

doi:10.18286/1816-4501-2023-4-170-176

УДК 639.3

Влияние штаммов спорообразующих бактерий: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* на индикаторные показатели красной и белой крови карпа

Т. М. Шленкина, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

Е. М. Романова, доктор биологических наук, профессор кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

А. В. Васильев, аспирант кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

В. В. Ахметова, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Морфология и физиология, кормление, разведение и частная зоотехния»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1,

✉ shlenkina@yandex.ru

Резюме. Целью работы являлось изучение особенностей состава красной и белой крови карпа, выращиваемого с использованием нового пробиотика «Акваспорин» на основе штаммов спорообразующих бактерий: *Bacillus subtilis* VKM B-3171D, *Bacillus licheniformis* VKM B-3172D, *Bacillus subtilis* VKM B-3154D. Объектом исследования являлись годовалые карпы, из которых были сформированы две группы: контрольная и опытная по 30 особей в каждой. Рыба контрольной группы получала стандартные корма, а рыба опытной в дополнение к основному рациону получала пробиотик из расчета 1 г/ кг корма на протяжении 2,5 месяца. Исследования проводили с июля по сентябрь 2023 г. Содержание исследований предполагало оценку характера влияния микробиоты, входящей в состав пробиотика «Акваспорин», на индикаторные показатели системы белой и красной крови. С этой целью изучались такие показатели, как содержание эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, подробно анализировалась структура лейкоцитарной формулы. Результаты исследований показали, что выращивание карпа на фоне пробиотика «Акваспорин» не обнаружило негативного влияния на показатели крови рыб и оказало активирующее влияние на уровень эритроцитов и содержание гемоглобина в крови рыб. Под влиянием пробиотика «Акваспорин» произошло перераспределение функционально неравнозначных иммунокомпетентных клеток в лейкоцитарной формуле карпа. На основании полученных результатов было сделано заключение, что пробиотик проявляет активирующее воздействие на систему красной и белой крови, оздоравливая рыб. Работа имеет практическую значимость, поскольку позволяет обоснованно рекомендовать пробиотик «Акваспорин», позитивно зарекомендовавший себя в эксперименте, к использованию при выращивании товарной рыбы.

Ключевые слова: аквакультура, карп, пробиотик «Акваспорин», бактерии *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, красная и белая кровь.

Для цитирования: Шленкина Т. М., Романова Е. М., Васильев А. В., Ахметова В. В. Влияние штаммов спорообразующих бактерий: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* на индикаторные показатели красной и белой крови карпа // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4 (64). 170-176 С. doi:10.18286/1816-4501-2023-4-170-176

Influence of strains of spore-forming bacteria: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* on indicator parameters of red and white blood of carp

T. M. Shlenkina✉, **E. M. Romanova**, **A. V. Vasiliev**, **V. Akhmetova**

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University 432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1,

✉ shlenkina@yandex.ru

Abstract. The purpose of the work was to study the characteristics of the composition of the red and white blood of carp reared using the new probiotics “Aquasporin” based on the strains of spore-forming bacteria: *Bacillus subtilis* VKM B-3171D, *Bacillus licheniformis* VKM B-3172D, *Bacillus subtilis* VKM B-3154D. The object of the study were one-year-old carps; two groups were formed: control and experimental, each containing 30 individuals. The fish in the control group received standard feed, and the fish in the experimental group, in addition to the main diet, received a probiotic at a dose of 1 g/kg of feed for 2.5 months. The studies were carried out from July to September 2023. The studies involved assessment of the influence of the microbiota included in “Aquasporin” probiotics on the indicator parameters of the white and red blood systems. For this purpose, such parameters as the content of erythrocytes, hemoglobin, and

leukocytes were studied, and the structure of the leukocyte formula was analyzed in detail. The research results showed that carp rearing with application of "Aquasporin" probiotics did not have a negative effect on the blood levels of fish and had an activating effect on the level of red blood cells and hemoglobin content in fish blood. Under the influence of "Aquasporin" probiotics there was a redistribution of functionally unequal immunocompetent cells in the leukocyte formula of carp. Based on the obtained results, it was concluded that the probiotics has an activating effect on the red and white blood system, making fish healthier. The work has practical significance, since it allows to recommend "Aquasporin" probiotics which has proven itself effective for usage in commercial fish rearing.

Keywords: aquaculture, carp, "Aquasporin" probiotics, *Bacillus subtilis* bacteria, *Bacillus licheniformis*, red and white blood.

For citation: Shlenkina T. M., Romanova E. M., Vasiliev A. V., Akhmetova V.V. Study of the ichthyofauna of lake glubinnoye in West Kazakhstan region // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2023;4(64): 170-176 doi:10.18286/1816-4501-2023-4-170-176

Введение

Россия входит в пятерку крупнейших производителей рыбы. Карп относится к числу наиболее распространенных видов рыб и на его долю в общем объеме отечественного производства рыбы приходится около 70 тыс. т. Для повышения продуктивности в современной аквакультуре используется широкий спектр биологически активных веществ, в числе которых важная роль отводится пробиотикам.

Пробиотики – это живые микроорганизмы, которые формируют кишечный нормоценоз и оздоравливают организм. На сегодняшний день зарегистрировано свыше 90 пробиотиков ветеринарного назначения. Они выполняют множество функций: способствуют восстановлению кишечной микрофлоры; подавляют рост и развитие патогенной и условно-патогенной микробиоты в кишечнике; способствуют усвоению питательных веществ; снижают уровень стресса, способствуют адаптации; улучшают работу пищеварительной системы за счет производства собственных ферментов.

При выращивании рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) пробиотики необходимы, чтобы снижать уровень биогенного загрязнения воды продуктами метаболизма рыб, на которых стремительно растет патогенная и условно-патогенная микрофлора [1, 2]. Пробиотики необходимы для борьбы с условно - патогенными микроорганизмами, способными заселить органы и ткани, снижая естественную резистентность и выживаемость рыб [3-5].

В работе проведена апробация нового пробиотика «Акваспорин», назначение которого-оптимизация процессов пищеварения, повышение продуктивности и сохранности рыб и ракообразных. Пробиотик содержит спорообразующие бактерии *Bacillus subtilis* ВКМ В-3171D, *Bacillus licheniformis* ВКМ В-3172D, *Bacillus subtilis* ВКМ В-3154D.

Целью исследований являлось изучение влияния пробиотика «Акваспорин» на индикаторные показатели системы красной и белой крови рыб.

Материалы и методы

Исследования проводили в Лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура» Ульяновского ГАУ.

Были сформированы две группы годовалых карпов по 30 особей в каждой. Рыбы первой группы получали основной рацион (ОР), а рыбы второй группы дополнительно к основному рациону получали пробиотик «Акваспорин» в дозе 1 г/кг корма в течение 2,5 месяцев с июля по сентябрь 2023 г.

Рыба содержалась в бассейнах, оснащенных фильтрами на кварцевом песке, содержание кислорода поддерживалось на уровне 70 %. Суточная подмена воды составляла не менее 25 %. Рыб кормили экструдированными кормами фирмы LIMKORM.

Кровь отбирали из хвостовой артерии. Содержание в крови эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов определяли унифицированными методами. Мазки после фиксации окрашивали по Романовскому-Гимза. Идентификацию клеток лейкоцитарного ряда проводили по Н.Т. Ивановой (1983) на микроскопе Keyence VHX 1000E с объективом Z500. Биометрическую обработку проводили стандартными методами в электронных таблицах Excel. Разницу считали достоверной при $p \leq 0,05$.

Результаты

На начальном этапе определяли содержание гемоглобина. Полученные результаты показали, что содержание гемоглобина у карпов в период опыта находилось в пределах 74,02 г/л...91,9 г/л (рис. 1).

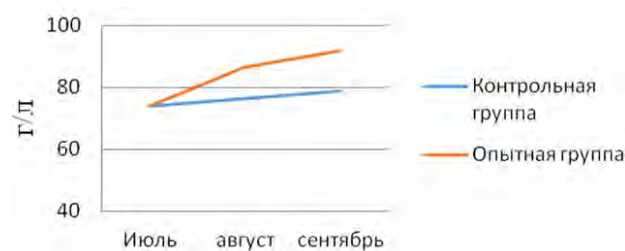


Рис. 1. Содержание гемоглобина в крови карпа у интактных рыб в контрольной и опытной группах

При постановке на опыт у интактных рыб содержание гемоглобина составляло 74,02 г/л. В конце опыта через 2,5 месяца у карпов опытной группы содержание гемоглобина на фоне пробиотика возросло на 24,16 % по сравнению с началом опыта. Статистически достоверная разница с карпами контрольной группой составила 16,54 %.

На следующем этапе определяли содержание эритроцитов, которые составили на старте опыта у интактных рыб $1,08 \times 10^{12}$ г/л. (рис. 2).

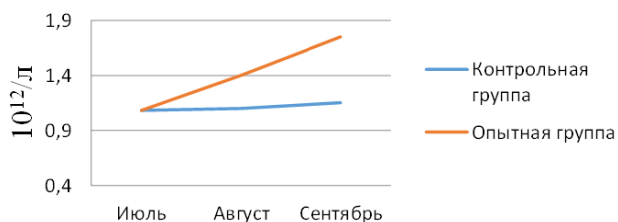


Рис. 2. Содержание эритроцитов в крови карпа у интактных рыб в контрольной и опытной группах

У рыб опытной группы на фоне пробиотика содержание эритроцитов возросло до $1,75 \times 10^{12}$ г/л, что на 52,17 % больше, чем у рыб контрольной группы.

Исследование содержания лейкоцитов в крови карпов показало, что на протяжении опыта показатели не выходили за пределы $5,56 \dots 6,67 \times 10^9$ г/л (рис. 3).

При постановке на опыт содержание лейкоцитов в крови карпа составило $5,56 \times 10^9$ /л. В конце опыта уровень лейкоцитов в контрольной группе рыб возрос на 19,96 %. В опытной группе рыб, получавшей пробиотик, прослеживалась та же направленность процесса, что и в контрольной группе, однако рост был менее выражен (рис. 3).

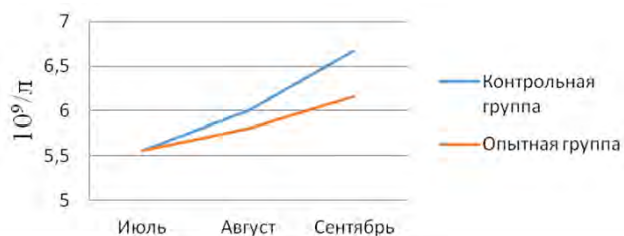


Рис. 3. Содержание лейкоцитов в крови карпа у интактных рыб в контрольной и опытной группах

Содержание лейкоцитов в крови карпа в опытной группе по сравнению с карпами контрольной было ниже на 7,65 %. За период опыта содержание лейкоцитов в опытной группе рыб, получавшей пробиотик, по мере роста рыбы возросло на 10,79 %. Разница статистически достоверна.

Необходимо отметить, что морфологические показатели крови находились в пределах физиологической нормы на всем протяжении опыта, пробиотик оказал позитивное влияние на показатели здоровья рыбы.

Иммунокомпетентные клетки крови карпа (*Cyprinus rex cyprinorum*) – лейкоциты состоят из разных по структуре и функциональному назначению типов клеток: лимфоцитов, моноцитов, палочко- и сегментоядерных нейтрофилов, бластных клеток. Соотношение разных форм лейкоцитов в крови

карпа зависит от возраста и условий содержания. Общее количество лейкоцитов в крови рыб сильно изменяется в течение года, у карпа оно повышается летом и понижается зимой при голодании.

У рыб лимфоциты относятся к группе наиболее быстро реагирующих клеток иммунной системы. К функциям лимфоцитов можно отнести: распознавания чужеродных тел, разрушения антигена, синтеза антител, образования предшественников антителообразующих клеток, клеток памяти, формирования специфического иммунитета и адаптации рыб к паразитам и токсическим факторам [9].

Лейкоформула карпа – лимфоидного типа, поскольку в ней преобладают лимфоциты. Содержание лимфоцитов в крови карпа на протяжении эксперимента находилось в пределах 79,5...83,1 %. В начале опыта количество лимфоцитов составило 79,5 % (рис. 4).

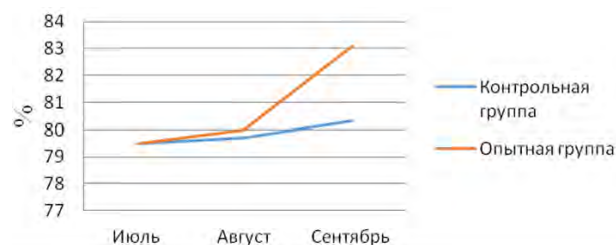


Рис. 4. Содержание лимфоцитов в крови интактных рыб в опытной и контрольных группах, %

К концу опыта содержание лимфоцитов у карпов контрольной группы практически не изменилось. У рыб опытной группы на фоне пробиотика уровень лимфоцитов возрос по сравнению со стартовыми показателями на 4,5 %, а по сравнению с контрольной группой карпа – на 3,45 %. Разница статистически достоверна.

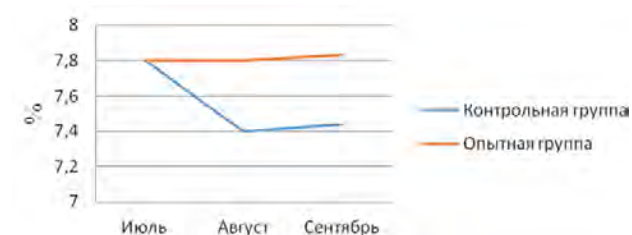


Рис. 5. Содержание моноцитов в крови интактных рыб в опытной и контрольных группах, %

Моноциты также являются иммунными клетками – активные фагоциты крови – поглощают не столько бактерии, сколько продукты распада клеток и тканей. Увеличение количества этих клеток в крови свидетельствует о повышении защитных сил организма. За период эксперимента на долю моноцитов в лейкоформуле карпа приходилось 7,44...7,83 % (рис 5). Достоверных различий по моноцитам в крови карпа не отмечено.

Следующая группа иммунных клеток из класса гранулоцитов – эозинофилы. Они обладают слабой

фагоцитарной активностью, обеспечивают защиту организма от чужеродных веществ и являются индикатором аллергического процесса. Основная задача эозинофилов – проникать в очаг воспаления и активировать в нем клеточные рецепторы, ответственные за противопаразитарный иммунитет.

Помимо иммунных функций эозинофилы регулируют морфогенетические процессы, связанные с половым циклом. Белки гранул эозинофилов обладают токсичностью и эффективны в противовирусной защите. Активированный эозинофил выделяет бактерицидные вещества, которые запускают апоптоз [6, 7, 8].

В норме на долю эозинофилов может приходиться до 3...5 % лейкоцитов. В наших исследованиях на долю эозинофилов в лейкоформуле крови карпа приходилось от 0,7 до 1,75 % (рис. 6).

При постановке на опыт содержание эозинофилов составило 1,75 %. К концу опыта произошло снижение уровня эозинофилов как в контрольной, так и опытной группах рыб. В опытной группе карпа это снижение было выражено больше. Разница между контрольной и опытной группами рыб составила 28,6 %. Выявленное снижение произошло в пределах физиологической нормы.

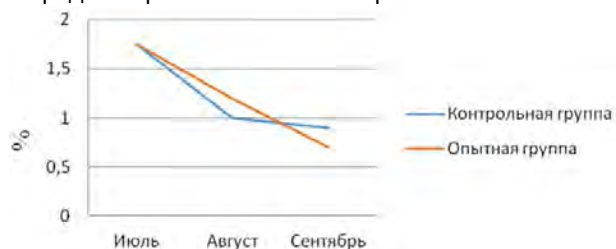


Рис. 6. Содержание эозинофилов в крови интактных рыб в опытной и контрольных группах, %

Нейтрофилы-наиболее реактивные иммунные клетки крови, высокочувствительные к любым нарушениям гомеостаза [8-10]. В ходе исследований содержание палочкоядерных нейтрофилов колебалось в пределах 2,55...4,0 % (рис. 7).

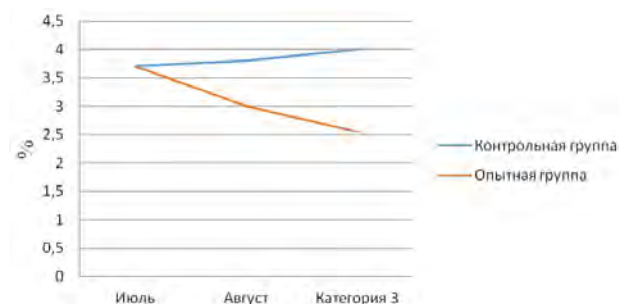


Рис. 7. Содержание палочкоядерных нейтрофилов в крови интактных рыб в опытной и контрольных группах, %

В начале опыта этот показатель составлял 3,7 %. К концу опыта у карпов контрольной группы содержание палочкоядерных нейтрофилов было на 8,12 % больше, чем в начале опыта. В опытной группе

карпа этот показатель имел другую направленность. Так, количество палочкоядерных нейтрофилов в опытной группе рыб снизилось на 31,08 % по сравнению с началом опыта и на 36,25% - по сравнению с контрольной группой рыб. Их роль заключается в дозревании с последующим превращением в полноценные сегментоядерные нейтрофилы, которые будут демонстрировать свою защитную функцию.

Нейтрофилы являются основными фагоцитами. Сегментоядерные нейтрофилы, которые обладают ярко выраженной способностью к фагоцитозу, за время опыта изменились незначительно от 3,9 до 4,66 % (рис. 8). В конце опыта в контрольной группе рыб их уровень возрос на 19,48 %, а в опытной группе рыб – на 6,4 %.

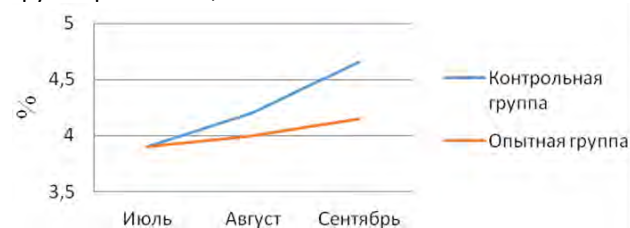


Рис. 8. Содержание сегментоядерных нейтрофилов в крови интактных рыб в опытной и контрольных группах, %

Следующая группа клеток - бластные формы. Их содержание в ходе эксперимента изменилось незначительно - от 1,67 до 3,35 %.

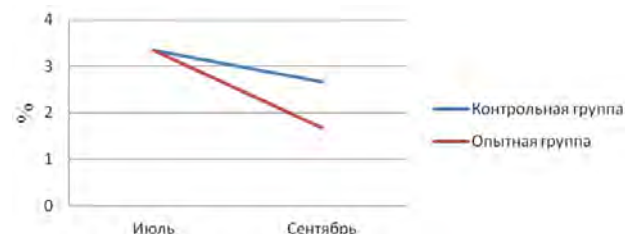


Рис. 9. Бластные формы полиморфноядерных нейтрофилов в крови интактных рыб в опытной и контрольных группах, %

Содержание бластных форм в опытной группе карпа на фоне пробиотика к концу эксперимента было на 37,5 % ниже, чем в контрольной группе. Различия статистически достоверны.

Обсуждение

Фактор питания оказывает выраженное влияние на показатели крови рыб [11, 12, 13]. Это обусловлено тем, что система крови является наиболее чувствительной среди других систем организма рыб. Эффективным способом повышения результативности аквакультуры за счет улучшения перевариваемости, усвоения кормов, оптимизации физиологических процессов рыб является применение пробиотиков, которые нормализуют кишечный микробиоценоз и оптимизируют обменные процессы [2, 3, 14]. Пробиотики оказывают оздоравливающий эффект, ускоряют рост, повышают стрессоустойчивость и сохранность рыбы [4, 7]. Применение

пробиотиков нового поколения на основе родов *Bacillus*, *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* позволяет ускорить рост рыбы и ее выживаемость [5 - 7].

По данным литературных источников комбикорма, содержащие пробиотики, оказывают позитивное воздействие на гематологические показатели крови рыб и химический состав их тканей [15, 17]. Результаты этих работ хорошо согласуются с данными, полученными в ходе наших исследований.

Как показали результаты собственных исследований, в крови карпов на фоне пробиотика содержание эритроцитов и гемоглобина было достоверно выше, чем в контроле. А это значит, что у рыб опытной группы более высокая интенсивность дыхания, ткани и органы лучше снабжаются кислородом, метаболические процессы протекают более интенсивно, энергообеспеченность организма выше - все эти процессы в конечном итоге оздоравливают рыбу, повышают ее выживаемость.

Наши результаты показали, что все группы лейкоцитов в лейкоцитарной формуле, вне зависимости от их функционального назначения, гибко реагируют на биологически активные метаболиты микробиоты, входящей в состав пробиотиков. Эти результаты согласуются с данными других исследователей

[18, 19, 20] и свидетельствуют о повышении естественной резистентности организма рыб.

При исследовании красной и белой крови было установлено, что все выявленные колебания показателей красной крови и иммунных клеток белой крови на фоне пробиотика не выходили за пределы физиологической нормы.

Результаты анализа морфологического состава крови в опытной группе, получавшей «Акваспорин», свидетельствуют о его позитивном влиянии на показатели здоровья рыбы.

Заключение

Обобщая содержание статьи, необходимо отметить, что в своей работе мы испытывали пробиотик нового поколения «Акваспорин» и оценивали его влияние на морфологические показатели красной и белой крови рыб.

Пробиотик «Акваспорин» оказывает позитивное влияние на содержание эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов и структуру лейкоформулы крови карпов.

На этом основании можно полагать, что новый пробиотик «Акваспорин», содержащий в своем составе штаммы высокоэффективной микробиоты с пробиотическими свойствами, способен занять достойное место среди других пробиотических препаратов, используемых в аквакультуре.

Литература

1. Выбор пробиотика, и методика исследования эффективности его применения во время стрессов у карпов при их содержании в аквариумах / Н. А. Егоркина, И. И. Лобода, В. В. Ковалев и др. // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. Научно-теоретический журнал. 2017. № 46. С. 156-164.
2. Цитогенетическая стабильность эритроцитов крови карпа обыкновенного при использовании пробиотика "Целлобактерин - Т" / Е. В. Михайлов, Г. А. Востроилова, Д. И. Шабанов и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2022. № 2(19). С. 93-102.
3. Есавкин Ю. И., Жигин А. В., Максименкова А. А. Влияние кормовой добавки "Энзимспорин" на физиолого-биохимические показатели радужной форели в садках на теплых водах // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2020. № 4(46). С. 36-40.
4. Егоров А. О. Опыт использования пониженных концентраций пробиотического препарата «Моноспорин» при подращивании молоди африканского клариевого сома (*Clarias Gariepinus*) в УЗВ / А. О. Егоров, Пашков А. Н. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 29–33.
5. Жандалгарова А. Д. Пробиотики нового поколения на основе родов *Bacillus*, *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* в составе стартовых комбикормов как стимуляторы роста осетровых рыб / А. Д. Жандалгарова, А. А. Бахарева, С. В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. № 3. С. 35–37.
6. Влияние функциональных добавок к корму на иммунный ответ и здоровье рыб / С. М. Шайхин, М. С. Уразова, Ж. Б. Текебаева и др. // Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Серия: Биологические науки. 2021. № 4(137). С. 39-63.
7. Оценка экспрессии генов и биохимических показателей крови карпа обыкновенного при применении пробиотика «Бацелл-М» в условиях антропогенного прессинга / Е. В. Михайлов, Н. В. Пасько, А. В. Голубцов, // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж. 2023. С. 221-229.
8. Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб: Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983. С. 80.
9. Влияние фитобиотических кормовых добавок на рост и морфобиохимические показатели крови рыб / Ю. В. Килякова, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 115-125.
10. Пронина Г. И. Влияние иммуномодуляции пробиотиками на иммуно-физиологический статус объектов аквакультуры // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 4. С. 37-42.

11. Бибчук Е. В. Состояние организма карпов в условиях действия гербицидов, нормализация пробиотическим препаратом БПС-44 / Е. В. Бибчук, А. А. Жиденко // Scientific Journal «ScienceRise». Біологічні науки. 2015. № 10/6 (15). С. 6–11.
12. Жандалгарова А. Д. Разработка нового эффективного комбикорма с биологически активными веществами и пробиотиками нового поколения для подготовки производителей осетровых рыб к нересту и их постнерестовой адаптации // Исследования молодых ученых – вклад в инновационное развитие России. Астрахань : Издательство АГТУ, 2015. С. 268–269.
13. Биологическое действие кормовых пробиотических добавок "Субтилис-Ж" и "Атыш" на организм годовиков карпа. Часть 1. Показатели крови / Ю. В. Килякова, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов и др. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2022. Т. 16, № 10(201). С. 701-711.
14. Опыт применения пробиотика Ветом 1.1 для оценки выживаемости карповых рыб в условиях содержания в аквариумах / В. В. Ковалев, С. В. Королькова, И. И. Лобода и др. // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: сборник материалов национальной научно-практической конференции СГАУ им. Н.И. Вавилова. Саратов: Научная книга, 2016. С. 52–57.
15. Биологическое действие ультрадисперсных частиц SiO₂, пробиотического препарата бифидобиом и комплекса микроэлементов на организм карпа / М. С. Аринжанова, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 1. С. 48-66.
16. Применение пробиотика "Субтилис-С" при разведении нильской тиляпии (*Oreochromis niloticus*) / Г. И. Пронина, О. В. Саная, В. В. Дернаков и др. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2022. № 3(194). С. 201-211.
17. Суворова Т. А., Силкина Н. И. Влияние антибактериального и пробиотического препаратов на специфический и неспецифический иммунитет и окислительные процессы в организме рыб // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2019. № 87 (90). С. 62-70.
18. Влияние пробиотиков на элементный состав мышечной ткани карпа / М. С. Зуева, Е. П. Мирошникова, А. И. Аринжанов и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 2. С. 8-20. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-8
19. Явников Н. В. Опыт применения функциональных кормов с пробиотическими культурами при выращивании карпа // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020. № 3 (60). С. 86-92.
20. Жандалгарова А. Д. Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н. Новые пробиотические препараты, иммобилизованные на биопленке, и перспективы их использования в современном осетроводстве // 64-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета: материалы конференции. 2020. С. 235-236.

References

1. Choice of a probiotic, and a methodology for studying the effectiveness of its usage in case of stress of carp when kept in aquariums / N. A. Egorikina, I. I. Loboda, V. V. Kovalev, S. V. Korolkova // Scientific Notes of the Russian State Hydrometeorological University. Scientific and theoretical journal. 2017. №46. - P. 156-164.
2. Cytogenetic stability of red blood cells of common carp when using the probiotic "Cellobacterin - T" / E. V. Mikhailov, G. A. Vostroilova, D. I. Shabanov, et. Al // Veterinary pharmacological Vestnik. 2022. №2(19). P. 93-102.
3. Esavkin Yu. I. The influence of the feed additive "Enzymosporin" on physiological and biochemical parameters of rainbow trout reared in cages in warm waters / Yu. I. Esavkin, A. V. Zhigin, A. A. Maksimenkova // Theoretical and applied problems of agro-industrial complex. 2020. №4(46). P. 36-40.
4. Egorov A. O., Pashkov A. N.. Experience of using low concentrations of the probiotic preparation "Monosporin" when rearing juvenile African catfish (*Clarias Gariepinus*) in a recirculating system // Fish farming and fisheries. 2016. №1. P. 29–33.
5. Zhandalgarova A. D., Bakhareva A. A., Ponomarev S. V. New generation probiotics based on Bacillus, Bifidobacterium and Lactobacillus genera in starter feeds as growth stimulants for sturgeon fish // Fish farming and fishery. 2016. №3. P. 35–37.
6. The influence of functional additives to food on the immune response and health of fish / S. M. Shaikhin, M. S. Urazova, Zh. B. Tekebaeva, et al. // Vestnik of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov. Series: Biological Sciences. 2021. №4(137). P. 39-63.
7. Assessment of gene expression and biochemical blood parameters of common carp when using "Bacell-M" probiotic under conditions of anthropogenic pressure / E. V. Mikhailov, N. V. Pasko, A. V. Golubtsov, et. al // Theory and practice of innovative technologies in the agro-industrial complex: materials of the national scientific and practical conference. Voronezh, 2023. P. 221-229.
8. Ivanova N. T. Atlas of fish blood cells: Comparative morphology and classification of form elements of fish blood. Moscow: Consumer and food industry. 1983. P. 80.

9. The influence of phytobiotic feed additives on growth and morphobiochemical blood parameters of fish / Yu. V. Kilyakova, E. P. Miroshnikova, A. E. Arinzhanov et al. // *Animal husbandry and feed production*. 2022. Vol. 105, №3. P. 115-125.
10. Pronina G. I. The influence of immunomodulation with probiotics on the immuno-physiological status of aquaculture objects // *Veterinary, zootechnics and biotechnology*. 2019. №4. P. 37-42.
11. Bibchuk E. V. State of carp body under the influence of herbicides, normalization with BPS-44 probiotics preparation / E. V. Bibchuk, A. A. Zhidenko // *Scientific Journal "ScienceRise". Biological sciences*. 2015. №10/6 (15). P. 6–11.
12. Zhandalgarova A. D. Development of a new effective feed with biologically active substances and probiotics of a new generation for preparing sturgeon fish producers for spawning and their post-spawning adaptation // *Research of young scientists - a contribution to the innovative development of Russia*. Astrakhan: ASTU Publishing House, 2015. P. 268–269.
13. Biological effect of "Subtilis-Zh" and "Atysh" probiotic feed additives on the body of oe-year-old carp. Part 1. Blood indicators / Yu. V. Kilyakova, E. P. Miroshnikova, A. E. Arinzhanov et al. // *Fish farming and fisheries*. 2022. Vol. 16, №10(201). P. 701-711.
14. Experience of using the probiotic Vetom 1.1 for assessment of the survival of cyprinid fish in aquarium conditions / V. V. Kovalev, S. V. Korolkova, I. I. Loboda et. Al // *State and ways of development of aquaculture in Russian Federation: collection of materials from the national scientific and practical conference of the SSAU named after N.I. Vavilov*. Saratov: Scientific book, 2016. P. 52–57.
15. Biological effect of ultrafine particles SiO₂, probiotic preparation bifidobiome and a complex of microelements on the carp body / M. S. Arinzhanova, E. P. Miroshnikova, A. E. Arinzhanov et. Al // *Animal husbandry and feed production*. - 2023. Vol. 106, №1. P. 48-66.
16. Application of "Subtilis-S" probiotic in breeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) / G. I. Pronina, O. V. Sanyaya, V. V. Dernakov et. Al // *Fish farming and fisheries*. 2022. №3(194). P. 201-211.
17. Suvorova, T. A., Silkina N. I. The influence of antibacterial and probiotic medications on specific and nonspecific immunity and oxidative processes in the body of fish // *Scientific works of the Institute of Inland Water Biology named after I.D. Papanin of RAS*. 2019. № 87 (90). P. 62-70.
18. The influence of probiotics on the elemental composition of carp muscle tissue / M. S. Zueva, E. P. Miroshnikova, A. I. Arinzhanov et al. // *Animal husbandry and feed production*. - 2023. Vol. 106, №2. P. 8-20. doi:10.33284/2658-3135-106-2-8
19. Yavnikov N.V. Experience of using functional feeds with probiotic cultures when rearing carp // *Vestnik of Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov*. 2020. №3 (60). P. 86-92.
20. Zhandalgarova A. D., Bakhareva A. A., Grozescu Yu. N. New probiotic preparations immobilized on biofilm, and prospects for their use in modern sturgeon farming // *64th International Scientific Conference of Astrakhan State Technical University: conference materials*. 2020. P. 235-236.