

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КОРМЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ РЫБ

Шленкина Татьяна Матвеевна, 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»

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, функциональная кормовая добавка, показатели красной и белой крови.

Целью работы являлось изучение особенностей состава красной и белой крови африканского клариевого сома, выращиваемого с использованием элементов инновационной биотехнологии, предполагающей применение комплекса биологически активных компонентов, включающих адаптоген «Иркутин», пробиотик «Споротермин» и витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник». Адаптоген «Иркутин» использовали для повышения устойчивости организма рыб к действию неблагоприятных факторов среды. Пробиотик «Споротермин» применяли в качестве иммуномодулирующего агента для повышения иммунитета, снижения отрицательного воздействия стресс-факторов, для профилактически инфекций, нормализации микробиоценоза. Витаминно - аминокислотный комплекс «Чиктоник» рассматривался как источник витаминов и аминокислот, в которых остро нуждается организм рыб при выращивании в установках замкнутого водоснабжения. Объектом исследования являлись половозрелые самцы и самки африканского клариевого сома. В задачи работы входила оценка реакции системы крови рыб на компоненты разработанной нами функциональной кормовой добавки. Результаты исследований показали, что использование при выращивании африканского сома адаптогена «Иркутин» оказало активирующее влияние на уровень эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина в крови рыб. Применение пробиотика «Споротермин» также оказало выраженное влияние на содержание форменных элементов крови и на содержание гемоглобина. Однако, наиболее сильное активирующее воздействие на показатели крови оказал витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник», при котором все показатели были достоверно выше, чем при использовании других биологически активных компонентов. Активирующее влияние каждого из использованных биологически активных компонентов не выходило за пределы физиологической нормы.

Исследования выполнялись по заданию Минсельхоза РФ

Введение

Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации предусмотрен «Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, .. созданию безопасных и качественных, в том числе функциональных продуктов питания». Для того, чтобы получить натуральные функциональные продукты питания, в частности живую рыбу, необходимо разработать функциональные комплексы кормления, корректирующие работу организма с целью повышения продуктивности, качества рыбной продукции и придания ей функциональных свойств. Фактически при выращивании рыбы необходимо вводить с кормами в организм ингредиенты, способные обеспечить ей

добавленную полезность.

Для более полной реализации потенциала продуктивности и придания выращиваемой рыбе функциональных свойств нами была разработана биологически активная кормовая добавка для функциональных комплексов кормления, обеспечивающих улучшение качества и ускорение роста рыбы. В состав этой функциональной кормовой добавки мы включили пробиотики, адаптогены, аминокислоты и витамины, чтобы выращенная нами рыба была обогащена этими биологическими активными компонентами в дозах, соответствующих требованиям функционального ингредиента, т.е. чтобы 100 г рыбы содержали не менее 15% от его суточной потребности человека.

В то же время введение в рационы кормления пробиотиков, адаптогенов, витаминов и аминокислот должно оздоровить организм рыб [1-3]. Результативность действия использованной нами биологически активной кормовой добавки мы оценивали по реакции системы крови [4 - 8], поскольку она является самой чувствительной из систем организма и первой реагирует на возникающие воздействия [9 - 12]. Кровь является одной из высокодифференцированных реактивных тканей, являющихся информативными индикаторами состояния особи [4, 13 - 15]. Мониторинг гематологических показателей может быть использован для объективной оценки физиологического состояния рыб [5-7, 16-20].

Целью данной работы являлась оценка реакции крови рыб на использование функциональной кормовой добавки, содержащей пробиотик, адаптоген, витамины и аминокислоты.

Материалы и методы исследований

Исследования выполнялись на собственной экспериментальной базе. Объектом исследования являлись половозрелые самцы и самки африканского клариевого сома. Были сформированы три экспериментальные и одна контрольная группы по 50 особей в каждой (табл. 1).

Продолжительность опыта составляла пять месяцев. Во всех группах рыбу кормили экструдированным кормом Аqаgех, интервал между кормлениями составлял 3 часа. Каждую из групп содержали в отдельном бассейне объемом 1,5 м³, каждый бассейн был оснащен фильтром на кварцевом песке. Постоянно осуществлялся контроль гидрохимических показателей. Содержание кислорода составляло 70-90%. В сутки подмена воды была не менее 25%.

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Особенности кормления
1 (контрольная)	Основной рацион (ОР)
2 (опытная)	Основной рацион + адаптоген «Иркутин», 0,03гр/кг корма
3 (опытная)	Основной рацион + пробиотик «Споротермин» 2 гр/1 кг корма
4 (опытная)	Основной рацион + пребиотик «Чиктоник» 2мл/ 1 кг корма (витамино- аминокислотный комплекс)

Для проведения гематологических исследований кровь брали у голодной, выдержанной в хорошо аэрированной воде рыбы. Место забора крови обрабатывали хлоргексидином, а затем высушивали ватным тампоном для уда-

ления слизи. Для взятия крови использовали шприц с инъекционной иглой. Инструменты предварительно обрабатывали антикоагулянтом – гепарином. Кровь отбирали из хвостовой артерии. Отбор проб и их дальнейшую обработку проводили по общепринятым методикам [7, 11, 16].

Результаты исследований

Рыбы первой (контрольной) группы, как отмечалось выше, получали корма Аqаgех. Во второй группе дополнительно использовался препарат «Иркутин» (табл. 1), который является адаптогеном широкого спектра действия. В результате его применения повышается устойчивость организмов к действию неблагоприятных факторов, таких как повышенная или пониженная температура, низкий уровень кислорода, недостаток питательных веществ и витаминов и др.

В третьей группе дополнительно использовали пробиотик «Споротермин» (табл. 1), обладающий иммуномодулирующим действием. В рационах его используют с целью повышения иммунитета, снижения отрицательного воздействия стресс-факторов, профилактики и лечения инфекций, нормализации микробного баланса в пищеварительном тракте и т.д.

В четвертой группе дополнительно использовали витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник» (табл. 1). Его используют для обогащения и балансирования рационов по витаминам и аминокислотам.

В результате анализа морфологического состава крови было установлено, что за период эксперимента уровень содержания форменных элементов крови (эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов) у испытуемых рыб всех групп не выходил за пределы физиологической нормы, что говорит о нормальном протекании в их организме обменных процессов.

В период проведения эксперимента во всех опытных группах, получавших биологически активные вещества, отмечалась тенденция увеличения содержания эритроцитов по сравнению с контролем. Так, количество эритроцитов в крови рыб в контрольной группе составляло $0,98 \cdot 10^{12}/л$. На фоне адаптогена - $1,23 \cdot 10^{12}/л$, что выше на 25,5% по сравнению с первой группой (рис. 1).

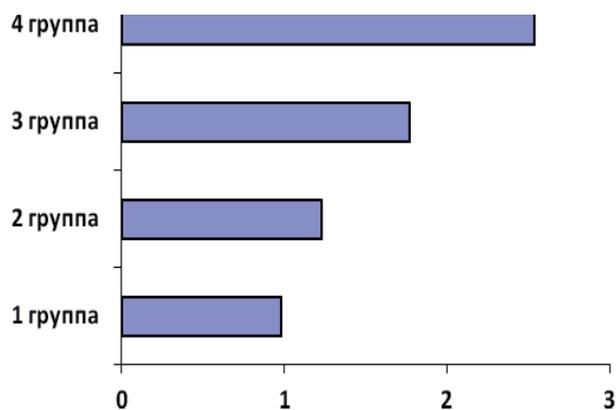


Рис. 1 – Содержание эритроцитов, $10^{12}/л$

В третьей опытной группе на фоне пробиотика этот показатель был равен $1,77 \cdot 10^{12}/л$. По сравнению с контрольной группой это на 80,61% больше и на 43,9% больше, чем во второй группе. В четвертой опытной группе этот показатель был равен $2,54 \cdot 10^{12}/л$, это в 2,59; 2,06 и 1,44 раза больше по сравнению с первой, второй и третьей группами соответственно.

Таким образом, общий анализ крови показал, что количество эритроцитов в опытных группах на фоне использования биологически активных веществ возрастало, однако не выходило за пределы физиологической нормы.

Основная функция эритроцитов – транспорт газов. Эта функция осуществляется благодаря наличию дыхательного пигмента – гемоглобина. С его участием поддерживается оптимальная интенсивность обмена веществ, которая определяет рост организма. Высокое содержание гемоглобина способно обеспечить более высокую интенсивность обмена, с одной стороны, и более широкие возможности для выживания в неблагоприятных условиях – с другой [9].

На основании проведенных исследований необходимо отметить, что количество гемоглобина (рис. 2) в крови клариевых сомов на протяжении эксперимента возрастало во всех опытных группах. Уровень гемоглобина на протяжении опыта у клариевых сомов находился в пределах 55,4–107,5 г/л. Содержание гемоглобина во второй опытной группе, получавшей адаптоген «Иркутин», было выше по сравнению с контролем на 22,92%. Количество гемоглобина в третьей опытной группе, получавшей пробиотик «Споротермин», составляло 83,8 г/л. Это на 51,56% больше, чем в контрольной группе, и на 23,05% больше, чем в первой.

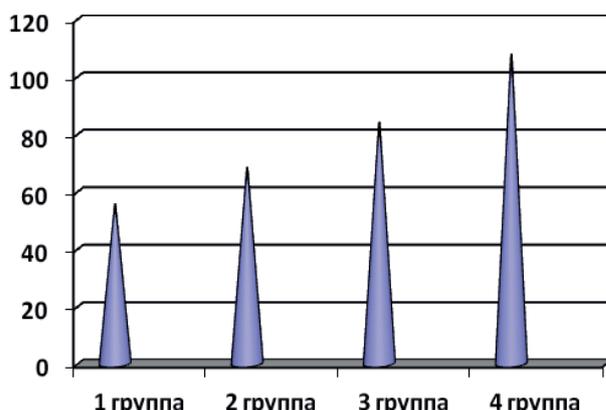


Рис. 2 – Содержание гемоглобина в крови рыб, г/л

Уровень гемоглобина в четвертой группе, получавшей пребиотик «Чиктоник», был выше по сравнению с первой группой в 1,94 раза, по сравнению со второй опытной группой – в 1,58 раза и третьей опытной группой – в 1,28 раза.

Исходя из выше изложенного, можно сказать, что после использования биологически активных ингредиентов наблюдалось увеличение концентрации гемоглобина во всех опытных группах, хотя и в разной степени. Повышение концентрации гемоглобина свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии рыб.

Основная функция лейкоцитов – защита организма от инфекций и от токсических воздействий. Содержание основных элементов белой крови рыб – лейкоцитов, в крови рыб из опытных групп было выше по сравнению с контрольной группой (рис. 3).

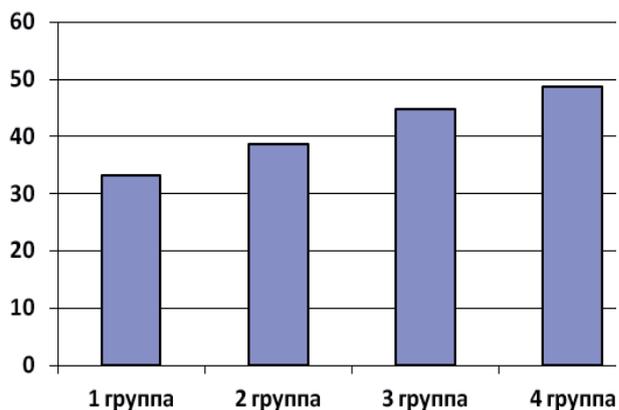


Рис. 3 – Содержание лейкоцитов, $10^9/л$

Обсуждение

Проведенные исследования свидетельствуют о положительном влиянии биологически активных ингредиентов на клеточное звено системы красной и белой крови и на содержание гемоглобина. Все использованные био-

логически активные ингредиенты: адаптоген, пробиотик, витамины и аминокислоты оказали позитивное влияние, каждый в своей мере, активируя клеточное звено системы белой крови, не выходя за пределы физиологической нормы.

Количество лейкоцитов в опытной группе, получавшей в качестве дополнения к основному корму «Иркутин», было на 16,61% выше, чем в контрольной группе. В опытной группе, получавшей дополнительно «Споротермин», количество лейкоцитов было больше, чем в контрольной на 35,32 % и на 16,03 %, чем во 2 группе. Различия были статистически достоверны.

Количество лейкоцитов в опытной группе, получавшей в качестве добавки «Чиктоник», были больше по сравнению с 1, 2 и 3 группами. Эти различия составили 50,24 %, 28,83 % и 11,03 % соответственно.

Таким образом, введение биологически активных компонентов оказало положительное влияние на содержание лейкоцитов в крови рыб. Наиболее выраженный эффект проявился на фоне витаминно-аминокислотного комплекса «Чиктоник». Содержание основных элементов белой крови - лейкоцитов в крови рыб опытных групп хоть и было выше по сравнению с контрольной, но не выходило за пределы физиологической нормы.

Заключение

Кровь первой в организме реагирует на воздействия внешней среды, что является доказательством повышенной реактивности этой ткани, поэтому гематологические показатели рыб могут успешно использоваться в качестве информативных при оценке физиологического статуса организма рыб [10-13].

В своей работе мы исследовали особенности количественного состава красной и белой крови африканского клариевого сома, выращиваемого по инновационной технологии, предполагающей использование комплекса биологически активных ингредиентов, включающих адаптоген «Иркутин», пробиотик «Споротермин» и витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник». Адаптоген «Иркутин» использовали для повышения устойчивости организма рыб к действию неблагоприятных факторов среды, таких как повышенная или пониженная температура, низкий уровень кислорода, недостаток питательных веществ и витаминов и др. Пробиотик «Споротермин» использовали в качестве иммуномодулирующего агента для повышения иммунитета, снижения отрицательное воздействие стресс-факторов, для профилактических

инфекций, нормализации микробного баланса в пищеварительном тракте и т.д. Витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник» рассматривался как источник витаминов и аминокислот, в которых остро нуждается организм рыб при выращивании в установках замкнутого водоснабжения.

Использование при выращивании клариевого сома адаптогена «Иркутин» показало, что он оказал активирующее влияние на клеточный состав и содержание гемоглобина в крови рыб. Применение пробиотика «Споротермин» оказало более выраженное влияние на содержание форменных элементов крови - эритроцитов и лейкоцитов, а также на содержание гемоглобина. Однако, наиболее сильное активирующее воздействие на показатели крови оказал витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник», при котором все показатели были достоверно выше, чем при использовании других биологически активных компонентов. При этом активирующее влияние каждого из использованных биологически активных компонентов не выходило за пределы физиологической нормы.

Полученные результаты в целом говорят об активирующем влиянии биологически активных компонентов разработанной нами функциональной кормовой добавки, включающей адаптоген «Иркутин», пробиотик «Споротермин» и витаминно-аминокислотный комплекс «Чиктоник», на индикаторные показатели крови африканского клариевого сома.

Библиографический список

1. Анализ современного состояния товарной аквакультуры / А. Б. Алиев, Б. И. Шихшабекова, А. Д. Гусейнов, И. В. Мусаева, Е. М. Алиева, А. Р. Шихшабеков // Проблемы развития АПК региона. - 2017. - Т.3, № 3(31). - С. 102-106.
2. Власов, В. А. Выращивание клариевого сома (CLARIAS GARIEPINUS BURCHELL) на комбикормах с различным уровнем протеина / В. А. Власов, И. С. Кулькова // Главный зоотехник. - 2020. - № 4. - С. 58-67.
3. Власов, В. А. Использование пробиотика «Субтилис» в качестве добавки в комбикорм при выращивании клариевого сома (CLARIAS GARIEPINUS) / В. А. Власов, Д. В. Артеменков, В. В. Панасенко // Рыбное хозяйство. - 2012. - № 5. - С. 89-93.
4. Виноградов, Г. Д. Физиолого-биохимическое состояние промысловой ихтиофауны в условиях диссеминации ксенобиотиков в бассейне р. Белая : спец. 03.03.01 : автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Виноградов Геннадий Дмитриевич ; Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. - Москва, 2011. - 22 с.

5. Ковзалов, Н. И. Влияние ростостимулирующих препаратов на гематологические показатели, химический состав и биологическую ценность мяса бычков Калмыцкой породы / Н. И. Ковзалов, А. А. Кайдулина, Е. В. Карпенко // Аграрный вестник Урала. - 2013. - № 9 (115). - С. 37-40.

6. Пробиотики в аквакультуре / Е. А. Котова, Н. А. Пышманцева, Д. В. Осепчук, А. А. Пышманцева, Л. Н. Тхакушинова // Сборник научных трудов Всероссийского научно – исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2012. - Т. 3, № 1-1. - С. 100-103.

7. Мазур, О. Е. Клеточный состав крови *Salvelinus malma* (Salmonidae) Реки Радуга (Камчатка) / О. Е. Мазур, Т. Е. Буторина, О. Ю. Бусарова // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). - 2021. - Т. 201, № 2. - С. 371-384.

8. Оценка молодежи сома обыкновенного при подборе производителей по уровню АЛТ / А. Б. Петрушин, Г. И. Пронина, В. А. Петрушин, А. О. Ревякин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - № 1(39). - С. 243-244.

9. Пронина, Г. И. Сравнительная характеристика сомов разных видов по гематологическим и биохимическим показателям / Г. И. Пронина, Д. В. Артеменков, А. Б. Петрушин // Труды ВНИРО. - 2017. - Т. 165. - С. 111-117.

10. Пронина, Г. И. Морфометрическая и физиолого-биохимическая оценка молодежи обыкновенного сома, выращенного в прудовых условиях / Г. И. Пронина, А. Б. Петрушин // Зоотехния. - 2011. - № 7. - С. 25-26.

11. Пронина, Г. И. Физиолого – иммунологическая оценка культивируемых гидробионтов: карпа, сома обыкновенного, речных раков : спец. 03.03.01 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Пронина Галина Иозепошна ; РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. - Москва, 2012. - 36 с.

12. Инновационные технологии производства продуктов функционального назначения в индустриальной аквакультуре / Е. М. Романова, В. В. Романов, В. Н. Любомирова, М. Э. Мухито-

ва, Л. А. Шадыева, Т. М. Шленкина, И. С. Галушко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2018. - № 5(148). - С. 54-59.

13. Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova, T. M. Shlenkina // Egyptian Journal of Aquatic Research. - 2018. - Т. 44, № 4. - P. 315-319.

14. Biology of reproduction of catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in hightech industrial aquaculture / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, 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. - Т. 10, № 5S. - P. 1116-1129.

15. Шалак, М. В. Гематологические показатели и живая масса линя при выращивании в садках с использованием препарата «Йодиол» / М. В. Шалак, Ю. М. Гончарик, А. И. Козлов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. - 2019. - № 22-2. - С. 85-93.

16. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Н. Т. Иванова. - Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 184 с.

17. Gonadosomatic index and some hematological parameters in african catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822) as affected by feed type and temperature level / W. A. Al-Deghayem, H. F. AlBalawi, S. A. Kandeal, E. A. M. Suliman // Brazilian archives of biology and technology. - 2017. - Т. 60. - P. E17160157.

18. Mekkiawy, I. A. Effects of 4-nonylphenol on blood cells of the african catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / I. A. Mekkiawy, U. M. Mahmoud, A. E. D. H. Sayed // Tissue and cell. - 2011. - Т. 43, № 4. - P. 223-229.

19. Early development of the african catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822), focusing on the ontogeny of selected organs Osman A.G.M. / S. Wuertz, F. Kirschbaum, I. A. Mekkiawy, J. Verreth // Journal of applied ichthyology. - 2008. - Т. 24, № 2. - P. 187-195.

20. Altered hematological and immunological parameters in silver catfish (*rhamdia quelen*) following short term exposure to sublethal concentration of glyphosate / L. C. Kreutz, L. J. Gil Barcellos, S. De Faria Valle, T. De Oliveira Silva, D. Anziliero, E. Davi Dos Santos, M. Pivato, R. Zanatta // Fish & shellfish immunology. - 2011. - Т. 30, № 1. - P. 51-57.

INFLUENCE OF COMPONENTS OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVE FOR FUNCTIONAL FEEDING COMPLEXES ON FISH BLOOD PARAMETERS

Shlenkina T.M., Romanova E.M., Romanov V.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

Keywords: aquaculture, African sharptooth catfish, functional feed additive, components of red and white blood

The aim of the work was to study red and white blood composition of African sharptooth catfish, reared with application of innovative biotechnology elements, which involve usage of a complex of biologically active components, including Irkutin adaptogen, Sporothermin probiotics and Chiktonik vitamin and amino acid complex. Irkutin adaptogen was used to increase fish organism resistance to unfavorable environmental factors. Sporothermin probiotics was applied as an immunomodulatory agent to increase immunity, reduce the negative effects of stress factors, prevent infections, and regulate microbiocenosis. Chiktonik vitamin - amino acid complex was considered as a source of vitamins and amino acids, which the fish organism desperately needs when reared in recirculating aquaculture system. The object of the study was sexually mature males and females of African sharptooth catfish. The tasks of the work included assessment of the fish blood system reaction to components of our functional feed additive. The results of the research showed that application of Irkutin adaptogen in rearing of African catfish had an activating effect on the level of erythrocytes, leukocytes and hemoglobin content in the fish blood. Usage of Sporothermin probiotics also had a conspicuous effect on the content of blood corpuscles and hemoglobin content. However, Chiktonik vitamin-amino acid complex had the strongest activating effect on blood parameters, all parameters were significantly higher than in case of application of other biologically active components. The activating effect of each biologically active component did not go beyond the physiological norm.

Bibliography:

1. Analysis of the current state of commercial aquaculture / A. B. Aliev, B. I. Shikhshabekova, A. D. Guseinov, I. V. Musaeva, E. M. Alieva, A. R. Shikhshabekov // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. - 2017. - Vol. 3, № 3 (31). - P. 102-106.
2. Vlasov, V. A. Breeding of Clarius catfish (CLARIAS GARIEPINUS BURCHELL) on mixed feeds with different levels of protein / V. A. Vlasov, I. S. Kulkova // Chief livestock technician. - 2020. - № 4. - P. 58-67.
3. Vlasov, V. A. Usage of "Subtilis" probiotics as an additive in compound feed for Clarius catfish breeding (CLARIAS GARIEPINUS) / V. A. Vlasov, D. V. Artemenkov, V. V. Panasenko // Fish industry. - 2012. - № 5. - P. 89-93.
4. Vinogradov, G.D. Physiological and biochemical state of commercial ichthyofauna under conditions of dissemination of xenobiotics in the river basin of the Belaya River: spec. 03.03.01: dissertation abstract for the degree of candidate of biological sciences / Gennady Dmitrievich Vinogradov; Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. - Moscow, 2011. - 22 p.
5. Kovzalov, N.I. Influence of growth-stimulating products on hematological parameters, chemical composition and biological value of meat of Kalmyk bull calves / N.I. Kovzalov, A.A. Kaidulina, E.V. Karpenko // Agrarian Vestnik of the Urals. - 2013. - № 9 (115). - P. 37-40.
6. Probiotics in aquaculture / E. A. Kotova, N. A. Pyshmantseva, D. V. Osepchuk, A. A. Pyshmantseva, L. N. Tkhakushinova // Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. - 2012. - V. 3, № 1-1. - P. 100-103.
7. Mazur, O. E. Blood cell composition of Salvelinus malma (Salmonidae) of the Raduga River (Kamchatka) / O. E. Mazur, T. E. Butorina, O. Yu. Busarova // Izvestiya of Pacific Fisheries Research Center. - 2021. - V. 201, № 2. - P. 371-384.
8. Evaluation of young common catfish in selection of producers by ALT level / A.B. Petrushin, G.I. Pronina, V.A. Petrushin, A.O. Revyakin // Vestnik of Orenburg State Agrarian University. - 2013. - № 1 (39). - P. 243-244.
9. Pronina, G.I. Comparative characteristics of catfish of different species by hematological and biochemical parameters / G.I. Pronina, D.V. Artemenkov, A.B. Petrushin // Scientific works of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography. - 2017. - V. 165. - P. 111-117.
10. Pronina, G.I. Morphometric and physiological-biochemical evaluation of young common catfish reared in pond conditions / G.I. Pronina, A.B. Petrushin // Animal science. - 2011. - № 7. - P. 25-26.
11. Pronina, G.I. Physiology - immunological assessment of reared aquatic organisms: carp, catfish, crayfish: spec. 03.03.01: dissertation abstract for the degree of Doctor of Biological Sciences / Pronina Galina Iozepovna; RSAU Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. - Moscow, 2012. - 36 p.
12. Innovative technologies for production of functional products in industrial aquaculture / E. M. Romanova, V. V. Romanov, V. N. Lyubomirova, M. E. Mukhitova, L. A. Shadyeva, T. M. Shlenkina, I. S. Galushko // Fish farming and fish farming. - 2018. - № 5 (148). - P. 54-59.
13. Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the African catfish (Clarias gariepinus, Burchell, 1822) / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova, T. M. Shlenkina // Egyptian Journal of Aquatic Research. - 2018. - T. 44, № 4. - P. 315-319.
14. Biology of reproduction of catfish (Clarias gariepinus, Burchell, 1822) in hightech industrial aquaculture / EM Romanova, VN Lyubomirova, 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.
15. Shalakov, M. V. Hematological parameters and live weight of tench in case of rearing in cages with "Iodinol" application / M. V. Shalakov, Yu. M. Goncharik, A. I. Kozlov // Current problems of intensive development of animal husbandry. - 2019. - № 22-2. - P. 85-93.
16. Ivanova, N. T. Atlas of fish blood cells / N. T. Ivanova. - Moscow: textile and food industry, 1982. - 184 p.
17. Gonadosomatic index and some hematological parameters in african catfish clarias gariepinus (Burchell, 1822) as affected by feed type and temperature level / W. A. Al-Deghayem, H. F. AlBalawi, S. A. Kandeal, E. A. M. Suliman // Brazilian archives of biology and technology. - 2017. - V. 60. - P. E17160157.
18. Mekkawy, I. A. Effects of 4-nonylphenol on blood cells of the African catfish clarias gariepinus (Burchell, 1822) / I. A. Mekkawy, U. M. Mahmoud, A. E. D. H. Sayed // Tissue and cell. - 2011. - V. 43, № 4. - P. 223-229.
19. Early development of the African catfish clarias gariepinus (Burchell, 1822), focusing on the ontogeny of selected organs Osman A.G.M. / S. Wuertz, F. Kirschbaum, I. A. Mekkawy, J. Verreth // Journal of applied ichthyology. - 2008. - V. 24, № 2. - P. 187-195.
20. Altered hematological and immunological parameters in silver catfish (rhamdia quelen) following short term exposure to sublethal concentration of glyphosate / LC Kreutz, LJ Gil Barcellos, S. De Faria Valle, T. De Oliveira Silva, D. Anzilero, E. Davi Dos Santos, M. Pivato, R. Zanatta // Fish & shellfish immunology. - 2011. - V. 30, № 1. - P. 51-57.