

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУКТОРОВ ГАМЕТОГЕНЕЗА АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА

Любомирова Васелина Николаевна, 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»

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

Мухитова Минзифа Эминовна, кандидат биологических наук, доцент 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: bbr-53@yandex.ru

Ключевые слова: индукторы, гонады, сперматогенез, африканский клариевый сом.

Приведены результаты сравнительного исследования ряда индукторов сперматогенеза африканского клариевого сома. Для стимуляции созревания половых клеток самцов использовались препараты, отличающиеся механизмом действия: хорионический гонадотропин, сурфагон и нерестин. Хорионический гонадотропин (ХГ) - гонадотропный гормон, вырабатываемый плацентой, обладает гонадотропным действием, увеличивает вес семенников за счет разрастания интерстициальной ткани, стимулирует сперматогенез и продукцию половых стероидов. Нерестин 7А, является синтетическим препаратом, не относящимся к группе гонадотропинов, его применение основано на стимуляции собственной гонадотропной системы активными рилизинг-факторами и модификаторами рецепторов аденогипофиза. Сурфагон – синтетический аналог люлиберина, гормональный регулятор, стимулирующий секрецию гипофизарных гонадотропинов лютеинизирующего гормона (ЛГ) и фолликулостимулирующего гормона. Исследования выполнялись на базе Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры Ульяновского ГАУ, объектом исследования являлся африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*). Целью работы были сравнительные исследования влияния индукторов гаметогенеза, отличающихся механизмом действия, на созревание гонад и жизнеспособность половых клеток у африканского клариевого сома. В задачи исследования входило: сравнительная оценка влияния хорионического гонадотропина, сурфагона и нерестина на созревание гонад клариевого сома; исследование жизнеспособности половых клеток самцов при использовании различных индукторов сперматогенеза; исследование выживаемости половых клеток при длительном хранении семенников в условиях охлаждения. Было показано, что по эффективности воздействия сравниваемые препараты имеют отличия; наиболее выраженный индуцирующий эффект у африканского клариевого сома наблюдался при использовании сурфагона. У самцов, стимулированных сурфагоном вес семенников и объем спермы был выше, чем при использовании других препаратов. Также было показано, что половые клетки самцов клариевого сома в полной мере сохраняют свою активность при хранении в интактных семенниках при температуре 2 °С свыше 24 часов. Установлено, что выбор индуктора гаметогенеза не влиял на выживаемость половых клеток в условиях длительного хранения.

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

Введение

Исследование закономерностей размножения и развития рыб вносит значительный вклад в развитие ихтиологии и способствует решению проблем отечественного рыбоводства. Новые знания о воспроизводстве рыб являются фундаментальной основой биотехнологии раз-

ведения коммерчески ценных видов в индустриальной аквакультуре [1, 2, 3].

Принято считать, что в условиях индустриальной аквакультуры рыба постоянно находится в преднерестовом состоянии. Переход в нерестовое состояние происходит под действием вырабатываемого в гипофизе и эпифизе рыб гонадо-

тропного гормона, воздействующего на гонады рыб, интерстициальные ткани которых вырабатывают половые гормоны [2, 3]. Гонадотропный гормон стимулирует фолликулярные клетки, выделяющие вещества, приводящие к созреванию ооцитов и сперматозоидов. При этом в организме рыб происходит физиологическая перестройка, сутью которой является интенсификация процессов генеративного обмена. В половых железах созревают половые клетки, рыба переходит в нерестовое состояние, вступая в размножение [4, 5, 6]. В этих физиологических процессах важная роль принадлежит факторам среды, которые в свою очередь создают предпосылки «нерестовой ситуации» [4, 5, 6].

Африканский клариевый сом – широко распространенный объект рыборазведения во многих странах [7-10]. В странах Африки и Азии, по данным литературных источников, для гормональной стимуляции нереста используются гипофизы, извлеченные из черепной коробки убитой рыбы [9, 10]. В условиях искусственного разведения, для получения зрелых половых клеток самцов, африканского клариевого сома повсеместно используют однократно [4, 5, 10]. После гормональной стимуляции самцов забивают, извлекают семенники, измельчают их, протирают через сито, чтобы извлечь сперматозоиды для экстракорпорального оплодотворения [4, 5]. Маточные селекционные стада в этих странах не создаются. Высокотехнологичная индустриальная аквакультура на основе УЗВ, позволяющая ускорить сроки наращивания биомассы рыб, в этих странах не практикуется. Практикуется пастбищное, садковое рыборазведение или же рыборазведение в бетонных бункерах [7-10].

В развитых европейских странах - Голландии, Венгрии, Польше, Чехии, Германии, а также в США и Канаде - при разведении африканского клариевого сома практикуется использование высокотехнологичной индустриальной аквакультуры на основе установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) [11]. Для проведения гормональной стимуляции овогенеза и сперматогенеза в европейских странах большей частью используются дорогостоящие химические препараты - аналоги препаратов «дагин» (Израиль), «оворел» (Венгрия), а в России – нерестин. Это является шагом вперед по сравнению с методами гипофизарных инъекций. Самцов клариевого сома повсеместно используют однократно для извлечения гормонально индуцированных семенников [11]. Плюсом европейской индустриальной аквакультуры является создание маточных селекционных стад. Это позволяет вести селекционную работу для сохранения генетического разнообразия африканского клариевого сома.

Сохранение внутривидового генетического разнообразия имеет важное значение для развития высокотехнологичной индустриальной аквакультуры, в которой рыба, из поколения в поколение, выращивается в искусственных условиях [11]. Для поддержания такого разнообразия необходимо постоянное обновление генетического материала. Это возможно, если использовать самцов или самок из неродственных популяций. Кривоконсервация половых клеток рыб для сохранения их генетических ресурсов практически не развита [12]. Поэтому использование генетически ценного племенного материала для совершенствования продуктивных качеств рыб затруднено. В своей работе мы, используя индукторы сперматогенеза, пытались получить зрелые гонады клариевого сома и исследовать возможность длительного хранения спермы, которую можно было бы транспортировать на длительные расстояния без криоконсервации с сохранением оплодотворяющей способности.

Цель работы: сравнительные исследования влияния индукторов гаметогенеза, отличающихся механизмом действия, на созревание гонад и жизнеспособность половых клеток у африканского клариевого сома в процессе хранения при низких температурах.

В задачи исследования входило:

1. Дать сравнительную оценку влияния хорионического гонадотропина, сурфагона и нерестина на созревание гонад клариевого сома.
2. Исследовать жизнеспособность половых клеток самцов при использовании разных индукторов сперматогенеза.
3. Исследовать выживаемость половых клеток при длительном хранении семенников в условиях охлаждения.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на базе Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры Ульяновского государственного аграрного университета. Объектом исследования являлись половозрелые самцы африканского клариевого сома весом 1,5-1,7 кг в условиях бассейновой аквакультуры. Всего было сформировано три группы самцов по 10 особей в каждой, у которых проводилась стимуляция созревания гонад препаратами, отличавшимися механиз-

мом действия.

Одну из групп самцов стимулировали хорионическим гонадотропином (ХГЧ). ХГЧ - гонадотропный гормон, вырабатываемый плацентой, оказывает гонадотропное действие, у самцов увеличивает вес семенников за счет разрастания интерстициальной ткани, стимулирует сперматогенез и продукцию половых стероидов. Рекомендуемая FAO дозировка хорионического гонадотропина составляет 2-4 тыс. МЕ/кг. Нами использовалась дозировка 3,5 тыс. МЕ/кг, двукратно с интервалом 12 часов.

Вторую группу самцов стимулировали нерестином 7А. Препараты из серии нерестинов не содержат гормонов и гормоноподобных веществ, состоят из безвредных синтетических компонентов, поставляются в стерильной форме, готовой для внутримышечного или внутривенного введения, обладают стандартной активностью. Применение основано на стимуляции собственной гонадотропной системы физиологически подготовленных рыб суперактивными рилизинг-факторами и модификаторами рецепторов аденогипофиза. Нерестины - это не гонадотропные, а гипофизарные препараты. Препарат «Нерестин-7А» применяли для самцов в дозе – 0,2 мл/кг.

Третью группу самцов стимулировали сурфагоном. Сурфагон – синтетический аналог люлиберина. При введении в организм выполняет функции гормонального регулятора, стимулирует секрецию гипофизарных гонадотропинов лютеинизирующего гормона (ЛГ) и фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) спустя 2-3 часа после инъекции. Сурфагон пятидесятикратно превосходит по активности люлиберин, конкурентно связываясь с рецепторами клеток передней доли гипофиза, вызывает, как и другие аналоги ГнРГ, кратковременное повышение уровня половых гормонов в крови. Препарат выводится из организма через 4-5 часов. На 1 кг веса рыбы вводили 1 мл сурфагона и 5 мг эглонила. Эглонил использовали в качестве препарата, демонстрировавшего у рыб седативный эффект.

После стимуляции у самцов хирургическим методом вскрывали брюшную полость и извлекали многократно увеличенные в размерах гормонально индуцированные семенники. Африканский клариевый сом обладает высокой регенерационной способностью, полостные операции переносит хорошо, проявляет 100%-ную выживаемость.

Извлеченные гонады отмывали в 0,6%-ном растворе NaCl, а затем в хлоргексидине, по-

верхность тщательно осушали фильтровальной бумагой; семенники взвешивали и помещали в чашки Петри. Сперматозоиды для исследования получали проколом цельных семенников тонкой иглой с использованием инсулинового шприца, под микроскопом исследовали их активность, выражая результат в процентах. Микроскопия проводилась в капле воды, поскольку вода является активатором спермы при оплодотворении. Жизнеспособность оценивалась сразу после извлечения гонад, а затем через 12, 24 и 48 часов хранения семенников при температуре +2 °С.

Результаты исследований

Следуя традициям европейской аквакультуры, мы также придерживались идеологии сохранения генетического разнообразия, исключая выродившиеся клариевого сома. В нашей лаборатории сформировано собственное селекционное маточное стадо из генетически неродственных особей и отдельно группа самцов с выдающейся скоростью роста. На собственном экспериментальном поголовье мы провели исследования по изучению выживаемости половых клеток самцов при продолжительном хранении. Эти исследования играют важную роль в оценке возможности транспортировки селекционно-генетического материала на большие расстояния. Возможность продолжительного хранения половых продуктов позволит использовать их в технологиях искусственного оплодотворения *in vitro*. Таким образом, открываются перспективы использования генофонда клариевого сома в селекционных целях из разных регионов нашей страны и зарубежных стран и сохранения генетического разнообразия.

При проведении исследований использовались самцы, репродуцированные и выращенные до половозрелого состояния в течение нескольких поколений в условиях бассейновой аквакультуры.

После процедуры стимуляции созревания гонад с использованием индукторов сперматогенеза у самцов вскрывали брюшную полость, семенники удаляли, после чего рыб вновь зашивали. Ввиду высокой регенерационной способности, по истечении двух месяцев послеоперационных следов на рыбе не оставалось. На рис. 1 показана вскрытая брюшная полость сома с извлеченным на поверхность семенником. На рис. 2 отражен заключительный этап операции прижизненного извлечения семенников - зашивание брюшной полости самца африканского сома.

На рис. 3 приведен внешний вид семен-



Рис. 1 - Операция прижизненного извлечения гонад



Рис. 2 - Заключительный этап операции прижизненного извлечения семенников

ников африканского сома перед закладкой на хранение. На рис. 4 изображены семенники, полученные при стимуляции самцов: а) - сурфагоном, б) - ХГЧ, в) - нерестином.

Результаты наших исследований показали, что использование препаратов - индукторов гаметогенеза, отличающихся механизмом действия, оказало неравнозначный по степени выраженности эффект. Наиболее выраженный эффект стимуляции оказал сурфагон, семенники у самцов, индуцированных сурфагоном, характеризовались большей массой, чем при использовании двух других препаратов (рис. 5). Стабильные результаты, судя по массе, с наименьшим размахом максимальных и минимальных значений веса гонад показал препарат нерестин.

Использование ХГЧ, судя по морфологии и массе семенников, также индуцировало гаметогенез, но применительно к нашему объекту исследования - африканскому клариевому сому - в меньшей степени, чем нерестин и сурфагон (рис. 5).

На следующем этапе работы мы исследовали жизнеспособность спермиев при различных сроках хранения в цельных семенниках. Исследования по изучению выживаемости спермиев важны для развития селекционной работы по сохранению генетического разнообразия в рыбоводстве.

Извлеченные семенники тщательно промывали в хлоргексидине. Антисептик хлоргексидин активен в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, дрожжей, дерматофитов и липофильных вирусов, сохраняет активность в присутствии примесей крови и органических веществ, дезинфицирует ткани, не вызывая их повреждения. Именно эти свойства хлоргексидина были необходимы при обработке семенников, закладываемых на хранение.



Рис. 3 - Внешний вид семенников африканского сома перед закладкой на хранение

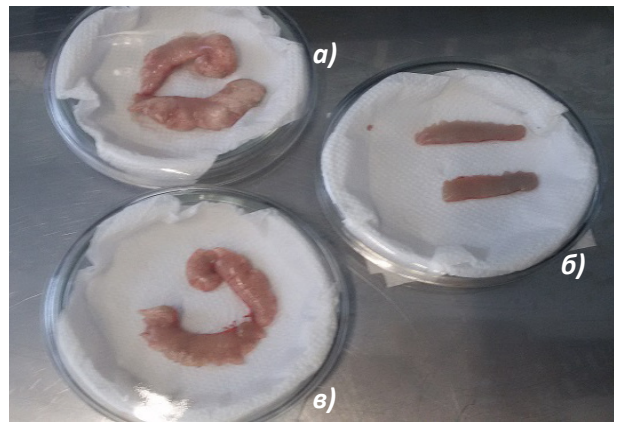


Рис. 4 - Семенники, полученные при стимуляции самцов: а) - сурфагоном, б) - ХГЧ, в) - нерестином

Каждые 12 часов из семенников, хранящихся в холодильнике при температуре +2 °С, инсулиновым шприцом отбирали пробы спермы на анализ.

Проведенные нами исследования по микроскопии хранящейся спермы показали, что при хранении в первые 12 часов и в течение суток изменения в жизнеспособности спермы минимальные. Следовательно, при необходи-

Таблица 1

Сравнительная оценка качества гонад самцов при использовании индукторов гаметогенеза, отличающихся механизмом действия

Характеристические параметры	Экспериментальные группы самцов		
	1- ХГЧ	2- сурфагон	3-нерестин
Количество самцов в группе, (n)	10	10	10
Доля подвижных спермиев, (%)	100	100	100
Доля подвижных спермиев ч/з 12 ч	89 - 100	97- 100	95 - 100
Доля подвижных спермиев ч/з 24 ч	75 - 89	89 - 94	87 - 90
Доля подвижных спермиев ч/з 48 ч	6 - 15	10 - 22	12 - 20

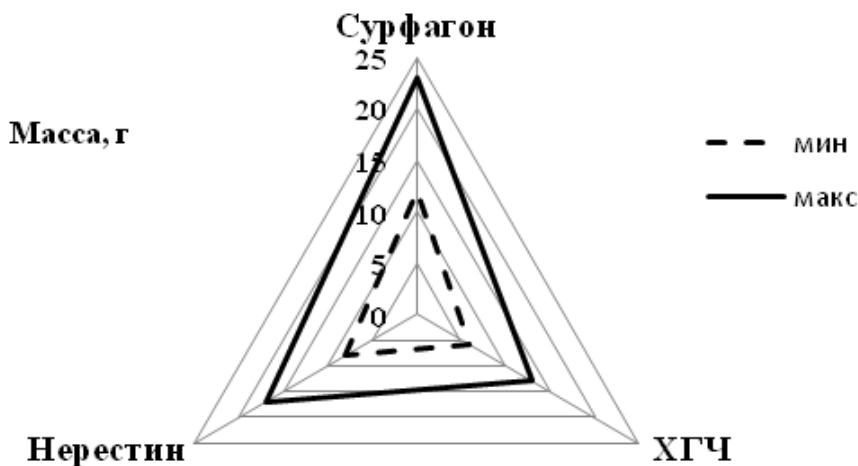


Рис. 5 - Сравнительная оценка массы гонад самцов при использовании индукторов гаметогенеза, отличающихся механизмом действия

мости генетический материал самцов африканского клариевого сома в селекционных целях можно транспортировать на значительные расстояния без снижения жизнеспособности половых клеток в течение суток с момента резекции семенников.

Позитивным моментом использованной нами технологии, по сравнению с существующими аналогами, является то, что мы ушли от жестокой процедуры извлечения гипофизов, практикуемой в странах Африки, Азии, в ряде Европейских стран и в России. Мы также ушли от использования дорогостоящих импортных гормональных препаратов, использовав дешевые отечественные аналоги: ветеринарный препарат сурфагон, хорионический гонадотропин человека и разработанный в Пущино синтетический препарат - нерестин. Доза нерестина в несколько раз дешевле импортных аналогов.

Схемы с использованием сурфагона в отечественной практике существуют, но мало востребованы, поскольку часто провоцировали гормональный шок из-за использования на практике высоких доз. Введение в схему стиму-

ляции атипичного нейролептика эглонила позволило в 2-3 раза снизить дозу сурфагона, что устранило гормональный шок и оказало седативное действие на самцов. Использование эглонила устранило гормональную агрессию рыб.

Вторым важным моментом нашей технологии явилась авторская методика прижизненного получения зрелых половых клеток африканского клариевого сома с использованием индукторов сперматогенеза. Прижизненная резекция семенников с их последующей регенерацией открыла перспективы использования генетически ценных самцов в нескольких циклах репродукции. Разработанная нами технология получения и хранения половых продуктов африканского клариевого сома в семенниках по ряду технологических решений намного проще и дешевле криоконсервации и дает новый импульс развитию рыборазведения этого высокоиндустриального вида.

Выводы

1. Использованные нами гормональные индукторы сперматогенеза, отличающиеся механизмом действия, продемонстрировали выраженный индуцирующий эффект.
2. Наиболее выраженный эффект индукции созревания половых клеток самцов был получен при использовании сурфагона.
3. Было показано, что хранение половых клеток в семенниках при температуре +2 °C обеспечивает сохранность и их жизнеспособность более 24 ч.
4. Результаты исследований показывают, что генетический материал самцов африканского клариевого сома можно транспортировать в цельных семенниках при пониженной температуре на значительные расстояния без снижения жизнеспособности половых клеток в течение суток с момента получения.

Библиографический список

1. Okomoda, V.T. A simple technique for accurate estimation of fertilization rate with specific

application to *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / V. T. Okomoda, I. Chong Chu Koh, S. Md. Shahreza // *Aquaculture Research*. - 2017. - P. 1—6.

2. Cloning, localization and differential expression of Neuropeptide-Y during early brain development and gonadal recrudescence in the catfish, *Clarias gariepinus* / Cheni-Chery Sudhakumari [et al.] // *General and Comparative Endocrinology*. - 2017. - Vol. 25. - P. 54—65.

3. 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.

4. Инновационные подходы в получении половых продуктов африканского клариевого сома в бассейновой аквакультуре / Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, М.Э. Мухитова // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2017. - № 3 (39). - С. 88-96.

5. 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.

6. Spawning response of African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822), Clariidae: Teleost) exposed to different piscine pituitary and synthetic hormone / Gadisa Natea [et al.] // *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*.

- 2017. - Vol. 5, iss. 2. - P. 264—269.

7. Бондаренко, А.Б. Клариевый сом в России и за рубежом. Перспективы его внедрения для тепловодных хозяйств России / А.Б. Бондаренко, Г.А. Сычев, В.В. Приз // *Сборник научных трудов ВНИИПРХ*. - Москва, 2005. - Выпуск 80. - С. 213—218.

8. 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.

9. Hecht, T. Perspectives on clariid catfish culture in Africa / T. Hecht, L. Oellermann, L. Verheust // *Aquatic Living Resources*. 1996. - Vol. 9, iss. 5. - P. 197—206.

10. Курбанов, А.Р. Разведение африканского сома *Clarias gariepinus* в условиях Узбекистана / А.Р. Курбанов, Б.Г. Камилов. - Ташкент: Навруз, 2017. - 52 с.

11. 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.

12. 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, İ. Yavaş // *The Israeli Journal of Aquaculture — Bamidgah*. - 2017. - Vol. 69. - P. 1357—1364.

EFFECTIVENESS EVALUATION OF GAMETOGENESIS INDUCERS OF AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH

Lyubomirova V. N., Romanova E. M., Romanov V. V., Mukhitova M. E.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU
432017, Ulyanovsk, Novyy Venets Boulevard, 1; tel.: 8 (8422) 55-95-38;
e-mail: bbr-53@yandex.ru

Key words: inducers, gonads, spermatogenesis, African sharptooth catfish.

*The results of a comparative study of a number of inducers of spermatogenesis of African sharptooth catfish are presented in the article. To stimulate the maturation of male germ cells, medications were used which differed in mechanism of action: chorionic gonadotropin, surfagon and nerestin. Chorionic gonadotropin is a gonadotropic hormone produced by placenta, it has a gonadotropic effect, increases the testis weight due to growth of interstitial tissue, stimulates spermatogenesis and the production of sex steroids. Nerestin 7A, is a synthetic medication that does not belong to the group of gonadotropins, its application is based on the stimulation of own gonadotropic system by active releasing factors and adenohipophysis receptor modifiers. Surfagon is a synthetic analog of luteinizing hormone releasing hormone, a hormonal regulator that stimulates the secretion of pituitary gonadotropins of luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone. The research was carried out on the basis of the Laboratory of Experimental Biology and Aquaculture of Ulyanovsk SAU, the object of the study was the African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*). The aim of the study was comparative study of the effect of inducers of gametogenesis, different by the mechanism of action, on gonad maturation and the viability of germ cells in African sharptooth catfish. The objectives of the study included a comparative assessment of the effect of chorionic gonadotropin, surfagon and nerestin on*

gonad maturation of sharptooth catfish; study of viability of male sex cells in case of application of various inducers of spermatogenesis; study of survivability of germ cells during long-term keeping of testis under cooling conditions. It was shown that the effectiveness of the compared medications have differences; the most pronounced inducing effect of African sharptooth catfish was observed in case of surfagon application. Males stimulated with surfagon had greater testis weight and sperm volume than with other medications. It has also been shown that the sex cells of the males of the sharptooth catfish fully retain their activity when stored in intact testis at a temperature of 2 °C for more than 24 hours. It has been established that the choice of gametogenesis inducer did not influence the survivability of sex cells under long-term storage conditions.

Bibliography

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

2. Cloning, localization and differential expression of Neuropeptide-Y during early brain development and gonadal recrudescence in the catfish, *Clarias gariepinus* / Cheni-Chery Sudhakumari [et al.] // *General and Comparative Endocrinology*. - 2017. - Vol. 25. - P. 54—65.
3. 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.
4. Innovative approaches in obtaining the sexual products of the African sharptooth catfish in the basin aquaculture / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, V.V. Romanov, M.E. Mukhitova // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2017. - No. 3 (39). - P. 88-96.
5. Romanova, E.M. Artificial reproduction of African catfish with the use of hormonal stimulation / E.M. Romanova, E.V. Fedorova, E.R. Kamaletdinova // *Zootechny*. - 2014. - No. 10. - P. 31-32.
6. Spawning response of African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822), *Clariidae*: *Teleost*) exposed to different piscine pituitary and synthetic hormone / Gadisa Natea [et al.] // *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. - 2017. - Vol. 5, iss. 2. - P. 264—269.
7. Bondarenko, A.B. Clariid catfish in Russia and abroad. Prospects of its introduction for Russian warm-water farms / A.B. Bondarenko, G.A. Sychev, V.V. Priz // *Collection of scientific works of All-Russian Scientific Research Institute of Fish Breeding*. - 2005. - Issue 80. - P. 213-218.
8. 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.
9. Hecht, T. Perspectives on clariid catfish culture in Africa / T. Hecht, L. Oellermann, L. Verheust // *Aquatic Living Resources*. 1996. - Vol. 9, iss. 5. - P. 197—206.
10. Kurbanov, A.R. Breeding of African catfish *Clarias gariepinus* in the conditions of Uzbekistan / A.R. Kurbanov, B.G. Kamilov. - Tashkent: Navruz, 2017. - 52 p.
11. 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.
12. 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, İ. Yavaş // *The Israeli Journal of Aquaculture — Bamidgeh*. - 2017. - Vol. 69. - P. 1357—1364.