

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНОВ И АМИНОКИСЛОТ НА КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА

Любомирова Васелина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

Романова Елена Михайловна, доктор биологических наук, профессор кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

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

Спирина Елена Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

Шадыева Людмила Алексеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

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

e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, африканский клариевый сом, витамины, половые продукты, икра, эмбрионы, личинки.

Работа посвящена изучению критических стадий эмбрионального развития африканского клариевого сома и оценке влияния на него биологически активных веществ аминокислот и витаминов. Объектом исследования являлась инкубируемая икра африканского сома на разных стадиях развития. Целью работы была оценка влияния витаминно-аминокислотного комплекса на эмбриогенез африканского клариевого сома. Источником витаминов и аминокислот являлся препарат «Чиктоник». Подбиралась оптимальная концентрация витаминов и аминокислот, которая бы обеспечила повышенную выживаемость эмбрионов. В действующих нормативах рыбоводного процесса заложена определенная величина отхода от 10 до 40%, поэтому поиск резервов увеличения выхода рыбоводной продукции, связанный со снижением отхода на разных стадиях развития эмбрионов, является актуальным. Своевременный и качественный биологический контроль является мерой раннего выявления нарушений в рыбоводном процессе и необходим для их оперативного устранения. Как показали результаты исследований, витаминно-аминокислотный комплекс снизил уровень гибели на разных этапах эмбриогенеза африканского сома. Более высокая выживаемость эмбрионов в опытных группах, получавших витаминно-аминокислотный комплекс, свидетельствует о его эффективности. Наиболее высокие показатели получены при использовании «Чиктоника» в дозе 1,5 мл/л. Второй этап нашего исследования проводился на личиночной стадии развития африканского сома. При использовании витаминно-аминокислотного комплекса «Чиктони» в дозе 1мл/л и 1,5мл/л выход личинок по сравнению с контролем значительно возрос.

Исследования выполнялись при грантовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту 18-416-730005.

Введение

В процессе индивидуального развития рыб, в частности в эмбриональном и личиночном периодах, существуют «чувствительные» или «критические» периоды [1-5]. Эти критические периоды, как правило, связаны с этапами дробления, бластуляции, гастрюляции и образования зародышевых листков, образования «глазка». У личинок рыб критический период связан со стадией перехода к экзогенному питанию [3, 6 - 9].

С позиций выживания «критическими» являются те стадии, на которых развивающийся организм вступает в новые отношения со средой (резкое изменение температуры воды, содержание кислорода, переход к иному способу

дыхания, вылупление, начало активного питания и т. п.) [4, 6 - 8].

Переход от предличиночного этапа развития к личиночному у рыб характеризуется изменением интенсивности дыхания, скорости роста и выживаемости, при этом деструктивные экологические воздействия могут стать причиной массовой гибели личинок [3, 6, 10].

В частности, у лососевых оплодотворенная икра в первые 3-4 дня инкубации характеризуется высокой стойкостью по отношению к внешним воздействиям, а период высокой чувствительности наступает перед началом гастрюляции. На этапе гастрюляции чувствительность икры лососей вновь заметно снижается, а затем возрастает на этапе начала формирования

эмбрионов и достигает максимума ко времени закрытия бластопора [2, 7, 11].

На личиночных этапах развития рыб наибольшая гибель наблюдается после вылупления и при переходе на активное питание, эти стадии, как отмечалось выше, считаются критическими.

У карповых высокая чувствительность икры к воздействиям внешних факторов проявляется непосредственно после оплодотворения до стадий 16-32-х бластомеров, затем несколько снижается, но вновь повышается в начале этапа гастрюляции, снижаясь к его завершению; у окуневых в эмбриогенезе выделяют две чувствительные стадии - начало гастрюляции и начало формирования эмбрионов [4, 8, 9, 14]. После вылупления предличинок критические стадии наблюдаются в первые сутки и на 10-15-е сутки после вылупления из яичевых оболочек [12, 17-19].

Было установлено, критические стадии можно сгладить, используя биологически активные вещества, в частности, иммуностимуляторы, которые способны повысить выживаемость и потенциал роста [18, 19].

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что с целью оптимизации развития на ранних стадиях онтогенеза в период прохождения критических стадий рекомендуется применять в обработке икры витамины, а также витаминные премиксы в составе стартовых комбикормов для повышения жизнеспособности личинок и мальков культивируемых рыб. Для выполнения технологической задачи нами был выбран витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник» фирмы «INVESA», который благодаря наличию витаминов и незаменимых аминокислот восполняет дефицит этих нутриентов в организме и способствует нормализации обмена веществ и энергии.

Целью работы была оценка влияния комплекса витаминов и аминокислот на критические стадии эмбрионального развития и вылупление личинок африканского клариевого сома.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлись оплодотворенная развивающаяся икра африканского сома на разных стадиях развития и полученные личинки.

Зрелую икру делили на 3 части, 2 из которых обрабатывались витаминно-аминокислотным комплексом, а третья являлась контрольной. Искусственное оплодотворение проводили сухим методом и дальше промывали водой, содержащей адаптоген «иркутин» в дозе 0,03г/л

и препарат «Чиктоник». В первом опыте его содержание составляло 1мл/л., во втором -1.5 мл/л. Третья контрольная порция икры обрабатывалась только «иркутином».

В эксперименте и в контроле профилактическую обработку икры проводили противогрибковым препаратом фирмы «Aquascons» из расчета 1 мг/л с экспозицией 15 минут каждые 2-3 часа в период инкубации.

Для определения эффективности применения комплексного витаминно-аминокислотного препарата «Чиктоник» использовали следующие показатели: оплодотворение икры (%), выход предличинок (%), нарушения в развитии эмбрионов.

Процент оплодотворения определяли для каждой партии, заложенной на инкубацию икры. Для этого из каждой партии отбирали по 3 пробы из 100 икринок. Принимая общее количество икры в пробе за 100%, рассчитывали процент оплодотворения. Затем высчитывали средний процент оплодотворения икры по 3 пробам.

После рассасывания желточного мешка личинок африканского клариевого сома начинали кормить науплиусами артемии. Их также обрабатывали «Чиктонином» для первого опыта - в дозе 1мл/л культуральной среды, для второго опыта - 1.5 мл/л культуральной среды для науплиусов артемии. При переходе на стартовые комбикорма фирмы «Линкорм» их предварительно перед скармливанием личинкам орошали раствором препарата «Чиктоник» в дозе 1,0 мг/кг для 1 опыта и в дозе 1,5 для 2 опыта. Для контрольной группы корма ничем не обрабатывали.

Результаты исследований

На первом этапе работы были проведены исследования влияния обработки икры препаратом «Чиктоник» на смертность эмбрионов в период прохождения критических стадий развития. В действующих нормативах рыбоводного процесса на рыбоводных предприятиях заранее обоснована определенная величина отхода от 10 до 40%.

Необходимо было установить эффективную норму «Чиктоника» для обработки икры. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Результаты исследований показали, что в контроле смертность составила 31,4%, в 1 опыте при внесении препарата в дозе 1,0 мл/л этот показатель был значительно ниже и составил 22,8%. Наиболее низкие показатели смертности эмбрионов были отмечены во втором опыте,

Таблица 1

Оценка влияния обработки икры препаратом «Чиктоник» на количество погибших эмбрионов в критические периоды развития африканского сома

Этап эмбрионального развития клариевого сома	Доза 1,0 мл/л	Доза 1,5 мл/л	Контроль
	%	%	%
I этап (набухание, образование перивителлинового пространства и бластодиска)	1,7±0,6	1,3±0,6	2,6±0,6
II этап (дробление бластодиска до образования бластулы)	4,3±0,6	3,3±0,6	5,7±0,6
III этап (обрастание желтка бластодермой)	6,3±1,15	5,7±0,6	8,1±0,6
IV этап (дифференцировка головного и туловищного отдела зародыша)	2,6±0,6	1,3±0,6	4,3±0,6
V этап (обособление хвостового отдела и начало движения зародыша)	3,6±0,6	2,6±0,6	5,0±0,0
VI этап (выход эмбриона из оболочки)	4,3±0,6	3,6±0,6	5,7±0,6

Таблица 2

Характеристика роста предличинок в период перехода на экзогенное питание

Предличинки	Вес, мг		Прирост		Отход, %
	вылупление	5-6 сут	мг	%	
Опыт №1 (1,0 мл/л)	1,11	2,05	0,94	84,7	7,5
Опыт №2 (1,5 мл/л)	1,17	2,23	1,06	90,6	3
Контроль	1,03	1,74	0,71	68,9	10,9

где доза внесенного препарата составила 1,5 мл/л воды. Процент смертности эмбрионов во 2 опыте не превышал 17,8%.

Таким образом, на данном этапе исследований можно сделать заключение, что высокая смертность эмбрионов отмечалась в период прохождения критических стадий развития. Наиболее высокий процент смертности эмбрионов клариевого сома отмечалась на 2, 3, 5, 6 этапах эмбрионального развития. В опытных вариантах, где икра была обработана комплексным витаминно-аминокислотным препаратом «Чиктоник», выход свободных эмбрионов в первом опыте составил 77,2 %, во втором опыте выход эмбрионов был выше и составил 82,2 %. В контрольном варианте опыта выход свободных эмбрионов составил 68,6 %.

Более высокая выживаемость эмбрионов в опытных группах, получавших витаминно-аминокислотный комплекс в период инкубации оплодотворенной икры, свидетельствует об эффективности ее обработки. Наиболее высокие показатели получены при использовании «Чиктоника» в дозе 1,5 мл/л воды. Второй этап нашего исследования проводился в постэмбриональный период развития клариевого сома.

Продолжительность предличиночного периода у клариевого сома, когда организм существует за счет эмбрионального желтка, состав-

ляет от 2 до 3 суток. Различия на данном этапе были выявлены уже в первые сутки в опытах с икрой, обработанной препаратом «Чиктоник». Выход из оболочки предличинок клариевого сома проходил на 2,5 часа раньше, чем в контрольной группе.

Дальнейшее наблюдение за развитием предличинок клариевого сома до перехода на активное питание выявило значительное количество нарушений в развитии (недоразвитие передних отделов головы, искривление позвоночника и т.д.), в контроле аномалии развития составили более 32%. У предличинок, полученных из икры, обработанной препаратом «Чиктоник» в дозе 1,0 мл/л, количество нарушений в развитии, по сравнению с контролем, снизилось до 17 %, в дозе 1,5 мл/л - до 11 %.

Показатели низкой выживаемости предличинок к концу периода эндогенного питания (68 %) были характерны для контрольной группы. Более высокая выживаемость предличинок проявлялась в опытах № 1 и № 2, где овулировавшая икра изначально обрабатывалась витаминно-аминокислотным комплексом. В этом случае выживаемость составила 80 % и 89 % в 1 и 2 опытах соответственно, что обусловлено более ранним и активным переходом на экзогенное питание.

Эффективность обработки икры препара-

том «Чиктоник» отразилась на характеристике роста предличинок в период перехода на экзогенное питание, результаты представлены в таблице 2.

Отметим, что в 1 и 2 опытах рыбоводно-биологические показатели отличались, наибольшая эффективность препарата была достигнута при дозировке 1,5 мл/л.

Обсуждение

В наших исследованиях источником витаминов и аминокислот являлся препарат «Чиктоник». Стояла задача подобрать оптимальную концентрацию витаминов и аминокислот, которая бы обеспечила повышенную выживаемость эмбрионов.

Решаемая проблема злободневна, поскольку в нормативах рыбоводного процесса размер естественной гибели в норме может достигать 40%, поэтому поиск резервов увеличения выхода рыбоводной продукции, связанный со снижением отхода на разных стадиях развития эмбрионов, является актуальным. Своевременный и качественный биологический контроль является мерой раннего выявления нарушений в рыбоводном процессе и необходим для их оперативного устранения. Как показали результаты исследований, витаминно-аминокислотный комплекс снизил уровень гибели на разных этапах эмбриогенеза африканского сома. Более высокая выживаемость эмбрионов в опытных группах, получавших витаминно-аминокислотный комплекс, свидетельствует о его эффективности. Наиболее высокие показатели получены при использовании «Чиктоника» в дозе 1,5 мл/л.

При исследовании личиночной стадии наиболее высокие показатели прироста были получены при использовании витаминно-аминокислотного комплекса «Чиктоник» в дозах 1мл/л и 1,5 мл/л. «Чиктоником» обрабатывали науплии артемии, являвшиеся первой пищей, поступившей в организм личинок. Прирост составил 84,7 и 90,6 соответственно. Низкий процент прироста наблюдали в контроле - 68,9 %. У предличинок опытных групп переход на экзогенное питание совершался в более сжатые сроки, чем у предличинок в контрольной группе.

Заключение

1. Наиболее эффективной дозировкой для обработки икры клариевого сома витаминно-аминокислотным комплексом «Чиктоник» является 1,5 мл/л, при этом гибель эмбрионов на критических стадиях снижается на 13,6 % по сравнению с контролем.

2. Количество отклонений в развитии личинок клариевого сома, полученных из икры, обработанной витаминно-аминокислотным комплексом «Чиктоник», снизилось до 11 %, тогда как в контроле этот показатель был достаточно высоким – 32 %.

3. Эффективность обработки икры препаратом «Чиктоник» отразилась на характеристиках роста предличинок в период перехода на экзогенное питание, процент прироста в опытах № 1 и № 2 составил 84,7 и 90,6 соответственно. Самый низкий процент прироста наблюдали в контроле - 68,9%, где не использовался витаминно-аминокислотный комплекс.

Библиографический список

1. 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.

2. Власов, В. А. Клариевый (африканский) сом (биология, размножение, выращивание) : монография / В. А. Власов. – Москва : РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2016. – 110 с. – ISBN 978-5-9675-1571-2.

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

4. Власов, В. А. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения : инструктивно-методическое издание / В. А. Власов, А. П. Завьялов, Ю. И. Есавкин. - Москва : Росинформгротех, 2010. - 48 с. – ISBN 978-5-7367-0757-7.

5. 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.

6. Biology of reproduction of catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in high-tech industrial aquaculture / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova, T. M. Shlenkina, L. A. Shadyeva, I. S. Galushko // Journal of Fundamental and Applied Sciences. - 2018. - T. 10, № 5s. - P. 1116-1129.

7. Влияние гормональных препаратов на созревание половых продуктов клариевого сома (*Clarias gariepinus* B., 1868) / В. В. Ярмош,

А. В. Астренков, А. В. Козырь, Т. В. Масайло // Весник Палескага дзяржаўнага універсітэта. Сэрыя прыродазнаўчых навук. - 2017. - № 2. - С. 99-104.

8. 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.

9. Размножение африканского клариевого сома / В. П. Столяров, А. В. Ковригин, Р. С. Миронченко, Д. Д. Кутин // Сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции. В 4-х частях. - 2019. - С. 32-35.

10. 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.

11. 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.

12. Шинкаревич, Е. Д. Искусственное получение икры от африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) / Е. Д. Шинкаревич // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2019. - С. 293-296.

13. 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. - Т. 16, № 3. - P. 651-657.

14. 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. - Т. 464. - С. 349-356.

15. Halver, J. E. The vitamins required for cultivated Salmonids / J. E. Halver // Comp. Biochem. Physiol. - 1982. - Vol. 73 B, N 1. - P. 43-50.

16. Никифоров, А. Морфологические особенности сома *Clarias gariepinus* / А. Никифоров, А. Маилкова // Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития : сборник научных статей, посвященный 60-летию научно-исследовательской рыбохозяйственной станции. - Кишинев : Есо-TIRAS, 2005. - С. 56-58.

17. Пирог, А. В. Особенности развития некоторых органов клариевых сомов (Clariidae) в раннем онтогенезе / А. В. Пирог, О. В. Ложниченко // Юг России: экология, развитие. - 2015. - Т. 10, № 3. - С. 92-98.

18. 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.

19. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis Valenciennes, 1840* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae) / M. Legendre [et al.] // J. Fish Biol. - 1992. - Vol. 40. - P. 59-79.

INFLUENCE OF VITAMINS AND AMINO ACIDS ON CRITICAL PERIODS OF EMBRYONIC DEVELOPMENT OF AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH

Lyubomirova V.N., Romanova E.M., Romanov V.V., Spirina E.V., Shadyeva L.A.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, tel. : 8 (8422) 55-95-38
e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Key words: aquaculture, African sharptooth catfish, vitamins, reproductive products, eggs, embryos, fish larvae.

The work is devoted to the study of critical stages of embryonic development of African sharptooth catfish and the assessment of the effect of biologically active substances, amino acids and vitamins on African sharptooth catfish. The object of the study was incubated roe of African catfish at different stages of development. The aim of this work was to assess the effect of the vitamin-amino acid complex on embryogenesis of the African sharptooth catfish. Chiktonik was the source of vitamins and amino acids. The appropriate concentration of vitamins and amino acids was selected, which would ensure higher survivability of embryos. In the current standards of the fish-breeding process, a certain amount of waste is allowed from 10 to 40%, therefore, the search for reserves for increasing the yield of fish-breeding products associated with a decrease of waste at different stages of embryonic development is relevant. Timely and high-quality biological control is a measure of early detection of any disruptions in the fish breeding process and is necessary for their prompt elimination. As shown by the research results, the vitamin-amino acid complex reduced the death rate at different stages of African catfish embryogenesis. Higher survivability rate of embryos in the experimental groups that received the vitamin-amino acid complex proves its effectiveness. The highest rates were obtained when "Chiktonik" was used at a dose of 1.5 ml/l. The second stage of our study was carried out at the larval development stage of African catfish. When using Chiktonik vitamin and amino acid complex at a dose of 1 ml/l and 1.5 ml/l, the yield of larvae increased significantly compared to the control.

Bibliography:

1. Innovative approaches in obtaining reproductive products of African sharptooth catfish in basin aquaculture / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2017. - № 3 (39). - P. 88.
2. Vlasov, V. A. Clarid (African) catfish (biology, reproduction, breeding): monograph / V. A. Vlasov. - Moscow: RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016. - 110 p. - ISBN 978-5-9675-1571-2.
3. Khrustalev, E.I. Evaluation of growth potential of channel and clarid catfish, substantiating polycyclic growing technologies / E.I. Khrustalev // *Fish industry*. - 2010. - № 7. - P. 65-68.
4. Vlasov, V. A. Recommendations for reproduction and breeding of clarid catfish with application of closed-circuit installation of water supply: instructive-methodical publication / V. A. Vlasov, A. P. Zaviyalov, Yu. I. Esavkin. - Moscow: Rosinformagrotech, 2010. - 48 p. - ISBN 978-5-7367-0757-7.
5. Kozlov, V. I. Analysis of modern technologies in aquaculture: domestic developments and experience of China / V. I. Kozlov, A. V. Kozlov // *Fish economy*. - 2018. - № 1. - P. 73-76.
6. Biology of reproduction of catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in high-tech industrial aquaculture / EM Romanova, VN Lyubomirova, VV Romanov, ME Mukhitova, TM Shlenkina, LA Shadyeva, IS Galushko // *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. - 2018. - V. 10, № 5s. - P. 1116-1129.
7. Influence of hormonal preparations on maturation of sexual products of clarid catfish (*Clarias gariepinus* B., 1868) / V. V. Yarmosh, A. V. Astrenkov, A. V. Kozyr, T. V. Masailo // *Вестник Палесскага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук*. - 2017. - № 2. - P. 99-104.
8. 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 Aquat-ic Studies*. - 2017. - Vol. 5, iss. 2. - P. 264-269.
9. Reproduction of the African Clarid Catfish / V. P. Stolyarov, A. V. Kovrigin, R. S. Mironchenko, D. D. Kutin // *Collection of articles of the XXXI International Scientific and Practical Conference*. In 4 parts. - 2019. - P. 32-35.
10. 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.
11. Vlasov, V. A. Reproduction and breeding of clarid catfish (*Clarias gariepinus*) in installations with closed water supply / V. A. Vlasov, A. P. Zaviyalov // *Animal husbandry*. - 2014. - № 12. - P. 22-24.
12. Shinkarevich, E. D. Artificial production of caviar from African clarid catfish (*Clarias gariepinus*) / E. D. Shinkarevich // *Scientific support for development of the agro-industrial complex in the context of import substitution: a collection of scientific works based on the materials of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 115th anniversary of St. Petersburg State Agrarian University*. - 2019. - P. 293-296.
13. 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. - V. 16, № 3. - P. 651-657.
14. 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, MA Suprayudi, RF Hazanah, GS Lenggara, R. Sulistiani, M. Alkahfi, M. Zairin, W. Wiyoto // *Aquaculture*. - 2016. - V. 464. - P. 349-356.
15. Halver, J. E. The vitamins required for cultivated Salmonids / J. E. Hal-ver // *Comp. Biochem. Physiol.* - 1982. - Vol. 73 B, № 1. - P. 43-50.
16. Nikiforov, A. Morphological features of *Clarias gariepinus* catfish / A. Nikiforov, A. Maikova // *Freshwater aquaculture: state, trends and development prospects: a collection of scientific articles dedicated to the 60th anniversary of the research fishery station*. - Kishinev: Eco-TIRAS, 2005. - P. 56-58.
17. Pirog, A.V. Development features of some organs of Clarid catfish at early ontogenesis / A.V. Pirog, O.V. Lozhnichenko // *South of Russia: ecology, development*. - 2015. - V. 10, № 3. - P. 92-98.
18. 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.
19. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 and their reciprocal hybrids (*Pisces, Clariidae*) / M. Legendre [et al.] // *J. Fish Biol* ... - 1992. - Vol. 40. - P. 59-79.