

ПОЛОВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ АФРИКАНСКОГО СОМА

Шленкина Татьяна Матвеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

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

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика»

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

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; e-mail: t-shlenkina@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, клариевый сом, адаптоген, иркутин, лейкоцитарная формула, эритроциты, лейкоциты.

Целью наших исследований являлось изучение особенностей состава периферической крови африканского клариевого сома в норме и на фоне введения с кормами адаптогена «Иркутин» в зависимости от возраста и половой принадлежности. «Иркутин» повышает сопротивляемость организма внешним негативным воздействиям, укрепляет иммунитет, нормализуют деятельность центральной нервной системы и гормональный фон, стимулирует энергетический и водно-солевой обмены, активизирует рост, оптимизирует физиологическое состояние, усиливает сопротивляемость заболеваниям. В нашей работе изложены результаты исследований показателей периферической крови африканского сома в половозрастном аспекте. Объектом исследования являлись самцы и самки клариевого сома в возрасте 6, 12 месяцев и двух лет. Контрольные группы получали основной рацион, опытной группе к основному рациону добавляли «Иркутин». На фоне применения адаптогена в составе кормов для рыб отмечались позитивные изменения в количественном составе клеток периферической крови. По результатам наших исследований «Иркутин» активировал эритропоэз и стимулировал производство белых кровяных клеток – лейкоцитов. На фоне «Иркутина» также были выявлены половые и возрастные особенности стимулирующего действия. Были отмечены изменения соотношения лимфоцитов, нейтрофилов, моноцитов и полиморфноядерных клеток в лейкоцитарной формуле клариевого сома на фоне введения «Иркутина». Было установлено, что «Иркутин» оказывает общестимулирующий эффект на кроветворение.

Исследования выполнялись при поддержке РФФИ, проект 18-416-730005

Введение

Ведение рыбохозяйственной деятельности на водоемах является одним из важнейших направлений эксплуатации биологических ресурсов, формируемых под воздействием природно-климатических и антропогенных факторов.

В современных условиях рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства. Надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является аквакультура.

Благодаря активному развитию аквакультурных технологий стало возможным выращивать рыбу не только в прудах и садках, но и в контролируемых условиях окружающей среды. Такие системы называются установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Благодаря таким установкам появляется возможность заниматься выращиванием и разведе-

нием различных видов рыб, в первую очередь осетровых, форели, клариевых сомов, раков, креветок и других.

Попадание вредоносных веществ в УЗВ исключено, также минимизированы заболевания рыбы инфекционными болезнями и паразитами, что благоприятно сказывается на качестве конечного продукта.

Клариевых сомов культивируют не только в пределах естественного ареала тропических и субтропических областей, но и за пределами.

Высокая скорость роста, устойчивость к болезням, высокая плодовитость и легкость искусственного воспроизводства личинок являются преимуществами выращивания клариевых сомов [1-3].

В процессе интенсивного выращивания и селекционно-племенной работы с рыбами важно оценивать их физиологическое состояние. Изучение гематологических и биохимических показате-

лей крови дают возможность выявить изменения гомеостаза и гомеокинеза. Температура и загрязненность воды, гидрохимический режим, состав и количество поедаемых кормов, плотность содержания рыбы, сезонность и возраст оказывают влияние на показатели как белой, так и красной крови.

На сегодняшний день работ, посвященных изучению показателей крови именно этого вида рыб, не достаточно. Это объясняется тем, что не в полной мере установлены связи между средой обитания рыб и их организмом, показателями их крови и физиологическим состоянием, полом, возрастом, течением патологических процессов.

С целью повышения резистентности организма в своих исследованиях в качестве добавки к основному рациону мы использовали адаптоген – «Иркутин». Это иммуномодулирующий препарат с выраженным адаптогенным эффектом. Препарат укрепляет иммунную систему, уменьшает действие различных токсинов, повышает устойчивость организма к гипоксии, низким и высоким температурам и другим неблагоприятным факторам [4-8].

Целью наших исследований являлось изучение особенностей состава периферической крови африканского клариевого сома в норме и на фоне введения с кормами адаптогена «Иркутин» в зависимости от возраста и половой принадлежности.

Исследовалось количество эритроцитов и лейкоцитов, лейкоцитарная формула африканского сома в норме в ходе онтогенеза при введении в организм адаптогена «Иркутина».

Объекты и методы исследований.

Исследования проводили в Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры кафедры «Биологии, ветеринарной генетики, паразитологии и экологии» Ульяновского ГАУ.

Африканских сомов содержали в бассейнах, оборудованных фильтрами с кварцевым песком. Объем бассейна составлял 3,8 м³, глубина - 85 см. Содержание кислорода составляло 70-90 %. В сутки подмена воды составляла не менее 25 %.

Для изучения гематологических показателей крови нами были сформированы контрольные и экспериментальные группы африканских сомов в возрасте 6 месяцев, 12 месяцев и двух лет.

Из полугодовых сомов были сформированы 2 группы: контрольная, которая состояла из 50 особей (25 самок и 25 самцов), II – опытная, состоящая из 50 особей (25 самок и 25 самцов) в этом же возрасте.

В возрасте 12 месяцев по принципу аналогов были сформированы 2 группы сомов: I контрольная группа – 50 особей (25 самок и 25 самцов), II – опытная, состоящая из 50 особей (25 самок и 25 самцов).

Из африканских сомов в возрасте 2 лет по такому же принципу были сформированы 2 группы контрольная и опытная по 50 особей в каждой (25 самок и 25 самцов).

Контрольные группы получали основной рацион, опытные - кроме основного рациона дополнительно получала «Иркутин». В экспериментальной и контрольной группах рыбу кормили экструдированным кормом Aqarex. Кормление осуществлялось с учетом размера кормовых гранул в соответствии с возрастом и весом рыбы. «Иркутин» смешивали с кормом, опрыскивая его раствором в дозировке 0,1 г/кг корма, далее высушивая. Кормление опытных групп осуществлялось вручную для обеспечения регулярного питания, интервал между кормлениями составлял 3 часа.

Для проведения гематологических исследований кровь брали у голодной, выдержанной в хорошо аэрированной воде рыбы.

Лабораторные исследования и обработку полученных данных проводили на базе УЛГАУ факультета ветеринарной медицины и биотехнологии кафедры биологии, ветеринарной генетики, паразитологии и экологии.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли общепринятыми методами с применением программы Excel 2007.

Результаты исследований

Количество крови у рыб меньше, чем у всех остальных позвоночных животных. Это связано с горизонтальным положением тела и меньшими энергетическими тратами в связи с жизнью в водной среде [9].

Морфологическая и биохимическая характеристика крови различна у разных видов в связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни. Кроме того, внутри одного вида эти показатели также могут варьировать в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, состояния особей. Эритроциты рыб крупнее, а их количество в крови меньше, чем у высших позвоночных, лейкоцитов же, как правило, больше. Это связано, с одной стороны, с пониженным обменом рыб, а с другой - с необходимостью усилить защитные функции крови [10-13].

Клетки иммунной системы представлены лейкоцитами, которые отвечают за защитные функции организма, главной задачей которых является формирование так называемой линии обороны от вирусов, бактерий, токсинов, инородных тел, отработанных шлаков. Каждый тип клеток лейкоцитарного ряда выполняет свою функцию: так, одни настроены на обнаружение чужеродных элементов в организме, другие отвечают за рас-

Таблица 1

Гематологические показатели полугодовалых сомов

Показатель	Возраст			
	6 месяцев			
	I группа (контрольная)		II группа (опытная)	
	самец	самка	самец	самка
Нейтрофилы	4,7±0,66	5,1±0,77	5,0±0,95	5,5±0,83
Моноциты	5,2±0,79	2,1±0,33	2,1±0,33	2,9±0,33
Полиморфноядерные	4,3±0,68	5,5±0,84	4,0±0,64	4,9±0,76
Лимфоциты	85,8±13,64	84,9±13,41	88,9±14,31	86,7±13,12
Эритроциты, *10 ¹² /л	0,93±0,15	0,85±0,13	1,18±0,18	1,11±0,17
Лейкоциты, *10 ⁹ /л	0,5±0,08	0,59±0,09	0,7±0,11	0,81±0,13

познавание «свой—чужой», а третьи передают полученную информацию молодым клеткам, то есть отвечают за иммунную память. Особая роль отведена клеткам, уничтожающим вредоносные для организма элементы [14-15].

Основными типами клеток белой крови рыб являются лимфоциты, моноциты, нейтро-, эозино- и базофилы. Лейкоцитарный ряд клариевого сома представлен лимфоцитами, нейтрофилами, моноцитами и полиморфноядерными клетками (табл. 1).

Морфология белой крови в возрасте 6 месяцев характеризовалась преобладанием лимфоцитов, число которых находилось в пределах 84,9 % - 88,9 %. Количество лимфоцитов в опытной группе у самцов было на 3,5 % ($p < 0,1$), самок на 2,08 ($p < 0,02$) больше, чем в контрольной группе.

На втором месте по удельному весу в белой крови стоит фракция нейтрофилов. Этот показатель в крови опытной группы имел достоверное увеличение у самок по сравнению с контролем. Так, процент нейтрофилов составил у опытной группы – 4,7-5,1 %, контрольной 5,0-5,5 %. У самок опытной группы этот показатель был достоверно выше.

В период опыта количество моноцитов в крови рыб не имело статистически достоверных различий между группами. Доля моноцитов в крови рыб в опытной группе у самцов составила 5,2 % у самок 2,1 %. В опытной группе 2,1 % и 2,9 % соответственно.

Важным гематологическим показателем является процентное соотношение разных типов лейкоцитов (лейкоформула), так как она отражает физиологическое состояние рыб и некоторые стороны клеточного иммунитета. Анализ лейкоцитарного профиля организма клариевого сома свидетельствует, что на фоне использования трекрезана у рыб наблюдается достоверное увеличение абсолютного количества лейкоцитов, при этом происходит снижение относительного количества моноцитов. Таким образом, лейкоцитоз в пределах физиологической нормы, с выраженным лимфоцитозом, имеющим абсолютное большинство в лейкоцитарной формуле и некоторое снижение доли моноцитов, свидетельствует о высокой степени развития клеточного звена системы иммунитета.

Количество эритроцитов в крови подопытных групп в начале опыта составляло 0,85-1,11*10¹²/л. После использования трекрезана наблюдается достоверное увеличение количество эритроцитов как у самцов, так и у самок. Эти различия составили 21,2 ($p < 0,001$) и 23,4 ($p < 0,01$) соответственно.

На фоне применения трекрезана содержание основных элементов белой крови - лейкоцитов в крови рыб опытной группы было выше в сравнении с контрольной, но в пределах физиологической нормы. В начале опыта количество лейкоцитов в крови рыб обеих групп составляло 0,5-0,59*10⁹/л. В крови рыб опытной группы данный показатель у самцов не имел достоверных отличий от контроля. Количество лейкоцитов в крови самок было достоверно выше в опытной на 27,2 % соответственно.

Таким образом, анализ результатов гематологических исследований позволил сделать следующие выводы: скормливание «Иркутина» африканскому сому в возрасте 6 месяцев свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии и высоких адаптивных возможностях рыб.

Общее содержание лейкоцитов у африканского сома (табл. 2) в контрольной группе колебалось от 0,9 – 0,98*10⁹/л, опытной – 1,02 – 1,12*10⁹/л. Достоверное увеличение лейкоцитов отмечено у самок опытной группы по сравнению с контролем на 12,5 % (рис. 1).

По наличию зернистости были выделены агранулоциты (лимфоциты, моноциты) и гранулоциты, последние были представлены нейтрофилами на всех стадиях зрелости. Эозинофилы и базофилы в образцах крови африканского сома нами не были обнаружены.

Нейтрофилы на протяжении опыта имели статистически достоверное снижение по сравнению с сомами первой контрольной группы. У самцов эти различия составили 0,5%, самок 0,6%.

Моноциты составляли от 2,4 до 3,8 % в контрольной и опытной группах. Статистически достоверное снижение количества моноцитов отмечались как у самцов, так и самок. Соответственно они составили 35,13 % и 24,47 %.

Количество полиморфноядерных клеток в крови африканского сома находится в пределах: в опытной группе 0,9 – 2,0%, в контрольной группе

Таблица 2

Показатели крови африканского сома в возрасте 12 месяцев

Показатель	Возраст			
	12 месяцев			
	I группа (контрольная)		II группа (опытная)	
	самец	самка	самец	самка
Нейтрофилы	3,0±0,45	3,2±0,48	2,5±0,37	2,6±0,39
Моноциты	3,7±0,56	3,8±0,57	2,4±0,37	2,87±0,46
Полиморфноядерные	0,8±0,12	2,5±0,38	0,9±0,14	2,0±0,82
Лимфоциты	92,5±13,88	90,5±13,78	94,2±14,13	92,53±13,77
Эритроциты, *10 ¹² /л	1,09±0,17	1,14±17,08	1,35±0,20	1,28±0,20
Лейкоциты, *10 ⁹ /л	0,9±0,14	0,98±0,16	1,02±0,16	1,12±0,18

Таблица 3

Гематологические показатели африканского сома в возрасте 2 лет

Показатель	Возраст			
	2 года			
	I группа (контрольная)		II группа (опытная)	
	самец	самка	самец	самка
Нейтрофилы	3,2±0,48	2,5±0,37	2,7±0,40	2,3±0,37
Моноциты	3,4±0,58	4,0±0,72	2,25±0,36	3,8±0,63
Полиморфноядерные	3,8±0,72	2,9±0,54	3,5±0,59	2,6±0,47
Лимфоциты	89,6±15,23	90,6±19,02	91,58±17,44	91,3±17,62
Эритроциты, *10 ¹² /л	1,41±0,28	1,21±0,19	1,5±0,27	1,31±0,20
Лейкоциты, *10 ⁹ /л	1,01±0,16	1,14±0,18	1,17±0,19	1,25±0,21

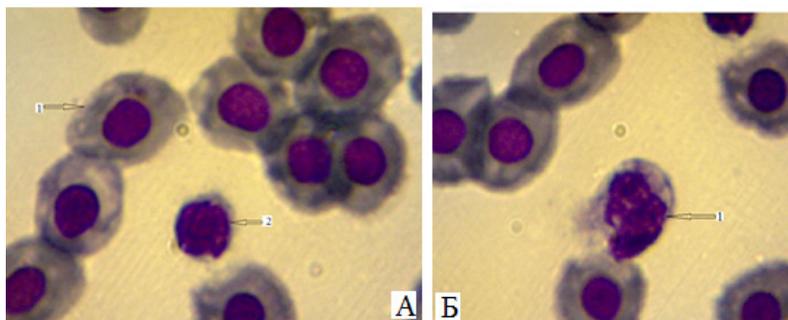


Рис. 1 – Лейкоциты: А – 1 – эритроциты; 2 – лимфоцит; Б – 1 – моноцит

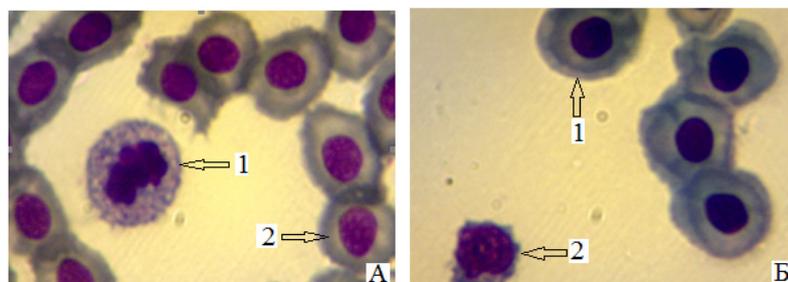


Рис 2. – Лейкоциты: А – 1 сегментоядерный нейтрофил, 2 – эритроцит; Б – 1 – полиморфноядерная клетка, 2 – эритроцит

0,8 – 2,5% в зависимости от пола.

Лейкоцитарная формула (соотношение различных форм лейкоцитов) на 90,5 – 94,2% представлена лимфоцитами. На протяжении опыта отмечалось статистически достоверное увеличение лимфоцитов за счет снижения нейтрофилов и моноцитов.

Интересными и показательными оказались результаты гематологических анализов рыб. Гематологические показатели служат индикатором реакций организма на стресс у рыб, в том числе - в кормлении. Поэтому анализ крови может использоваться для оценки влияния различных кормовых добавок на физиологическое состояние рыб.

Общий анализ крови африканского сома показал (табл. 3), что количество эритроцитов во всех группах было в пределах 1,21 – 1,5*10¹²/л. В контрольной группе количество эритроцитов колебалось от 1,21-1,41*10¹²/л. В опытной же группе отмечалось статистически достоверное увеличение у самцов в 1,06 раза, у самок - в 1,08 раза.

Содержание основных элементов белой крови рыб – лейкоцитов в крови рыб из опытной группы было статистически достоверно больше в сравнении с контрольной, хотя эти различия были незначительные.

У самцов количество нейтрофилов имело статистически достоверное снижение по сравнению с контрольной группой, что нельзя сказать про самок. Так, количество нейтрофилов у самцов было меньше на 15,62 %, у самок – на 8,0%.

Моноциты также имели направленность снижения. Более существенные отличия отмечались у самцов по сравнению с самками, причем статистически достоверно. Эти различия составили 33,82 % и 5 %.

Отмечалось снижение полиморфноядерных клеток в первой группе по сравнению со второй группой. В первой контрольной группе этот показатель равнялся у самцов 3,8±0,72, у самок 2,9±0,54. Во второй опытной группе 3,5±0,59 и 2,6±0,47 соответственно. Различия были статистически достоверны (рис. 3).

Другой важный гематологический показатель – процентное соотношение разных типов лейкоцитов. Обращает на себя внимание большее процентное содержание лимфоцитов. Наиболее значимое изменение в лейкоцитарном составе крови проявилось в увеличении относительного и абсолютного числа лимфоцитов на фоне снижения количества нейтрофилов, моноцитов, полиморфноядерных клеток. Кровь клариевого сома носит ярко выраженный лимфоидный характер.

Установленные нами изменения и уровень показателей крови свидетельствует об успешной адаптации клариевого сома разного возраста к условиям в УЗВ и позволяют утверждать, что рыба находилась в хорошем физиологическом состоянии, свидетельствующем о благоприятных условиях выращивания в УЗВ.

Таким образом, повышение количества эритроцитов и лейкоцитов может свидетельствовать о том, что препарат «Иркутин» стимулирует эритропоэз и лейкопоэз, не изменяя стабильности кроветворения и постоянства в составе и общем количестве периферической крови, оказывает иммуномодулирующее действие, повышая неспецифическую резистентность и иммунный статус организма рыб в постнатальном онтогенезе.

Библиографический список

1. 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. Al-Balawi, S. A. Kandeal, E. A. M. Suliman // *Brazilian archives of biology and technology*. - 2017. - Т. 60. - С. E17160157.
2. Mekawy, I. A. Effects of 4-nonylphenol on blood cells of the african catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / I. A. Mekawy, U. M. Mahmoud, A. E. D. H. Sayed // *Tissue and cell*. - 2011. - Т. 43, № 4. - С. 223-229.
3. 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. Mekawy, J. Verreth // *Journal of applied ichthyology*. - 2008. - Т. 24, № 2. - С. 187-195.
4. 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. - С. 51-57.
5. Никитина, А. П. Влияние биологически активной кормовой добавки на гематологические показатели рыб / А. П. Никитина, Н. И. Косяев // *Известия международной академии аграрного образования*. - 2018. - № 38. - С. 133-136.
6. Рамазанова, М. Г. Изменения морфофизиологических показателей крови стерляди (*Acipenser ruthenus*) при их выращивании в искусственных условиях / М. Г. Рамазанова, Н. М. Абдуллаева // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. - 2017. - Т. 19, № 2-3. - С. 513-517.
7. Burgos-Aceves, M. A. Description of peripheral blood cells and differential blood analysis of captive female and male leopard grouper *mycteroperca rosacea* as an approach for diagnosing diseases / M. A. Burgos-Aceves, R. Campos-Ramos, D. A. Guerrero-Tortolero // *Fish physiology and biochemistry*. - 2010. - Т. 36, № 4. - С. 1263-1269.
8. Ахметова, В. В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В. В. Ахметова, С. Б. Васина // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2015. - № 3 (31). - С. 53-58.
9. Study of some hematological and biochemical parameters of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) fry in western part of mazandaran province, iran / M. J. Zorriehzahra, M. D. Hassan, M. Gholizadeh, A. A. Saidi // *Iranian journal of fisheries sciences*. - 2010. - Т. 9, № 1. - С. 185-198.
10. Гилева, Т. А. Характеристика периферической крови и содержания тяжёлых металлов в органах и тканях окуня водоёмов бассейна р. Камы / Т. А. Гилева, Н. В. Костицына // *Теоретическая и прикладная экология*. - 2014. - № 2. - С. 46-51.
11. Морфологические особенности кровяных клеток европейского окуня (*Perca fluviatilis*) в искусственных условиях / Нгуен Тхи Хонг Ван, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых, Б. У. Дорджиев // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Рыбное хозяйство»*. - 2017. - № 3. - С. 106-112.
12. An experimental study of the effect of natural zeolite of chankanay deposits on fish-breeding and biological and hematological parameters of the body of fish / A. E. Paritova, N. B. Sarsembayeva, B. Buraliev, A. E. Slyamova // *Global veterinaria*. - 2013. - Т. 11, № 3. - С. 348-351.
13. Cooperation of erythrocytes with leukocytes in immune response of a teleost *olegnathus fasciatus* / J.-M. Jeong, M.-C. Kim, C.-I. Park, C. M. An // *Genes & genomics*. - 2016. - Т. 38, № 10. - С. 931-938.
14. Инновационные технологии производ-

ства продуктов функционального назначения в индустриальной аквакультуре / Е. М. Романова, В. В. Романов, В. Н. Любомирова, М. Э. Мухитова, Л. А. Шадыева, Т. М. Шленкина, И. С. Галушко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2018. - № 5(148). - С. 54-59.

15. 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. - С. 315-319.

AGE AND GENDER PARAMETRE DYNAMICS OF PERIPHERAL BLOOD OF AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH

Shlenkina T. M., Romanova E. M., Romanov V.V.
FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard1; 8 (8422) 55-95-38 e-mail: t-shlenkina@yandex.ru

Key words: aquaculture, sharptooth catfish, adaptogen, irkutin, leukocyte formula, erythrocytes, leukocytes.

The aim of our research was to study peripheral blood composition features of African sharptooth catfish normally and in case of introduction of "Irkutin" adaptogen with feed, depending on age and gender. Irkutin increases resistance to external negative influence, strengthens the immune system, normalizes the activity of the central nervous system and hormonal profile, stimulates energy and water-salt metabolism, activates growth, improves physiological state and strengthens resistance to diseases. The results of studies of peripheral blood parameters of African catfish in age and gender aspect are presented in our work. The object of the research was male and female sharptooth catfish at the age of 6, 12 months and two years. The control groups received the main ration, the test group received "Irkutin" with the main ration. Positive changes were noted in quantitative composition of peripheral blood cells in case of application of adaptogen in the composition of fish feeds. According to results of our research, Irkutin activated erythropoiesis and stimulated production of white blood cells - leukocytes. Gender and age-related features of the stimulating effect were also identified. Changes were observed in balance of lymphocytes, neutrophils, monocytes and polymorphonuclear cells in the leukocyte formula of sharptooth catfish in case of introduction of "Irkutin". It was found that "Irkutin" has a general stimulating effect on blood formation.

Bibliography

1. Gonadosomatic index and some hematological parameters in African catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822) as affected by feed type and temperature level / W. A. Al-Dehayem, H. F. Al-Balawi, S. A. Kandeal, E. A. M. Suliman // Brazilian archives of biology and technology. - 2017. - V. 60. - P. E17160157.
2. 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.
3. 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.
4. 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. Anzilero, E. Davi Dos Santos, M. Pivato, R. Zanatta // Fish & shellfish immunology. - 2011. - V. 30, № 1. - P. 51-57.
5. Nikitina, A. P. Influence of biologically active feed additives on hematological parameters of fish / A. P. Nikitina, N. I. Kosyayev // Izvestiya of International Academy of Agricultural Education. - 2018. - No. 38. - P. 133-136.
6. Ramazanova, M. G. Changes in morphophysiological parameters of sterlet blood (*Acipenser ruthenus*) when it is bred in artificial conditions / M. G. Ramazanova, N. M. Abdullaeva // Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2017. - V. 19, No. 2-3. - P. 513-517.
7. Burgos-Aceves, M. A. Description of peripheral blood cells and differential blood analysis of captive female and male leopard grouper *mycteroperca rosacea* as an approach for diagnosing diseases / M. A. Burgos-Aceves, R. Campos-Ramos, D. A. Guerrero-Tortolero // Fish physiology and biochemistry. - 2010. - V. 36, № 4. - P. 1263-1269.
8. Akhmetova, V.V. Assessment of morphological and biochemical blood profile of cyprinid fish bred in OOO Rybkhoz, Ulyanovsk region / V.V. Akhmetova, S. B. Vasina // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2015. - No. 3 (31). - P. 53-58.
9. Study of some hematological and biochemical parameters of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) fry in western part of Mazandaran province, Iran / M. J. Zorriehzahra, M. D. Hassan, M. Gholizadeh, A. A. Saidi // Iranian journal of fisheries sciences. - 2010. - VV. 9, № 1. - P. 185-198.
10. Gileva, T. A. Profile of peripheral blood and the content of heavy metals in the organs and tissues of perch in water reservoirs of the river Kama basin. / T.A. Gileva, N.V. Kostitsyna // Theoretical and Applied Ecology. - 2014. - No. 2. - P. 46-51.
11. Morphological features of blood cells of European perch (*Perca fluviatilis*) in artificial conditions / Nguyen Thi Hong Van, S. V. Ponomarev, Yu. V. Fedorovykh, B. U. Dordzhiev // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series "Fisheries". 2017. - No. 3. - P. 106-112.
12. An experimental study of the effect of natural zeolite of chankanay deposits on fish-breeding and biological and hematological parameters of the body of fish / A. E. Paritova, N. B. Sarsembayeva, B. Buralhiev, A. E. Slyamova // Global veterinary. - 2013. - V. 11, № 3. - P. 348-351.
13. Cooperation of erythrocytes with leukocytes in immune response of a teleost *olegnathus fasciatus* / J.-M. Jeong, M.-C. Kim, C.-I. Park, C. M. An // Genes & genomics. - 2016. - V. 38, № 10. - P. 931-938.
14. 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 fisheries. - 2018. -- No. 5 (148). - P. 54-59.
15. 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. - С. 315-319.