрацией		135	264	508
- без азрации		130	231	500
Израсходовано корма, г				
- с азрацией		140	260	505
- без азрации		145	247	480
Затраты корма, кг/кг				
- с азрацией		1,04	0,98	0,99
- без азрации		1,12	1,07	0,96

Эффективное использование сомами атмосферного кислорода и в связи с этим их агрессивность наглядно демонстрируют данные проведенных наблюдений. Сомы, выращиваемые в бассейне с азрацией, перед кормлением заглатывали атмосферный воздух 6,9 раз/мин., тогда как их сверстники в бассейне без азрации осуществляли это в 1,48 раза чаще. После кормления частота заглатывания рыбами воздуха увеличилась. В бассейне с азрацией – в 1,59 раза, а без азрации – в 1,13 раза. Отмечена прямая коррелятивная связь между количеством подъемов рыб к поверхности для заглатывания воздуха и числом агрессивных атак.

После кормления аналогичная зависимость сохранилась, но количество атак увеличилось в 1,3-1,5 раза. Следует отметить, что сомы, содержащиеся в лучших кислородных условиях, хотя и проявляли больше атак, однако они были менее агрессивны и их атаки носили в основном характер отпугивания.

Проведенные исследования дают основание полагать, что при выращивании сомов в искусственных условиях необязательно поддерживать

высокий уровень растворенного в воде кислорода, как это принято для других объектов аквакультуры. Вместе с тем, его повышение дает возможность в определенной степени увеличить интенсивность роста рыб, снизить затраты корма и их агрессивность.

3.4. Влияние освещенности и концентрации в воде кислорода на изменчивость структуры популяции рыб по массе

Изменчивость массы рыб, т.е. «иерархия по размеру», определяет в конечном итоге рост особей в группе. Эффект доминирования и иерархии в группах хищных рыб, и в частности африканского сома, необходимо использовать при технологии его выращивания в промышленных условиях.

В период 14-суточного выращивания в варианте с низкой освещенностью отмечали наименьшую суммарную изменчивость массы молоди (15-30,6%). Наибольшей она была в варианте с высокой освещенностью, в которой скорость роста рыб была сравнительно меньшей (табл. 7). Во второй период выращивания суммарная изменчивость массы молоди сократилась на 6,2-20%. Особенно сильное снижение произошло в варианте с высокой освещенностью. Это произошло за счет изменения групп М-2σ и М-σ.

В последующий период выращивания (до 61-х суток) в условиях низкой освещенности, наиболее приемлемой для данного вида, изменчивость рыб по массе снижалась до 4%. Однако, по-прежнему основную массу в бассейне занимали рыбы со средней массой М±σ. Сомы, выращиваемые при высокой освещенности, имели сравнительно больший коэффициент вариабельности массы (48%). Однако, как и в другом варианте, наибольший процент в группе занимали рыбы массой М±σ. За этот период 10% рыб массой М-σ перешли в группу М+σ. Анализ вышеуказанных данных свидетельствует о том, что высокая освещенность среды (воды), в которой выращивали молодь массой 2-17 г, оказывает негативное воздействие не только на их интенсивность роста, но и на повышение изменчивости показателей индивидуальной массы рыб в бассейне.

На изменчивость массы рыб в бассейне наряду с освещенностью значительное влияние оказывала концентрация в воде кислорода. В процессе выращивания коэффициент вариабельности массы сомов увеличился с 28% до 54%. Наибольший разброс по массе произошел в группе, выращиваемой в бассейне с более низким показателем концентрации кислорода, где сомы были более агрессивными. На первом этапе выращивания (35 суток) в этой группе, выращиваемой при низкой концентрации кислорода, вариабельность увеличилась на 7,1% в сравнении с другой группой.

Таблица 7

Структура популяции сомов при различных условиях освещенности

Группа	Изменчивость после первого периода, %	Изменчивость после второго периода, %	Изменчивость после третьего периода, %
при освещенности ниже 30 лк			
M - 2σ	3,1	1,5	2
M - σ	8,5	3,3	0
M + σ	0,7	1,9	2
M + 2σ	2,6	0,1	0
суммарная изменчивость	15	6,8	4
при освещенности 250-300 лк			
M - 2σ	8,2	4,6	0
M - σ	14	3,5	10,3
M + σ	7,1	1,8	10,3
M + 2σ	1,3	0,7	0
суммарная изменчивость	30,6	10,6	20,6

На этом этапе у мелких особей произошло изменение в структуре этой группы (табл. 8). Уменьшилось количество особей группы M-2σ и увеличилось – M+2σ. Суммарная изменчивость в этой бассейне после первого периода выращивания была на 9% выше, чем у сверстников в другой группе.

Несколько иная зависимость просматривается после второго периода (55 суток) выращивания рыб. Произошло увеличение в бассейне самой мелкой группы рыб (M-2σ) и самой крупной (M+2σ). Однако суммарная изменчивость этого показателя была по-прежнему меньше, чем в другом бассейне. В группе (бассейне), которая содержалась при меньшей концентрации кислорода, отмечено большее перемещение особей из одной весовой группы (класса) в другую. Так, существенно уменьшилось количество сомов группы M+σ и увеличилось группы M-σ. В третьем периоде выращивания, когда индивидуальная масса рыб превысила 25 г и они в меньшей степени зависели от содержания кислорода, растворенного в воде, отмечали снижение суммарной изменчивости массы сомов. Это произошло за счет снижения количества самых мелких групп (M-2σ и M-σ) в бассейне. По-видимому, произошел компенсаторный рост рыб в этих группах за счет более эффективного

использования кислорода с помощью жабр при улучшении абиотических условий, и они перешли в другую группу ($M - \sigma$) в кривой распределения.

Таблица 8

Структура популяции сомов при различной концентрации кислорода

Группа	Изменчивость после первого периода, %	Изменчивость после второго периода, %	Изменчивость после третьего периода, %
с аэрацией (5,2- 5,5 мг/л O ₂)			
M - 2σ	1,7	2,2	5,2
M - σ	1,7	2	9,6
M + σ	3,4	0,8	0
M + 2σ	3,4	0,6	1,7
суммарная изменчивость	10,2	5,6	13,8
без аэрации (1-2 мг/л O ₂)			
M - 2σ	1,5	1,9	1,5
M - σ	7,5	6,1	1,1
M + σ	8,1	7,4	2,3
M + 2σ	2,1	3,2	0,3
суммарная изменчивость	19,2	18,6	5,2

Таким образом, для молоди сомов свойственны внутригрупповые отношения, которые тесным образом связаны с условиями выращивания. Эффект конфликтного поведения, а соответственно изменчивость массы рыб в группах, увеличивается при повышении интенсивности освещения среды и снижении концентрации в воде кислорода. При этом рыбоводные результаты выращивания ухудшаются.

3.5. Роль зрения и химической рецепции в пищевом поведении сомов

3.5.1. Адаптация сомов к новым условиям, вызванная пересадкой, и их поведение в период формирования внутри групповой иерархии

В первые часы после посадки в экспериментальный аквариум сомы лежат на дне без движений, нередко располагаясь близко или вплотную друг к другу. Чем ниже температура воды или выше освещенность, тем дольше продолжительность этого периода. Спустя некоторое время рыбы начинают плавать и проявлять агрессию – удары и укусы за туловище, плавники, усы, преследования и драки. Во время таких взаимодействий более слабые рыбы, спасаясь от атак противника, бьются о стенки и углы аквариума, часто выпрыгивают из воды. В результате таких взаимодействий довольно быстро определяется лидер, завершается период формирования в группе иерархии.

При внесении в аквариум небольшого количества корма, пищевой поиск первым проявлял доминант (лидер), который не допускал к месту кормления других рыб и преследовал субдоминантов, если им все же удавалось схватить корм. При внесении большего количества корма результативность питания субдоминантов становилась намного выше.

3.5.2. Адаптация сомов к разной освещенности

Отлов и перенос в новые условия существенно влиял на физиологическое состояние и поведение рыб. Через 3 ч после помещения рыб в аквариумы у них отсутствовала реакция на корм. Приближение экспериментатора к емкости и манипуляции, связанные с внесением корма, часто вызывали дополнительное беспокойство сомов. В этот период лишь в отдельных случаях происходило потребление сомами нескольких гранул. Аналогичные результаты получены как в освещенных условиях, так и в темноте (табл. 9).

Таблица 9

Потребление сомом корма в зависимости от продолжительности адаптации и освещенности

Время после посадки рыб в аквариум, ч	Комбикорм				Печень	
	Свет		Темнота		Темнота	
	М±m	Размах	М±m	Размах	М±m	Размах
3	0,4±0,15	0-2	0,4±0,15	0-2	-	-
24	22,5±1,7	7-30	22,5±1,7	9-21	27,6±0,9	18-30
48	26,4±0,9	15-30	25,0±1,7	10-30	27,6±0,3	26-30
72	23,8±1,5	13-30	23,2±1,6	12-30	29,0±0,8	18-30
96	25,3±1,1	16-30	25,7±1,5	7-30	-	-
120	25,1±1,3	14-30	25,3±1,5	7-30	-	-

Спустя 24 ч поведение рыб нормализовалось, резко возросло потребление корма. В последующие сутки объем потребления корма изменялся незначительно. Статистические расчеты не выявили существенных различий между потреблением рыбами корма через 1- 5 суток после начала опыта при любых вариантах, т.е. адаптация наступала после пересадки рыб в новые условия на следующие сутки.

3.5.3. Реакция сомов на гранулы разного цвета

Предпочтение к определенному цвету корма проявляют многие виды рыб. Нами установлено, что для африканского сома наиболее привлекательными при определенной освещенности являются гранулы синего цвета, а не красного, как

у большинства других видов рыб. В ситуации альтернативного выбора первыми всегда потреблялись синие гранулы, если они не вносились совместно с кусочками печени. Гранулы красного цвета чаще потреблялись, если их вносили вместе с зелеными. Наименее охотно рыбы потребляли гранулы зеленого цвета. Красные гранулы по этому показателю занимали промежуточное положение. При совместном предъявлении рыбе синих и красных гранул чаще потреблялись синие. Столь же очевидным было предпочтение гранул синего цвета, нежели зеленого. Однако при совместном предъявлении гранул синего цвета и печени последняя потреблялась значительно чаще.

Исследования показали, что сомы в поиске и выборе корма при освещенности среды полагаются на обонятельную и зрительную рецепцию. В темноте же рыбы используют только обонятельную рецепцию. На это указывают данные о предпочтении рыбой гранул определенного цвета на свету и отсутствие такой избирательности в темноте.

3.5.3. Влияние пищевых химических стимулов и классических вкусовых веществ на поиск корма сомами.

По мере снижения концентрации подаваемого в воду экстракта хирономид время, затрачиваемое рыбами на его поиск и локализацию места, возрастало. Концентрация экстракта хирономид в объеме 0,005 г/л не являлась пороговой для африканского сома, уровень чувствительности рыб намного выше.

Исследования по изучению влияния на интенсивность пищевого поведения сомов при использовании классических вкусовых веществ (сахарозы -15 г/л, хлорида натрия -15 г/л, лимонной кислоты -1,5 г/л и хлорида кальция -0,01 г/л воды) показали наличие у рыб избирательной способности. Наиболее эффективным в стимулировании пищевой активности рыб оказался экстракт, содержащий сахарозу, несколько меньшим – экстракт с хлоридом натрия. Минимальными по эффективности были экстракты с лимонной кислотой и хлоридом кальция (рис. 1).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что пищевое поведение у сомов имеет полисенсорную основу. В регуляции их пищевого поведения участвует не только зрительная рецепция, но и органы химического чувства – прежде всего обонятельная и вкусовая рецепция. Быстрое обнаружение корма и проявление пищевой избирательности при разных условиях освещенности позволяет заключить, что у африканского сома отсутствует глубокая сенсорная специализация в пищевом поведении и при изменении внешних условий роль ведущей сенсорной системы может легко переходить от одного органа чувств к другому. Такая особенность предполагает высокий уровень развития многих сенсорных систем, что характерно, прежде всего, для рыб-эврифагов.

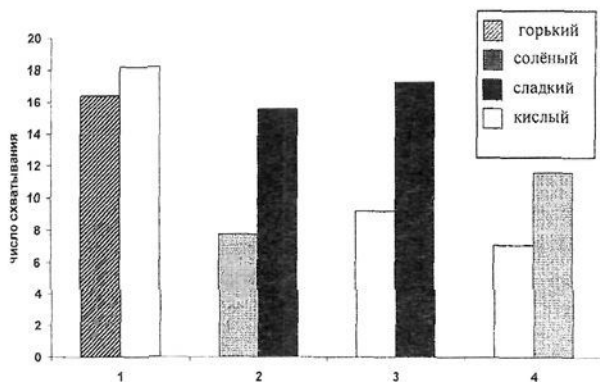


Рис. 1. Число реакций у сомов на трубки с различными вкусовыми смесями

Примечание: Вкусовая смесь: горький и кислый (1), солёный и кислый (2), кислый и сладкий (3), солёный и сладкий (4)

Выводы

1. При культивировании африканского сома в условиях УЗВ наилучшие рыбоводные показатели получены при выращивании на форелевых (высокопротеиновых -40-45%) комбикормах. По сравнению с использованием карповых (низкопротеиновых-23-34%) комбикормов отмечены более высокие показатели интенсивности роста рыб (в 1,9-3,0 раза), рыбопродуктивности (на 37-81%), при меньших (в 1,4-2,3 раза) затратах корма.
2. Молодь африканского сома не нуждается в высокой освещенности среды обитания. При освещенности 30 лк, по сравнению с 250-300 лк, рыбы потребляют корм более активно и в большем объеме, что обуславливает повышение выхода рыбопродукции на 19%.
3. Выращивание молоди сомов возможно при низких (1-2 мг/л) концентрациях растворенного в воде кислорода. Вместе с тем, повышение концентрации до 5,2-5,5 мг/л вызывает повышение скорости роста рыбы, снижение агрессивности и, соответственно, уменьшения отхода рыб.
4. При формировании групп рыбопосадочного материала для выращивания товарной продукции необходимо добиваться их однородности по массе. Это дает возможность снизить коэффициент вариабельности данного показателя, что повышает уровень сохранности рыб.
5. Африканские сомы отличаются высокими пищевыми качествами. Выход тушки у них составляет 65,8% при содержании в рыбе 44% мышечной ткани.

- В мышцах содержится 80-83% сырого протеина и 10-14% жира (на сухое вещество). Сомы, выращиваемые на высокопротеиновых, калорийных комбикормах имеют тенденцию к увеличению отложения в организме жира.
6. Мышцы сомов не содержат мелких межмышечных косточек в отличие от большинства объектов аквакультуры. Осевая мускулатура на 95% представлена глубокой боковой мышцей, образованной белыми гликолитическими волокнами, содержащими низкий уровень липидов. Толщина волокон мышцы варьирует в пределах 20 – 100 мкм. Доминируют (35%) волокна диаметром 60-80 мкм.
 7. Сомы, выращенные на форелевых (высокопротеиновых) комбикормах, отличались более высокими показателями индексов высоты тела, толщины тела и обхвата тела, что косвенно свидетельствует о более высоком выходе у этих рыб съедобных частей.
 8. Расчет экономической эффективности производства сома для комплекса мощностью 100 т/год товарной продукции показывает, что наиболее высокую рентабельность (166%) можно получить при использовании карповых (низкопротеиновых) дешевых комбикормов. Однако срок окупаемости дорогостоящих капиталовложений сокращается (с 1,5 до 1,1 года) при выращивании сомов на форелевых комбикормах, что вызывается наиболее интенсивным ростом рыб и получением более высокого уровня рыбопродукции.
 9. Африканский сом обладает хорошо развитой зрительной рецепцией, позволяющей успешно отыскивать корм и производить его селективный выбор по цвету. Наибольшее предпочтение рыбы проявляют к гранулам синего цвета, наименьшее – к гранулам зеленого цвета.
 10. Африканский сом в равной мере эффективно отыскивает корм в темноте и на свету. В темноте поиск пищи обеспечивается незрительными сенсорными системами, прежде всего хемосенсорными – обонятельной и вкусовой. Пищевые экстракты вызывают у сома активный поиск корма, интенсивность которого зависит от присутствия в экстрактах классических вкусовых веществ.
 11. Африканский сом проявляет высокую агрессивность по отношению к особям своего вида. Формирование внутригрупповой линейной иерархии заканчивается в течение первых суток совместного содержания. Перенос рыб в новую группу приводит к временному полному отказу от питания. Эта особенность поведения должна быть учтена при разработке технологии культивирования африканского сома.

Предложения производству

При выращивании африканских сомов в индустриальных (бассейновых) условиях необходимо использовать высокопротеиновые комбикорма, позволяющие обеспечить высокие показатели скорости роста рыб и рыбопродуктивности, снижение затрат корма и срока окупаемости капиталовложений.

Сомы при индустриальном выращивании не нуждаются в высоком уровне освещения среды и концентрации растворенного в воде кислорода. При формировании групп посадочного материала для выращивания товарной продукции в искусственных условиях необходимо добиваться однородности рыб по массе, что позволит повысить их сохранность за счет снижения каннибализма.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Фаттолахи М., Власов В.А. Рост африканского сома (*Clarias gariepinus*) в условиях установки с замкнутым водоснабжением (УЗВ)// Межведомственный сборник научных и научно-методических трудов «Проблемы аквакультуры».- М.: 2005. –С. 21-25.
2. Фаттолахи М. Рост африканского сома (*Clarias gariepinus*) при кормлении различными комбикормами в условиях УЗВ // Материалы научной конференции молодых ученых и специалистов МСХА. Т.2 2005. –М.: Изд-во МСХА. 2006. – С.573- 577.
3. Фаттолахи М. Влияние массы рыб и качества комбикормов на экстерьерные показатели африканских клариевых сомов (*Clarias gariepinus*)// Материалы научной конференции молодых ученых и специалистов МСХА. Т.2. –М: Изд-во МСХА. 2006. –С.269-272.
4. Власов В.А., Никифоров А.И., Фаттолахи М. Рост клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в УЗВ и его морфологические качества// Материалы III научно-практической конференции. Человек и животные. Астрахань. 2005. –С.89-91
5. Фаттолахи М., Касумян А.О. Роль зрения в пищевом поведении африканского сома *Clarias gariepinus* // Материалы международной конф. Поведение рыб. Барок. Изд-во АКВАРОС. 2005. - С. 511-514
6. Фаттолахи М., Касумян А.О. Исследование сенсорного обеспечения пищевого поведения африканского сома *Clarias gariepinus* (*Clariidae*, *Siluriformes*)// Вопросы ихтиологии, т. 46, тем. вып. 2 (английская версия Supplementary issue 2). -М.: 2006. -С. 161-175.

Благодарность. Выражаю искреннюю благодарность за научное руководство при выполнении раздела «Роль зрения и химической рецепции в пищевом поведении сомов» данной работы д.б.н., профессору МГУ Касумяну Александру Ованесовичу.

1,25 печ. л.

Зак. 838.

Тир. 100 экз.

Центр оперативной полиграфии
ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 44