

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА В УСЛОВИЯХ УЗВ

**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, зав кафедрой «Информатика»

**Шадыева Людмила Алексеевна**, 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)55-23-75;

e-mail: t-shlenkina@yandex.ru

**Ключевые слова:** аквакультура, установки замкнутого водоснабжения, африканский клариевый сом, лейкоцитарная формула, лейкоциты, эритроциты.

В статье изложены результаты исследований влияния биотических и абиотических факторов, в частности плотности посадки и температуры на состав периферической крови африканского клариевого сома. Было установлено, что при понижении температуры воды на 4-6°C, по сравнению с оптимальной, у сома изменяется структура лейкоцитарной формулы, содержание эритроцитов и лейкоцитов. Ответ на действие температурного фактора затронул в лейкоцитарной формуле полиморфноядерные клетки и моноциты, в меньшей мере - лимфоциты. Остальные составляющие лейкоцитарной формулы выраженных изменений не претерпели. Достоверные изменения произошли в системе красной крови. При снижении температуры содержание эритроцитов в крови существенно снизилось. При этом содержание лейкоцитов достоверно возросло. Аналогичные ответные реакции системы крови были отмечены при повышенной плотности посадки. Было показано, что доля моноцитов при повышенной плотности посадки существенно возросла. Именно моноциты осуществляют фагоцитоз, что позволяет организму естественным образом бороться с проникновением чужеродных агентов. Нельзя не отметить, что доля моноцитов на фоне повышения плотности посадки возросла более чем на 76%. Это очевидно обусловлено тем, что при высокой плотности посадки концентрация метаболитов рыб в воде УЗВ возрастает. Высокий уровень органики способствует развитию патогенной и условно-патогенной микробиоты, угрожающей организму рыб. Именно этот процесс, на наш взгляд, стимулирует механизм повышенной продукции моноцитов.

**Исследования выполнялись при поддержке РФФИ по проекту 18-016-00127.**

### Введение

Обеспечение продовольственной безопасности России в настоящее время является одной из основных задач экономического развития государства. Продовольственная независимость страны обеспечит ей процветание и повысит качество жизни людей. Одной из интенсивно развивающихся отраслей сельскохозяйственного производства в современной России является аквакультура. Аквакультура служит поставщиком гидробионтов, в первую очередь рыбы [1-3], которая относится к числу основных продуктов питания. Рыба характеризуется высоким содержанием легкоусвояемых белков, жирорастворимых витаминов и минеральных веществ [3-4].

Во всем мире потребление рыбных про-

дуктов растет, и рыбный промысел уже не покрывает запросы общества на рыбу и морепродукты. Решением проблемы может стать развитие всех видов аквакультуры [5-8].

Важная роль отводится развитию индустриальной аквакультуры, использующей наиболее современные технологии в рыбоводстве [9-10]. В первую очередь, это установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), именно за такой высокотехнологичной аквакультурой будущее. Выращивание рыбы в УЗВ имеет много преимуществ. Во-первых, это круглогодичный процесс ее производства, во-вторых, это высокоэффективный процесс выращивания товарной рыбы, поскольку в УЗВ можно создать условия, близкие к оптимальным, в-третьих, осуществляется жесткий контроль за гидрохимическими параметрами воды; условия выращивания в УЗВ за-

**Таблица 1**  
**Особенности лейкоцитарной формулы клариевого сома в зависимости от температуры среды обитания**

Структура лейкограммы	Оптимальный режим t-28°C	Экспериментальный режим t-22°C
Нейтрофилы, %	15,97±1,2	15,13±2, 47
Полиморфноядерные, %	4,32±0,68	1,17±0,15
Моноциты, %	1,73±0,41	3,51±0,52*
Лимфоциты, %	78,01±5,77	80,19±1,17
Лейкоциты (Л), Г.л-1	31,10±1,53*	43,19±2,27*
Эритроциты (Эр), Т.л-1	1,88±0,057	1,21±0,090*

щищают рыбу от инфекционных и паразитарных заболеваний.

В данной работе оценивалось влияние биотических и абиотических факторов среды на организм африканского клариевого сома в условиях УЗВ. Клариевый сом (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) рассматривается как перспективный объект аквакультуры [1,11,12]. Это связано с ценными пищевыми качествами, высокой скоростью роста, выносливостью представителей этого вида по отношению к факторам среды. Эти свойства способствовали широкому распространению африканского клариевого сома в индустриальной аквакультуре Европы, Америки, а также в Африке, где этот вид является традиционным для естественных водоемов.

Целью работы была оценка влияния биотических и абиотических факторов, в частности плотности посадки и температуры на показатели крови африканского сома при выращивании в высокотехнологичной аквакультуре.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводили на факультете ветеринарной медицины и биотехнологии УлГАУ. Объектом исследования являлись годовалые африканские клариевые сомы.

Африканских сомов содержали в УЗВ СОМ 1100 и в УЗВ Дон-40. Нормативная плотность посадки для этих УЗВ 70 кг/м<sup>3</sup>. С целью изучения влияния температурного фактора были сформированы 2 группы африканских клариевых сомов. Первая группа содержалась в УЗВ Сом 1100 при температуре 28°C, вторая - в установке Дон -40 при температуре 22°C. Исследование плотности посадки также проводилось в двух УЗВ. Плотность посадки в установке Дон 40 составляла 70 кг/м<sup>3</sup>, а в установке Сом 1100 - 91кг /1 м<sup>3</sup>. Исследования были разнесены во времени.

Кровь для исследований получали из хвостовой вены прижизненно. Место забора крови

обрабатывали хлоргексидином, а затем высушивали ватным тампоном для удаления слизи. Из полученной крови делали мазки, которые после фиксации окрашивали по Романовскому-Гимза. Идентификацию клеток лейкоцитарного ряда проводили по классификации Н.Т. Ивановой (1983) на микроскопе Keyence VHX 1000E с объективом Z500.

Биометрическую обработку традиционно проводили с использованием критерия Стьюдента. Разницу считали достоверной при p≤0,05.

#### **Результаты исследований**

Одним из важных факторов выращивания клариевого сома является гидрохимический режим в УЗВ, поэтому на всем протяжении исследований осуществлялся мониторинг гидрохимических показателей воды. Полученные результаты свидетельствовали, что гидрохимический состав воды в УЗВ при выращивании клариевого сома во всех группах соответствовал технологической норме.

Количественные показатели взаимосвязи между физиологическими потребностями организма и лимитирующими факторами должны быть объективными. Система периферической крови очень чувствительна и первой реагирует на изменения условий среды обитания адаптивными реакциями. На состав периферической крови влияют и температура, и уровень кислорода, и множество иных факторов.

Температура среды обитания влияет на интенсивность ферментативных процессов, активность потребления пищи, характер метаболических процессов [13-15]. Мы оценивали влияние пониженной температуры на структуру лейкоцитарной формулы африканского сома.

С этой целью нами были сформированы экспериментальная и контрольная группы, контрольная выращивалась при температуре 28°C, опытная -при 22°C. У рыб, выращиваемых при температуре 28°C, отмечены хорошая поедаемость корма, высокая активность, выраженная реакция на внешние раздражители. Рыба экспериментальной группы, которая содержалась при температуре 22°C, проявляла слабую реакцию на корм, отличалась малой подвижностью, слабо реагировала на раздражители. При исследовании белой крови африканского сома нами было установлено, что она носит лимфоидный характер и представлена как агранулоцитами, так и гранулоцитами (табл. 1). Гранулоциты были представлены нейтрофилами, которые в организме обеспечивают фагоцитоз и играют первостепенную роль в защите от бактериаль-

ных и грибковых инфекций.

Африканский клариевый сом - это теплолюбивая рыба, оптимальная температура для него составляет 26-28°C. На фоне понижения температуры среды обитания до 22°C содержание полиморфноядерных клеток (рис.1) в крови рыб экспериментальной группы снизилось с 4,32% до 1,17%, что составило 27,2%. Менее переменным было содержание агранулоцитов. На долю лимфоцитов приходилось 78-80% всех лейкоцитов. Лейкоциты в организме отвечают за реализацию иммунных реакций. Повышение количества этих клеток обеспечивает рыбам адаптацию к неблагоприятным условиям среды. Существенных различий по количеству лимфоцитов между опытными и контрольной группами не выявлено. Однако, при снижении температуры воды прослеживается тенденция увеличения доли лимфоцитов у сомов.

Моноциты - одна из фракций лейкоцитов, которые отвечают за неспецифическую защиту организма. Помимо этого, моноциты играют важную роль в воспалительном процессе, в противомикробной и противопаразитарной защите организма. Результаты исследований показали, что доля моноцитов на фоне снижения температуры возросла в два раза. Подводя итог данному разделу исследований, необходимо отметить, что отклонение температуры среды обитания на 4-6°C (в сторону снижения) вызывает изменения в структуре белой крови [3, 4].

При анализе красной крови было установлено, что на фоне снижения температуры содержания концентрация эритроцитов в периферической крови достоверно понизилось. Результаты приведены на рис 2.

Различия между контрольной и экспери-

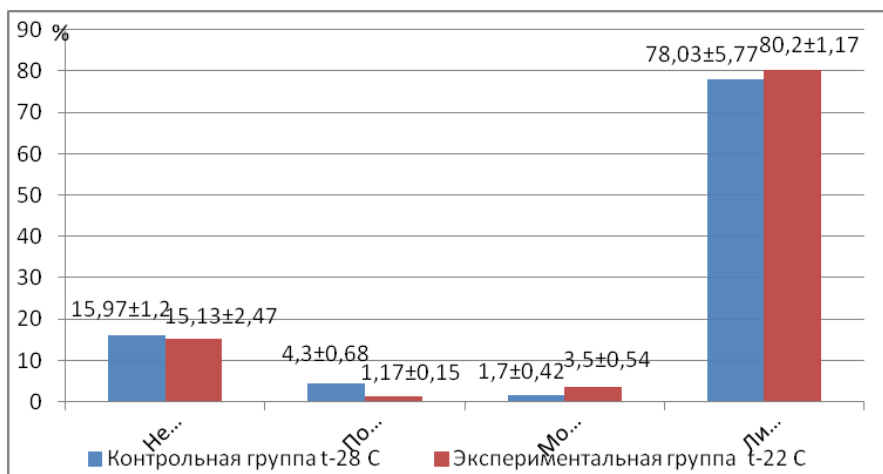


Рис. 1. Структура лейкоформулы африканского сома в зависимости от температуры

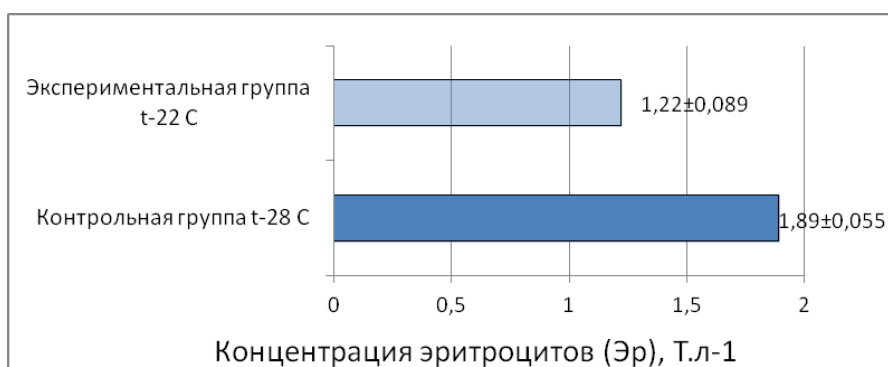


Рис. 2. – Содержание эритроцитов в зависимости от температуры содержания рыбы

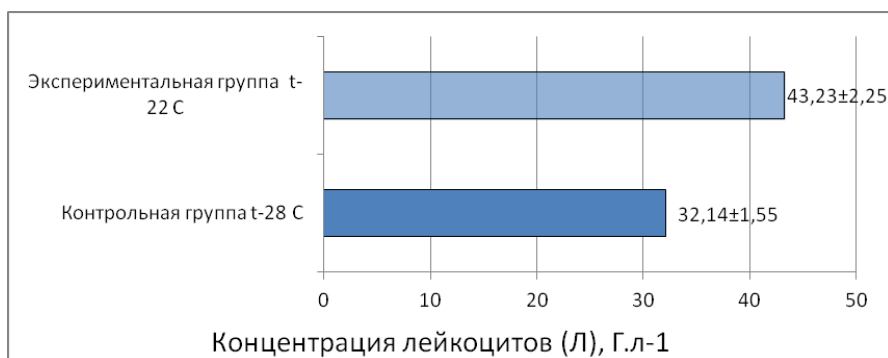
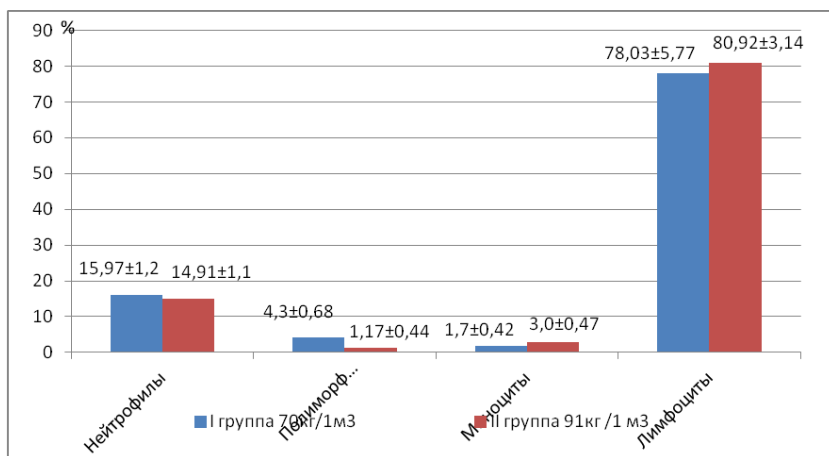


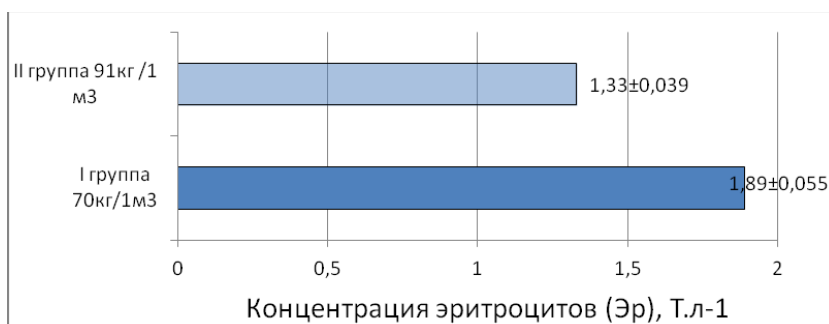
Рис. 3. -Содержание лейкоцитов в крови африканского сома при понижении температуры

Таблица 2  
Структура лейкоцитарной формулы крови африканского сома в зависимости от плотности посадки

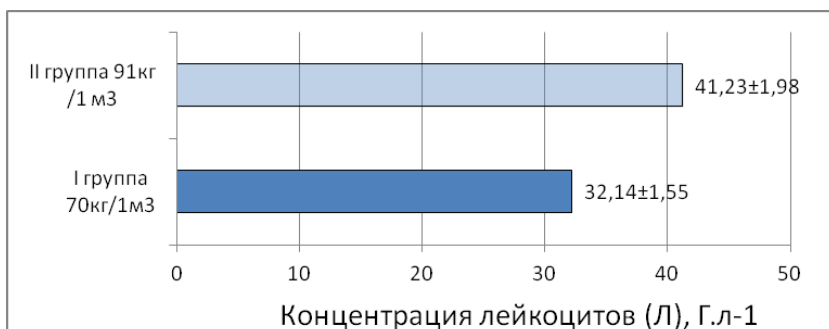
Состав лейкоформулы	Плотность посадки 70 кг/1м3	Плотность посадки 91 кг /1 м3
Нейтрофилы, %	15,97 ± 1,2	14,91 ± 1,1
Полиморфноядерные, %	4,30 ± 0,68	1,16 ± 0,43*
Моноциты, %	1,71 ± 0,40	3,10 ± 0,46
Лимфоциты, %	79,99 ± 5,69	81,01 ± 3,14
Лейкоциты (Л), Г.л-1	32,13 ± 1,54*	41,21 ± 1,96*
Эритроциты (Эр), Т.л-1	1,89 ± 0,057	1,33 ± 0,040*



**Рис. 4 – Лейкоформула африканского сома в зависимости от плотности посадки**



**Рис. 5.- Изменение содержания эритроцитов при повышении плотности посадки африканского сома**



**Рис. 6. - Содержание лейкоцитов в крови африканского сома с увеличением плотности посадки**

ментальной группами были очевидны и составили 36%. Можно заключить, что снижение температуры по сравнению с оптимальной на 4-6<sup>0</sup>С вызывает у сомов угнетение эритропоэза. Такое значительное снижение концентрации эритроцитов в крови также говорит о снижении обеспеченности тканей кислородом.

Исследование содержания лейкоцитов у африканского сома показало, что при снижении температуры происходит активация белого кровяного ростка. Концентрация лейкоцитов в экспериментальной группе возросла на 34,5% (рис 3).

Обобщая полученные результаты, следует отметить, что система белой крови африканско-

го сома четко отреагировала на пониженные температуры в УЗВ. Это выразилось в том, что активировался лейкопоэз и количество лейкоцитов в кровотоке существенно возросло. На этом фоне произошли изменения в лейкоцитарной формуле за счет перераспределения долей определенных групп лейкоцитов.

Полученные результаты свидетельствуют о важности соблюдения оптимального температурного режима при выращивании африканского сома. Согласно полученным результатам снижение температуры содержания на 4-6<sup>0</sup>С по сравнению с оптимальной вызывает выраженные изменения в составе форменных элементов периферической крови.

На следующем этапе работы мы исследовали влияние плотности посадки на показатели крови африканского клариевого сома. Изучение периферической крови дает возможность определить степень адаптации рыб к условиям содержания.

Высокая плотность посадки рыбы -распространенный способ повышения рыбопродуктивности в индустриальной аквакультуре. Для проведения исследований было использовано две УЗВ, отличавшихся плотностью посадки. В первой УЗВ плотность посадки составила 70 кг/1м<sup>3</sup>, во второй УЗВ плотность посадки составляла 91 кг/1м<sup>3</sup>. Мы пытались выявить ха-

актер гематологических адаптаций и степень их отклонения от нормы. Результаты представлены в табл. 2.

Полученные результаты показали, что плотность посадки влияет на структуру лейкоцитарной формулы. В первую очередь на изменение этого биотического фактора отреагировали полиморфноядерные лейкоциты и моноциты. Доля полиморфноядерных клеток значительно снизилась, а доля моноцитов существенно возросла. При повышении плотности посадки доля полиморфноядерных клеток в составе лейкоцитарной формулы снизилась в 3,67 раза (рис 4).

Далее мы исследовали содержание эри-

троцитов при увеличении плотности посадки. Эритроциты, как известно, кроме переноса кислорода участвуют в транспорте питательных веществ, иммунных реакциях и помогают поддерживать кислотно-щелочного равновесие. Результаты исследований представлены на рис. 5. Количество эритроцитов в крови африканского сома при традиционной плотности посадки (для УЗВ Дон-40 -70кг/1м<sup>3</sup>) было на 29,6% больше, чем в группе с повышенной плотностью посадки 91кг /1 м<sup>3</sup> - .

На следующем этапе мы анализировали, как изменяется содержание лейкоцитов в периферической крови африканского клариевого сома при увеличении плотности посадки (рис. б), поскольку именно лейкоциты обеспечивают защиту организма рыбы от различного рода чужеродных воздействий [8-11]. Как показали результаты исследований, концентрация лейкоцитов при увеличении плотности посадки возросла на 28,3%. Очевидно, это обусловлено тем, что среда обитания рыб стала для них небезопасной из-за высокого уровня бактериальной обсемененности, обусловленной нарастанием органического загрязнения продуктами метаболизма рыб водной среды УЗВ.

#### **Заключение**

Мы исследовали влияние температурного фактора и фактора повышенной плотности посадки на систему периферической крови африканского сома. Выполненные нами исследования показали, что биотические и абиотические факторы среды оказывают большое влияние на африканского сома при выращивании в условиях УЗВ.

Было установлено, что при понижении температуры среды на 4-6<sup>0</sup>С, по сравнению с оптимальной, у сома изменяются структура лейкоформулы, содержание эритроцитов и лейкоцитов. Ответ на действие температурного фактора затронул в лейкоцитарной формуле полиморфноядерные клетки и моноциты, в меньшей мере отреагировали лимфоциты, остальные составляющие лейкоцитарной формулы у африканского клариевого сома выраженных изменений не продемонстрировали. Достоверные изменения произошли в системе красной крови. На фоне понижения температуры содержание эритроцитов существенно снизилось. При этом лейкопоз на снижение температуры ответил активацией. Содержание лейкоцитов в крови африканского сома достоверно возросло.

Аналогичные ответные реакции были зафиксированы при исследовании влияния повы-

шенной плотности посадки на систему крови африканского сома. Было показано, что доля моноцитов при повышенной плотности посадки существенно возросла. Можно полагать, что при повышении плотности посадки в организме африканского сома возросла потребность в клетках, специализирующихся на фагоцитозе. Именно моноциты осуществляют фагоцитоз, что позволяет организму естественным образом бороться с проникновением чужеродных агентов. Следует отметить, что доля моноцитов на фоне повышения плотности посадки возросла существенно, а именно на 76,5%. Это очевидно обусловлено тем, что с повышением плотности посадки нарастает концентрация метаболитов рыб в воде УЗВ. Высокий уровень органики способствует распространению патогенной и условно-патогенной микробиоты. Именно этот процесс, на наш взгляд, запускает механизм повышенной продукции моноцитов.

#### **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. 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. - 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. Mekkawy, 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 морфо-

физиологических 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 *Myxoperca 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. Zorriehzahra, M. J. 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. Buralhiev, A. E. Slyamova // Global veterinaria. - 2013. - Т. 11, № 3. - С. 348-351.

13. Cooperation of erythrocytes with leukocytes in immune response of a teleost *Oplegnathus fasciatus* / J.-M. Jeong, M.-C. Kim, C.-I. Park, C. M. An // Genes & genomics. - 2016. - Т. 38, № 10. - С. 931-938.

14. Dynamics of white and red blood cells in the ontogenesis of african catfish / T. Shlenkina, E. Romanova, V. Romanov, V. L. yubomirova, L. Shadyeva, E. Spirina, M. Mukhitova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash. - 2019. - P. 012219.

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.

## INFLUENCE OF TEMPERATURE AND PLANTING DENSITY ON PERIPHERAL BLOOD PARAMETERS OF THE AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH IN THE CONDITIONS OF RAS

*Shlenkina T. M., Romanova E. M., Romanov V. V., Shadyeva L. A.*  
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

432017, Ulyanovsk, Novy Venetz boulevard, 1; tel.: 8(8422)55-23-75; e-mail: t-shlenkina@yandex.ru

*Key words: aquaculture, recirculating aquaculture system, African sharptooth catfish, differential blood count, white blood cells, red blood cells.*

The article presents the results of research on the influence of biotic and abiotic factors, in particular, planting density and temperature on the peripheral blood composition of the African sharptooth catfish. It was found that when the water temperature decreases by 4-6°C, compared with the optimal temperature, the structure of differential blood count, the content of red blood cells and white blood cells changes in catfish. The answer to the effect of temperature factor affected polymorphonuclear cells and monocytes in differential blood count, and to a lesser extent, lymphocytes. The other components of differential blood count did not change significantly. Significant changes occurred in red blood system. When the temperature decreased, the content of red blood cells in the blood significantly decreased. At the same time, the content of white blood cells significantly increased. Similar reactions of the blood system were observed with increased planting density. It was shown that the proportion of monocytes with increased planting density increased significantly. It is monocytes that carry out phagocytosis, which allows the body to fight naturally against the penetration of foreign invaders. It should be noted that the proportion of monocytes increased by more than for 76% against the background of increased planting density. This is obvious due to the fact that with a high planting density, the concentration of fish metabolites in water increases. A high level of organic matter contributes to the development of pathogenic and opportunistic pathogenic microbiota that threatens the body of fish. It is this process that, in our opinion, stimulates mechanism of increased production of monocytes.

### 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-Deghayem, 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. Anziliero, 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 additive on the hematological parameters of fish / A. P. Nikitina, N. I. Kosyaev // *Izvestiya of the International Academy of agricultural education*. - 2018. - № 38. - P. 133-136.

6. Ramazanova, M. G. Changes in morphophysiological parameters of sterlet blood (*Acipenser ruthenus*) when they are grown in artificial conditions / M. G. Ramazanova, N. M. Abdullaeva // *Izvestiya of Samara scientific centre of Russian Academy of Science*. - 2017. - V. 19, № 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 patterns of cyprinid fish grown in LLC "Rybkhoz" of the Ulyanovsk district of the Ulyanovsk region / V. V. Akhmetova, S. B. Vasina // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2015. - № 3 (31). - P. 53-58.

9. Zorriehzadra, M. J. Study of some hematological and biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry in western part of Mazandaran province, Iran. / M. J. Zorriehzadra, M. D. Hassan, M. Gholizadeh, A. A. Saidi // *Iranian journal of fisheries sciences*. - 2010. - V. 9, № 1. - P. 185-198.

10. Gileva, T. A. Characteristics of peripheral blood and content of heavy metals in the organs and tissues of perch of the Kama river basin reservoirs / T. A. Gileva, N. V. Kostitsyna // *Theoretical and applied ecology*. - 2014. - № 2. - P. 46-51.

11. Morphological features of blood cells of European perch (*Perca fluviatilis*) under artificial conditions / Nguen Tkhi Khong Van, S. V. Ponomarev, Yu. V. Fedorovykh, B. U. Dordzhiev // *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: fishing industry*. - 2017. - № 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 veterinaria*. - 2013. - V. 11, № 3. - P. 348-351.

13. Cooperation of erythrocytes with leukocytes in immune response of a teleost *Oplegnathus fasciatus* / J.-M. Jeong, M.-C. Kim, C.-I. Park, C. M. An // *Genes & genomics*. - 2016. - V. 38, № 10. - P. 931-938.

14. Dynamics of white and red blood cells in the ontogenesis of African catfish / T. Shlenkina, E. Romanova, V. Romanov, V. L. Lyubomirova, L. Shadyeva, E. Spirina, M. Mukhitova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash*. - 2019. - P. 012219.

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. - V. 44, № 4. - P. 315-319.