

УДК 639.31  
DOI: 10.7868/S25000640180409

## ВЫРАЩИВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ УСТАНОВОК С ЗАМКНУТЫМ ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

© 2018 г. У.С. Александрова<sup>1</sup>, А.В. Ковалева<sup>1</sup>, К.Д. Матишов<sup>2</sup>

**Аннотация.** Экспериментальные работы по биотехнологии выращивания нетрадиционных объектов аквакультуры проводятся в течение 5 лет в специализированном аквакомплексе научно-экспедиционной базы «Кагальник» Южного научного центра РАН совместно с Астраханским государственным техническим университетом. Материалом для исследований служила молодь красной тиляпии (гибрид *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)) и клариевого сома *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Изучение роста объектов проводили в 6 этапов по 30 суток каждый. Результаты выращивания анализировали, чтобы отследить динамику показателей роста. Абсолютный прирост на разных этапах у объектов различался: у клариевого сома он варьировался от 92,5 до 258,3 г, а у тиляпии от 48,5 до 88,6 г. За весь период абсолютный прирост массы у клариевого сома составил 997,2 г, у тиляпии – 431,1 г. Среднесуточный прирост массы у клариевого сома за весь период составил 6,65 г/сутки и варьировался в пределах от 3,1 до 8,6 г/сутки на разных этапах. За весь цикл выращивания тиляпии среднесуточный прирост составил 2,4 г/сутки и на каждом этапе имел небольшие различия – от 1,6 до 2,9 г/сутки. Среднесуточная скорость роста за весь период выращивания клариевого сома составила 1,74 %, при этом она менялась на каждом этапе в диапазоне 3,71–0,95 % с тенденцией к снижению. У тиляпии она составила 2,75 %, различаясь на каждом этапе выращивания в пределах от 9,6 до 0,75 %. Полученные результаты исследования свидетельствуют об эффективности выращивания в установках замкнутого водоснабжения таких перспективных и быстрорастущих объектов аквакультуры.

**Ключевые слова:** тиляпия, клариевый сом, установка замкнутого водоснабжения, аквакультура.

### THE CULTIVATION OF NON-TRADITIONAL OBJECTS OF AQUACULTURE IN RECIRCULATION AQUATIC SYSTEM

U.S. Alexandrova<sup>1</sup>, A.V. Kovaleva<sup>1</sup>, K.D. Matishov<sup>2</sup>

**Abstract.** Experimental work on the biotechnology of growing non-traditional aquaculture objects has been carried out for 5 years in the specialized aquacomplex of the Kagalnik Research and Expeditionary Base of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, together with Astrakhan State Technical University. Juvenile red tilapia (hybrid *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)) and sharptooth catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) were studied. Object growth studies were conducted in 6 stages (30 days). Growth results were analyzed to track the dynamics of growth rates. Absolute growth was different. When growing the catfish, it ranged from 92.5 to 258.3 g, and when growing tilapia from 48.5 to 88.6 g. For the entire period, the absolute weight gain in catfish was 997.2 g, in tilapia 431.1 g. The average daily increase in the cultivation of clarid catfish over the entire period was 6.65 g/day. It ranged from 3.1 to 8.6 g/day at different stages. For the whole cycle of growing tilapia, the average daily gain was 2.4 g/day and at each stage had slight differences from 1.6 to 2.9 g/day. The average daily growth rate for the period of cultivation of clarias catfish was 1.74 %, while it changed at each stage in the range of 3.71–0.95 % with a tendency to decrease. During the period of growing tilapia, it was 2.75 %, differing at each stage of cultivation in the range from 9.6 to 0.75 %. The results of research indicate the efficiency of cultivation in the RAS of such promising and fast-growing objects of aquaculture.

**Keywords:** tilapia, catfish, recirculation aquatic system, aquaculture.

<sup>1</sup> Федеральное исследовательское учреждение Южный научный центр РАН (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: ulyana.alexandrova.00@mail.ru

<sup>2</sup> Астраханский государственный технический университет (Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation), Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

## ВВЕДЕНИЕ

Главная цель развития аквакультуры в нашей стране – надежное обеспечение населения свежей и переработанной рыбопродукцией широкого ассортимента по ценам, доступным для населения с различным уровнем доходов. В настоящее время объем производства продукции аквакультуры в России составляет всего 127–170 тыс. т, из которых более 60 % товарной рыбы выращивается на юге страны (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская, Астраханская и Волгоградская области). Южные регионы России характеризуются как наиболее благоприятные для развития аквакультуры, однако их водные ресурсы часто используются неэффективно [1].

Продукция аквакультуры является важной составляющей продовольственного рынка. Общее состояние экономики страны, платежеспособность населения, ассортимент, качество, безопасность предлагаемых товаров и разнообразие цен на них являются определяющими факторами, которые оказывают влияние на спрос среди населения. Согласно приказу Министерства сельского хозяйства РФ «Об утверждении отраслевой программы „Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы“» [2] обеспечению прироста производства продукции аквакультуры будет способствовать комплекс корректирующих мероприятий.

Инновационное направление развития аквакультуры – это процесс освоения и внедрения в производство новых идей, технических разработок, технологий по его усовершенствованию, их коммерциализации с тем, чтобы наилучшим образом удовлетворить потребности населения и получить максимальную прибыль хозяйствующему субъекту. Ярким примером инновационных технологий можно считать внедрение установок с замкнутым водопользованием (УЗВ) [3].

Применение в аквакультуре УЗВ является базовой инновацией, которая создает основу для реорганизации рыбоводной отрасли на качественно новом технологическом и экономическом уровнях. Важный результат рассматриваемой инновации – возможность массового товарного выращивания практически любых ранее недоступных для аквакультуры России гидробионтов: африканского клариевого сома, гигантской пресноводной креветки, тилапии, полосатого окуня, баррамунди и многих других. Растущая концентрация населения в круп-

ных городах ведет к обострению проблемы бесперебойного снабжения урбанизированных зон продуктами питания. Серьезные опасения с точки зрения обеспечения стабильности функционирования больших производственных и распределительных систем вызывает быстрый рост мегаполисов с численностью населения свыше 10 млн человек. Проблема гарантированного бесперебойного снабжения крупных урбанизированных зон продуктами питания может быть решена за счет развития инфраструктуры урбанизированного сельского хозяйства [4].

В связи со сложившейся в стране экономической ситуацией, в особенности с введением экономических санкций, на сегодняшний день весьма актуальной является реализация программы импортозамещения и, в частности, программы развития рыбохозяйственного комплекса. Повышение эффективности рыбоводства может быть достигнуто путем интенсификации производства, а также введения в аквакультуру новых объектов выращивания, обладающих быстрым ростом. Это позволяет получать товарную продукцию в кратчайшие сроки при минимальных затратах труда и материальных средств [5].

В условиях, когда растет спрос на отечественную продукцию аквакультуры, успешная разработка технологий выращивания таких объектов, как клариевый сом и тилапия, повысит эффективность работы индустриальных рыбоводных хозяйств. В 1997 г. производство тилапии достигло 1 млн т, уступая только карповым и лососевым. Тилапия наряду с карпом является популярным объектом товарного выращивания во многих странах [6].

Родиной тилапии является Африка и Ближний Восток. В Россию и в страны СНГ 80 % от общего объема тилапии поставляется из Китая, где она выращивается в неблагоприятных условиях и считается токсичной. Такая продукция отличается низким качеством. Некоторая доля тилапии, доступной на продуктовых рынках и в супермаркетах, импортируется из Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. В странах этих регионов ее искусственное выращивание развито слабо, а рыбу, выловленную в естественных водоемах, вряд ли можно назвать полезной. Наряду с этим уже несколько десятков лет рыбы семейства Cichlidae успешно культивируются в России. Тилапия, выращиваемая в условиях рециркулируемой установки, отличается от вышеперечисленных аналогов высоким качеством и экологической безопасностью, так как производство изолировано от воздействия извне.

Тилапии наиболее распространены в тропических и субтропических широтах. Однако в настоящее время их выращивают в регионах с умеренным климатом, используя энергию теплых вод ТЭЦ, АЭС и геотермальных вод, большие запасы которых имеются на Дальнем Востоке, в Западной Сибири и на Северном Кавказе. Тилапии хорошо развиваются в летнее время в водоемах-охладителях.

Успешно проходит их культивирование в установках с замкнутым циклом водообеспечения. В условиях УЗВ за 4–6 месяцев выращивания можно получать более 100 кг/м<sup>3</sup> тилапии [7]. Она обладает быстрым темпом роста и высокими пищевыми качествами. Весь цикл выращивания составляет около 180 суток. Средний вес рыбы приблизительно 1 кг, но встречаются и более крупные особи [8].

Разведение тилапии в нашей стране базируется главным образом на индустриальных методах выращивания. Важное значение при этом приобретает племенная работа. Основным методом селекции тилапии в настоящее время – массовый отбор, предполагающий сохранение на племя лучших по фенотипу особей. Важнейшими направлениями селекции тилапии являются ускорение роста, лучшее использование корма, повышение устойчивости к низким температурам, замедленное половое созревание. Тилапия не очень требовательна к условиям обитания, поэтому сложностей с ее выращиванием практически не возникает. Мясо тилапий отличается диетическими свойствами: в 100 г мяса содержится всего 100 ккал. При этом на те же 100 г приходится около 26 г полноценного белка, что составляет половину суточной нормы взрослого человека.

Не менее интересным объектом аквакультуры является клариевый сом *Clarias gariepinus*. Он считается одним из наиболее перспективных видов для аквакультуры в России и произвел настоящий бум в отечественном рыбоводстве. Интерес к этому виду растет с каждым годом.

Выращивание клариевого сома в установках замкнутого водообеспечения имеет большое значение для аквакультуры. По своей природе клариевый сом неприхотлив к условиям среды, имеет высокую экологическую толерантность, в том числе к концентрации кислорода в воде, так как дыхание осуществляется атмосферным воздухом за счет наджаберного органа, и характеризуется быстрым ростом, что обеспечивает низкие затраты на оборудование, а также возможность выращивания при высоких плотностях посадки. Для фермеров культивирование клариевого сома

отличается быстрой окупаемостью. В России его выращивают в Краснодарском крае, в Липецке, Рязани, Курске [9].

В Ростовской и Астраханской областях уже не первый год занимаются интенсивным развитием систем рециркулятивной аквакультуры. Важным направлением радикальной интенсификации производства традиционных видов продовольствия является развитие рециркулятивной аквакультуры с нулевыми сбросами в окружающую среду, фильтрацией, концентрацией продуктов жизнедеятельности рыб и их использованием для производства ценных продуктов. Данное направление особенно важно в силу подверженности популяций рыб при лагунном, прудовом или пастбищно-нагульном разведении эпизоотиям и заражениям паразитарными инфекциями, в том числе опасными для человека [10].

#### МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные работы по биотехнологии выращивания нетрадиционных объектов аквакультуры проводятся с 2013 г. в специализированном аквакомплексе научно-экспедиционной базы «Кагальник» Федерального исследовательского центра Южный научный центр РАН (с. Кагальник Ростовской обл.) совместно с Астраханским государственным техническим университетом. За это время был проведен большой объем научно-исследовательских работ.

Материалом для исследований послужила мо-лодь тилапии (гибрид *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)) и клариевого сома *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).

Для поддержания оптимальных условий водной среды необходим постоянный контроль следующих параметров: температуры, кислорода, активной реакции среды, а также содержания аммонийного азота, нитратов и нитритов. Весь цикл по выращиванию тилапии и клариевого сома составлял 180 суток и был разбит на 6 этапов по 30 суток. Гидрохимические наблюдения проводили одновременно с основными ихтиологическими и гидробиологическими исследованиями. Отбор проб производили из бассейнов с рыбой по общепринятым методикам [11].

Температуру воды, содержание кислорода и рН измеряли ежедневно, используя термооксиметр и рН-метр. Гидрохимический анализ воды в бас-

**Таблица 1.** Состав корма Coppens Supreme-15  
**Table 1.** Composition of the feed Coppens Supreme-15

Состав корма Feed composition	Значение Value
Белки / Proteins	46 %
Жиры / Fat	15 %
Клетчатка / Cellulose	1,4 %
Зола / Ash	6,5 %
Фосфор / Phosphorus	0,97 %
Добавленные витамины Added vitamins	
Витамин А / Vitamin A	10,000 у.е./кг / с.у./kg
Витамин D / Vitamin D	2,790 у.е./кг / с.у./kg
Витамин E / Vitamin E	200 мг/кг / mg/kg
Витамин C / Vitamin C	490 мг/кг / mg/kg
Общая энергия / Total energy	21,0 МДж/кг / MJ/kg
Легко усваиваемая энергия / Easily digestible energy	19,2 МДж/кг / MJ/kg

сейнах и биофилтре проводили не реже 1–2 раз в месяц. Содержание биогенных элементов определяли в аналитической междисциплинарной лаборатории. Для контроля и оперативного измерения некоторых показателей водной среды использовали экспресс-тесты. Основные параметры среды в УЗВ сохранялись на постоянном уровне и менялись лишь незначительно.

Оба вида рыб кормили продукционным кормом Coppens Supreme-15 (табл. 1). Кормовой коэффициент составлял в среднем 1,0–1,3 % от массы рыбы. Кормление соответствовало выбранной стратегии выращивания и текущим условиям рыбоводного хозяйства.

Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям И.Ф. Правдина [12]. Оценить состояние производителей позволяет анализ крови как системы, наиболее полно отражающей физиологический статус организма. Забор крови осуществляли прижизненно из хвостовой вены. Для определения физиологического состояния исследуемых объектов применяли общепринятые методики по измерению содержания в крови гемоглобина, сывороточного белка, холестерина и СОЭ [13].

Данные статистически обработаны по Г.Ф. Лакину [14] с помощью персонального компьютера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследований особое внимание было уделено температурному режиму, который наблюдали в установке замкнутого водообеспечения.

Тилapia и клариевый сом являются теплолюбивыми объектами. Но не всегда температурные режимы при выращивании этих рыб на хозяйствах соответствуют биологическим нормам.

Выявлено, что температурный оптимум воды для клариевого сома и тилapia находится в пределах 25–28 °С, при этих показателях наблюдался хороший рост и выживаемость объектов.

При выращивании тилapia концентрация кислорода находилась в пределах нормы – 7,31–11,4 мг/л, активная реакция среды – 6,5–8,2 ед.

Гидрохимические параметры воды в бассейнах с клариевым сомом находились в следующем диапазоне: кислород – 6,1–9,12 мг/л; активная реакция среды – рН – 7,4–8,4 мг/л.

Условия водной среды в специализированных системах и установках формируются под воздействием следующих факторов: качество и состав воды, поступающей в систему, регулирование температурного, гидрохимического и кислородного режимов. Основные параметры среды в УЗВ сохранялись на постоянном уровне и менялись лишь незначительно, отмеченные изменения были кратковременными и негативного влияния не оказывали. За период выращивания температура воды находилась в диапазоне 21–28,5 °С, и среднее ее значение составляло 24,4 °С. Концентрация кислорода находилась в пределах нормы 7,31–11,4 мг/л, активная реакция среды 6,5–8,2 ед. Вода, поступающая в бассейны с рыбой, полностью отвечала нормативным требованиям. Имеются данные, что изменения рН в оптимальных пределах, специфич-

**Таблица 2.** Гидрохимические показатели в УЗВ  
**Table 2.** Hydrochemical indicators in recirculating aquaculture system

Показатели Indicators	Бассейн с рыбой Pool with fish	Норматив Normative
Температура воды, °С / Water temperature, °С	21–27,5	25
pH	7,5–8,2	6,8–8,5
Насыщение кислородом, % / Oxygen saturation, %	65–70	70–85
Влажность, % / Humidity, %	40–70	60–75
Фосфаты, мг P/л / Phosphates, mg P/l	0,2–0,3	0,5
Нитриты, мг N/л / Nitrite, mg N/l	0,17–0,19	0,1–0,2
Нитраты, мг N/л / Nitrates, mg N/l	28–34	до 60
Аммиак, мг N/л / Ammonia, mg N/l	0,018–0,025	до 0,05

ных для каждого вида рыб, способствует росту, при этом происходит снижение интенсивности дыхания, суточного рациона и расхода кислорода на единицу прироста.

Нитриты и нитраты в период выращивания объектов также находились в пределах нормы, что свидетельствовало о хорошей работе биологического фильтра, когда первая и вторая стадии нитрификации проходят нормально. Количество нитритов, наиболее опасных для рыб, находилось в пределах допустимой нормы – 0,1–0,2 мг N/л. Количество нитратов, которые менее опасны для рыб, не превышало 34 мг N/л. Общие гидрохимические показатели в УЗВ представлены в таблице 2.

За 6 месяцев выращивания клариевого сома и тилапии были отмечены высокие показатели роста и выживаемости. Динамика показателей роста представлена в таблице 3.

Контрольные промеры проводились каждые 30 суток. Результаты выращивания анализировались, чтобы определить динамику показателей роста на каждом этапе. Абсолютный прирост имел различия в разные периоды и у клариевого сома варьировался от 92,5 до 258,3 г, а у тилапии от 48,5 до 88,6 г.

Среднесуточный прирост массы у клариевого сома за весь период составил 6,65 г/сут. Он варьировался в пределах от 3,1 до 8,6 г/сутки на разных этапах. За весь цикл выращивания тилапии среднесуточный прирост составил 2,4 г/сутки и в различные периоды имел значение от 1,6 до 2,9 г/сутки (рис. 1).

Среднесуточная скорость роста за весь период выращивания клариевого сома составила 1,74 %, при этом она менялась на каждом этапе в диапазоне 3,71–0,95 % с тенденцией к снижению. У тилапии она составила 2,75 %, различаясь на каждом этапе выращивания в пределах от 9,6 до 0,75 % (рис. 2). Следует отметить, что среднесуточная скорость роста клариевого сома и тилапии снижалась на каждом этапе, особенно при формировании репродуктивной системы и дальнейшем половом созревании, которое наступает в возрасте 4–6 месяцев. Это связано с тем, что у молодых особей белковый обмен полностью направлен на увеличение массы. Начиная от массы 500–600 г часть белкового обмена направлена на развитие и поддержание репродуктивной функции.

Максимальная интенсивность роста клариевого сома наблюдалась до возраста 5 месяцев. Далее,

**Таблица 3.** Динамика показателей роста тилапии и клариевого сома в УЗВ  
**Table 3.** Dynamics of growth indicators of tilapia and catfish in the recirculating aquaculture system

Показатели Indicators	Тилапия Tilapia	Клариевый сом Catfish
Масса начальная, г / Initial weight, g	3,3 ± 0,3	46,55 ± 3,35
Масса конечная, г / Final mass, g	434,4 ± 11,27	1043,75 ± 31,56
Абсолютный прирост, г / Absolute increase, g	431,1	997,2
Среднесуточный прирост, г/сутки / Average daily gain, g/day	2,4	6,65
Среднесуточная скорость роста, % / Average daily growth rate, %	2,75	1,74
Коэффициент массонакопления, ед. / Mass accumulation coefficient, units	0,1	0,1
Продолжительность выращивания, сутки / Duration, days	180	180

после достижения половозрелости, интенсивность роста снизилась. На протяжении всего эксперимента выявлена неравномерность роста рыб. Так как у клариевого сома наблюдается выраженная иерархичность в выращиваемой группе, присутствует неравномерность роста, то на каждом этапе рыбу сортировали по разным возрастным группам, чтобы избежать всплеска каннибализма, который свойственен этому виду. Анализ роста клариевого сома выявил его высокие показатели в условиях оптимизации параметров водной среды.

Коэффициент массонакопления на протяжении выращивания клариевого сома варьировался в пределах 0,2–0,09 ед. на каждом этапе, а за весь период составил 0,1 ед. За весь цикл выращивания тилапии он также составил 0,1 ед., а на каждом этапе различался в пределах от 0,2 до 0,06 ед. (рис. 3).

При индустриальном выращивании важно исключить негативное влияние окружающей среды на организм рыб, в связи с чем необходимо контролировать их функциональное состояние. Кровь – биологическая среда, позволяющая вовремя обнаружить напряженность в физиологии объекта выращивания и выявить причину ее возникновения.

Скорость оседания эритроцитов, определяющая общее состояние организма, а также наличие или отсутствие воспалительного или иных патологических процессов, при исследовании крови красной тилапии в среднем составила 3,8 мм/ч. При этом индивидуальные значения СОЭ находились в пределах нормы, составляющей 2–10 мм/ч.

Уровень гемоглобина в крови тилапии находился в пределах физиологической нормы и в среднем составил 61,18 г/л, что является признаком отсутствия негативного влияния факторов окружающей среды на организм рыб.

Уровень общего сывороточного белка – показатель нестабильный и находится в зависимости от множества факторов, таких как изменения условий среды обитания, рацион и условия питания, а также уровень энергетического обмена организма. В крови тилапии содержание сывороточного белка составило 41,3 г/л. Высокий уровень белка в крови свидетельствует о высокой питательности кормов, а также о высоких потенциях роста.

В процессе интенсивного выращивания для обеспечения своевременного контроля физиологического состояния объектов в условиях повышения уровня токсических веществ важно оценивать их физиологическое состояние. Проведенный гемато-

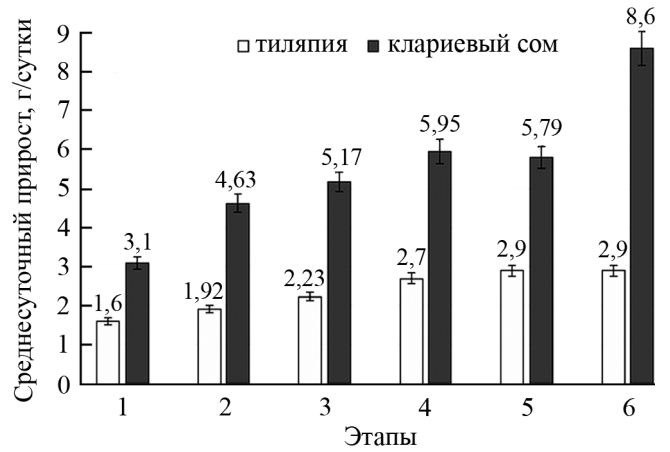


Рис. 1. Показатели среднесуточного прироста поэтапного выращивания тилапии и клариевого сома.

Fig. 1. Indicators of the average daily incremental growth of tilapia and catfish.

логический анализ показателей крови клариевого сома, выращиваемого в условиях УЗВ, выявил, что в среднем они колебались в следующих пределах: СОЭ – 3–5 мм/час, гемоглобин – 58–65 г/л, общий белок – 23–29 г/л, холестерин – 2,4–6,7 ммоль/л, глюкоза – 3–5 ммоль/л.

В экспериментах В.А. Власова [15] при выращивании клариевого сома в УЗВ были получены достаточно близкие значения таких показателей, как среднесуточный прирост массы – 5–6 г, коэффициент массонакопления – 0,12–0,13 ед., общий белок – 34,7 г/л, глюкоза – 5,1 ммоль/л. Авторы других статей отмечали, что изучаемые показатели крови не выходили за пределы референтных значений [16].

По мнению К.В. Ковалёва [17], при выращивании производителей клариевого сома в УЗВ при

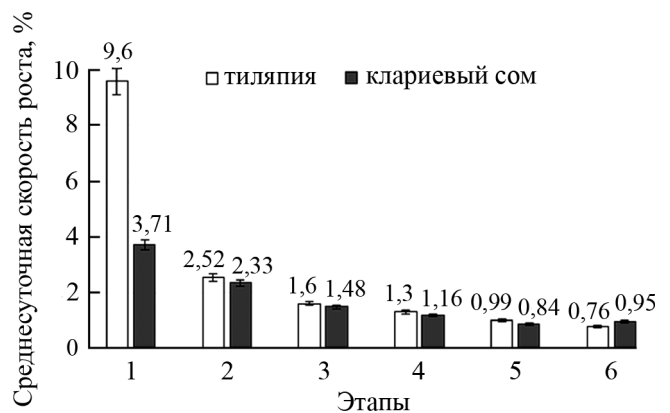


Рис. 2. Показатели среднесуточной скорости роста поэтапного выращивания тилапии и клариевого сома.

Fig. 2. Indicators of the average daily growth rate of the phased cultivation of tilapia and catfish.

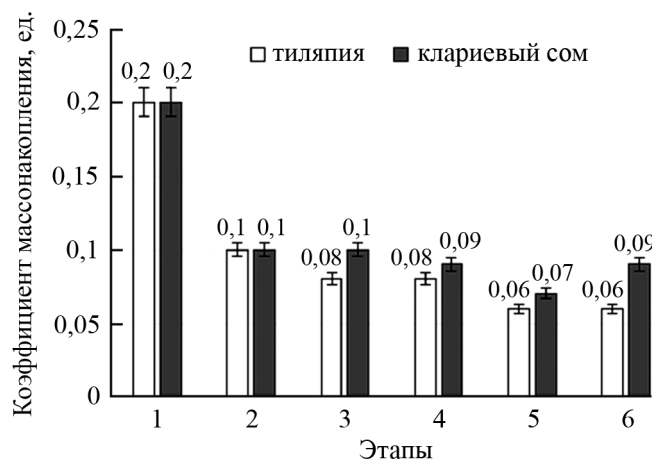


Рис. 3. Показатели коэффициента массонакопления поэтапно выращиваемых тилляпии и клариевого сома.

Fig. 3. Indicators of the mass accumulation coefficient of the step-by-step cultivation of tilapia and catfish.

разных терморегимах можно считать нормой достаточно высокий уровень таких гематологических показателей, как гемоглобин (86–87 г/л) и СОЭ (8–8,7 мм/час).

Клариевый сом и тилляпия как теплолюбивые тропические виды во многом схожи. Эти 2 вида обладают экономической привлекательностью за счет быстрого роста, неприхотливости при выра-

щивании, устойчивости к заболеваниям, короткого срока полового созревания, многократного нереста в течение одного года. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности разведения в УЗВ таких перспективных и быстрорастущих видов.

Выращивание объектов аквакультуры в искусственно сформированной системе является экологически чистым производством, это очень важный критерий в сложившихся ныне экологических условиях. Новые разрабатываемые интегрированные методы внесут большой вклад в формирование современной отечественной индустрии рыборазведения, так как позволят получать экологически чистую рыбную продукцию круглый год.

Работа выполнена в рамках реализации госзадания ЮНЦ РАН, № государственной регистрации 01201354245, «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно ценных видов рыб» с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов рыб Южного научного центра РАН № 73602.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Мамонтов Ю.П., Скляр В.Я., Стецко Н.В. 2010. *Прудовое рыбоводство. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Российской Федерации*. М., ФГНУ «Росинформагротех»: 216 с.
- Приказ от 16 января 2015 г. № 10 об утверждении отраслевой программы «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы». *КонсультантПлюс*. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=675254&rnd=1753008C7D830F256D914EA17F2F8FD8&from=613317-0#038591016896846786> (дата обращения: 27.08.2018).
- Жигин А.В. 2011. *Замкнутые системы в аквакультуре*. М., изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева: 665 с.
- Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года*. 2017. М., изд-во НИУ ВШЭ: 140 с.
- Лабенец А.В., Севрюков В.Н. 1999. Клариевый сом: удачный выбор для промышленного выращивания. В кн.: *Современное состояние и перспективы развития аквакультуры: материалы международной научно-практической конференции (Горки, Беларусь, 7–9 декабря 1999 г.)*. Горки: 30–31.
- Тетдоев В.В. 2009. *Размножение и выращивание тилляпии в естественных водоемах и в условиях промышленных рыбоводных хозяйств: монография*. М., изд-во РГАУ: 96 с.
- Жигин А.В. 2005. Выращивание тилляпий в промышленной аквакультуре. В кн.: *Прибрежное рыболовство и аквакультура: Обзорная информация. Вып. 2*. М., изд-во ВНИЭРХ: 1–28.
- Привезенцев Ю.А., Боронская О.И., Плиева Т.Х., Богерук А.К. 2006. *Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилляпий рода Oreochromis*. М., изд-во РГАУ-МСХА: 23 с.
- Подушка С.Б. 2006. Клариевый сом и его использование в рыбоводстве. В кн.: *Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тезисы докладов международной научной конференции (г. Азов, 6–8 июня 2006 г.)*. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 71–74.
- Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Баканева Ю.М., Болонина Н.В., Грозеску Ю.Н., Козола А.А., Распопов В.М., Пономарева Е.Н., Федоровых Ю.В., Лагуткина Л.Ю., Белая М.М., Баханева А.А., Красильникова А.А. 2013. *Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России*. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 224 с.
- Порфирьева А.В., Зиятдинова Г.К., Медянцева Э.П., Евтюгин Г.А. 2018. *Гидрохимический анализ: учебное пособие*. Казань, изд-во Казанского ун-та: 88 с.
- Правдин И.Ф. 1966. *Руководство по изучению рыб*. М., Пищевая промышленность: 376 с.
- Лиманский В.В., Яржомбек А.А., Бекина Е.Н., Андроников С.Б. 1986. *Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы*. М., изд-во ВНИИПРХ: 52 с.

14. Лакин Г.Ф. 1990. *Биометрия*. М., Высшая школа: 352 с.
15. Власов В.А. 2009. Рост и развитие африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от условий кормления и содержания. *Известия ТСХА*. 3: 148–156.
16. Пронина Г.И., Артеменков Д.В., Петрушин А.Б. 2017. Сравнительная характеристика сомов разных видов по гематологическим и биохимическим показателям. *Труды ВНИРО*. 165: 111–117.
17. Ковалёв К.В. 2006. *Технологические аспекты выращивания клариевого сома (Clarias gariepinus) в рыбоводной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ)*. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: 21 с.
- Automated Fish Economy Management Systems: 1–28. (In Russian).
8. Privezentsev Yu.A., Boronetskaya O.I., Plieva T.Kh., Bogeruk A.K. 2006. *Metodicheskie rekomendatsii po vosпроизводstvu i vyrashchivaniyu tilyapiy roda Oreochromis. [Methodical recommendations on the reproduction and cultivation of tilapias of the genus Oreochromis]*. Moscow, Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy: 23 p. (In Russian).
9. Podushka S.B. 2006. [Clarium catfish and its use in fish farming]. In: “*Sostoyanie i perspektivy razvitiya fermerskogo rybovodstva aridnoy zony*”: Tezisy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. [“*State and prospects for the development of farming fish farming in the arid zone*”: Abstracts of the international scientific conference (Azov, Russia, 6–8 June 2006)]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 71–74. (In Russian).
10. Matishov G.G., Ponomarev S.V., Bakaneva Yu.M., Bolonina N.V., Grozesku Yu.N., Kokoza A.A., Raspopov V.M., Ponomareva E.N., Fedorovykh Yu.V., Lagutkina L.Yu., Belaya M.M., Bakhaneva A.A., Krasil'nikova A.A. 2013. *Spravochnik rybovoda. Innovatsionnye tekhnologii akvakul'tury yuga Rossii. [Guide fish farmer. Innovative aquaculture technologies in the south of Russia]*. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 224 p. (In Russian).
11. Porfir'eva A.V., Ziyatdinova G.K., Medyantseva E.P., Evtugin G.A. 2018. *Gidrokhimicheskiy analiz: uchebnoe posobie. [Hydrochemical analysis: study guide]*. Kazan, Kazan University: 88 p.
12. Pravdin I.F. 1966. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb. [Guide to the study of fish]*. Moscow, Pishchevaya promyshlennost': 376 p. (In Russian).
13. Limanskiy V.V., Yarzombek A.A., Bekina E.N., Andronikov S.B. 1986. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryby. [Instructions for physiological and biochemical analysis of fish]*. Moscow, All-Russian Scientific Research Institute of Freshwater Fisheries: 52 p. (In Russian).
14. Lakin G.F. 1990. *Biometriya. [Biometrics]*. Moscow, Vysshaya shkola: 352 p. (In Russian).
15. Vlasov V.A. 2009. [Growth and development of the African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell) depending on the conditions of feeding and keeping]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 3: 148–156. (In Russian).
16. Pronina G.I., Artemenkov D.V., Petrushin A.B. 2017. [Comparative characteristics catfishes by hematological and biochemical indicators]. *Trudy VNIRO*. 165: 111–117. (In Russian).
17. Kovalev K.V. 2006. *Tekhnologicheskie aspekty vyrashchivaniya klariyevogo soma (Clarias gariepinus) v rybovodnoy ustanovke s zamknutym tsiklom vodoobespecheniya (UZV). [Technological aspects of the cultivation of the catfish (Clarias gariepinus) in a hatchery with a closed water supply cycle (recirculation systems). PhD Abstract]*. Moscow: 21 p. (In Russian).

## REFERENCES

1. Mamontov Yu.P., Sklyarov V.Ya., Stetsko N.V. 2010. *Prudovoe rybovodstvo. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya rybovodstva v Rossiyskoy Federatsii. [Pond fish culture. Current state and prospects for the development of fish farming in the Russian Federation]*. Moscow, Federal State Scientific Institution “Rosinformagrotekh”: 216 p. (In Russian).
2. [Order No 10 dated January 16, 2015 on approval of the sectoral program “Development of Commodity Aquaculture (Commercial Fisheries) in the Russian Federation for 2015–2020”]. *KonsultantPlyus*. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=613317> (accessed 27 August 2018). (In Russian).
3. Zhigin A.V. 2011. *Zamknutye sistemy v akvakul'ture. [Closed systems in aquaculture]*. Moscow, Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy: 665 p. (In Russian).
4. *Prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda. [Forecast of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030]*. 2017. Moscow, National Research University “Higher School of Economics”: 140 p. (In Russian).
5. Labenets A.V., Sevryukov V.N. 1999. [Clarium catfish: a good choice for industrial cultivation]. In: *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya akvakul'tury: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. [The current state and prospects for the development of aquaculture: materials of the international scientific-practical conference (Gorki, Belarus, 7–9 December 1999)]*. Gorki: 30–31. (In Russian).
6. Tetdov V.V. 2009. *Razmnozhenie i vyrashchivanie tilyapii v estestvennykh vodoemakh i v usloviyakh industrial'nykh rybovodnykh khozyaystv: monografiya. [Reproduction and cultivation of tilapia in natural water bodies and in conditions of industrial fish farms: monograph]*. Moscow, Russian State Agrarian Correspondence University: 96 p. (In Russian).
7. Zhigin A.V. 2005. [Growing tilapia in industrial aquaculture]. In: *Pribrezhnoe rybolovstvo i akvakul'tura: Obzornaya informatsiya. Вып. 2. [Coastal fishing and aquaculture: Survey information. Vol. 2]*. Moscow, All-Russian Research and Project-Design Institute of Economics, Information and

Поступила 22.10.2018