

Иппология и ветеринария. 2022. № 4(46). С. 72-81.
 Hippology and Veterinary Medicine. 2022. № 4(46). P. 72-81.

ВЕТЕРИНАРИЯ

Научная статья
 УДК: 577.1:639.37

Влияние ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика на рост и гематологические показатели молоди карпа

Килякова Юлия Владимировна¹, Мирошникова Елена Петровна²,
 Аринжанов Азамат Ерсайнович³, Аринжанова Мария Сергеевна⁴

^{1, 2, 3} Оренбургский государственный университет

⁴ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской Академии наук

¹ fish-ka06@mail.ru

² elenaakva@rambler.ru

³ arin.azamat@mail.ru

⁴ marymiroshnikova@mail.ru

Аннотация: в данном исследовании представлены результаты биологического действия кормовой фитобиотической добавки «Пробиоцид-Фито» (2 г/кг корма) и ультрадисперсных частиц (УДЧ) цинка (10 мг/кг корма) на рост, морфологические и биохимические показатели крови молоди карпа. Ростостимулирующий эффект добавок зафиксирован во всех опытных группах, при этом наилучший темп роста зафиксирован при совместном включении в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn. Гематологические показатели установили достоверное снижение количества лейкоцитов относительно контроля на 55,1% ($P \leq 0,001$) в I группе и на 16,4% ($P \leq 0,05$) в III группе. Количество эритроцитов во II опытной группе оказалось значительно выше контрольной на 51% ($P \leq 0,05$). Гематокрит только во II опытной группе оказался выше контрольной на 57,1% ($P \leq 0,01$). Зафиксировано достоверное увеличение уровня глюкозы во всех опытных группах по сравнению с контролем: на 45,2% ($P \leq 0,01$), 5,5% ($P \leq 0,05$) и 7,3% ($P \leq 0,05$) соответственно. Активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) во всех опытных группах оказалась ниже, чем в контрольной. Активность аспаратаминотрансферазы (АСТ) у рыб опытных групп была различной. Во II и III группах она была ниже, чем в контрольной на 16,3% ($P \leq 0,01$) и 14,5% ($P \leq 0,05$) соответственно. В первой опытной группе наоборот этот показатель оказался выше контроля. Об активном минеральном обмене в организме карпа говорит повышение показателей содержания железа, магния, кальция и фосфора во всех опытных группах. Установлено положительное влияние фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn на рост и гематологические показатели молоди карпа при включении их в рацион как отдельно, так и совместно. При этом более высокие значения роста, обменных процессов, иммунного статуса были получены при совместном введении в рацион рыб фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn в дозировках 2 г/кг и 10 мг/кг корма, соответственно.

© Килякова Ю. В., Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Аринжанова М. С., 2022

Ключевые слова: кормовые добавки, фитобиотические препараты, ультрадисперсные частицы, цинк, морфологические показатели крови, биохимические показатели крови, карп, кормление.

Для цитирования: Килякова Ю. В., Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Аринжанова М. С. Влияние ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика на рост и гематологические показатели молоди карпа // Иппология и ветеринария. 2022. № 4(46). С. 72-81.

VETERINARY

Original article

Influence of ultrafine particles of zinc and phytobiotic on the growth and hematological parameters of juvenile carp

Yulia V. Kilyakova¹, Elena P. Miroshnikova², Azamat E. Arinzhanov³,
 Maria S. Arinzhanova⁴

^{1, 2, 3} Orenburg State University

⁴ Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

¹ fish-ka06@mail.ru

² elenaakva@rambler.ru

³ arin.azamat@mail.ru

⁴ marymiroshnikova@mail.ru

Abstract: this study presents the results of the biological effect of the feed phytobiotic additive “Probiocid-Phyto” (2 g/kg of feed) and ultrafine particles (UDP) of zinc (10 mg/kg of feed) on the growth, morphological and biochemical blood parameters of carp juveniles. The growth-stimulating effect of additives was recorded in all experimental groups, while the best growth was recorded with the combined inclusion of the phytobiotic “Probiocid-Phyto” and UDP Zn in the diet. Hematological parameters established a significant decrease in the number of leukocytes to the control by 55,1% ($P \leq 0.001$) in group I and by 16,4% ($P \leq 0,05$) in group III. The number of erythrocytes in the II experimental group was significantly higher than the control one by 51% ($P \leq 0,05$). The hematocrit only in the II experimental group was higher than the control one by 57,1% ($P \leq 0,01$). A significant increase in glucose levels was recorded in all experimental groups compared to the control: by 45,2% ($P \leq 0,01$), 5,5% ($P \leq 0,05$) and 7,3% ($P \leq 0,05$) respectively. The activity of alanine aminotransferase (ALT) in all experimental groups was lower than in the control group. The activity of aspartate aminotransferase (AST) in the fish of the experimental groups was different. In groups II and III it was lower than in the control group by 16,3% ($P \leq 0,01$) and 14,5% ($P \leq 0,05$), respectively. In the first experimental group, on the contrary, this indicator was higher than the control. An increase in the content of iron, magnesium, calcium and phosphorus in all experimental groups indicates an active mineral metabolism in the body of carp. A positive effect of the phytobiotic “Probiocid-Phyto” and UDP Zn on the growth and hematological parameters of

carp juveniles was established when they were included in the diet both separately and together. At the same time, higher values of growth, metabolic processes, and immune status were obtained with the joint introduction of the phytobiotic "Probiocid-Phyto" and UHF Zn into the diet of fish at dosages of 2 g/kg and 10 mg/kg of feed, respectively.

Keywords: feed additives, phytobiotic preparations, ultrafine particles, zinc, blood morphological parameters, blood biochemical parameters, carp, feeding.

For citation: Kilyakova Yu.V, Mirosnikova E. P, Arinzhanov A. E, Arinzhanova M. S. Influence of ultrafine particles of zinc and phytobiotic on the growth and hematological parameters of juvenile carp // Hippology and Veterinary Medicine. 2022; 4(46). P. 72-81.

Введение

В последние десятилетия аквакультура быстро развивается и является одной из рентабельных отраслей сельского хозяйства, основная задача которой – снабжение растущего населения планеты безопасным продуктом питания. Активный рост гидробионтов обеспечивается благодаря интенсификации выращивания. В связи с этим актуальной остаётся задача организации сбалансированного кормления и оптимизации условий выращивания рыб [5].

Применение разнообразных добавок при кормлении в рыбоводстве необходимо для предотвращения отрицательного действия некоторых факторов среды, стимуляции роста, улучшения функций иммунной системы. В качестве кормовых добавок в аквакультуре используются пробиотики, пребиотики, а также фитобиотики и ультрадисперсные частицы металлов.

Фитобиотики хорошо зарекомендовали себя как альтернатива антибиотикам, без которых невозможно представить современное животноводство. Экстракты растений не вызывают побочного эффекта антибиотикорезистентности. Введение в рацион фитобиотиков способствует увеличению продуктивности рыб за счёт повышения усвояемости кормов [3].

Минеральные вещества в виде ультрадисперсных частиц (УДЧ) металлов нашли широкое применение в аквакультуре. Уникальные свойства ультрадисперсных материалов заключаются в ингибировании активности ферментов, мобилизации

иммунной системы, увеличении стрессоустойчивости организма животных. Благодаря своим размерам они способны проникать в клетки и действовать на клеточном и молекулярном уровне [1].

Цель данного исследования – оценка влияния кормового фитобиотического препарата «Пробиоцид-Фито» и ультрадисперсных частиц (УДЧ) цинка на рост и гематологические показатели молоди карпа при их введении в рацион как отдельно, так и совместно.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета в условиях аквариумного стенда. Методом пар-аналогов были сформированы 4 группы рыб (n=30). Контрольная группа получала основной рацион (ОР), I опытная группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» в количестве 2 г/кг корма, II группа – ОР + УДЧ Zn (10 мг/кг корма), III группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» (2 г/кг корма) + УДЧ Zn (10 мг/кг корма).

В качестве ОР использован комбикорм КРК-110 производства ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (г. Оренбург). Фитобиотическая кормовая добавка «Пробиоцид-Фито» изготовлена на основе смеси эфирных масел (ООО «БИОТРОФ»). УДЧ Zn диаметром 90 нм получены методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона, удельная поверхность – 5,34 м²/г (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск). УДЧ вводили в корм

после диспергирования частиц в физиологическом растворе с помощью УЗДН-2Т при частоте 35 кГц (f-35 кГц, N-300 Вт, A-10 мкА) в течение 30 минут.

Образцы крови отбирали в конце эксперимента в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3; для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свертывания. Морфологические и биохимические показатели крови оценивались в ЦКП ФНЦ БСТ РАН (<https://цкп-бст.рф/>) по стандартным методикам с помощью автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus (URIT Medial Electronic Co., Китай) и автоматического биохимического анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай) с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии («ДИАКОН-ДС», Россия; «Randox Laboratories Ltd», Великобритания).

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Определение достоверности различий определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали результаты при P≤0,05.

Результаты исследований и их обсуждение

Включение в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn положительно отразилось на интенсивности роста рыб. В I и II опытных группах достоверная разница относительно контрольной группы зафиксирована, начиная с 4 недели эксперимента, она составила 11% (P≤0,05) и 10,3% (P≤0,05), соответственно. В III опытной группе достоверная разница зафиксирована, начиная с 3 недели эксперимента – 12% (P≤0,05). Повышение интенсивности роста рыб опытных групп отмечено вплоть до конца эксперимента (рисунок 1). При этом наилучший ростостимулирующий эффект наблюдали при совместном включении в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn – масса рыб превышала контроль на 18,4% (P≤0,05).

Анализ морфологического состава крови молоди карпа показал, что количе-

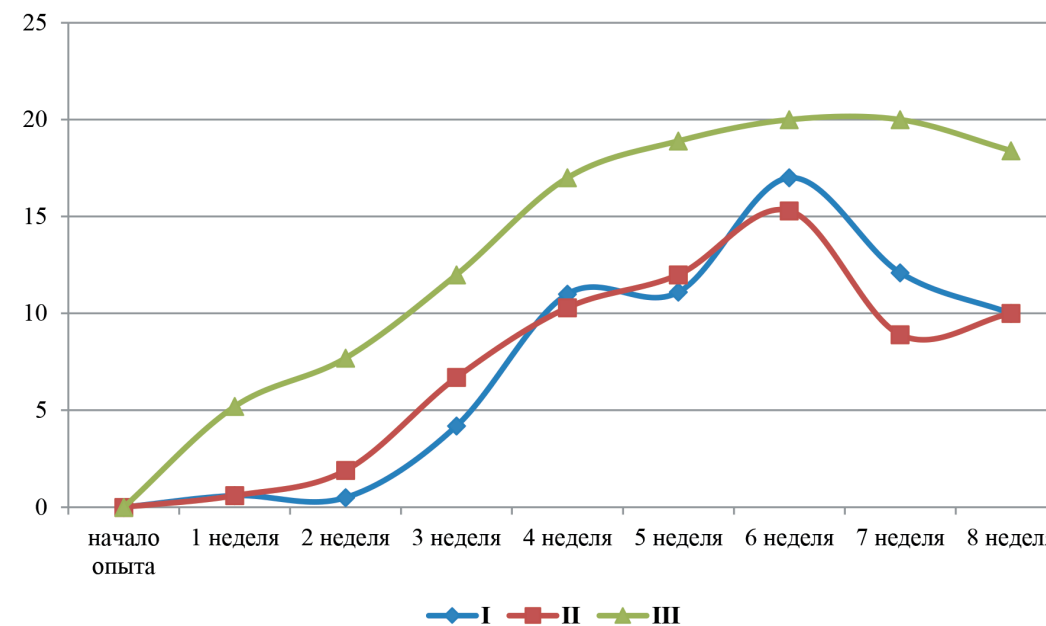


Рисунок 1 – Разница живой массы рыб опытных групп по сравнению с контрольной, %

ство гемоглобина, средний объём эритроцитов, ширина распределения эритроцитов, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) во всех опытных группах не имели достоверных различий и были приближены к контрольным значениям (таблица 1).

Количество лейкоцитов в I и III опытных группах было достоверно ниже контроля на 55,1% (P<0,001) в I группе и на 16,4% (P<0,05) в III группе. Количество эритроцитов во II опытной группе оказалось значительно выше контрольной на 51% (P<0,05).

Во II опытной группе зафиксировано высокое количество тромбоцитов и лимфоцитов, значения были выше контрольных на 50% (P<0,01) и на 36,7% (P<0,05), соответственно. Гематокрит только во II опытной группе оказался выше контроля на 57,1% (P<0,01).

Биохимические показатели сыворотки крови молоди карпа в опытных группах также имели отличные от контрольной группы значения (таблица 2). В нашем исследовании зафиксировано достоверное увеличение уровня глюкозы во всех опытных группах по сравнению с контролем: I – на 45,2% (P<0,01), II – на 5,5% (P<0,05) и III группе на 7,3% (P<0,05). Включение в рацион молоди карпа кормовой фитобиотической добавки и УДЧ Zn привело к интенсификации белкового обмена в I и II группах. Наблюдалось

также увеличение альбумина в группе, получавшей фитобиотик, в сравнении с контролем.

О липидном обмене в организме позволяет судить уровень триглицеридов. Этот показатель во II и III группах был достоверно выше контроля на 100% (P<0,01) и 113,6% (P<0,01) соответственно. Уровень холестерина во всех опытных группах оказался выше, чем в контрольной. По общему билирубину можно сделать вывод о пигментном обмене в организме. Билирубин превышал показатели в I и III опытных группах по сравнению с контрольной на 45,5% (P<0,05) и 95,5% (P<0,01).

Изменение ферментативной активности аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) наблюдалось во всех опытных группах. Так, показатель АЛТ во всех опытных группах оказался ниже, чем в контрольной. Уровень АСТ у рыб опытных групп был различным. Во II и III группах он был ниже контроля на 16,3% (P<0,01) и 14,5% (P<0,05), соответственно. В первой опытной группе наоборот этот показатель оказался выше контроля.

Креатинин оказался ниже только во II опытной группе по сравнению с контролем. Уровень мочевины зафиксирован ниже значений контрольной группы только во II группе, а мочевая кислота на

Таблица 1 – Морфологический состав крови молоди карпа

Показатель	Группа			
	Контроль	I	II	III
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	99±5,5	44,5±5,0***	101,4±7,9	82,8±6,0*
Эритроциты, 10 ¹² /л	0,51±0,05	0,37±0,07	0,77±0,08*	0,38±0,06
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	32± 4,0	35±4,3	48±5,0**	32±3,8
Гемоглобин, г/л	115±8,0	111±7,7	105 ±6,7	101±5,5
Гематокрит,%	10,5±0,35	10,6±0,9	16,5±1,5**	9,2±0,73
Средний объем эритроцитов, фл	202,8±9,0	221±11,7	215,2±10,9	213,4±11,4
Ширина распределения эритроцитов,%	33,3± 4,0	39,6±4,5	25,4±2,7	28,9±3,5
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	72,3 ± 4,5	73±5,2	98,8±10*	80± 7,5
СОЭ, мм/ч	4	4	3	3

* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001

Таблица 2 – Биохимический состав сыворотки крови молоди карпа

Показатель	Группа			
	Контроль	I	II	III
Глюкоза, ммоль/л	5,78±0,13	8,39±0,3**	6,1±0,13*	6,2±0,15*
Общий белок, г/л	27,81±1,4	30,26±2,1	31,04±1,9	27,78±1,7
Альбумин, г/л	9±0,7	10±0,8	9±0,6	9±0,7
АЛТ, Ед/л	18,4±1,3	15,1±1,6	16,8±1,9	16,1±1,7
АСТ, Ед/л	434,6±14,5	442,5±20	363,9±17,0**	371,5±13,4*
Билирубин общий, мкмоль/л	0,22± 0,02	0,32±0,023*	0,22±0,023	0,43±0,056**
Холестерин, ммоль/л	2,77±0,22	3,22±0,23	3,18±0,25	3,24±0,27
Триглицериды, ммоль/л	1,1± 0,1	1,1±0,13	2,2±0,19**	2,35±0,3**
Мочевина, ммоль/л	1,9± 0,22	1,9±0,20	1,4±0,21	2,2±0,17
Креатинин, мкмоль/л	17,2±1,25	20,8±2,05	16,1±1,57	20,2±2,01
Мочевая кислота, мкмоль/л	10,6±1,15	20,9±2,25***	10,8±1,13	10,2±1,11
Железо, мкмоль/л	2,4±0,25	8,9±0,67***	4,1±0,39**	6,2±0,55***
Магний, ммоль/л	0,58±0,07	0,66±0,09	0,76±0,09*	0,66±0,08
Кальций, ммоль/л	2,5± 0,24	2,81±0,23	2,9±0,25	2,74±0,22
Фосфор, ммоль/л	0,9±0,1	1,17±0,2	1,17±0,19	0,97±0,17

* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001

97,2% (P<0,001) была достоверно выше в группе, получавшей фитобиотик.

Об активном минеральном обмене в организме карпа говорит повышение показателей содержания железа, магния, кальция и фосфора во всех опытных группах.

Использование экстрактов растений в аквакультуре повышается с каждым годом. Связано это, прежде всего с антибактериальным эффектом, а также отсутствием аккумуляции их остатков в организме рыб в отличие от антибиотиков. В результате не только повышаются продуктивные качества гидробионтов, но и получаемый продукт оказывается абсолютно безопасным для употребления человеком. Ультрадисперсные частицы металлов, обладая высокой биологической активностью, улучшают аппетит, а следовательно, усиливают скорость роста организма, ускоряют обменные процессы, повышают стрессоустойчивость. Они менее токсичны металлов не в наноформе, усваиваются организмом в качестве

микроэлементов и не аккумулируются в организме рыб [1, 3, 7].

Введение в рацион фитобиотической кормовой добавки и ультрадисперсных частиц цинка по отдельности и совместно оказало положительное влияние на организм молоди карпа. Наиболее значительное воздействие на увеличение динамики живой массы рыбы отмечалось в группе, получавшей совместно фитобиотик «Пробиоцид-Фито» и УДЧ цинка. Преимущество показателей этой группы проявлялось и в интенсивности роста в течение исследования.

Кровь любого живого организма одной из первых реагирует на все изменения, происходящие с организмом, и является своеобразным маркером состояния организма. Количество лейкоцитов в группах, получавших «Пробиоцид-Фито» и совместно ультрадисперсные частицы цинка и фитобиотик, оказалось ниже контроля, что, скорее всего, связано с лучшей и более быстрой адаптацией организма рыб к условиям содержания и кормле-

ния. Повышение количества лимфоцитов и тромбоцитов у карпов опытных групп свидетельствует о высокой степени развития клеточного иммунитета [2].

Количество эритроцитов в группе, получавшей УДЧ цинка, было значительно выше контрольной группы. Содержание гемоглобина в крови рыб остальных опытных групп было несколько ниже значений этих показателей контрольной группы. Но содержание гемоглобина во всех группах оказалось выше физиологической нормы для карповых [4]. Высокие концентрации гемоглобина указывают на активные метаболические процессы, усиление дыхания рыбы, активное насыщение клеток тела кислородом, соответственно, повышение сопротивляемости ко многим болезням и проникновению болезнетворных агентов. Картину изменения концентрации гемоглобина и эритроцитов можно объяснить тем, что основная функция эритроцитов – это транспорт газов, которая осуществляется благодаря наличию дыхательного пигмента – гемоглобина [3].

Гематокрит в группе, получавшей УДЧ цинка, имел максимальные значения и значительно превысил значения этого показателя в контрольной группе. Значения этого показателя свидетельствуют об активных окислительно-восстановительных процессах в организме [5].

Средний объём эритроцитов и ширина распределения эритроцитов только в первой опытной группе, получавшей фитобиотическую добавку «Пробиоцид-Фито», оказались выше контроля. Скорость оседания эритроцитов во всех опытных группах была в пределах физиологической нормы. Нормальные значения этого показателя доказывают отсутствие воспалительных процессов в организме и свидетельствуют о стабильности белкового состава плазмы крови [9].

Биохимические показатели крови являются информативными показателями оценки общего состояния рыб и их адаптации к внешним условиям. Высокий уровень белка сыворотки крови в I

и II группах и превышение этого показателя по сравнению с физиологической нормой (23,0-25,0 г/л) говорит о большом потенциале белкового обмена, активации транспортных и защитных функций организма и особенностях функционирования поджелудочной железы в условиях аквариумов, когда велика нагрузка интенсивного кормления и высокой плотности посадки рыбы. Таким образом, содержание белковых фракций в сыворотке выше нормального физиологического уровня можно считать благоприятным признаком. Также количество альбумина – транспортного белка – во всех опытных группах свидетельствует об активном белковом обмене в организме [8].

Уровень глюкозы в крови карпа всех опытных групп был выше контроля и выше физиологической нормы – 1,5-4,0 ммоль/л. Превышения показателя связаны с активным ростом, обменными реакциями и являются гарантией высокой сопротивляемости организма неблагоприятным воздействиям и стрессам [6].

Липиды являются одним из самых информативных показателей адаптации организма к неблагоприятным факторам среды. Уровень холестерина в сыворотке крови карпа находился в пределах физиологической нормы. Следует отметить повышение триглицеридов, главного источника энергии клеток, у рыб, получавших в качестве кормовой добавки УДЧ цинка и совместно «Пробиоцид-Фито» и УДЧ цинка.

Об активном метаболизме белков в организме молоди карпа говорит повышение уровня мочевины, мочевой кислоты и креатинина – конечных продуктов обмена белков. Также повышение уровня мочевины и мочевой кислоты в крови исследованных рыб является одним из регуляторных механизмов поддержания положительного азотного баланса и уменьшает токсическое влияние аммиака на организм [10].

Снижение активности ферментов АЛТ и АСТ в сыворотке крови подопытных карпов, получавших в качестве кор-

мовой добавки УДЧ цинка и совместно «Пробиоцид-Фито» и УДЧ цинка, связано, возможно, с ингибирующим действием ионов Zn^{2+} . В результате проявилась конкуренция металла за место связывания в активном или аллостерическом центре при взаимодействии с различными группами белковых молекул [4].

Содержание железа, магния, кальция и фосфора в пределах физиологической нормы доказывает нормальное течение обменных процессов, а также процессов адаптации к внешним условиям.

Заключение

Результаты наших исследований установили положительное влияние фитобиотики «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn на рост и гематологические показатели молоди карпа при включении их в рацион рыб как отдельно, так и совместно. При этом более высокие значения роста, обменных процессов, иммунного статуса были получены при совместном введении в рацион рыб фитобиотики «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn в дозировках 2 г/кг и 10 мг/кг корма соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00281)

The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (project No. 22-26-00281)

Список источников

1. Аринжанова, М. С. Ультрадисперсные препараты металлов микроэлементов: опыт использования и перспективы применения в аквакультуре (обзор) / М. С. Аринжанова // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. – С. 8-30. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-8>
2. Ахметова, В. В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В. В. Ахметова, С. Б. Басина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №3 (31). – С. 53-58.
3. Мирошникова, Е. П. Гематологические параметры молоди карпа на фоне введения в рацион экстракта коры дуба (*Quercus cortex*) / Е. П. Мирошникова, Ю. В. Килякова, А. Е. Аринжанов, С. В. Пономарев, М. С. Мирошникова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. №4. – С. 124-131. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-124-131
4. Мусаев, Б. С. Биохимические показатели крови сеголеток карпа при развитии оксидативного стресса под влиянием ионов марганца / Б. С. Мусаев, А. И. Рабаданова, Г. Р. Мурадова, А. З. Маржиева // Токсикологический вестник. 2012. №2(113). – С. 27-31.
5. Саблин, С. Г. Динамика живой массы и морфологический состав карпа при скормливании препробиотики в прудовом рыбководстве / С. Г. Саблин, В. Е. Улитко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №1(37). – С. 140-144. DOI 10.18286/1816-4501-2017-1-140-144
6. Kondera, E. Effects of Oxytetracycline and Gentamicin Therapeutic Doses on Hematological, Biochemical and Hematopoietic Parameters in *Cyprinus carpio* Juveniles / E. Kondera, B. Bojarski, K. Ługowska, B. Kot, M. Witeska // *Animals* (Basel). 2020 Dec 3;10(12):2278.
7. Ryazanov, V. A. Phytobiotics as an alternative to antibiotics in animal husbandry (review) / V. A. Ryazanov, M. Ya. Kurilkina, G. K. Duskaev, V. M. Gabidulin // *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021; 104(4):108-123.
8. Tabassum, S. Potential attenuation of biochemical parameters and enzymatic functions in *Cyprinus carpio* fingerlings by Phenthoate 50 EC insecticide exposure/ S. Tabassum, S. F. Rakhi, M. Reza, M. Mollah, Z. Hossain // *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020 Oct;27(28):35837-35851.

9. Ziólkowska, E. Effects of a Trans-Galactooligosaccharide on Biochemical Blood Parameters and Intestine Morphometric Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) / E. Ziólkowska, J. Bogucka, A. Dankowiakowska, M. Rawski, J. Mazurkiewicz, M. Stanek // *Animals (Basel)*. 2020 Apr 21;10(4):723.
10. Xu, M. An evaluation of mixed plant protein in the diet of Yellow River carp (*Cyprinus carpio*): growth, body composition, biochemical parameters, and growth hormone/insulin-like growth factor 1 / M. Xu, T. Wang, J. Wang, W. Wan, Z. Wang, D. Guan, H. Sun // *Fish Physiol Biochem*. 2019 Aug;45(4):1331-1342.

References

1. Arinzhanova, M. S. Ułtradispersnye preparaty metallov mikroelementov: opyt ispol'zovaniâ i perspektivyprimeneniâ v akvakul'ture (obzor) / M.S. Arinzhanova // *Životnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2022;105(1):8-30. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-8>
2. Akhmetova, V. V. Ocenka morfoloġičeskoj i biohimičeskoj kartiny krovi karpovyh ryb, vyrařivaemyh v OOO «Rybhoz» Ułânovskogo rajona Ułânovskoj oblasti / V.V. Akhmetova, S.B. Vasina // *Vestnik Ułânovskoj gosudarstvennoj sel'skohozâjstvennoj akademii*. 2015;3(31):53-58. doi: 10.18286/1816-4501-2015-3-53-58
3. Miroshnikova, E. P. Gematoloġičeskie parametry molodi karpa na fone vvedeniâ v racion êkstrakta kory duba (*Quercus cortex*) / E. P. Miroshnikova, Ju. V. Kilyakova, A. E. Arinzhanov, S. V. Ponomarev, M. S. Miroshnikova // *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Seriâ: Rybnoe hozâjstvo*. 2019;4:124-131. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-124-131. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-124-131
4. Musaev, B. S. Biohimičeskie pokazateli krovi segoletok karpa pri razvitii oksidativnogo stressa pod vliâniem ionov marganca/ B. S. Musaev, A. I. Rabadanova, G. R. Muradova, A. Z. Marzhieva // *Toksikoloġičeskij vestnik*. 2012;2(113):27-31.
5. Sablin, S. G. Dinamika živoj massy i morfoloġičeskij sostav karpa pri skarmlivanii preprobiotika v prudovom rybovodstve / S. G. Sablin, V. E. Ulitko // *Vestnik Ułânovskoj gosudarstvennoj sel'skohozâjstvennoj akademii*. 2017;1(37):140-144. DOI 10.18286/1816-4501-2017-1-140-144
6. Kondera, E. Effects of Oxytetracycline and Gentamicin Therapeutic Doses on Hematological, Biochemical and Hematopoietic Parameters in *Cyprinus carpio* Juveniles / E. Kondera, B. Bojarski, K. Ługowska, B. Kot, M. Witeska // *Animals (Basel)*. 2020 Dec 3;10(12):2278.
7. Ryazanov, V. A. Phytobiotics as an alternative to antibiotics in animal husbandry (review) / V. A. Ryazanov, M. Ya. Kurilkina, G. K. Duskaev, V. M. Gabidulin // *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021; 104(4):108-123.
8. Tabassum, S. Potential attenuation of biochemical parameters and enzymatic functions in *Cyprinus carpio* fingerlings by Phenthoate 50 EC insecticide exposure/ S. Tabassum, S. F. Rakhi, M. Reza, M. Mollah, Z. Hossain // *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020 Oct;27(28):35837-35851.
9. Ziólkowska, E. Effects of a Trans-Galactooligosaccharide on Biochemical Blood Parameters and Intestine Morphometric Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) / E. Ziólkowska, J. Bogucka, A. Dankowiakowska, M. Rawski, J. Mazurkiewicz, M. Stanek // *Animals (Basel)*. 2020 Apr 21;10(4):723.
10. Xu, M. An evaluation of mixed plant protein in the diet of Yellow River carp (*Cyprinus carpio*): growth, body composition, biochemical parameters, and growth hormone/insulin-like growth factor 1 / M. Xu, T. Wang, J. Wang, W. Wan, Z. Wang, D. Guan, H. Sun // *Fish Physiol Biochem*. 2019 Aug;45(4):1331-1342.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.09.2022; одобрена после рецензирования 17.10.2022; принята к публикации 01.12.2022.

The article was submitted 17.09.2022; approved after reviewing 17.10.2022;

accepted for publication 01.12.2022.

Информация об авторах:

Киякова Юлия Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры

Мирошникова Елена Петровна – доктор биологических наук, профессор; заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры

Аринжанов Азамат Ерсанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры

Аринжанова Мария Сергеевна – аспирант, младший научный сотрудник, отдел кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина

Information about the authors:

Yulia V. Kilyakova – candidate of biological sciences, associate professor of the department of biotechnology of animal raw materials and aquaculture

Elena P. Miroshnikova – doctor of biological sciences, professor; head of the department of biotechnology of animal raw materials and aquaculture

Azamat E. Arinzhanov – candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of biotechnology of animal raw materials and aquaculture

Maria S. Arinzhanova – postgraduate student, junior researcher, department of farm animal feeding and feed technology named after S.G. Leushina