

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИЙ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА, РЕПРОДУЦИРОВАННЫХ В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ

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

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»

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422) 55-95-38;

e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, африканский клариевый сом, рост, развитие, каннибализм.

Во всем мире африканского клариевого сома относят к перспективным объектам индустриальной аквакультуры благодаря его высокой скорости роста. Целью наших исследований являлась сравнительная оценка динамики роста и развития генераций клариевого сома, полученных в разные сезоны года. Объектом исследования служили популяции африканского клариевого сома, содержащиеся в индустриальной аквакультуре бассейнового типа. Исследовались размерно-весовые показатели и их вариабельность на разных этапах онтогенеза в процессе выращивания товарной рыбы, начиная с личиночной стадии и заканчивая стадией товарной рыбы. В ходе исследований установили общую тенденцию опережающего роста весенней генерации по сравнению с осенней на всех этапах онтогенеза. В возрасте 23 недель сомы весенней генерации нарастили необходимую, в соответствии с требованием технологии, массу товарной рыбы (926,6±33,4г), а цикл выращивания рыбы завершился в плановые сроки. В возрасте 23 недель биомасса сомов осенней генерации составляла 625±37,8 г, что на 300-400 г ниже показателей, которые проявила весенняя генерация. Популяция сомов осенней генерации достигла показателей весенней генерации на три недели позже, что снижает рентабельность производства. В ходе исследований была выявлена выраженная внутривидовая конкуренция за пищевые ресурсы на стадии личинки. В этот период высокую скорость роста демонстрировали 30 % особей, а 50 % характеризовались средней скоростью роста. Остальные 20 % популяции в разной степени отставали по скорости роста от популяционной средней. Снижение уровня пластического обмена в популяции сомов, репродуцированных в осенний период, обусловлено коротким световым периодом, поскольку все остальные абиотические факторы среды в условиях искусственного разведения были стабилизированы. Ослабить внутривидовое напряжение на всех этапах выращивания позволила сортировка по росто-весовым характеристикам и использование адаптогена «Иркутин» в кормах и в среде обитания рыб.

Исследования выполнялись при грантовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 18-016-00127.

Введение

Африканский клариевый сом в последние годы все шире внедряется в индустриальную аквакультуру России [1, 2, 3]. В индустриальной аквакультуре важное значение имеет биологический контроль физиологических процессов и росто-весовых характеристик на всех этапах выращивания рыбы [1, 4].

У всех видов рыб условия среды обитания и пищевые ресурсы определяют скорость роста, полового созревания и плодовитости. Условия среды обитания и кормления в индустриальной

аквакультуре четко регулируются человеком [5, 6, 7, 8].

В индустриальной аквакультуре выращивание товарной рыбы из личинок - это сложный многоступенчатый процесс. Задержка скорости роста на одном из этапов онтогенеза приводит к снижению рентабельности производства и неоправданным затратам, повышая себестоимость продукта и его реализационную цену [9, 10, 11].

Большое значение для прогнозирования в индустриальной аквакультуре имеет характер взаимоотношений между ростом и половым

созреванием рыб. Условия, благоприятные для роста рыбы, не всегда оказываются благоприятными для ее полового созревания, и наоборот, оптимальные половому созреванию могут оказаться неблагоприятными для роста. Проблема конкурентных отношений между пластической и генеративной формами обмена актуальна для рыбоводства [12, 13, 14, 15].

Цель исследований - сравнительная оценка динамики роста и развития весенней и осенней генераций клариевого сома.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. Объект исследования - генерации африканского клариевого сома, полученные в результате экстракорпорального оплодотворения икры гормонально индуцированных самок спермой гормонально индуцированных самцов, содержащихся в условиях бассейновой аквакультуры.

Продолжительность выращивания сомов до товарных размеров составляет 6 месяцев (24 недели), за это время рыба должна наращивать свою биомассу до 0,9-1,5 кг.

Выделяют следующие периоды онтогенеза у сомов:

- предличинка – двое - трое суток;
- личинки – 3-4 недели (20-30 суток);
- малек – 6 недель (40 суток);
- молодь – 7 недель (50 суток);
- товарная рыба – 7 недель (50 суток).

Первая генерация клариевого сома, которая подвергалась исследованию, была получена в первой декаде мая. Экспериментальные исследования этой популяции начались в двухнедельном возрасте. Период наблюдений за этой популяцией начинался в мае, был продолжен в летние месяцы и завершился в сентябре.

Вторая генерация африканского клариевого сома была получена в третьей декаде ноября. Начальные периоды онтогенеза ноябрьской популяции сомов пришлось на зимний и весенний месяцы и завершились в мае.

И весенняя, и осенняя генерации содержались в бассейнах объемом 3,5 м³, каждая из популяций была представлена 450 особями.

Проводили ежедневный контроль гидрoхимических показателей (водородный показатель, содержание кислорода, аммонийный азот, нитраты, нитриты), превышения допустимых нормативов по этим показателям не наблюдалось. В бассейнах поддерживали оптимальную температуру воды 24-26 °С.

На начальных этапах онтогенеза (со второго дня после вылупления) личинки сомов получали стартовые живые корма - науплиусы *Artemia salina* собственного производства. Начиная со второй недели онтогенеза, постепенно вводили в рацион сбалансированные заводские комбикорма фирмы Aquagex марки Som с диаметрами гранул в соответствии с возрастом (d=0,4-0,6 мм; d=0,9 мм; d=1,2 мм; d=2,5 мм; d=3,5 мм; d=6 мм).

Суточная норма корма при выращивании клариевого сома составляла около 6,0 % от биомассы содержащейся рыбы. Кормление организовали через каждые два часа 12 раз в сутки, разовая норма внесения - 1,2 % от исходной массы содержащейся рыбы. Корма предварительно обрабатывали адаптогеном «Иркутин». Применение адаптогена позволило обеспечить сохранность рыб и получить дополнительный прирост биомассы (на 20-25 %).

Наблюдения и контрольные взвешивания проводили с личиночного возраста на электронных весах марки ВЛ-320Н. Сортировку сомов на группы по размерно-весовым параметрам проводили в конце каждого из вышеобозначенных периодов онтогенеза.

Полученные данные были статистически обработаны общепринятыми методами в табличном редакторе Excel. Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований

На третьи сутки онтогенеза желточный мешок личинок сомов рассасывался, и они переходили на экзогенное питание, средняя масса личинки на этом этапе онтогенеза составляла в среднем 0,02 г.

Цикл выращивания сомов из личинок до стадии товарной рыбы должен завершаться в возрасте 23-24 недель, к этому возрасту сомы должны иметь биомассу 900-1500 г.

На начальном этапе вскармливания в период становления пищевого поведения отмечалась выраженная внутривидовая конкуренция за пищевые ресурсы.

Первое взвешивание личинок осуществлялось в двухнедельном возрасте. Уже на этом этапе онтогенеза мы выявили, наряду с явным опережающим ростом одной части популяции, резкое отставание в размерно-весовых показателях другой части. В популяциях африканского клариевого сома, с позиций этологии, выстраивалась четкая иерархия взаимоотношений. Уже с самых ранних этапов онтогенеза проявлялось доминирование определенной группы особей,

которая сохранялась в течение всего периода выращивания. В процессе становления иерархии происходило выделение группы наиболее сильных, быстро растущих и жизнеспособных рыб, что обеспечивало им преимущество в системе биотических взаимоотношений, а также в процессе естественного и искусственного отбора. В популяции четко прослеживалось деление по скорости роста. Доля особей со стремительным ростом, превосходящим среднюю по популяции в 3-4 раза, составляла около 5 %. Высокую скорость роста, превосходящую среднюю по популяции в два раза, демонстрировали около 25 % особей. Основная часть популяции - около 50 % - характеризовалась средней скоростью роста. Остальные 20 % популяции в разной степени отставали по скорости роста от средней. Особи-доминанты в 2-4 раза превосходили по скорости роста остальную часть популяции.

Для снижения внутривидового напряжения в группе сомов на всех этапах выращивания как майской, так и ноябрьской партии сомов мы проводили комплекс мер. В первую очередь это касалось сортировки по росто-весовым характеристикам, которая проводилась раз в 10 дней. Отстающую в росте часть популяции отсаживали отдельно, чтобы снизить конкуренцию за кормовые ресурсы. Кормление осуществлялось каждые два часа. На протяжении всего периода выращивания корма давали вдоволь, изначально рассчитывая суточную дозу как 6 % от биомассы популяции. Но внутри новых вновь образованных групп через две недели устанавливалась та же иерархия отношений с выделением доминантной группы особей, что выражалось в неравномерном росте.

Сортировка - это традиционное технологическое мероприятие при разведении африканских клариевых сомов, резко повышающее эффективность выращивания и снижающее уровень каннибализма, традиционного для представителей этого вида.

Выращивание сомов на этапе личиночного развития и на последующих этапах производили с использованием адаптогена «Иркутин», который позволил свести к минимуму каннибализм и поднять привесы на 20 % при использовании препарата в концентрации 40 мг на 1 литр в среде содержания рыб. По нашим наблюдениям ис-

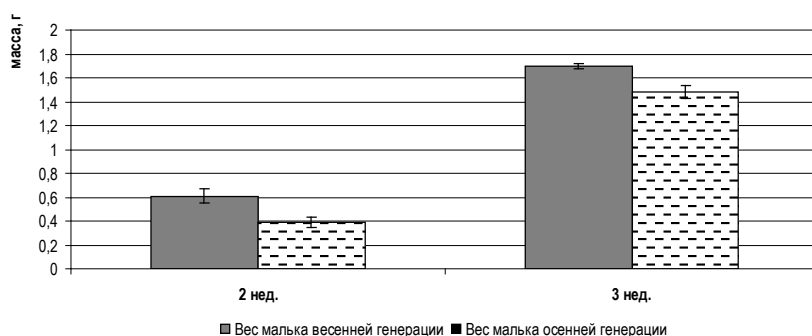


Рис. 1 - Сравнительные показатели наращивания биомассы на личиночном этапе

пользование адаптогена «Иркутин» в кормах и в среде обитания снизило агрессивное поведение доминантных особей, устранило каннибализм и стабилизировало рост и развитие рыбы.

Параллельно проводились сравнительные исследования наращивания биомассы сомов, генераций, репродуцированных в разные сезоны года. Контрольные взвешивания экспериментального поголовья проводили каждые две недели.

Первая популяция личинок сомов была выведена в первой декаде мая. Размах по биомассе при контрольном взвешивании двухнедельных личинок составил $\max-\min=0,9-0,3$ г. Среди популяции личинок доминировали по скорости роста 5 % сомов и имели массу 0,7-0,9 г, 29 % имели массу тела 0,5-0,6 г и характеризовались высокой скоростью роста. Основная часть популяции – 65 % личинок сомов имели массу тела 0,2-0,3 г. Наиболее мелкие особи подвергались нападению со стороны доминирующих рыб.

Ко времени завершения первого периода развития (3-недельный возраст) масса личинок майской популяции составила $1,7 \pm 0,04$ г. Размах веса был очень широким и составлял $\max-\min=1,3-10$ г.

Личинки популяции сомов, репродуцированной в ноябре, уже с первых дней жизни проявили достоверно более низкую скорость роста. В возрасте 3 недель их масса составляла $0,68 \pm 0,05$ г. Вес личинок варьировал в пределах $\max-\min=0,2-1,23$ г. Таким образом, личинки весенней популяции весили к концу личиночного периода в 1,5 раза больше, чем личинки осенней популяции ($P > 0,05$).

За личиночный период онтогенеза биомасса сомов возросла в среднем в 2,8 раза ($P > 0,05$). Скорость роста весенней и осенней популяции сомов в сравнительном аспекте в личиночный период показана на рис 1.

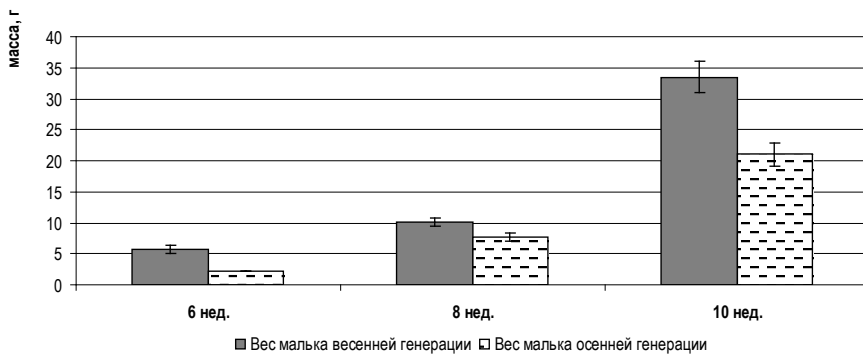


Рис. 2 - Сравнительные показатели наращивания биомассы на этапе малька

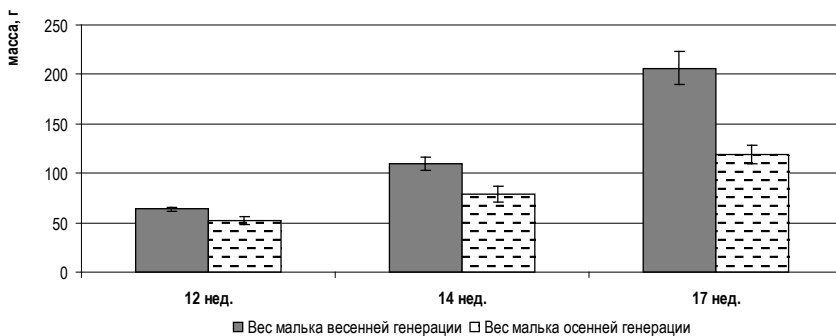


Рис. 3 - Сравнительные показатели наращивания биомассы на этапе молоди

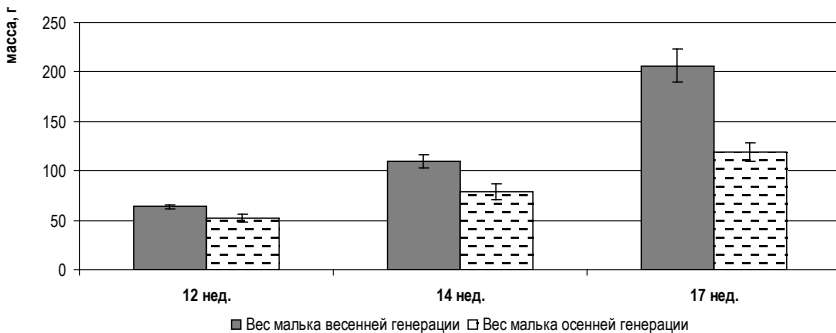


Рис. 3 - Сравнительные показатели наращивания биомассы на этапе молоди

Стадия выращивания мальков у сомов продолжается около шести недель (40 суток). Весенняя популяция сомов проходила эту стадию с конца мая по июнь, когда продолжительность светового дня достигала своего максимума.

У осенней популяции этот этап выращивания пришелся на самые холодные месяцы с самой низкой продолжительностью светового дня - декабрь и январь. К десятинедельному возрасту мальки весенней популяции весили $43,5 \pm 4,5$ г. Значения биомассы варьировали в пределах $\max-\min=11-106$ г. Мальки ноябрьской генерации отставали по скорости роста от майской в 1,8 раза ($P>0,05$) и весили в возрасте 10 недель

$24,7 \pm 2,9$ г. Вес ноябрьских мальков в возрасте 10 недель был в пределах $\max-\min=5-52$ г.

После завершения личиночного периода, на мальковом этапе выращивания, масса рыб возросла в среднем в 10 раз ($P>0,05$) (рис. 2).

Этап выращивания молоди в онтогенезе сомов продолжается условно 7 недель и составляет 50 суток. Завершается этот период, когда сомы достигают 17-недельного возраста. У майской популяции сомов рост и развитие рыбы на стадии молоди проходили с июля по первую декаду августа. У ноябрьской популяции рост и развитие молоди приходились на февраль - первую декаду марта. Общая тенденция опережающего роста майской генерации, по сравнению с ноябрьской, у молоди хорошо прослеживалась. Контрольные взвешивания особей майской генерации показали, что в возрасте 17-недель их вес составлял $206,3 \pm 16,7$ г. Размах изменчивости признака был очень высоким (от 50 до 430 г). Вес ноябрьской генерации в тот же возрастной период был в 1,7 раза ниже и составлял $119,0 \pm 9,0$ г ($P>0,05$). Вариабельность веса молоди осенней генерации в возрасте 17 недель колебалась от 41,7 до 232 г.

На этапе выращивания молоди вес мальков весенней генерации возрос в среднем в 3,2 раза, а в осенней - в 2,3 раза ($P>0,05$) (рис. 3).

После завершения выращивания молоди наступает этап выращивания из нее товарной рыбы. И хоть такое деление на этапы условно, им удобно пользоваться, чтобы можно было сравнивать полученные результаты с результатами других исследователей. Выращивание товарной рыбы условно составляет 7-8 недель. При соблюдении технологии и поддержании оптимальных температурных и гидрохимических режимов сомы наращивают массу до 900-1500 г.

У весенней генерации сомов этап выращивания товарной рыбы пришелся на август и сентябрь. В возрасте 23 недель сомы весенней генерации набрали биомассу $926,6 \pm 33,4$ г. При этом минимальный вес рыбы в этот период составлял 640 г, а максимальный - 1300 г. За семь недель выращивания товарной рыбы вес сомов возрос в среднем в 2,8 раза ($P > 0,05$). Таким образом, в возрасте 23 недель сомы весенней генерации нарастили необходимую, в соответствии с требованием технологии, массу товарной рыбы, а цикл выращивания рыбы завершился в плановые сроки.

Для сомов осенней генерации сроки выращивания удлинились. В плановые сроки в возрасте 23 недель биомасса сомов осенней генерации составляла $625 \pm 37,8$ г, что на 300-400 г ниже показателей, которые проявила весенняя генерация. Популяция сомов осенней генерации достигла показателей весенней генерации на три недели позже, т. е. в возрасте 26 недель, когда они достигли массы $933 \pm 49,8$ г (рис. 4).

Следует отметить, что размах весовых показателей в популяции сомов весенней генерации в ходе выращивания был высоким по сравнению с популяцией сомов осенней генерации. Полученные нами результаты свидетельствуют, что с экономической точки зрения выращивание рыбы, репродуцированной в осенний или зимний периоды, более затратно. Это касается расхода кормов, поскольку кормление вместо 23 недель растягивалось до 26, и энергозатрат, поскольку клариевый сом - теплолюбивая рыба. В зимний период его выращивание сопряжено с дополнительным подогревом бассейнов. Экономически выгоднее репродуцировать африканского клариевого сома с целью выращивания товарной рыбы в весенне-летний периоды.

Можно предполагать, что снижение уровня пластического обмена, обеспечивающего соматический рост, в популяции сомов, репродуцированных в осенний период, связано с низкой продолжительностью светового периода, поскольку все остальные абиотические факторы среды в условиях искусственного разведения были стабилизированы.

Выводы

1. Биомасса сомов за цикл выращивания от личинки до товарной рыбы за 23 недели возросла в среднем в 2000 раз ($P > 0,05$).

2. Популяция сомов весенней генерации в течение 23 недель набрала товарную массу $933 \pm 29,8$ г (от 900 до 1300 г), что согласуется с результатами других исследователей.

3. Сроки выращивания ноябрьской попу-

ляции сомов до товарных размеров удлинились на три недели. Товарной массы сомы ноябрьской популяции достигли только в 26 недель.

4. Снижение темпа роста осенней популяции сомов произошло на личиночной стадии и на стадии малька.

Библиографический список

1. Власов, В. А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) при различных условиях содержания и кормления/ В. А. Власов// Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры. Международная научно-практическая конференция. 5-6 февраля 2013 г. – М.: РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. - С. 141-150.

2. Васильев, А.А. Резервы повышения рыбопродуктивности/ А.А. Васильев, В.В. Кияшко, С.А. Маспанова // Аграрный научный журнал. - 2013.- № 2. - С. 14-16.

3. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Минсельхозом РФ 10.09.2007) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/12208.77.htm>

4. Changes in nutritional values induced by butachlor in juvenile diploid and triploid *Clarias gariepinus* / A.Karami [et al.] // Int. J. Environ. Sci. Technol. -2017. - P. 1- 12.

5. Опыт использования комбикормов с различной нормой содержания протеина при выращивании молоди африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в условиях установки замкнутого водоснабжения/ О.А. Левина, С.В. Пономарёв, М.А. Корчунова, Ю.В. Фёдоровых, Ю.М. Баканёва// Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2015. - № 3. - С. 93-101.

6. Артеменков, Д. В. Сравнительная характеристика роста сомообразных рыб *Silurus glanis* и *Clarias gariepinus*/ Д.В. Артеменков// Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2017. - № 2. - С. 14-19.

7. Effect of phytase supplementation on the growth, mineral composition and phosphorus digestibility of African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles/ O.Orisasona [et al.]// Animal Research International. - 2017. - Vol. 14, iss. 2. - P. 2741-2750.

8. Effects of storage conditions on quality characteristics of commercial aquafeeds and growth of African catfish *Clarias gariepinus*/ S. G. Solomon [et al.]// Journal of Fisheries. - 2016. - Vol. 74. - P. 30-37.

9. Шумак, В.В. Моделирование роста клариевого сома в аквакультуре / В.В. Шумак, С.В. Торганов// Известия Санкт-Петербургского госу-

дарственного аграрного университета. - 2016. - № 44. - С. 120-127.

10. Прогностические критерии роста и развития африканского клариевого сома в условиях бассейновой аквакультуры/ М.Э. Мухитова, В.В. Романов, Е.М. Романова, В.Н. Любомирова// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017.- №3(39). - С. 70-78.

11. Comparative studies of nutrient composition of wild caught and pond reared african catfish, *Clarias gariepinus*/ J. I. Ukagwu [et al.]// International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences. - 2017. - Vol. 5, iss. 7. - P. 63-68.

12. Репродуктивная биотехнология африканского клариевого сома/ Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, М.Э. Мухитова, В.В. Романов, Л.А.

Шадыева, Т.М. Шленкина, И.С. Галушко// Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2017. - №12(143). - С. 49-57.

13. Effect of fish vitellogenin on the growth of juvenile catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / Subir Kumar Juin [et al.]// Aquaculture Reports. - 2017. - Vol. 7. - P. 16-26.

14. Effect of different fertilization and egg de-adhesion methods on hatching and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fry/ O. K. Kareem [et al.]// Journal of FisheriesSciences.com. - 2017. - Vol. 11, iss. 1. - P. 21-27.

15. Complete replacement of fish meal by other animal protein sources on growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings/ A. S. M. Djissou [et al.]// Int. Aquat. Res. - 2016. - Vol. 8, iss. 4. - P. 333-341.

COMPARATIVE RESEARCH ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF POPULATIONS OF AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH, REPRODUCED IN DIFFERENT SEASONS

Mukhitova M.E, Romanova E.M., Lyubomirova V.N., Romanov V.V.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

432017, Ulyanovsk, Novyy Venets Boulevard, 1; phone: 8 (8422) 55-95-38, email: vvr-emr@yandex.ru

Key words: aquaculture, African sharptooth catfish, growth, development, cannibalism

The aim of the research was a comparative assessment of growth and development dynamics of sharptooth catfish generations, obtained in different seasons. The object of the study was African sharptooth catfish populations bred in industrial aquaculture of pool type. The size and weight parameters and their variability were studied at different stages of ontogenesis of commercial fish growing, starting from the larval stage to the stage of commercial fish. The tendency of faster growth of spring generation, compared with the autumnal one, at all stages of ontogeny was established in the course of the studies. At the age of 23 weeks the catfish of spring generation increased the necessary commercial mass in accordance with the technology requirement (926.6 ± 33.4 g), and the fish breeding cycle was completed on schedule. At the age of 23 weeks, the biomass of catfish of autumn generation was 625 ± 37.8 g, which is 300-400 g lower than that shown by spring generation. The population of catfish of autumn generation reached the parameters of spring generation three weeks later, which reduces the profitability of production. Significant intrapopulation competition for food resources was revealed at the larval stage. During this period, 30% of the individuals demonstrated a high growth rate, whereas 50% showed an average growth rate. The remaining 20% of the population lagged to a different extent in growth rate from the average rate. The decrease in the level of plastic metabolism of catfish population reproduced in the autumn period is preconditioned by a short light period, as all other abiotic environmental factors under artificial breeding conditions have been stabilized. Classification by height and weight characteristics and usage of the adaptogen "Irkutin" in feed and in fish habitat allowed to weaken the intrapopulation stress at all stages of breeding.

Bibliography

1. Vlasov, V.A. Breeding of *Clarias gariepinus* burchell under different conditions of housing and feeding / V.A. Vlasov // The state and prospects of the development of freshwater aquaculture. International scientific-practical conference. February 5-6, 2013 - Moscow: RSAU MAA named after K.A. Timiryazev, 2013. - P. 141-150.
2. Vasiliev, A.A. Ways for improving fish productivity / A.A. Vasiliev, V.V. Kiyashko, S.A. Maspanova // Agrarian Scientific Journal. - No 2 - P. 14-16.
3. Strategy of aquaculture development in the Russian Federation for the period until 2020 (approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on September 10, 2007) [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/12208.77.htm>
4. Changes in nutritional values induced by butachlor in juvenile diploid and triploid *Clarias gariepinus* / A.Karami [et al.] // Int. J. Environ. Sci. Technol. - 2017. - P. 1-12.
5. Experience of usage of mixed feeds with different protein content in the breeding of juvenile fish of the African catfish (*Clarias gariepinus*) under conditions of recirculating aquaculture system / O.A. Levina, S.V. Ponomarev, M.A. Korchnova, Yu.V. Fedorovykh, Yu.M. Bakaneva // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishery. - 2015. - No. 3. - P. 93-101.
6. Artemenkov, D.V. Comparative characteristics of catfish growth of *Silurus glanis* and *Clarias gariepinus* species / D.V. Artemenkov // Fish breeding and Fisheries. - 2017. - No. 2. - P. 14-19.
7. Effect of phytase supplementation on the growth, mineral composition and phosphorus digestibility of African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles / O.Orisasona [et al.] // Animal Research International. - 2017. - Vol. 14, iss. 2. - P. 2741-2750.
8. Effects of storage conditions on quality characteristics of commercial aquafeeds and growth of African catfish *Clarias gariepinus* / S. G. Solomon [et al.] // Journal of Fisheries. - 2016. - Vol. 74. - P. 30-37.
9. Shumak, V.V. Modeling the sharptooth catfish growth in aquaculture / V.V. Shumak, S.V. Torganov // News of St. Petersburg State Agrarian University. - 2016. - No. 44. - P. 120-127.
10. Predictive criteria for growth and development of the African Sharptooth Catfish in the conditions of pool aquaculture / M.E. Mukhitova, V.V. Romanov, E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2017. No. 3 (39). - P. 70-78.
11. Comparative studies of the nutrient composition of wild caught and pond reared african catfish, *Clarias gariepinus* / J. I. Ukagwu [et al.] // International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences. - 2017. - Vol. 5, iss. 7. - P. 63-68.
12. Reproductive biotechnology of the african sharptooth catfish / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, M.E. Mukhitova, V.V. Romanov, L.A. Shadyeva, T.M. Shlenkina, I.S. Galushko // Fish breeding and Fisheries. - 2017. - No. 12 (143). - P. 49-57.
13. Effect of fish vitellogenin on the growth of juvenile catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / Subir Kumar Juin [et al.] // Aquaculture Reports. - 2017. - Vol. 7. - P. 16-26.
14. Effect of different fertilization and egg de-adhesion methods on hatching and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fry / O. K. Kareem [et al.] // Journal of FisheriesSciences.com. - 2017. - Vol. 11, iss. 1. - P. 21-27.
15. Complete replacement of fish meal by other animal protein sources on the performance of *Clarias gariepinus* fingerlings / A. S. M. Djissou [et al.] // Int. Aquat. Res. - 2016. - Vol. 8, iss. 4. - P. 333-341.