

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ АФРИКАНСКОГО СОМА К ВЫСОКИМ ПЛОТНОСТЯМ ПОСАДКИ В УЗВ

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

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

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика»

Харитонов Денис Алексеевич, аспирант кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

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

e-mail: nvaselina@yandex.ru

Ключевые слова: высокотехнологичная аквакультура, африканский клариевый сом, интерьер, экстерьер, плотность посадки, морфофизиологические индикаторы.

В статье изложены результаты исследований влияния повышенной плотности посадки на организм африканского сома. Исследовались жизненно важные органы, играющие основополагающую роль в метаболизме рыб: сердце, печень, почки, селезенка. Оценивались морфофизиологические адаптации африканского сома к неблагоприятным условиям среды. Полученные результаты показали, что увеличение плотности посадки вызывает ряд негативных изменений в организме рыб. В бассейнах с повышенной плотностью посадки средняя масса рыбы была достоверно меньше, чем в контроле. Наибольшее торможение скорости роста и набора биомассы было отмечено при повышении плотности посадки на 30%. Было установлено, что масса печени с увеличением плотности посадки росла, причем самцы имели достоверно более крупную печень, чем самки. Индексы печени P и Q с повышением плотности посадки увеличивались у самцов и у самок и были тем выше, чем выше плотность посадки. Масса почек и их индексы P и Q у сома показали, что повышение плотности посадки угнетающе действует на почки, вызывая снижение их массы на фоне роста индексов P и Q . С увеличением плотности посадки абсолютная масса селезенки у рыб снижалась. Исследование массы сердца африканского сома показало, что с повышением плотности посадки масса сердца и индексы P и Q возрастали, что обусловлено высокими энергетическими затратами на выживание.

Исследования выполнялись при поддержке РФФИ по гранту 18-416-730005.

Введение

В значительной части отечественных рыбоводных хозяйств в настоящее время обрел популярность африканский клариевый сом, которого на территории Российской Федерации стали выращивать около 20 лет назад. Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*) - перспективный объект для высокотехнологичной аквакультуры. Выращивание африканского сома в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) требует ответственного отношения, поскольку этот вид рыб чувствителен к стрессу,

который возникает при контрольных взвешиваниях, увеличении плотности посадки, ремонте оборудования, смене комбикормов и т.п. Выращивание рыбы в УЗВ имеет ряд преимуществ перед остальными методами ее индустриального выращивания. УЗВ открывает возможности создания оптимальных условий содержания рыбы. Это касается интенсивности и характера фильтрации, обеспечения нужного температурного режима, гидрохимических показателей воды, возможности мониторинга, круглогодичного производства товарной рыбы [1, 2, 3, 4, 5].

В рыбоводных исследованиях часто прибегают к морфофизиологическим показателям, в состав которых входит комплекс морфологических и функциональных данных, характеризующих возрастные и половые особенности физического развития рыб [6, 7, 8].

Оценка состояния рыб по морфофизиологическим показателям имеет важное значение в рыбоводстве. Количественные и качественные изменения морфофизиологических показателей зависят от множества факторов, которые, в первую очередь, обусловлены условиями содержания. Это позволяет изучить не только общие процессы роста и развития, но и адаптивные изменения, возникшие в связи с условиями окружающей среды. При выращивании рыбы в УЗВ основными факторами, к которым приходится приспосабливаться рыбе, являются химический состав воды, температура, уровень кислорода, состав комбикормов и плотность посадки [9, 10, 11].

В условиях индустриального рыбоводства плотность посадки (концентрация рыб на единице площади рыбоводной емкости) является важнейшим биотическим фактором, определяющим рост и развитие рыб. С экономической точки зрения, чем выше концентрация рыб в единице объема, тем выше отдача от площади рыбоводной емкости и выше рентабельность производства [12, 13].

Известно, повышенная плотность посадки при выращивании рыбы в УЗВ негативно сказывается на скорости роста и средней массе товарной рыбы. Это обусловлено снижением в воде концентрации растворенного кислорода, накоплением метаболитов, конкуренцией за пространство, размерными и иерархическими взаимоотношениями или же недостатком пищи [14, 15].

В своих исследованиях мы планируем использовать экстерьерные и интерьерные показатели рыб. В частности тип телосложения рыб относят к экстерьерным показателям, он является отражением видовых особенностей рыб. Экстерьерные показатели считают высокоинформативными при оценке состояния популяции рыб. В селекции рыб они играют важную роль, когда необходимо учитывать множество морфометрических показателей, начиная с длины и обхвата различных частей тела и заканчивая расчетом селекционных индексов. Под интерьерными признаками понимают комплекс биохимических, физиологических, анатомических характеристик организма в связи с его конституцией и

направлением продуктивности.

Интерьерные показатели отражают внутреннее состояние и биологические особенности рыб. К интерьерным признакам относятся: содержание жира, строение осевого скелета, относительная длина кишечника, соотношение длин камер плавательного пузыря и т.д. Интерьерные показатели, начиная с ранних этапов развития рыбы, позволяют прогнозировать ее будущую продуктивность [16, 17, 18].

Целью работы было изучение морфофизиологических адаптаций африканского клариевого сома к высокой плотности посадки в УЗВ.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились с использованием УЗВ Дон-40 и Сом 1100 на факультете ветеринарной медицины Ульяновского ГАУ. УЗВ Дон-40 имеет 2 бассейна объемом 11м³, УЗВ Сом 1100 включает два бассейна 4,8 м³. Объектом исследования являлся африканский сом. Для проведения исследований в УЗВ ДОН -40 были сформированы 2 группы рыб, каждая в отдельном бассейне. Первая группа выращивалась как контрольная, для нее расчетная плотность посадки должна была составлять 70кг/м³, вторая - экспериментальная. Для нее расчетная плотность посадки должна была составлять на 15% больше по сравнению с контролем. Вторая серия эксперимента проводилась в УЗВ Сом 1100, в контрольном бассейне расчетная плотность посадки составляла 70 кг/м³, а в экспериментальном на 30% больше. Продолжительность опыта составила 2 месяца.

Температурный режим поддерживался на уровне 25-26 С, уровень растворимого кислорода в воде составлял 94-96%, кислород подавался через кислородный концентратор INTEx. Уровень растворенного кислорода и температуры в воде измеряли с помощью оксиметра D08401. Для кормления использовали комбикорма фирмы Aqagex марки «Сом», по мере роста клариевого сома использовались соответствующие возрасту фракции диаметром 4, 5, 6 мм.

В ходе исследований проводился внешний осмотр рыб, оценивался экстерьер африканского сома. Для характеристики телосложения производили промеры рыб по общепринятой методике Саковской В.Г., 1991 г. Расчет индексов печени, сердца, почек и селезенки проводили по Правдину, 1966 и Шварцу, 1968. Индекс Р органа находили по отношению массы органа к массе тела. Индекс Q - это отношение массы органа к массе тела без внутренностей. Индексы этих органов вычислялись как отношение веса органов

Таблица 1

Морфофизиологические показатели африканского сома, выращенного при разных плотностях посадки

№	Признак		Показатель контроля, плотность посадки 70 кг/м ³	Опытная группа 1, плотность посадки 80,5 кг/м ³	Опытная группа 2, плотность посадки 91 кг/м ³
1	Длина всего тела, см	M±m	44,70±0,96	40,2±1,51	37,70±0,75
		σ	2,16	2,38	1,72
		Cv	4,82	4,43	4,41
2	Длина тела без хвостового плавника, см	M±m	37,26±0,92	33,2±1,44	31,9±0,52
		σ	1,64	1,59	1,32
		Cv	4,89	4,81	3,57
3	Окружность, см.	M±m	20,86±0,78	18,34±1,03	16,95±0,51
		σ	1,71	1,58	1,45
		Cv	5,62	5,49	5,05
4	Масса тела, Р, г.	M±m	977,30±82,33	712,6±70,84	627,0±40,32
		σ	128,02	112,71	96,43
		Cv	14,45	18,44	19,45
5	Масса тела, Q, без внутр., г	M±m	861,3±73,39	656,0±64,51	573,4±44,20
		σ	88,52	82,71	81,59
		Cv	13,42	15,62	18,9

Разность достоверна при $p \leq 0,05$

в миллиграммах к весу тела в граммах (%).

Взвешивание проводили на электронных фасовочных весах марки CAS SW-5, внутренних органов – на аналитических весах марки BK-600. Измерения проводили при помощи измерительной ленты, линейки. Производили традиционную биометрическую обработку фактического материала, полученного в ходе исследований с помощью приложения Excel пакета программ Microsoft Office 2007.

Результаты исследований

К числу основных адаптаций рыб можно отнести их способность изменять скорость роста в зависимости от конкретных условий среды. На первом этапе нашей работы исследовались экстерьерные показатели африканского клариевого сома при разных плотностях посадки.

Анализ полученных данных показывает, что при разных плотностях посадки рыбы прирост биомассы в контрольных и экспериментальных бассейнах за время эксперимента возрос, но в разной степени. Наибольшая скорость наращивания биомассы была отмечена в контрольных группах, где средний вес одной особи составил 977,30±82,33 г. При повышении плотности посадки клариевого сома на 15% средний вес особей в этой группе вырос в меньшей степени и составил 712,6±70,84 г. Наиболее низкие показатели среднего веса были отмечены в опытной группе, где плотность посадки была увеличена по сравнению с контролем на 30%. В этой группе средний вес одной особи составил

627,0±40,32 г.

Такую же направленность изменений продемонстрировал такой показатель, как длина тела рыбы. Было установлено, что в контрольных группах средняя длина тела рыбы составляла 44,70±0,96, при повышении плотности посадки на 15% - 40,2±1,51 см, а при повышении плотности посадки на 30% - 37,70±0,75 см. Это, по сравнению с контролем, меньше на 4, 5 и 7 см. соответственно. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Результаты исследований экстерьерных признаков клариевого сома показывают, что при повышении плотности посадки у рыб отмечается снижение таких показателей, как масса, длина и окружность тела.

Судя по средним данным, повышение плотности посадки как на 15%, так и на 30% отрицательно сказалось на росте и массе африканского клариевого сома по сравнению с контрольной группой. Результаты наблюдений показывают, что при высокой плотности посадки рыб в бассейнах УЗВ происходит ухудшение гидрохимических показателей. Известно, что гидрохимические показатели оказывают большое влияние на физиологический статус и метаболизм рыб. Результаты этого влияния нашли выражение в изменении морфофизиологических показателей африканского клариевого сома, о которых шла речь выше.

На следующем этапе работы проводили сравнительные исследования интерьерных

признаков клариевого сома в зависимости от плотности посадки в УЗВ. Для характеристики морфофизиологических адаптаций и выявления индикаторов состояния рыб при выращивании в условиях повышенной плотности посадки проводились исследования печени, сердца, селезенки и почек африканского клариевого сома.

Печень. В организме рыб печень является самой крупной железой, функции которой очень разнообразны и сложны. Она участвует в процессах обмена – синтезе белков, углеводов, является важным кроветворным органом. В печени происходит накопление гликогена и жира, функциональная деятельность печени связана с изменением ее массы. Размеры печени резко изменяются в зависимости от возраста, условий содержания и кормового режима. Печень рыб быстрее других органов реагирует на изменение условий среды выращивания рыбы.

При исследовании печени клариевого сома нами отмечено, что по мере роста рыбы в ходе эксперимента масса печени во всех группах возросла, но у самок и самцов в разной степени, результаты отражены на рисунке 1.

Рассматривая данные, полученные при исследовании массы печени у африканского клариевого сома, нужно отметить, что у самок и самцов при увеличении плотности посадки масса этого органа, по сравнению с контролем, увеличивается. Следует отметить, что в контроле у самцов в возрасте 6 месяцев масса печени достоверно выше, чем у самок. Эта закономерность сохранялась и в экспериментальных группах при повышенной плотности посадки. Индекс печени Р с повышением плотности посадки рыбы увеличился в опытных группах как у самцов, так и у самок. При плотности посадки $80,5 \text{ кг/м}^3$ у самцов он достигал $18,98 \pm 0,49 \%$, а при плотности посадки 91 кг/м^3 был еще выше и составлял $24,94 \pm 0,65 \%$, у самок – $13,8 \pm 0,51 \%$ и $19,26 \pm 0,72 \%$ соответственно (рис. 2).

Индекс печени Q имел аналогичную динамику возрастания показателей при повышении плотности посадки в опытных группах. Масса и индексы печени клариевого сома в контрольной группе находились в пределах морфофизиологических норм для данного возраста и веса. Результаты приведены на рисунке 3.

Таким образом, мы пришли к заключению, что вес печени и расчетные индексы печени Р и Q могут служить индикатором степени воздействия повышенных плотностей посадки на жизненно важные органы рыб, меняя их морфофизиологические показатели.

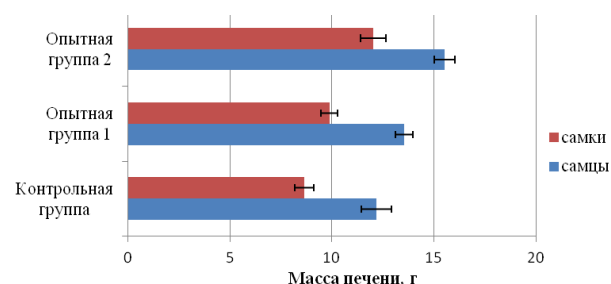


Рис. 1 - Масса печени у самцов и самок африканского сома при повышении плотности посадки (1 группа - на 15 %; 2 группа - на 30 %)

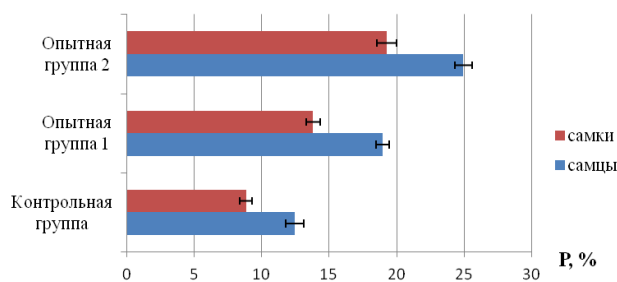


Рис. 2 - Значения индекса печени Р при увеличении плотности посадки (1 группа - на 15 %; 2 группа - на 30 %)

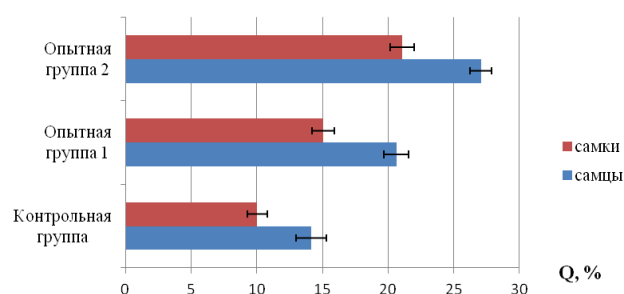


Рис. 3 - Значения индекса печени Q при увеличении плотности посадки (1 группа - на 15 %; 2 группа - на 30 %).

Сердце. На следующем этапе работы мы исследовали сердце рыб. Исследуя его, мы ориентировались на морфофизиологические показатели, в частности определяли абсолютный и относительный вес сердца, демонстрирующий во сколько раз масса сердца меньше массы тела. Следует отметить, что из всех позвоночных, рыбы имеют наименьший относительный вес сердца.

Исследование массы сердца клариевого сома при искусственно измененных плотностях посадки рыбы показали, что с повышением плотности посадки масса сердца у рыб увеличивается. В первой опытной группе с увеличенной плотностью посадки на 15 % вес сердца в среднем выше на 0,11 г по сравнению с контрольной

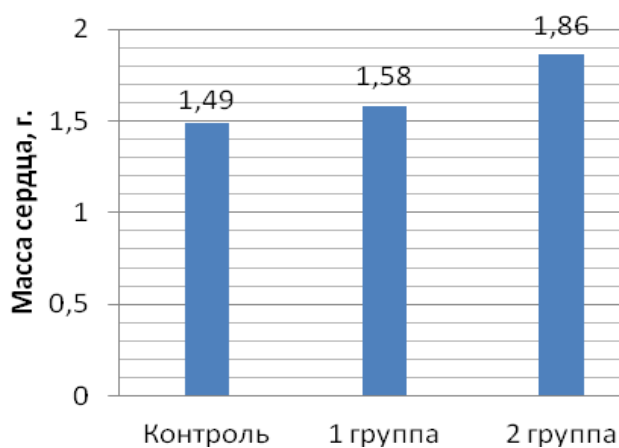


Рис.4. Масса сердца сомов

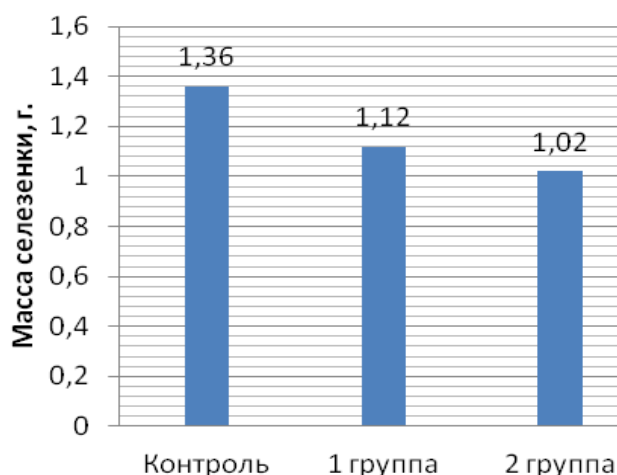


Рис.6 - Масса селезенки сомов

группой, во второй группе при повышении плотности посадки на 30% данный показатель выше в среднем на 0,37 г (рис. 4, 5).

Анализ относительных индексов сердца Р и Q у клариевого сома показал, что с повышением плотности посадки происходит закономерное повышение индексов сердца (рис. 5). Повышение индексов сердца клариевого сома при высокой плотности посадки в УЗВ обусловлено высоким уровнем стресса, дефицитом кислорода, вызывающим снижение скорости роста и ограничение подвижности на фоне неоправданно высоких энергетических затрат на выживание.

Результаты, полученные в наших исследованиях, согласуются с теорией Шварца (1956), что животные, производящие интенсивные энергетические затраты, обладают наиболее высоким индексом сердца.

Селезенка является важным органом, участвующим в кроветворении. Селезенка, являясь депо крови, способна сокращаться и уменьшаться в объеме. Вес селезенки зависит от двигательной активности рыб. Этот орган служит

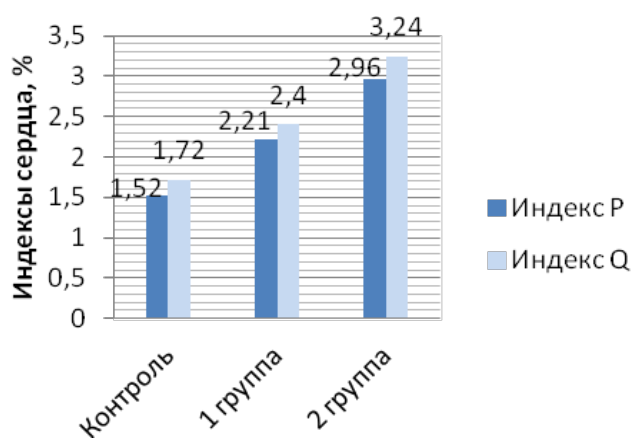


Рис.5. Индексы сердца сомов

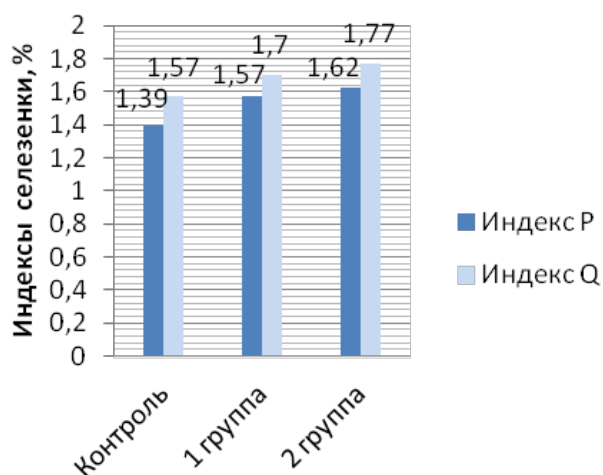


Рис.7 - Индексы селезенки сомов

местом образования и разрушения эритроцитов и лейкоцитов, принимает участие в защитных реакциях организма. При воздействии стрессовых факторов (недостаток кислорода, колебания температуры, транспортировка и сортировка рыбы и т. д.) происходит обескровливание селезенки и уменьшение ее размера. В это время в организме повышается кровяное давление и частота сердечных сокращений с параллельным подъемом уровня сахара в крови и снижением количества гликогена в печени.

Результаты, приведенные на рисунке 6, показывают, что абсолютный вес селезенки снижался с повышением плотности посадки африканского клариевого сома. Наименьшая масса селезенки была получена при повышении плотности посадки на 30 % и составила $1,02 \pm 0,02$ г, при повышении плотности посадки на 15 % масса селезенки составила $1,12 \pm 0,04$ г. Наиболее высокие значения показателя отмечены в контрольной группе $1,36 \pm 0,04$ г.

Негативное влияние повышенной плотности посадки четко отражается на относительных индексах селезенки клариевого сома - Р и Q. На

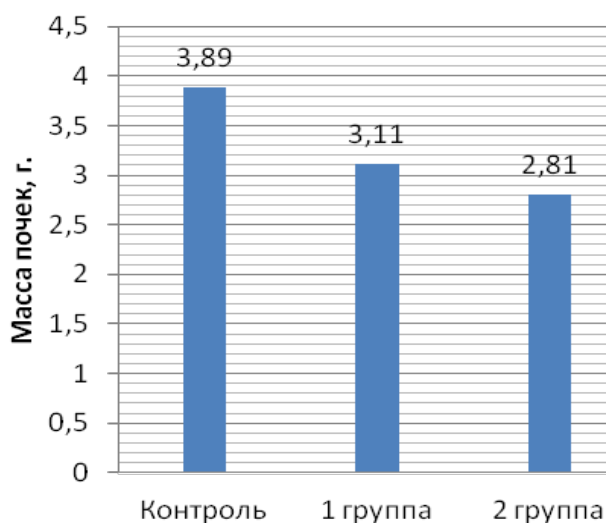


Рис. 8 - Масса почек сомов

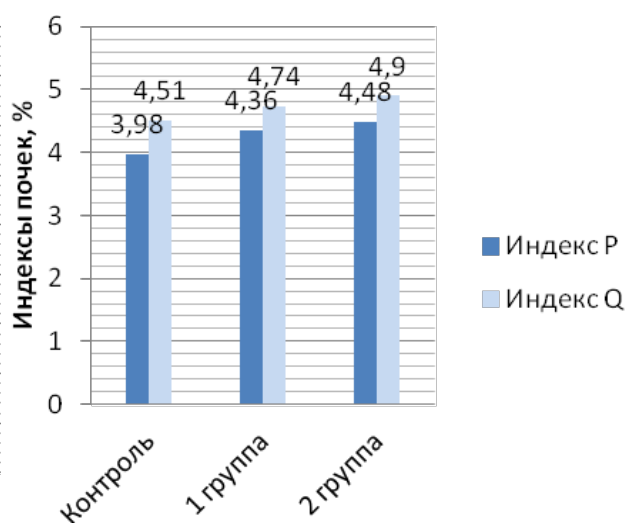


Рис. 9 - Индексы почек сомов

фоне роста плотности посадки индексы Р и Q увеличивались. Так, при рекомендованных производителем УЗВ плотностях посадки рыбы индекс селезенки Р составил $1,39 \pm 0,05$ %, а Q - $1,57 \pm 0,07$ % (рис. 7.), при повышении плотности посадки на 15 % и на 30% значения индексов Р и Q прогрессивно росли. Результаты представлены на рисунке 7.

Почки. На следующем этапе работы проводились исследования почек. Почки у рыб являются важным органом, который участвует в кроветворении и служит местом образования эритроцитов и лейкоцитов. Основная роль почек - регуляция водно-солевого обмена. Мы исследовали вес почек рыб, выращиваемых при нормативной и при повышенной плотности посадки (рис. 8). По данным литературных источников относительный вес почек является информативным индикатором уровня обмена у рыб, поэтому мы определяли относительный вес почек, рассчитывая индексы Р и Q (рис. 9).

Результаты исследований абсолютного веса почек у сома показали, что наибольшая масса этого органа была характерна для рыб контрольной группы. У рыб этой группы почки весили в среднем $3,89 \pm 0,14$ г. С повышением плотности посадки на 15 % вес почек снижался до $3,11 \pm 0,12$ г. При повышении плотности посадки на 30 % средний вес почек снижался до $2,81 \pm 0,09$ г (рис. 8). Этот феномен свидетельствует, что повышение плотности посадки ведет к снижению массы почек.

Исследование массы почек сомов и их индексов Р и Q у клариевого сома (рис. 8, 9) наглядно свидетельствует, что повышение плотности посадки угнетающе действует на почки, вызывая снижение их массы.

Обсуждение

При определении цели исследований мы на первый план выдвигали изучение морфофизиологических адаптаций африканского клариевого сома к высокой плотности посадки в УЗВ.

Полученные нами результаты показали, что увеличение плотности посадки выше регламентированных технологическими нормативами вызывает ряд негативных морфофизиологических изменений в организме рыб. На первый взгляд при увеличении плотности посадки у рыбы отмечается прирост биомассы в контрольных и экспериментальных бассейнах. Однако этот прирост происходит с разной скоростью и в разной степени.

Заключение

Наибольшая скорость наращивания биомассы была отмечена в контрольных группах, где средний вес одной особи составил $977,30 \pm 82,33$ г. При повышении плотности посадки клариевого сома на 15 % средний вес особей был достоверно ниже и составил $712,6 \pm 70,84$ г.

Наиболее низкие показатели скорости роста были отмечены при повышении плотности посадки на 30%. В этой группе масса одной рыбы составила в среднем $627,0 \pm 40,32$ г.

При повышении плотности посадки у рыб отмечалось снижение таких показателей, как масса, длина и окружность тела. Судя по полученным результатам, повышение плотности посадки на 15 % и тем более на 30% отрицательно сказалось на росте и массе африканского клариевого сома по сравнению с контрольной группой.

Индекс печени Р с повышением плотности посадки рыбы увеличился в опытных груп-

пах как у самцов, так и у самок. При увеличении плотности посадки на 15 % у самцов он достигал $18,98 \pm 0,49$ %, а при увеличении плотности посадки на 30 % был еще выше и составлял $24,94 \pm 0,65$ %, у самок - $13,8 \pm 0,51$ % и $19,26 \pm 0,72$ % соответственно.

Исследование массы почек и их индексов Р и Q у клариевого сома (рис 8,9) наглядно свидетельствует, что повышение плотности посадки угнетающе действует на почки, вызывая снижение их массы на фоне роста индексов Р и Q.

При исследовании селезенки было показано, что с увеличением плотности посадки абсолютная масса селезенки у рыб снижалась, а индексы Р и Q этого органа увеличивались.

Исследование массы сердца клариевого сома при искусственно измененных плотностях посадки рыбы показало, что с повышением плотности посадки масса сердца у рыб увеличивается. Анализ относительных индексов сердца Р и Q у клариевого сома показал, что с повышением плотности посадки отмечается повышение индексов сердца, что обусловлено высокими энергетическими затратами на выживание.

Анализ абсолютного веса и относительных индексов печени, сердца, селезенки и почек клариевого сома позволяет сделать выводы, что вес и относительные индексы почек сомов можно использовать в качестве интерьерных показателей, характеризующих морфологический статус популяции и ее адаптации к существованию в неблагоприятных условиях среды.

Библиографический список

1. Власов, В.А. Клариевый (африканский) сом (биология, размножение, выращивание): Монография / В.А. Власов. – Москва, Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 110 с.
2. Morphological characterization of wild and cultured *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) using principal component and cluster analyses / Ola-Oladimeji F. A. et al. // Not. Sci. Biol. 2016. - Vol. 8, iss. 4. - P. 428-436.
3. Козлов, В.И. Анализ современных технологий в аквакультуре: отечественные разработки и опыт Китая / В.И. Козлов, А.В. Козлов // Рыбное хозяйство. -2018. -№ 1. -С. 73-76.
4. Legendre M. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchius longifilis* Valenciennes, 1840 and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae) / Legendre M. et al. // J. Fish Biol. 1992. - Vol. 40. - P. 59-79.

5. Мельченков, Е. А. Африканский сом перспективный объект аквакультуры в средней полосе России / Мельченков Е. А. // Рыбное хозяйство. -2008. - № 6. - С. 72-77.

6. Подушка, С.Б. Новая литература о клариевых сомах на русском языке / С.Б.Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. - № 21. - 2015. - С.42-52.

7. Ojonugwa E. B., Solomon R. J. Effects of over stocking on the growth rate of *Clarias gariepinus* // Journal of Animal Science and Veterinary Medicine. 2017. - Vol. 2. - P. 84-95.

8. Власов, В.А. Воспроизводство и выращивание клариевого сома (*CLARIAS GARIEPINUS*) в установках с замкнутым водообеспечением / В.А. Власов, А.П. Завьялов // Зоотехния. -2014.- № 12. - С. 22-24.

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

10. Никифоров, А. И. Особенности морфологического строения африканского сома / А.И. Никифоров // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР, Москва, 11-13 апр. 2005 г.: матер. Т. 3.- Москва, 2005. - С. 215-219.

11. Increase in nonspecific resistance of catfish (*Clarias Gariepinus*) in industrial aquaculture / Romanova E.M., Romanov V.V., Lyubomirova V.N., Shadyeva L.A., Shlenkina T.M.// В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. - С. 00122.

12. Никифоров, А. И. Сом *Clarias gariepinus* - строение тела и морфологические особенности мускулатуры / А.И. Никифоров, А.В. Маилкова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси.- 2008. - Вып. 24. - С. 170-173.

13. Никифоров, А. Морфологические особенности сома *Clarias gariepinus* / А. Никифоров, А.Маилкова // Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития: сборник науч. статей, посвящ. 60-летию Научно-исслед. рыбохозяйственной станции.- Кишинев: Есо-TIRAS, 2005. - С. 56-58.

14. Пирог, А. В. Особенности развития некоторых органов клариевых сомов (*Clariidae*) в раннем онтогенезе / А. В. Пирог, О.В. Ложничен-

ко // Юг России: экология, развитие. - 2015. - Т. 10. - № 3. - С. 92-98.

15. Хабжоков, А.Б. Пути увеличения продукции товарного рыбоводства / А.Б. Хабжоков, С.Ч. Казанчев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. - 2017. - №4(18). - С. 34-39.

16. Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the african catfish (*Clarias Gariepinus*, BURCHELL, 1822) / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, V.V. Romanov, M.E. Mukhitova, T.M.

Shlenkina // Egyptian Journal of Aquatic Research. 2018. - Т. 44. № 4. - С. 315-319.

17. Фаттолахи, М. Весовой и линейный рост африканского сома в зависимости от факторов среды и качества корма // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2008. - № 1. - С. 42-53.

18. Хрусталева, Е.И. Оценка ростовой потенции канального и клариевого сомов, обосновывающая полицикличные технологии выращивания/ Е.И. Хрусталева // Рыбное хозяйство. - 2010. - № 7. - С. 65-68.

MORPHO-PHYSIOLOGICAL ADAPTATION AFRICAN CATFISH TO HIGH PLANTING DENSITIES IN RAS

Lyubomirova V.N., Romanova E. M., Romanov V. V., Kharitonov D. A.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU
432017, Ulyanovsk, Novy Venetz boulevard, 1, tel.: 8(8422) 55-95-38
e-mail: nvaselina@yandex.ru

Key words: high-tech aquaculture, african sharptooth catfish, interior, exterior, planting density, morphophysiological indicators.

The article presents the results of research on the effect of increased planting density on the body of african catfish. Vital organs that play a fundamental role in fish metabolism were studied: heart, liver, kidneys, and spleen. Morphophysiological adaptations of the african catfish to unfavorable environmental conditions were evaluated. The results showed that an increase in planting density causes a number of negative changes in the fish body. In pools with increased planting density, the average fish mass was significantly less than in the control. The greatest slowdown of the growth rate and biomass set was observed when the planting density increased by 30%. It was established that the liver mass increased with increasing planting density, and males had significantly larger livers than females. Liver indices P and Q increased with increasing planting density in males and females and were higher the higher the planting density. Kidney mass and their P and Q indices in catfish showed that increase in planting density depresses the kidneys, causing a decrease in their mass against the increase in the P and Q indices. With increasing planting density, the absolute weight of fish spleen decreased. A study of the heart mass of the african catfish showed that with increasing planting density, the heart mass and P and Q indices increased, due to the high energy costs of survival.

Bibliography

1. Vlasov, V. A. Clary (African) catfish (biology, reproduction, cultivation): monograph. – Moscow : Publishing house RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev, 2016. – 110 p.
2. Morphological characterization of wild and cultured *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) using principal component and cluster analyses / F. A. Oladimeji [et al.] // Not. Sci. Biol. - 2016. - Vol. 8, iss. 4. - P. 428-436.
3. Kozlov, V. I. Analysis of modern technologies in aquaculture: national developments and China's experience / V. I. Kozlov, Kozlov // Fish farming. - 2018. - № 1. - P. 73-76.
4. Comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchius longifilis* Valenciennes, 1840 and their reciprocal hybrids (*Pisces, Clariidae*) / M. Legendre [et al.] // J. Fish Biol. - 1992. - Vol. 40. - P. 59-79.
5. African catfish is a prospective object of aquaculture in Central Russia / E. A. Melchenkov [et al.] // Fish farming. - 2008. - № 6. - P. 72-77.
6. Podushka, S. B. New literature on clary catfish in Russian / S. B. Podushka // Scientific and technical bulletin of INENCO ichthyology laboratory. - 2015. - № 21. - P. 42-52.
7. Ojonugwa, E. B. Effects of over stocking on the growth rate of *Clarias gariepinus* / E. B. Ojonugwa, R. J. Solomon // Journal of Animal Science and Veterinary Medicine. - 2017. - Vol. 2. - P. 84-95.
8. Vlasov, V. A. Reproduction and cultivation of sharptooth catfish (*CLARIAS GARIEPINUS*) in installations with closed water supply / V. A. Vlasov, A. P. Zavyalov // Zootechnics. - 2014. - № 12. - P. 22-24.
9. 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.
10. Nikiforov, A. I. Features of the morphological structure of the african catfish / A. I. Nikiforov // Aquaculture and integrated technologies: problems and opportunities: international research to practice conference dedicated to the 60th anniversary of the Moscow fish breeding and reclamation experimental station and the 25th anniversary of its reorganization into the SRI VNIIR. - Moscow, 2005. - V. 3. - P. 215-219.
11. Increase in nonspecific resistance of catfish (*Clarias Gariepinus*) in industrial aquaculture / E. M. Romanova, V. V. Romanov, V. N. Lyubomirova, L. A. Shadyeva, T. M. Shlenkina // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security : Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). - 2020. - P. 00122.
12. Nikiforov, A. I. Catfish *Clarias gariepinus* - body structure and morphological features of the musculature / A. I. Nikiforov, A. V. Mailkova // Questions of Belarus fish farming. - 2008. - Ed. 24. - P. 170-173.
13. Nikiforov, A. Morphological characteristics of the catfish *Clarias gariepinus* / A. Nikiforov, A. Mailkova // Freshwater aquaculture: state, trends and prospects of development: collection of scientific articles dedicated to the 60th anniversary of the scientific research fishing station. – Kishinev: Eco-TIRAS, 2005. - P. 56-58.
14. Pirog, A. V. Development features of some organs of sharptooth catfish (*Clariidae*) in early ontogenesis / A. V. Pirog, O. V. Lozhnichenko // South of Russia: ecology, development. - 2015. - V. 10, № 3. - P. 92-98.
15. Khabzhokov, A. I. Ways to increase the production of commercial fish farming / A. I. Khabzhokov, S. Ch. Kazanchev // Izvestiya of Kabardino-Balkar state agrarian university named after V. M. Kokov. - 2017. - № 4(18). - P. 34-39.
16. Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the african catfish (*Clarias Gariepinus*, BURCHELL, 1822) / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova, T. M. Shlenkina // Egyptian Journal of Aquatic Research. - 2018. - Т. 44, № 4. - С. 315-319.
17. Fattolakh, M. Weight and linear growth of african catfish depending on environmental factors and feed quality / M. Fattolakh // Fish farming and fisheries. - 2008. - № 1. - P. 42-53.
18. Khurstalev, E. I. Assessment of the growth potency of channel and sharptooth catfish, justifying polycyclic cultivation technologies / E. I. Khurstalev // Fish farming. - 2010. - № 7. - P. 65-68.