

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»



# **Биотехнологии и инновации в агробизнесе**

Материалы международной научно-практической  
конференции

(19-20 сентября 2018 года)

Майский  
2018

# АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.31:597.554.4

*Е.М. Романова, В.В. Романов, М.Э. Мухитова, В.Н. Любомирова, Т.М. Шленкина*

## **БИОЛОГИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА CLARIAS GARIEPINUS (BURCHELL, 1822) В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ**

*Ульяновский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В работе приведены результаты исследований биологии размножения африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) в условиях высокотехнологичной промышленной аквакультуры. Описаны проблемы, с которыми приходится сталкиваться при воспроизводстве клариевого сома и получении икры для пищевых целей. Рассматриваются пути решения этих проблем. Исследования биологии размножения африканского клариевого сома являются актуальными, поскольку в условиях искусственного разведения этот вид рыб утрачивает способность репродуцироваться. Для созревания половых продуктов у этого вида рыб необходимо использовать гормональные индукторы гаметогенеза. В наших исследованиях использовался сурфагон - синтетический аналог гонадотропин-рилизинг гормона - люлиберина., который связывается с рецепторами клеток передней доли гипофиза, стимулируя секрецию гипофизарных гонадотропинов - лютеинизирующего гормона и фолликулостимулирующего гормона. Это вызывает повышение уровня половых гормонов в крови. Исследования выполнялись в Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры Ульяновского ГАУ. Объектом исследования являлся африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*), который выращивался в установках замкнутого водоснабжения. Цель исследований заключается в изучении механизма управления искусственным нерестом *Clarias gariepinus* для разработки биотехнологии промышленного разведения этого вида рыб. Изучался процесс созревания гонад, исследовались особенности гормонально индуцированного гаметогенеза самцов и самок *Clarias gariepinus*. Приведены результаты исследования морфологии ооцитов интактных и гормонально-индуцированных самок. Описана методика гормональной стимуляции, которую можно использовать в промышленной аквакультуре, авторская технология многократного использования самцов при получении спермы, изложена методика продолжительного хранения спермы африканского клариевого сома без криоконсервации. Этот феномен позволяет многократно использовать генетически ценных самцов в селекционном процессе. Показано, что на процесс созревания ооцитов оказывает влияние продолжительность преднерестовой подготовки. Исследования выполнялись при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

**Ключевые слова:** аквакультура, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), воспроизводство, гормональная индукция, созревание гонад, ооциты, сперма, личинки.

## **BIOLOGY OF REPRODUCTION CLARIAS GARIEPINUS (BURCHELL, 1822) IN HIGH-TECHNOLOGICAL INDUSTRIAL AQUACULTURE**

**Abstract.** The paper presents the results of research on the breeding biology of the African clari catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) under conditions of high-tech industrial aquaculture. The problems encountered in the reproduction of the clara catfish and the production of caviar for food purposes are described. The ways of solving these problems are considered. Studies of the biology of breeding African clari catfish are relevant, since in the conditions of artificial breeding this type of fish loses its ability to reproduce. For the maturation of sexual products in this species of fish, hormonal inducers of gametogenesis must be used. In our studies we used surfagon, a synthetic analogue of gonadotropin-releasing hormone-luliberin, which binds to the receptors of the anterior pituitary cells, stimulating the secretion of the pituitary gonadotropins-luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone. This causes an increase in the level of sex hormones in the blood. The research was carried out at the Laboratory of Experimental Biology and Aquaculture of the Ulyanovsk State Automobile Inspectorate. The subject of the study was the African *Clarias garfish* (*Clarias gariepinus*), which was grown in closed water supply installations. The aim of the research is to study the mechanism of management of artificial spawning *Clarias gariepinus* for the development of bio-

technology of industrial breeding of this species of fish. The process of gonad maturation was studied, the features of hormonally induced gametogenesis of males and females of *Clarias gariepinus* were studied. The results of the study of the morphology of oocytes of intact and hormone-induced females are presented. The technique of hormonal stimulation, which can be used in industrial aquaculture, the author's technology of repeated use of males in obtaining sperm, describes the method of prolonged storage of sperm of African clari catfish without cryopreservation. This phenomenon makes it possible to repeatedly use genetically valuable males in the selection process. It is shown that the maturation of oocytes is influenced by the duration of pre-spawning preparation. The research was carried out with the support of the Russian Foundation for Basic Research.

**Keywords:** aquaculture, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), reproduction, hormonal induction, ripening of gonads, oocytes, sperm, larvae.

**Введение.** Интенсивно развивающаяся аквакультура актуализирует развитие фундаментальных исследований, ориентированных на получение новых знаний о биологии развития, механизмах эмбриогенеза, гаметогенеза, гормональной регуляции репродуктивной функции, репродуктивной биологии и эйдекологии видов рыб, адаптированных к искусственно-созданным высокотехнологичным индустриальным системам рыборазведения, способным обеспечить прогресс отрасли [1-6].

Однако сегодняшний уровень знаний биологии развития африканского сома не позволяет разработать научные основы биотехнологии, обеспечивающей полную реализацию генетического потенциала продуктивности в условиях индустриальной аквакультуры. Для этого необходимы исследования факторов онтогенеза африканского сома, обеспечивающих реализацию максимальной скорости роста и развития в условиях интенсивных технологий [7-13].

Известно, что африканский клариевый сом характеризуется многопорционным нерестом, это значит, что у этого вида икра продуцируется несколько раз в год. Этот феномен может быть успешно использован для организации производства икры этого вида рыб в пищевых целях. Но чтобы это производство было успешным необходимо разработать его теоретические основы. Опыта организации таких производств на сегодня нет. В частности, сегодняшние знания в области репродуктивной биологии африканского клариевого сома не позволяют констатировать периодичность созревания икры в условиях индустриального разведения, также явно недостаточно знаний о факторах, определяющие ее качественные и количественные характеристики. В настоящее время недостаточно изучена чувствительность звеньев механизма репродукции по отношению к гормональным стимуляторам искусственного нереста [14,15]. Они используются в индустриальной аквакультуре африканского сома для получения зрелых половых клеток – ооцитов и сперматозоидов, поскольку в условиях искусственного разведения этот биологический вид утрачивает способность к естественному созреванию половых клеток [14,15].

Для разработки биотехнологии производства икры и выращивания товарной рыбы африканского клариевого сома необходимо обосновать с какой интенсивностью и с какой частотой нужно производить гормональную стимуляцию репродуктивной системы при производстве икры как пищевого продукта, чтобы не вызвать ее истощения. Поэтому исследование гормонально-индуцированного оогенеза и сперматогенеза у африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) имеет большую практическую значимость.

Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) в индустриальной аквакультуре России пока мало распространенный объект, однако в последние годы интерес к этому виду рыб значительно возрос. Объясняется это биологическими особенностями рыб этого вида [4, 9, 11]. При выращивании в установках замкнутого водоснабжения, которые на сегодня являются высшей формой высокотехнологичной индустриальной аквакультуры, рыба этого вида проявляет рекордную скорость роста. Из личинки в течение 6-10 месяцев при правильном режиме кормления можно вырастить рыбу весом 2 кг и более. Для выращивания рыбы этого вида не нужен большой расход воды, т.к. африканский клариевый сом хорошо переносит высокие плотности посадки и не требуется высокого уровня оксигенации, по-

сколькx *Clarias gariepinus* имеет внешний орган дыхания, позволяющий ему дышать атмосферным кислородом. Африканский клариевый сом обладает деликатесным диетическим мясом, а отсутствие мелких костей позволяет использовать его также и в детском питании. Сочетание нескольких важных качеств: высокая скорость роста, неприхотливость в отношении оксигенации воды, способность хорошо переносить высокие плотности посадки, выносливость делает этот вид идеальным объектом высокотехнологичной индустриальной аквакультуры [16].

К сожалению, этот вид рыб в условиях искусственного разведения утрачивает способность к естественному нересту (14,15). В индустриальной аквакультуре для размножения африканского сома используют гормональную стимуляцию. Для стимуляции нереста используют препараты, индуцирующие созревание гонад у рыб. В качестве индукторов оогенеза и сперматогенеза используют гормональные и негормональные препараты. Такие препараты отличаются механизмом действия, но результат их использования - созревание половых клеток самцов и самок, которые в условиях искусственного разведения естественным способом не созревают.

Получить потомство этого вида рыб можно только с использованием индукторов оогенеза и сперматогенеза с последующим экстракорпоральным оплодотворением [1, 2, 6, 10, 14, 15, 17]. До настоящего времени не известно случаев естественного выброса зрелой спермы из семенников у гормонально-индуцированных самцов африканского клариевого сома в условиях искусственного разведения [1, 6, 14, 15, 17]. Поэтому после гормональной стимуляции самцов для получения спермы забивают, извлекают семенники, которые измельчают и протирают через мелкое сито для высвобождения зрелых спермиев [10, 14, 15]. Процедура убийства самцов ради получения семенников не соответствует нормам биоэтики. При этом самцы могут быть использованы в селекции только однократно.

Разовое использование самцов резко снижает эффективность селекционной работы, не позволяя использовать редкие по показателям продуктивности генотипы многократно. В связи с этим возникла необходимость разработки методики прижизненного получения зрелых половых клеток самцов.

**Цель** нашей работы - исследование механизма регуляции нереста африканского клариевого сома для разработки научно обоснованной биотехнологии индустриального разведения этого вида рыб.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2017-2018 г. на факультете ветеринарной медицины и биотехнологии Ульяновского государственного аграрного университета. Объектом исследования являлись половозрелые особи африканского клариевого сома (самки и самцы средним весом 1,0-1,5 кг) выращенные в УЗВ.

Проводилась гормональная стимуляция созревания половых продуктов. За несколько суток до проведения гормональной стимуляции самцов и самок отсаживали в бассейны, размеры которых не препятствовали их активности, в последние 2 суток отменяли кормление, температуру воды не опускали ниже 26°C. Для проведения гормональных инъекций самцы и самки извлекались из воды. Гормональные инъекции проводились вдоль спинного плавника, отступив на 1 см вниз от его основания, по направлению к хвостовому стеблю, массируя каждый раз место прокола, чтобы препарат не вытек с обратным током жидкости. После инъекций самцы и самки возвращались в карантинные бассейны.

Для гормональной стимуляции созревания половых продуктов самок и самцов использовали схему, основанную на инъекции сурфагона. Схема гормональной стимуляции включала сурфагон 5 мкг/кг с усилителем – сульпиридом - атипичным нейролептиком, обладающим выраженным успокаивающим действием на рыбу, в соотношении 1:2000. Гормонально индуцированные самцы и самки содержались изолированно, чтобы избежать агрессии. Через 11-12 часов после гормональной инъекции самки были готовы к отдаче икры. Их брюшко было увеличенным и мягким, при легком надавливании на брюшко выделялись икринки. Икру самок сдаивали в сухие емкости, где ее оставляли до проведения экстракорпорального оплодотворения. Параллельно получению икры осуществлялось получение спермы.

Получение половых клеток самцов осуществлялось путем прижизненной резекции части гонад. Для этого самцам проводилась хирургическая операция по извлечению семенников, при этом зону брюшного разреза обрабатывается 0,05% раствором хлоргексидина. Пинцетом, захватывая кожу на брюшке, ее оттягивали, чтобы не повредить внутренние органы и стерильными хирургическими ножницами аккуратно производили прокол, а затем проводили разрез по белой линии живота, от брюшных плавников в сторону головы размером 3-5 см, не затрагивая анального отверстия. Для анестезии использовали 5%-й раствор кетамина, который перед орошением жабр разводили 0.6% раствором NaCl в соотношении 1:3. Рыба под действием кетамина при операции вела себя спокойно.

Гормонально-индуцированные семенники увеличены в размерах, имеют молочный цвет, в брюшной полости лежат не глубоко, их легко обнаружить и извлечь на поверхность, чтобы провести резекцию. При проведении резекции от основания семенника оставляли 1,0–1,2 см, накладывали лигатуру, остальную часть отрезали. Отсеченную часть семенника диспергировали и процеживали через мелкое сито, чтобы получить сперму для оплодотворения яйцеклеток.

Оплодотворение икры проводили с использованием адаптогена «Иркутин» из расчета 40 мг на 1 л воды. На 10 г икры использовали 2-3 мл спермы. При оплодотворении цвет икры менялся с темно-зеленого на бурый. Икру культивировали в аппарате Вейса при температуре 27-29<sup>0</sup>С. Скорость протока не превышала 4 л в минуту. Выклев личинок начинался через сутки, личинки собирались в личиночный приемник, где содержались в темноте двое суток, пока они не начинали подниматься на поверхность. После рассасывания желточного мешка личинок кормили науплиями артемии, полученными в собственной лаборатории. Личинки первые две недели выращивали при температуре воды 26<sup>0</sup>С, а затем постепенно снижали до 24<sup>0</sup>С. Выращивание мальков осуществляли при температуре 24<sup>0</sup>С.

В ходе работы исследовалась масса гонад, уровень продуктивности самок в граммах, коэффициент зрелости гонад, под которым понимают отношение веса гонад к весу рыбы в процентах. Производили расчёт средних значений каждого показателя, минимальное и максимальное значение всех показателей в каждой возрастной группе, ошибку среднего значения, критерий достоверности разности.

**Результаты исследований.** Очень часто в литературных источниках приходится сталкиваться с утверждением, что в условиях индустриальной аквакультуры рыба находится в преднерестовом состоянии. Это неприменимо к такому виду рыб как африканский клариевый сом. На самом деле, чтобы создать преднерестовое состояние у представителей этого вида требуется продолжительная технологическая подготовка. Для африканского клариевого сома ведущая роль в этой подготовке принадлежит температурному фактору.

Общая сумма температуры в преднерестовый период, необходимая для полного созревания ооцитов, составляет свыше 450 градусо-дней. Поэтому перед проведением искусственного нереста самок выдерживают при температуре 26<sup>0</sup>С определенное время. На рис.1 приведены результаты исследования гаметогенеза самок клариевого сома в зависимости от продолжительности преднерестовой подготовки. При выращивании клариевого сома при температуре 25-26<sup>0</sup>С продолжительность преднерестовой подготовки в весенний период составляет 3-4 суток. Помимо температуры на репродуктивную физиологию рыб большое влияние оказывает продолжительность фотопериода [18]. Поэтому для проведения искусственного нереста в осенний или зимний период при тех же технологических условиях необходимо затрачивать гораздо больше времени, чем весной и летом. Чтобы обеспечить преднерестовое состояние необходим определенный подготовительный период.

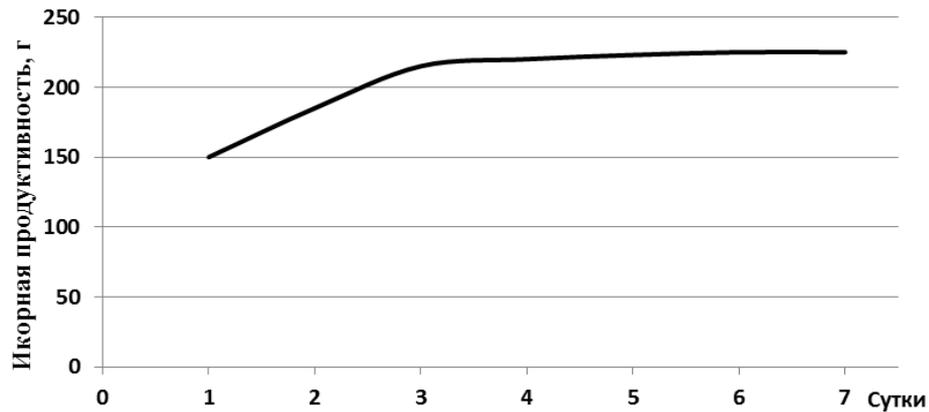


Рисунок 1. Количественные показатели овогенеза на фоне гормональной индукции сурфагоном в зависимости от продолжительности преднерестовой подготовки

Важное значение для успешной реализации процесса созревания гонад имеет возраст и масса самцов и самок. В частности, считается, что самцов африканского клариевого сома целесообразно использовать для воспроизводства по достижении ими полуторагодовалого возраста. Самок можно использовать с годовалого возраста.

Исследование гонад интактной самки, которая не подвергалась гормональной индукции и содержалась в условиях преднерестовой подготовки при температуре 26<sup>0</sup>С, показало, что при массе 1300 г, массе порки 1000 г, массе внутреннего жира 59,38 г, масса ее яичника составила в сумме - 40,9 г. Правый и левый яичники отличались массой и размерами. Вес правого яичника составил - 22,2 г, при размерах 9,0x2,0 см, масса левого яичника составила 18,7 г при размерах 7,5x1,5 см. При исследовании ооцитов было установлено, что они в общей массе отличаются размерами как в правом, так и в левом яичнике. Диаметры ооцитов из правого яичника колебались от 1,5 до 5,0 мкм. Диаметры ооцитов из левого яичника колебались в диапазоне от 2,0 до 5,0 мкм. Полученные результаты также показали, что размерный ряд ооцитов незрелых гонад колеблется в широком диапазоне. При взвешивании было установлено, что в правом яичнике в 1 г содержится в среднем 774 ооцита, а в левом около 790. Морфология ооцитов свидетельствует о функциональной симметрии правого и левого яичников. Гонадосоматический индекс самки составил 0,041, коэффициент зрелости самки составил 3,08%. Внешний вид яичников африканского клариевого сома приведен на рис. 2.

Исследование гонад гормонально-индуцированной самки, прошедшей преднерестовую подготовку показало, что при весе самки 1400 г масса созревшей икры составила 150 г, количество ооцитов в 1 г икры – 389 штук. Различия в размерном ряде зрелых ооцитов были незначительными. Диаметр зрелых ооцитов колебался от 6,5-7,0 мкм. Ядро зрелых ооцитов частично смещено в сторону анимального полюса. Расчетный коэффициент зрелости составил 10,7%. Для рыб с многопорционным нерестом это нормальный показатель.

Для африканского сома в природной среде характерна сезонность размножения [18]. У представителей этого вида в естественной среде обитания содержание гонадотропного гормона в гипофизах имеет сезонную динамику, в зимний период гормональный уровень в 4-6 раз ниже, чем летом [18]. Сохраняется ли та же закономерность при разведении в искусственной среде, нивелирующей действие природных факторов, - не известно.

Известно, что каждый преднерестовый стресс влияет на репродуктивную функцию африканского клариаса [19], каждое ручное сдаивание икры травмирует самку и после сдаивания у нее развивается воспалительный процесс. В этой ситуации важно знать, каким по продолжительности должен быть восстановительный период перед последующим использованием самок-доноров икры. На сегодня однозначного ответа на этот вопрос нет.

Мы уже отмечали, что африканский клариевый сом относится к видам рыб, характеризующимся многопорционным нерестом. Это открывает перспективы многократного использования самок в качестве доноров икры, предназначенной для использования в качестве продукта питания. Мы исследовали такую возможность. В ходе наших исследований было установлено, что для полной реализации потенциала икорной продуктивности половозрелым самкам африканского клариевого сома необходим минимум трехмесячный восстановительный период. Более частое использование самок возможно, но мало эффективно, поскольку существенно сказывается на количестве получаемой икры.

Каждый цикл гормональной стимуляции и последующего получения икры не только вызывает напряжение всех систем организма самки, но и сопровождается воспалительным процессом, после которого рыбе необходим минимум двухнедельный реабилитационный период. Повторное получение икры с двухмесячным интервалом не целесообразно, поскольку не позволяет полностью реализовать потенциал продуктивности по этому показателю.

Параллельно проводились исследования гонад самцов африканского клариевого сома (рис.3). В условиях индустриальной аквакультуры гонады половозрелых интактных самцов в межнерестовый

период имеют небольшие размеры. У полутора - двухгодовалых самцов весом более полутора килограмм семенники весят от 3,4 до 6,5 г. У половозрелых самцов, подвергнутых гормональной индукции, масса семенников возрастает в 4-5 раз и достигает веса 18-23 г. Результаты исследования возрастной динамики развития семенников африканского клариевого сома приведены на рис. 4. В каждый из возрастных периодов самцов гормонально индуцировали, чтобы вызвать созревание гонад. В своих исследованиях мы оценивали вес гормонально индуцированных семенников. Судя по полученным результатам, наиболее выраженный ответ на гормональную стимуляцию дают самцы, достигшие двухлетнего возраста.



Рисунок 2. Гонады интактных самок, *Clarias gariepinus*, не подвергавшихся гормональной обработке



Рисунок 3. Гонады интактных самцов, *Clarias gariepinus* не подвергавшихся гормональной обработке

Полученные нами результаты позволяют прийти к заключению, что для проведения искусственного нереста в условиях индустриальной аквакультуры целесообразно использовать двухлетних самцов, дающих выраженный ответ на гормональную стимуляцию сперматогенеза. В условиях индустриальной аквакультуры важное значение имеет проблема хранения спермы самцов. Криоконсервация спермы рыб мало изученная проблема, для своего решения она требует специального оборудования [6]. Важно найти более простой метод продолжительного хранения спермы [20]. Руководствуясь этой целью, мы разработали методику 48 часового хранения спермы в семенниках. Извлеченные у самцов семенники промывали в хлоргексидине, поверхность осушали салфетками и хранили в чашках Петри в холодильнике.

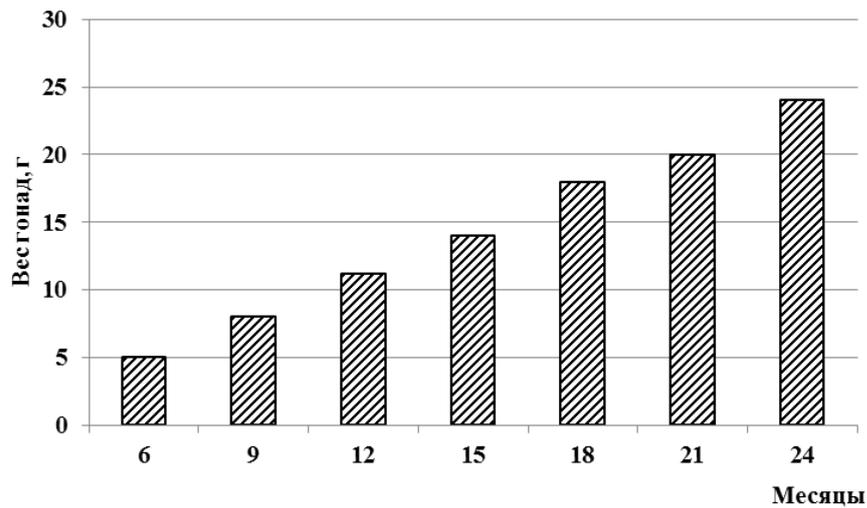


Рисунок 4. Масса гонад у самцов разновозрастных групп

В таблице 1 приведены результаты оценки качества спермы при ее хранении в цельных семенниках при температуре  $+2^{\circ}\text{C}$  в холодильнике.

Таблица 1 - Оценка качества половых клеток самцов в процессе хранения в семенниках при  $+2^{\circ}\text{C}$

Параметры	Сохранность половых клеток
Количество самцов в группе, (n)	10
Доля подвижных спермиев, (%)	100
Доля подвижных спермиев через 12 ч	97-100
Доля подвижных спермиев через 24 ч	89-94
Доля подвижных спермиев через 48 ч	30-40

При проведении исследований через определенные промежутки времени с использованием инсулинового шприца из семенника извлекали сперму для исследования на подвижность. Так было установлено, что по истечении 48 часов хранения в семенниках 30-40% спермиев сохраняют свою подвижность и оплодотворяющую способность.

Зрелые, гормонально-индуцированные семенники половозрелых сомов приведены на рис. 5 и 6.

Проведенные нами исследования показали, что у африканского клариевого сома проявляется высокая регенерационная способность, он хорошо переносит хирургические операции на брюшной полости [15]. Это свидетельствует не только о хорошей физиологической способности к регенерации, но и о хорошей способности к репаративной регенерации. Через два месяца после операции на брюшной стороне исчезают любые внешние проявления хирургического шва [15]. Операции по частичной резекции семенников показали, что у этого вида рыб гонады регенерируют. Полноценное восстановление гонад завершается в течение года, однако в процессе регенерации утрачивается симметрия семенников (рис. 6). Возможность регенерации гонад позволяет использовать самцов этого вида в качестве спермодоноров неоднократно.

**Обсуждение (Discussion).** В искусственно-созданных высокотехнологичных промышленных системах рыборазведения биология рыб претерпевает существенные изменения. В частности, в такой среде получать потомство от рыб можно круглый год, следовательно, их репродуктивная система находится в постоянном напряжении. В этой ситуации важно знать, как это влияет на качество и количество половых продуктов самцов и самок. Такие исследования проводились у осетровых рыб. В частности, для осетровых было показано, что в усло-

виях напряженного функционирования репродуктивной системы существенно изменяется гаметогенез, качественные и количественные характеристики половых продуктов (икры) самок.



Рисунок 5. Зрелые семенники половозрелых сомов после гормональной индукции



Рисунок 6. Регенерация семенников после частичной резекции

Исследования, проведенные нами, показали, что для получения потомства клариевого сома в условиях искусственного разведения необходима предварительная преднерестовая подготовка и гормональная стимуляция созревания гонад самок и самцов. Для проведения искусственного нереста в весенний период в индустриальной аквакультуре необходима минимальная трехсуточная подготовка. Соответственно, в осенний и зимний сезоны преднерестовая подготовка требует большего времени, поскольку на уровень половых гормонов у этого вида рыб влияет продолжительность фотопериода [18].

При развитии икорно-товарного производства клариевого сома, вопрос о регуляторных механизмах функционирования репродуктивной системы в условиях напряженного оогенеза имеет большое значение, поскольку самок клариевого сома планируется эксплуатировать в режиме доноров икры несколько лет подряд. Этот вопрос важен также для репродуктивной биотехнологии, требующей высококачественной икры от самок селекционного стада [14,15]. Нельзя исключить, что у рыб, как и у млекопитающих, в условиях напряженного функционирования воспроизводительной системы может наблюдаться срыв адаптации, который выражается в патологии половых клеток и утрате способности к оплодотворению.

Исследования репродуктивной системы имеют практическую значимость, они позволят внести коррективы в технологию содержания, чтобы можно было создать научно-обоснованное производство икры африканского клариевого сома не только для размножения, но и для пищевого потребления, что позволит повысить эффективность индустриальной аквакультуры рыб этого вида.

**Выводы (Conclusion).** 1. Масса яичника гормонально не индуцированной самки *Clarias gariepinus* в возрасте года составляет около 40 г, яичники функционально симметричны, диаметр ооцитов сильно варьировал в пределах 1,5-5,0 мкм, в 1 г содержалось  $780 \pm 20$  ооцитов, гонадосоматический индекс самки составил 0,041, коэффициент зрелости самки составил 3,08%.

2. Масса гонад гормонально-индуцированной самки в возрасте года составила 150 г, количество ооцитов в 1 г – 389. Различия в размерном ряде зрелых ооцитов незначительны. Диаметр зрелых ооцитов 6.5-7,0 мкм, ядро частично смещено в сторону анимального полюса. Расчетный коэффициент зрелости - 10.7%.

3. Рост и развитие семенников *Clarias gariepinus* в процессе полового созревания рыбы характеризуется нарастающей динамикой. Масса гонад половозрелых гормонально индуцированных самцов составляла 18-23 г.

4. Хранение спермы *Clarias gariepinus* в извлеченных семенниках при  $t = +2^{\circ}\text{C}$  позволяет сохранить жизнеспособность, подвижность и оплодотворяющую способность сперматозоидов течения 48 часов.

5. *Clarias gariepinus* демонстрирует хорошую способность к регенерации семенников после их частичной резекции, это позволяет использовать самцов в качестве спермодоноров неоднократно.

#### Литература

1. Okomoda V.T. A simple technique for accurate estimation of fertilization rate with specific application to *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)/ V.T. Okomoda, Chu Koh I. Chong, S. Md. Shahreza// Aquaculture Research. - 2017. - P. 1-6.

2. El-Hawarry W.N. Breeding response and larval quality of African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) using different hormones/hormonal analogues with dopamine antagonist/ W.N. El-Hawarry, S.H. Abd El-Rahman, R.M. Shourbela // Egyptian Journal of Aquatic Research. - 2016. - Vol. 42, iss. 2. - P. 231-239.

3. Gadisa Natea. Spawning response of African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822), Clariidae: Teleost) exposed to different piscine pituitary and synthetic hormone/ Natea Gadisa et al.// International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. - 2017. - Vol. 5, iss. 2. - P. 264-269.

4. Suleiman M.A. Effect of stocking on the growth and survival of *Clarias gariepinus* grown in plastic tanks/ M.A. Suleiman, R.J. Solomon// Direct Res. J. Vet. Med. Anim. Sci. - 2017. - Vol. 2, iss. 3.- P. 82-92.

5. Hecht T. Perspectives on clariid catfish culture in Africa/ T. Hecht, M.A. Suleiman, R.J. Solomon// Aquatic Living Resources. 1996. - Vol. 9, iss. 5. - P. 197-206.

6. Bozkurt Y. Effect of extender compositions, glycerol levels, and thawing rates on motility and fertility of cryopreserved wild African Catfish (*Clarias gariepinus*) sperm/ Y. Bozkurt, I. Yavas// The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh: 2017. -Vol. 69. - P. 1357-1364.

7. Cavaco J.E.B. Androgen-induced changes in leydig cell ultrastructure and steroidogenesis in juvenile african catfish, *clarias gariepinus*/ J.E.B. Cavaco, B. van Blijswijk, J.F. Leatherland, H.J.Th. Goos, R.W. Schulz// Cell and Tissue Research. - 1999. - Vol. 297. - № 2. - P. 291-299.

8. Molokwu C.N. Effect of water hardness on egg hatchability and larval viability of *clarias gariepinus*/ C.N. Molokwu, G.C. Okpokwasili // Aquaculture International. - 2002. - T. 10. № 1. - P. 57-64.

9. Tober B. Species crosses in african catfish *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis*/ B. Tober, G. Horstgen-Schwark, H.J. Langholz // Aquaculture. - 1995. - Vol. 137. - № 1-4. - P. 325.

10. Viveiros A.T.M. Hand-stripping of semen and semen quality after maturational hormone treatments, in african catfish *clarias gariepinus*/ A.T.M.Viveiros, Y. Fessehaye, M. ter Veld, R.W. Schulz, J. Komen// Aquaculture. - 2002. - Vol. 213. - № 1-4. - P. 373-386.

11. Roodt-Wilding R. Genetically distinct dutch-domesticated *clarias gariepinus* used in aquaculture in Southern Africa/ R. Roodt-Wilding, B.L. Swart, N.D. Impson // African Journal of Aquatic Science. - 2010. Vol. 35. - № 3. - P. 241-249.

12. Terjesen B.F. Urea and ammonia excretion by embryos and larvae of the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)/ B.F. Terjesen, J. Verreth, H.J. Fyhn// Fish Physiology and Biochemistry. - 1997. - Vol. 16. - № 4. - P. 311-321.

13. Kumar G.S. Development of a cell culture system from the ovarian tissue of african catfish (*Clarias gariepinus*)/ G.S. Kumar, I.S.B. Singh, R. Philip// Aquaculture. - 2001. - Vol. 194. - № 1-2. - P. 51-62.

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

15. Романова Е.М. Репродуктивная биотехнология африканского клариевого сома /Е.М. Романова Е.М., 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.

16. Мухитова М.Э. 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 - №3(39) - 2017. - С. 70-78.

17. Clay D. Sexual maturity and fecundity of the african catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behaviour of the nile catfish (*Clarias lazera*)/ D. Clay// Zoological Journal of the Linnean Society. - 1979. - Vol. 65. - №4. - P. 351-365.

18. Solomon S.G. Effects of photoperiod on the haematological parameters of *clarias gariepinus* fingerlings reared in water recirculatory system/ S.G. Solomon, V.T. Okomoda// Journal of Stress Physiology & Biochemistry. - Vol. 8 - № 3 – 2012. - P. 247-253.

19. Shourbela R.M. Are pre spawning stressors affect reproductive performance of african catfish *Clarias gariepinus*?/ R.M. Shourbela, A.M. Abd El-Latif, E.A. Abd El-Gawad//Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. - 2016. - Vol. 16. - №3. - P. 651-657.