

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОЛУЧЕНИИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА В БАСЕЙНОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

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

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

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика»

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, email: vvr-emr@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, гормоны, циклы воспроизводства

Африканский клариевый сом - широко распространенный объект аквакультуры на Американском континенте и в странах Евросоюза, но пока еще недостаточно востребован в России. Следует отметить, что в последнее десятилетие интерес к этому перспективному виду в индустриальном отечественном рыбоводстве растет. К сожалению, в условиях индустриальной аквакультуры самцы и самки африканского клариевого сома утрачивают способность продуцировать зрелые половые продукты, поэтому естественный нерест в этих условиях у них отсутствует. Этот феномен существенно затрудняет воспроизводство этого ценного биологического вида в условиях бассейнового разведения. Целью наших исследований была разработка технологии, позволяющей использовать самцов клариевого сома не в одном, как это сейчас принято, а в нескольких циклах воспроизводства. Эта технология открывает возможности более эффективного использования в селекционно-племенной работе самцов с высоким генетическим потенциалом роста, воспроизводства, высокой оплодотворяющей способностью. Проведенные нами исследования включали: подбор химических препаратов, стимулирующих созревание половых продуктов у самок и самцов клариевого сома в бассейновой аквакультуре; разработку методики лечения последствий гормонального шока у самцов и самок; разработку новых технологических подходов, обеспечивающих повышение эффективности селекционно-племенной работы за счет циклического «тиражирования» генетически ценных самцов, характеризующихся уникальными показателями роста и развития. В работе продемонстрирована проблематичность получения зрелых половых продуктов самцов африканского клариевого сома, дана сравнительная оценка схем стимуляции искусственного нереста по показателям воспроизводительной способности самцов и самок; приведена авторская схема эффективного лечения последствий гормонального шока.

Исследования проводились при грантовой поддержке Российского фонда научных исследований, номер проекта 16-48-730123.

Введение

Африканский клариевый сом пока еще мало распространенный объект индустриального рыбозаведения в России, хотя на Американском континенте и в европейских странах – Нидерландах, Германии, Польше, Чехии – распространен широко.

В индустриальной аквакультуре самцы и самки клариаса утрачивают способность естественным образом продуцировать зрелые половые продукты без дополнительной гормональной стимуляции [1-6]. Для получения зрелой спермопродукции гормонально-стимулированных самцов забивают. Это негативно сказывается на эффективности селекционно-племенной работы, т. к. из разведения исключаются особи с высоким, генетически обусловленным репродуктивным потенциалом, хорошим ответом на гормональную стимуляцию, высокой оплодотворяющей способностью. Многократное использование самцов позволит сохранить их для нескольких циклов репродукции [3-5].

Цель исследований: разработать техноло-

гию циклического получения зрелых половых продуктов африканского клариевого сома от особей с высоким генетическим потенциалом роста, воспроизводства, хорошей оплодотворяющей способностью.

Задачи исследования:

- подбор и апробация препаратов, стимулирующих созревание половых продуктов у самок и самцов клариевого сома в условиях бассейновой аквакультуры;
- разработка методики лечения последствий гормонального шока;
- разработка технологии использования генетически ценных самцов не в одном, а в нескольких циклах репродукции.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на базе Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры Ульяновского ГАУ. Объектом исследования являлись самцы и самки африканского клариевого сома в возрасте от одного года до трех лет. Гормональными инъекциями у самцов и самок вызы-

вали искусственный нерест. За трое суток до проведения гормональной стимуляции температуру воды в бассейне с самцами и отдельном бассейне с самками поднимали до 28-29 °С. За сутки до начала стимуляции рыбу прекращали кормить [1-2, 7].

Для проведения гормональной стимуляции самцов и самок в 2017 г. мы использовали сурфагон в дозе от 5 мкг/кг до 10 мкг/кг в сочетании с эглонилом в дозировке от 10 до 20 мг/кг веса. Эглонил выполнял двоякую роль: с одной стороны, он усиливал действие сурфагона, с другой – являлся хорошим успокаивающим средством, исключая возможность самоотравливания гормонально индуцированной рыбы, поведение которой характеризовалось высоким уровнем беспокойства. Гормональную стимуляцию самок осуществляли однократно, т. к. они демонстрировали созревание икры через 11-12 часов после первой инъекции. Самцов приходилось стимулировать дважды с интервалом 12 часов, т. к. созревание их гонад запаздывало на 12 часов. Инъекции (сурфагон+эглонил) проводили, отступая на 1 см вниз от основания спинного плавника. Использовали разовые шприцы 2 см³ с тонкими иглами. Инъекцию делили на порции, вводя в 2-3 приема, двигаясь вдоль спинного плавника в направлении хвоста, массируя каждый раз место прокола для лучшего всасывания препарата.

Кожа клариевого сома ранимая, поскольку не имеет чешуи, на ее поверхности находится только тонкий защитный слой слизи. При работе с рыбой этого вида пользовались мягкой влажной тканью, обертывая ее вокруг головы и туловища, чтобы рыба не скользила. Особенно важно было соблюдать это правило при сдаивании икры самок, чтобы защитить нежные кожные покровы от повреждений. При сдаивании икры, даже если она выделяется самотеком, рыба испытывает сильное давление на кожные покровы [2, 7].

Полученную икру взвешивали и тщательно перемешивали перед оплодотворением. Рабочую плодовитость самок выражали в тысячах икринок, рассчитывая количество икринок в одном грамме и умножая на общий вес икры самки [2, 8]. Коэффициент зрелости рассчитывали как отношение массы полученной икры к общей массе рыбы в процентах. Также проводили экспресс-анализ для выявления в общей массе икры каждой из самок доли фертильной, нормально развивающейся икры, неправильно развивающейся и нежизнеспособной икры, выражая в процентах [2,8]. В нативной икре белая идентифицировалась как погибшая. Долю фертильной, нормально развивающейся икры определяли, рассматривая под оптикой, и выражали в процентах [2,8]. Икру фиксировали 1-2 минуты смесью 96-градусного спирта с ледяной уксусной кислотой в отношении 3:1.

Результаты исследований

Африканский клариевый сом является деликатесной, быстрорастущей и очень выносливой рыбой, что ориентирует на его широкое использование для разведения в индустриальной аквакультуре. Как уже отмечалось, половые продукты африканского клариевого сома при содержании рыбы в бассейнах, к сожалению, самостоятельно не созревают [1-4, 7].

Для проведения нереста в бассейновой аквакультуре необходима гормональная стимуляция. Фотография особей маточного стада в возрасте от 1,5 до 3 лет, характеризующая внешний вид рыбы, приведена на рис. 1.

Гидрохимические показатели (табл. 1), такие как температура, водородный показатель, жесткость воды, содержание кислорода, аммиак аммоний, нитраты, нитриты, контролировали раз в сутки, чтобы они не превышали допустимых норм [5].

Таблица 1

Гидрохимические показатели качества воды в бассейне

Температура, °С	Водородный показатель (pH)	Жесткость воды, °dH	Содержание O ₂ , %	Аммиак аммоний, мг/л	Нитраты, мг/л	Нитриты, мг/л
21-26	7,0-8,0	9-10	60-75	0-1,0	0-10	0-0,2

При проведении гормональной стимуляции самцы и самки клариевого сома в случае использования больших доз гормонов испытывают гормональный шок [9]. Внешние проявления шока выражаются в капилляротоксикозе, изъязвлении кожных покровов в местах введения гормонов [3], в обесцвечивании и размягчении лучей спинного плавника. Первым внешним признаком гормонального шока являлась кожная визуализация сосудистого рисунка. Вздвываясь, сосуды выступали на поверхность, и весь сосудистый рисунок был легко читаем через кожу. В основном такая реакция была характерна для самцов, очень редко встречалась у самок.

В ряде случаев при использовании высоких доз гормонов рыба гибла. Смертность, как крайнее проявление гормонального шока, была характерна только для самцов. При вскрытии таких особей отмечался отек внутренних органов, сопровождавшийся точечными кровоизлияниями.

В литературных источниках [10-11] и интернет-форумах, в том числе посвященных получению зрелых половых продуктов африканского клариевого сома, повсеместно отмечается, что самцы быстрее самок отвечают на гормональную стимуляцию. В рекомендациях по использованию про-



Рис. 1 - Маточное стадо африканского клариевого сома

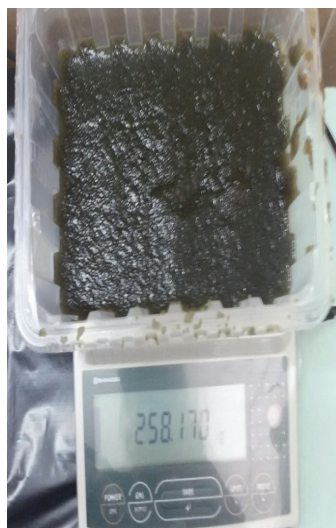


Рис. 2 - Икра гормонально-стимулированных самок

изводимого в России препарата для гормональной стимуляции - нерестина декларируется использование для стимуляции самцов только половинной дозы препарата. Наш трехлетний опыт разведения клариаса в бассейновой аквакультуре выявил обратную закономерность. На стимуляцию нерестином и сурфагоном (в сочетании с эглонилом) хороший ответ давали полторагодовалые самки. У них уже через 11-12 часов после введения гормонов самоотекотом выделялась зрелая икра [2, 4]. В зависимости от веса самок в этом возрасте от них можно было получить от 180 до 250 г икры. По внешнему виду икра сома в общей массе имеет интенсивный темно-зеленый цвет (рис. 2).

При гормональной стимуляции самцов сурфагоном, усиленным эглонилом созревания семенников через 12 часов не наступало. Поэтому самцов приходилось стимулировать дважды. Гонады самцов созревали только через сутки. По данным литературных источников [3, 11, 12], у дру-

гих видов рыб наблюдается обратная картина.

Данные, полученные нами, свидетельствуют о более высокой толерантности самцов африканского клариаса, по сравнению с самками, по отношению к гормональной стимуляции. Ранее эглонил в схемах гормональной стимуляции африканских клариевых сомов (до наших исследований) не применялся.

Как уже отмечалось, зрелые половые продукты самцов клариевого сома можно получить только после гормональной стимуляции путем хирургического вскрытия и диспергирования семенников, поскольку в неволе сперма даже из зрелых семенников у африканского клариевого сома самоотекотом не выделяется. Именно эта до-

статочно редкая биологическая особенность сдерживает широкое распространение вида в фермерских хозяйствах.

В племенном разведении также существует актуальная проблема многократного использования самцов, обладающих высоким генетическим потенциалом наращивания биомассы. С этой целью была разработана авторская методика прижизненного получения зрелой спермопродукции.

Двукратная стимуляция самцов сурфагоном с эглонилом, который использовался в качестве успокаивающего средства, давала, как правило, хороший результат (табл. 2). Самцы, стимулированные по этой схеме, не болели. Через 24 часа после начала гормональных инъекций самцам проводили щадящую (частичную) резекцию семенников, оставляя для регенерации фрагмент не более 1 см [3].

Для проведения операции по извлечению семенников самцов клариаса отлавливали из бассейна, обертывали мягкой влажной тканью, остав-

Таблица 2

Показатели результативности стимуляции искусственного нереста

№ опыта	Температура воды (°C)	Соотношение самок и самцов	Схема гормональной стимуляции	Дозировка сурфагона,	Дозировка эглонила,	Доля самцов с гормональным шоком	Доля самцов с созревшими семенниками,	Коэффициент зрелости половых продуктов самок,	Доля фертильной икры,
				мкг/кг	мг/кг	%	%	%	%
1	28-30	2/4	Сурфагон+ раунатин (6мг)	5	-	33,0	50,0	12,0	45
2	28-30	2/4	Сурфагон+ эглонил	5	10	16,6	75,0	15,0	64
3	29-30	2/4	Сурфагон+ эглонил	7,5	20	16,6	75,0	16,6	72
4	28-30	2/6	Сурфагон+ эглонил	10	20	25,0	66,6	15,3	60



Рис. 3 - Разрез брюшной полости для извлечения семенников

ляя зону брюшного разреза свободной. Самцы под действием эглонила до и во время операции вели себя спокойно. Рыба размещалась на операционном столе брюшком вверх, ассистент фиксировал руками головной и прихвостовой отделы. Брюшко в операционной зоне обрабатывалось раствором хлоргексидина. Оттягивая кожу в зоне будущего разреза, хирургическими ножницами делали прокол, а затем разрез длиной 3-5 см по белой линии живота, не затрагивая анального отверстия, от брюшных плавников в направлении головы [3]. Сразу под кожей живота располагаются жировые тяжи. Под ними глубже можно обнаружить вытянутые семенники. Незрелые семенники плоские, блестяще-розовые, плотные как бы восковые. По внешнему виду зрелые семенники трудно спутать с незрелыми, различия очевидны.

Созревшие семенники вспухшие, длинные, матовые, кремово-бежевого цвета с тонким сосудистым рисунком, многократно увеличены в размерах, залегают не глубоко (рис. 3). Их невозможно спутать с другими органами из-за их специфической гребенчато-лопастной формы (рис. 4).

Отступив от основания семенников около сантиметра, накладывали лигатуру и осуществляли резекцию. Полученные семенники измельчали ножницами и протирали через ситечко, чтобы получить спермии. Качество спермы определяли по проценту живых, активно двигающихся клеток [8].

В том случае, если семенники необходимо было хранить, на отрезанный конец извлеченного семенника также накладывалась лигатура, чтобы сперма из него преждевременно не вытекала. После этого семенник тщательно осушали стерильной салфеткой и помещали в чашку Петри на фильтровальную бумагу. Закрытую чашку Петри с семенниками помещали



Рис. 4 - Извлеченные семенники

в холодильник и хранили от 12 до 24 часов при температуре 2-3 °С. Проведенные исследования показали, что при правильном хранении семенников в холодильнике качество спермы в течение суток практически не изменяется.

Для зашивания послеоперационной раны использовали стерильный шовный материал. Швы накладывали от центра разреза к его краям с интервалом 0,5 см. Края разреза стыковали, сопоставляя их и выравнивая (рис. 5).

Первый из швов накладывали в центре разреза и двигались по направлению к краям (рис. 5), шов обрабатывали метиленовым синим. Прооперированных самцов выдерживали три часа в растворе метилтиониния хлорида из расчета 1 мл 1%-ого маточного раствора, разведенного в 10 л воды. Прооперированных самцов не менее трех суток содержали в отдельном садке.

Самцы с выраженным гормональным шоком после резекции семенников требовали отдельного содержания, длительного лечения, затрат на лекарства. Актуальность проблемы побудила нас разработать методику лечения последствий гормонального шока.

В течение первых трех дней после операции



Рис. 5 - Наложение швов после извлечения семенников

проводили инъекции дексаметазона. Для лечения изъязвлений кожи использовали актовегин, мильгамму. Все препараты вводили раз в сутки. Чтобы рыба во время процедур вела себя спокойно, ей накануне вводили эглонил в дозе 10 мг/кг.

В случае присоединения инфекции использовали аппликации с хлоргексидином на места поражения, ванночки с метиленовым синим, в которых пораженная рыба выдерживалась три часа (табл.3). Признаки излечения можно было наблюдать уже на 3-4-е сутки, а полное выздоровление, как правило, наступало в течение недели. Самцы хорошо переносили все процедуры и не проявляли признаков беспокойства, если их голову предварительно обертывали мягкой, влажной, непрозрачной тканью.

Через сутки после гормональной стимуляции и извлечения половых продуктов самцы и самки меняли мраморную окраску на черную, которая держалась от двух недель до месяца. Поэтому рыбу, прошедшую процедуры искусственного нереста по ее окраске было легко определить на массиве всей популяции (рис. 1).

Выводы

Дефицит рыбы и рыбных продуктов стимулирует развитие аквакультуры. Индустриальная аквакультура – одно из основных и перспективных ее направлений.

В число важнейших факторов, стимулирующих развитие индустриальной аквакультуры, входит селекционно-племенная работа, ориентированная на получение рыбы с повышенным потенциалом продуктивности и воспроизводства.

Однако при разведении африканского клариевого сома возможности селекции ограничены однократным использованием генетически ценных самцов. В условиях индустриальной аквакультуры даже при созревании гонад на фоне гормональной стимуляции, сперма из семенников самотеком не выделяется. Чтобы получить активные спермии, семенники необходимо извлечь из организма самцов, вскрыть и диспергировать. Для африканского клариевого сома нами была разработана методика циклического получения спермопродукции, позволяющая использовать генетически ценных самцов не менее чем в трех циклах воспроизводства.

Гормональная двухкомпонентная система (сурфагон+эглонил), использованная нами для стимуляции искусственного нереста африканского клариевого сома, как свидетельствуют данные литературных источников, ранее не использовалась и является новой для этого вида рыб.

Наши наблюдения показали, что сохранение жизни самцов после резекции семенников для последующего участия в разведении имеет смысл, если их можно полностью избавить от последствий

гормонального шока. С этой целью нами была разработана методика лечения последствий гормонального шока.

Основываясь на вышеизложенном, можно заключить, что разработка новых технологических подходов, являющихся результатом наших исследований, позволяет использовать генетический потенциал ценных в племенном отношении самцов не однократно, а в нескольких репродуктивных циклах. Внедрение представленных разработок в практику аквакультуры позволит поднять результативность селекционно-племенной работы на новый уровень и открывает перспективы новых исследований.

Библиографический список

1. 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.
2. Романова, Е.М. Биологический контроль фертильности самок клариевого сома в бассейновой аквакультуре/ Е.М.Романова, В.Н. Любомирова, М.Э. Мухитова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016.- №3. - С. 78-84.
3. Инвазивный метод прижизненного получения половых продуктов африканского клариевого сома для экстракорпорального оплодотворения / Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, Д.С. Игнаткин, В.В. Романов, М.Э. Мухитова, Д.Ю.Акимов // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов. V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция. Труды. - 2017. - С.141-146.
4. Камалетдинова, Э.Р. Поиск эффективных препаратов для стимуляции репродуктивной функции *Clarias gariepinus* / Э.Р. Камалетдинова, Е.М.Романова //Инновационные технологии в области естественных и математических наук: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Издательство: Автономная некоммерческая организация Институт инновационных технологий (Нижний Новгород) - 2016. - С. 20-23.
5. Сравнительная характеристика плодовитости самок клариевого сома, выращенных при разных температурных режимах [Электронный ресурс]/ В.Н. Любомирова, Е.М. Романова, В.В. Романов, Э.Р. Камалетдинова, Е.В.К. Любомиров // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 26. – С. 1011–1015. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76305.htm>.
6. Гормональная стимуляция в биотехнологиях искусственного нереста быстрорастущих видов рыб [Электронный ресурс] / Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Э.Р. Камалетдино-

ва // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 26. – С. 1036–1040. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76310.htm>.

7. 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.

8. Пряхин, Ю.В. Методы рыбоводных исследований / Ю.В. Пряхин, В.А. Шкицкий. – Краснодар, 2006 – 214 с.

9. 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.- Том 16. -№3. – P. 651-657.

10. Peng, C. Neuroendocrine regulation of growth hormone secretion and growth in fish / C. Peng, R. Peter - Zoological studies-taipei. – 1997. – P. 79-89.

11. Biofloc technology application in african catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae / J. Ekasari, M.A. Suprayudi, R.F. Hazanah, G.S. Lenggara, R. Sulistiani, M. Alkahfi, M. Zairin, W. Wiyoto // Aquaculture. – 2016. – Том 464. – С. 349-356.

INNOVATIVE APPROACHES TO RECEIVING REPRODUCTIVE PRODUCTS OF AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH IN POOL AQUACULTURE

Romanova E.M., Lyubomirova V.N., Romanov V.V., Mukhitova M.E.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets bld., 1,
phone: 8 (8422) 55-95-38, email: vvr-emr@yandex.ru

Key words: aquaculture, hormones, reproduction cycles

The African sharptooth catfish is a widespread aquacultural object on American continent and in the European Union, but it is not yet in demand in Russia. It should be noted that the interest in this promising species in Russian industrial fish farming has been growing in the last decade. Unfortunately, in the conditions of industrial aquaculture, males and females of African sharptooth catfish lose the ability to produce mature reproductive products, so they do not have natural spawning under these conditions. This phenomenon makes it very difficult to reproduce this valuable species in the conditions of pool breeding. The purpose of our research was to develop a technology that allows to use catfish males not in one, as it is presently done, but in several cycles of reproduction. This technology opens the possibility to more effective use of selection work of males with high genetic potential of growth, reproduction, high fertilizing ability. Our studies included: the selection of chemical preparations that stimulate the maturation of reproductive products of catfish females and males in pool aquaculture; development of methods for treating the consequences of hormonal shock of males and females; the development of new technological approaches that ensure an increase in the efficiency of selection and breeding work by cyclic "replication" of genetically valuable males characterized by unique parameters of growth and development. The problem of obtaining mature reproductive products of African male catfish is demonstrated in this work; a comparative evaluation of the artificial spawning stimulation schemes in terms of reproductive performance of males and females and the author's scheme of effective treatment of the consequences of hormonal shock are given. The research was carried out with the grant support of the Russian Foundation for Scientific Research, project number 16-48-730123.

Bibliography:

1. Romanova, E.M. Artificial reproduction of African catfish with the use of hormonal stimulation / E.M. Romanova, E.V. Fedorova, E.R. Kamaletdinova // Zootechnics. – 2014.- №10. – P. 31-32.
2. Romanova, E.M. Biological control of female fertility of sharptooth catfish in the pool aquaculture / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, M.E. Mukhitova // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2016.- №3. – P. 78-84.
3. Invasive method of intravital production of reproductive products of African catfish for in vitro fertilization / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, D.S. Ignatkin, V.V. Romanov, M.E. Mukhitova, D.Yu. Akimov // Water Bioresources, Aquaculture and Ecology of Water reservoirs. V Baltic Marine Forum. All-Russian scientific conference. Works. – 2017. – P.141-146.
4. Kamaletdinova, E.R. Search for effective medications for stimulation of reproductive function of *Clarias gariepinus* / E.R. Kamaletdinova, E.M. Romanova // Innovative technologies in the field of natural and mathematical sciences: a collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference. Publisher: Autonomous non-profit organization Institute of Innovative Technologies (Nizhny Novgorod) - 2016. – P. 20-23.
5. Comparative characteristics of female catfish fecundity, raised at different temperature regimes [Electronic resource] / V.N. Lyubomirova, E.M. Romanova, V.V. Romanov, E.R. Kamaletdinova, E.V. Lyubomirova // Scientific and methodical electronic journal «Concept». – 2016. – V. 26. – P. 1011-1015. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76305.htm>.
6. Hormonal stimulation in biotechnologies of artificial spawning of fast-growing fish species [Electronic resource] / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, V.V. Romanov, E.R. Kamaletdinova // Scientific and methodical electronic journal «Concept». – 2016. – V. 26. – P. 1036-1040. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76310.htm>.
7. Vlasov, V.A. Reproduction and breeding of sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) in installations with closed water supply / V.A. Vlasov, A.P. Zavyalov // Zootechnics. – 2014. – № 12. – P. 22-24.
8. Pryakhin, Yu.V. Methods of commercial fishing research / Yu.V. Pryakhin, V.A. Shkitsky. – Krasnodar, 2006 – 214 p.
9. 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.- Volume 16.-№3. – P. 651-657.
10. Peng, C. Neuroendocrine regulation of growth hormone secretion and growth in fish / C. Peng, R. Peter - Zoological studies-taipei. – 1997. – P. 79-89.
11. Biofloc technology application in african catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae / J. Ekasari, M.A. Suprayudi, R.F. Hazanah, G.S. Lenggara, R. Sulistiani, M. Alkahfi, M. Zairin, W. Wiyoto // Aquaculture. – 2016. – Volume 464. – P. 349-356.