

вовоспалительной активности проантоцианидинов корневищ с корнями сабельника болотного *Comarum palustre* L. / О. А. Ёршик, Г. Н. Бузук, Г. Д. Коробов // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2008. – № 7 (2). – С. 151–158. 3. Красочко, П. А. Современные подходы к классификации иммуномодуляторов / П. А. Красочко // Эпизоотология, иммунология, фармакология и санитария. – 2006. – № 2. – С. 35–40. 4. Исследование острой токсичности и ранозаживляющего действия комплексной мази «Уберосепт» / А. Р. Перегончий, Л. В. Ческидова, И. В. Брюхова, О. Б. Павленко // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2023. – № 4. – С. 124–128. 5. Сравнительное фармакологическое и токсикологическое исследование препаратов "Пенталгин® Плюс" и "Пенталгин®-Н" / И. И. Бобынцев, М. В. Корокин, Е. А. Семочкина [и др.] // Человек и его здоровье. – 2007. – № 4. – С. 22–29. 6. РД-АПК 3.10.07.02-09. Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений. – Москва : ФГНУ «Росинформмагротех», 2009. – 29 с. 7. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. – Москва : Гриф и К, 2012. – 944 с. 8. Токсикологическое изучение мягких лекарственных форм противовирусного и антимикробного действия / О. А. Сёмкина, М. А. Джавахян, Л. В. Крепкова [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия : медицина. – 2008. – № 4. – С. 5–9.

References. 1. Issledovanie protivovospalitel'noj aktivnosti novyh lekarstvennyh form s acizolom / A. L. Golovanenko, I. P. Rudakova, E. S. Berezina [i dr.] // Razrabotka i registraciya lekarstvennyh sredstv. – 2022. – T. 11. – № S4. – S. 105–109. 2. YOrshik, O. A. Izuchenie protivovospalitel'noj aktivnosti proantocianidinov kornevishch s kornyami sabel'nika bolotnogo *Comarum palustre* L. / O. A. YOrshik, G. N. Buzuk, G. D. Korobov // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. – 2008. – № 7 (2). – S. 151–158. 3. Krasochko, P. A. Sovremennye podhody k klassifikacii immunomodulyatorov / P. A. Krasochko // Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya. – 2006. – № 2. – S. 35–40. 4. Issledovanie ostroj toksichnosti i ranozazhivlyayushchego dejstviya kompleksnoj mazi «Uberosept» / A. R. Peregonchij, L. V. Cheskidova, I. V. Bryuhova, O. B. Pavlenko // Normativno-pravovoe regulirovanie v veterinarii. – 2023. – № 4. – S. 124–128. 5. Sravnitel'noe farmakologicheskoe i toksikologicheskoe issledovanie preparatov "Pentalgin® Plyus" i "Pentalgin®-N" / I. I. Bobyntsev, M. V. Korokin, E. A. Semochkina [i dr.] // Chelovek i ego zdorov'e. – 2007. – № 4. – S. 22–29. 6. RD-APK 3.10.07.02-09. Metodicheskie rekomendacii po sodержaniyu laboratornyh zhivotnyh v vivariyah nauchno-issledovatel'skih institutov i uchebnyh zavedenij. – Moskva : FGNU «Rosinformmagrotekh», 2009. – 29 s. 7. Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovanij lekarstvennyh sredstv. – Moskva : Grif i K, 2012. – 944 s. 8. Toksikologicheskoe izuchenie myagkikh lekarstvennyh form protivovirusnogo i antimikrobnogo dejstviya / O. A. Syomkina, M. A. Dzhavahyan, L. V. Krepkova [i dr.] // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya : medicina. – 2008. – № 4. – S. 5–9.

Поступила в редакцию 19.10.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-4-54-59
УДК 639.3.43

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА «БАЦЕЛЛ-М» НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ, ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (*CYPRINUS CARPIO*) ПРИ ГЕПАТОПАТИЯХ

Семенова Е.В. ORCID ID 0000-0003-3675-5467, Стрельников Н.А. ORCID ID 0000-0002-0781-7713, Михайлов Е.В. ORCID ID 000-0001-54-57-1325, Сулин В.Ю. ORCID ID 0000-0001-9668-6702
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

Целью данной работы являлось изучение экспрессии генов, биохимических и морфологических показателей крови карпа обыкновенного при патологиях печени и после применения пробиотика «Бацелл-М». Полученные в ходе эксперимента данные свидетельствуют о том, что применение пробиотика «Бацелл-М» у рыб оказывает комплексное воздействие на организм. Его применение способствовало нормализации микрофлоры кишечника и улучшению обмена веществ. В целом, применение пробиотика «Бацелл-М» на рыбах показывает положительные результаты. Поэтому необходимо проводить более глубокие исследования для определения оптимальных дозировок пробиотика, продолжительности его применения, а также для выявления возможных механизмов возникновения негативных эффектов. **Ключевые слова:** аквакультура, промысловое рыбководство, карп обыкновенный, пробиотик, биохимия крови.

EFFECT OF THE PROBIOTIC BACELL-M ON THE EXPRESSION OF METABOLIC GENES, HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS OF COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO*) WITH HEPATOPATHIES

Semenova E.V., Strelnikov N.A., Mikhaylov E.V., Sulin V.Yu.
All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy,
Voronezh, Russian Federation

*The objective of this work was to study the gene expression, biochemical and morphological blood indicators of common carp with liver pathologies and after the use of the probiotic Bacell-M. The data obtained during the experiment indicate that the use of the probiotic Bacell-M in fish has a complex effect on the body. Its use contributed to the normalization of intestinal microflora and improved metabolism. In general, the use of the probiotic Bacell-M on fish shows positive results. Therefore, it is necessary to conduct more in-depth studies to determine the optimal dosages of the probiotic, the duration of its use, as well as to identify possible mechanisms for the occurrence of negative effects. **Keywords:** aquaculture, commercial fish farming, common carp, probiotic, blood biochemistry.*

Введение. На сегодняшний день аквакультура является перспективной областью сельского хозяйства. Рыборазведение стало важной частью в решении задачи по обеспечению продовольствием населения планеты. Поэтому промышленное рыбоводство предполагает широкое применение инновационных методов для обеспечения здоровья и оптимального роста рыб, а также требует постоянного отслеживания здоровья и питания выращиваемых особей.

По мнению Гуцулюк О.Н., проблемы аквакультуры связаны с применением несбалансированных и недоброкачественных кормов, и представляют серьезную угрозу для здоровья и продуктивности рыбного поголовья [1]. Несоблюдение необходимого баланса в питательных веществах может привести к ряду проблем, которые сказываются на жизнеспособности и качестве продукции. Так применение кормов с недостаточным содержанием белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов может привести к дефициту важных питательных веществ, необходимых для роста, развития и общего здоровья рыб. Помимо этого, значительно повышается риск ослабления иммунной системы, развития ряда заболеваний, а также снижения продуктивности и выживаемости рыб.

В исследованиях Трубачевой В.С. и Осепчука Д.В. отмечается, что неправильно сбалансированные корма оказывают негативное влияние на состояние печени у рыб. Недостаток или избыток определенных компонентов питания приводит к развитию гепатозов, жировой дистрофии и других патологий печени [2, 3].

В последние годы установлено, что одним из ключевых методов поддержания здоровья рыб и повышения их иммунитета является применение пробиотиков. В работах Куватова К. и Хусейна С.М. установлено, что пробиотики, как биологически активные добавки, оказывают положительное влияние на микробиом, улучшая пищеварение, защищая от патогенных микроорганизмов и способствуя общему здоровью рыбного поголовья [4, 5].

Кровь является одной из важнейших характеристик функционального состояния живого организма. Изменение картины крови позволяет судить о характере взаимодействия организма с внешней средой и прогнозировать его функциональные изменения. Благодаря проведению биохимического анализа крови карпов после приема пробиотиков можно получить ценные данные о состоянии их здоровья, иммунной системы, а также о процессах пищеварения и обмена веществ [1].

Для более детального исследования проводили оценку уровня экспрессии генов, кодирующих следующие белки: FASN – основная функция данного белка заключается в катализации синтеза пальмитата из ацетил-КоА в присутствии НАДФН в длинноцепочечных насыщенных жирных кислотах. LPL - катализирует гидролиз триглицеридов из липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) [6].

Эти результаты могут предоставить новые научные данные и практические рекомендации для использования пробиотика «Бацелл-М» в аквакультуре, способствуя повышению продуктивности и благополучию рыб.

Цель: изучить экспрессию генов, биохимические и морфологические показатели крови карпа обыкновенного при патологиях печени и после применения пробиотика «Бацелл-М».

Материалы и методы исследований. Лабораторные исследования проводили на базе лаборатории инновационных препаратов рекомбинантной протеомики отдела экспериментальной фармакологии и моделирования живых систем.

Полевые исследования и отбор материала были проведены на базе АО «Рыбопитомник» Воронежской области.

В ходе данного эксперимента была использована товарная рыба массой 800-900 г. Для фонового исследования и в период опыта отбирали биологический материал от карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*) всех исследуемых групп для проведения эксперимента. После проведения фоновых исследований и постановки диагноза особи, участвующие в работе, были разделены на две основные группы. Первая группа – контрольный пруд (n=600) – получали основной рацион. Гидробионты второй группы (n=600) в течение 30 дней питались основным рационом с добавлением пробиотического препарата «Бацелл-М» в дозировке 2 кг/тону.

Убой и отбор биологического материала исследуемых особей всех групп (n=6) проходил в два этапа: первый – через 14 дней после начала эксперимента, второй – через 35 дней после начала исследований. Цельная кровь была отобрана в вакуумные пробирки с добавлением

ЭДТА КЗ для предотвращения свертывания крови. Морфологический анализ крови (количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов) проводили на гематологическом анализаторе «ABX Micros 60», биохимические исследования — определением активности ферментов аланинаминотрансферазы (К.Ф.2.6.1.2, АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (К.Ф.2.6.1.1, АСТ) на биохимическом анализаторе «Hitachi-902». Статистический анализ включал расчет средних значений и ошибку средней (Mean±SE), достоверность различий средних оценивали с помощью t-Стьюдента с поправками Бонферрони. Величины анализируемых показателей сравнивали с референсными значениями по данным Гусевой Ю.А. и Васильева А.А., опубликованным в 2020 году [7].

Оценка экспрессии генов карпа обыкновенного проводилась посредством ПЦР-анализа с добавлением красителя SYBR Green и с использованием панели специфичных праймеров генов обмена веществ: LPL и FASN. Выделение РНК осуществлялось набором «РНК-Экстран» (Син тол, Россия) по утвержденной инструкции. Оценку качества выделенной РНК произвели с помощью электрофореза в 2% агарозном геле. Полимеразная цепная реакция проводилась на приборах Bio-Rad CFX 96 (Bio-rad, США) и Rotor-Gene 6000 (Corbett Research, Австралия) с готовой коммерчески доступной смесью для PCR 5X qPCRMix-HS LowROX (Евроген, Россия). В качестве референсного гена выступал β -Актин.

Таблица 1 – Список праймеров для ПЦР в реальном времени

Исследуемый ген	Последовательность праймеров
β -Актин	F: GTACGTTGCCATCCAGGCTGTG R: ACGTCACACTTCATGATGGAGTTGAAG
LPL	F: CGCTCCATTACCTGTTTCAT R: GCTGAGACACATGCCCTTATT
FASN	F: GACAGGCCGCTATTGCTATT R: TGCCGTAAGCTGAGGAAATC

Результаты исследований. Гематологические показатели исследуемых карпов (количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов) всех групп находились в диапазоне референсных значений (таблица 1).

По результатам проведенных исследований среднее количество эритроцитов в контрольной группе находилось на нижней границе референсных значений, что, возможно, обусловлено пониженным уровнем эритропоэза и повышает риск развития ишемии и гипоксии у рыб. У особей, получавших пробиотик в течение 14 и 35 дней, среднее количество эритроцитов достоверно увеличилось ($p < 0,05$) по сравнению с контролем на 31,33% и 13,11%, соответственно (таблица 1). Следовательно, использование пробиотика «Бацелл-М» в течение 14 и 35 дней положительно повлияло на эритропоэз и улучшило кислородтранспортные свойства крови.

Среднее количество лейкоцитов в контрольной группе также находилось ниже референсных значений.

Таблица 2 – Морфологические показатели крови у рыб через 14 и 35 дней приема пробиотика

Показатель	Референсные значения*	14-е сутки		35-е сутки	
		Первая группа	Вторая группа	Первая группа	Вторая группа
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	0,50-3,00	1,76±0,56	2,31±0,57*	1,76±0,34	1,99±0,42*
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	4,90-8,10	3,84±0,97	5,19±0,48***	4,05±0,49	4,87±0,42**
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	60,00-70,00	66,76±5,20	64,75±7,64**	59,76±5,20	64,87±7,40***

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ по отношению к первой группе.

При фоновом исследовании биохимического профиля выявлено, что большинство изучаемых показателей выходило за пределы референсных значений (таблица 2). Уровень глюкозы в плазме крови контрольной группы увеличен в 3 раза по сравнению с нормой. Выявленная гипергликемия может свидетельствовать как о низком уровне энергетического обмена, обусловленном кислородным голоданием, так и о нарушении углеводного обмена [8].

Таблица 3 – Биохимические показатели сыворотки крови через 14 и 35 дней приема пробиотика

Показатель	Референсные значения	14 день		35 день	
		Первая группа	Вторая группа	Первая группа	Вторая группа
АЛТ, Ед/л	23,00-99,00	156,46±9,20	73,70±6,40*	120,51±5,80	50,55±8,89
АСТ, Ед/л	13,00-176,00	209,75±14,50	117,16±10,20	218,04±7,30	64,95±9,85
Мочевина, ммоль/л	1,83-6,20	4,26±1,30	3,295±0,22*	4,52±1,20	6,20±1,30*
Общий белок, г/л	10,00-30,00	29,88±1,26	40,2±1,41*	30,63±1,70	39,89±3,60*
Альбумины, г/л	5,00-18,00	10,64±1,76	18,9±0,87	11,36±2,33	15,40±3,10***
Глобулины, г/л	5,00-12,00	19,56±2,14	21,3±1,2	19,27±4,69	24,50±4,90
Глюкоза, ммоль/л	1,50-4,00	9,39±1,05	6,91±0,32	6,43±1,40	2,98±1,50**
СРБ, г/мл	0,00-5,00	7,78±1,03	4,25±0,32	6,13±0,47	2,28±0,40

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ по отношению к первой группе.

В контрольной группе установлено, что активность АЛТ на 14-й день в плазме крови превышала верхний диапазон нормы в 1,6 раз. Показатели активности АСТ на 14-е сутки отличались от референсных значений в 1,2 раза. На 35-й день активность АЛТ и АСТ в контрольной группе отличалась от нормы в 1,2 раза.

В группе особей с применением пробиотика средняя активность АЛТ и АСТ в плазме обследованных карпов находилась в пределах видовой нормы. Установлено снижение активности АЛТ и АСТ на 35-й день по сравнению с 14-м днем в 1,5 и 1,8 раз соответственно, что может отражать положительное влияние пробиотика на функциональное состояние печени и белкового обмена.

В исследованиях Михайлова Е.В. с соавторами [9] установлена нормализация морфологического состояния печени у рыб, кормление которых происходило с использованием пробиотика, в то время как в опытной группе отсутствовала положительная динамика.

Об улучшении белкового и аминокислотного обменов также указывает достоверно более высокая концентрация общего белка и альбуминов в группе карпов с применением пробиотика в сравнении с контролем.

Увеличение количества альбуминов в сыворотке крови свидетельствует об усилении синтеза белков и влиянии на полезную микрофлору кишечника исследуемых карпов.

Как видно из таблицы 2, концентрация СРБ контрольной группы на 14-е и 35-е сутки превышает показатели нормы, что может свидетельствовать об острой фазе воспалительного процесса. После приема пробиотика на 14-й и 35-й дни уровень СРБ в обследованной группе особей находился в пределах нормы и был на 58,7% и 95,3% ниже по сравнению с контролем.

При исследовании уровня экспрессии генов на 14 сутки применения пробиотика было отмечено снижение экспрессии генов FASN на 20,43% и LPL - на 70,76% (рисунок 1).

На 30-е сутки в группе, получавшей пробиотик, отмечалось снижение уровня экспрессии генов FASN в 2,48 раза и LPL в 3,14 раза (рисунок 2).

Терапия жирового гепатоза с применением пробиотического препарата «БАЦЕЛЛ-М» снизила активность генов LPL и FASN. Это может быть обусловлено положительным влиянием пробиотика на метаболизм липидов и полезную микрофлору кишечника исследуемых карпов [10].

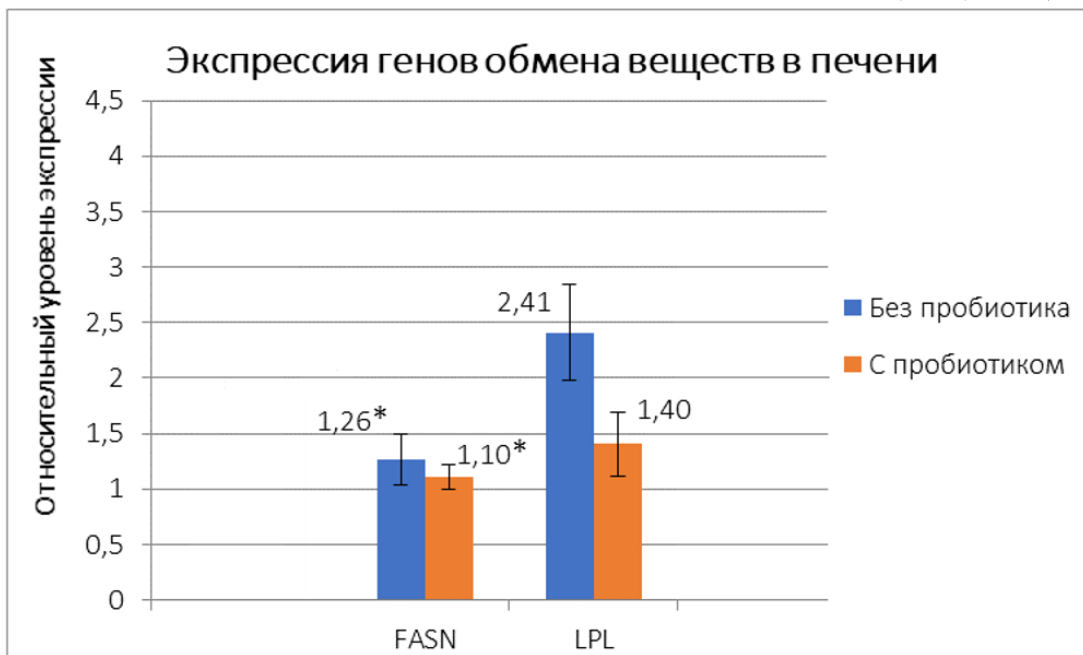


Рисунок 1 – Уровни экспрессии генов обмена веществ FASN и LPL в печени рыб на 14-е сутки

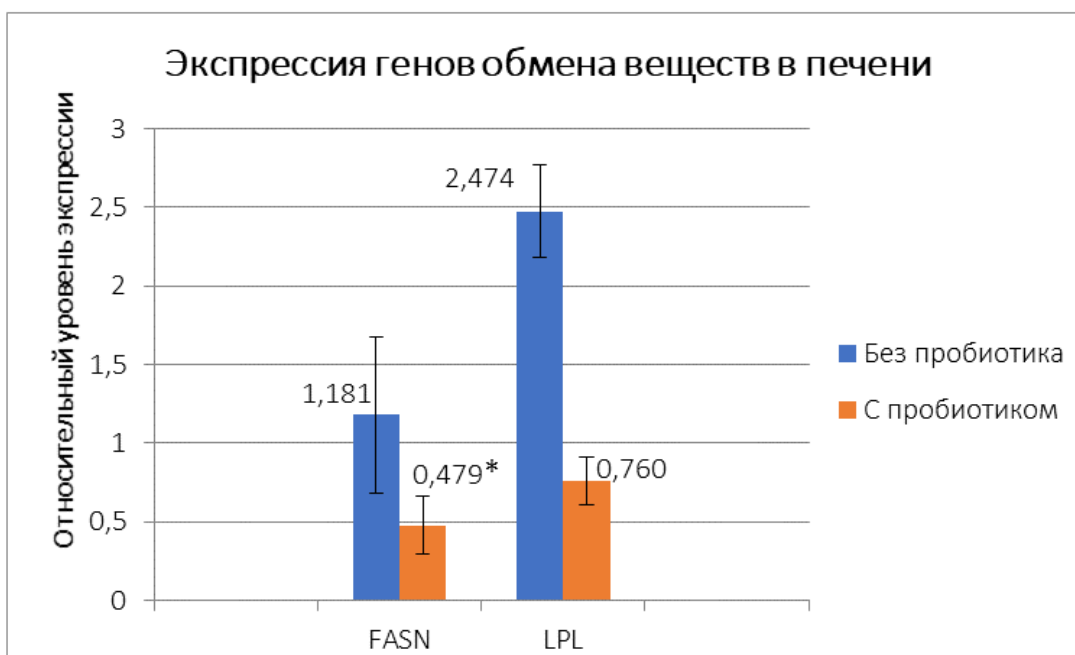


Рисунок 2 – Уровни экспрессии генов обмена веществ FASN и LPL в печени рыб на 30-е сутки

Заключение. Исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что пробиотик «Бацелл-М» оказывал комплексное воздействие на организм рыб. Его применение в дозе 2 кг/т в течение 14-35 дней способствовало нормализации гемопоэза, белкового и углеводного обменов, активности ферментов аминотрансфераз по сравнению с контрольной группой особей.

Conclusion. Based on the study, it can be concluded that the probiotic Bacell-M had a complex effect on the fish organism. Its use at a dose of 2 kg/t for 14-35 days contributed to the normalization of hematopoiesis, protein and carbohydrate metabolism, the activity of aminotransferase enzymes compared to the control group of individuals.

Список литературы. 1. Гуцулюк, О. Н. Использование биологически активных препаратов при выращивании молоди рыб / О. Н. Гуцулюк. – Москва : ВНИРО, 2013. – 363 с. 2. Морфология тонкого кишечника и печени щуки обыкновенной из водоемов с различным уровнем загрязненности / В. С. Трубачева, Г. П. Дробот, А. И. Ямбаршева, А. Р. Ахмедшина // 4-е Вавиловские чтения. Диалог науки и практики в поисках новой парадигмы общественного развития России в новом тысячелетии : материалы постоянно действующей Всероссийской междисциплинарной научной конференции. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2000. – Ч. III. – С. 111–112. 3. Осепчук, Д. В. Проблема возникновения заболеваний печени осетровых рыб и обязательный мониторинг гидрохимических показателей воды / Д. В. Осепчук // Наука XXI века: проблемы, перспективы и актуальные вопросы развития общества, образования и науки. – 2020. – С. 266-270. 4. Kuvvatov, K. Morphological and biochemical indicators of the blood of carp fish in artificial water reservoirs / K. Kuvvatov // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Vol. 95. – P. 01040. 5. Hussain, S. M. Evaluation of growth, nutrient absorption, body composition and blood indices under dietary exposure of iron oxide nanoparticles in Common carp (*Cyprinus carpio*) / S. M. Hussain // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. – 2024. – Vol. 108. – №. 2. – С. 366-373. 6. Le Mentec Hélène. A New In Vivo Zebrafish Bioassay Evaluating Liver Steatosis Identifies DDE as a Steatogenic Endocrine Disruptor, Partly through SCD1 Regulation / Hélène Le Mentec // International journal of molecular sciences. – 2023. – № 24. – P. 3942. 7. Гусева, Ю. А. Инновационные подходы к оптимизации белкового питания рыб / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев. – Саратов, 2020. – 292 с. 8. Fan, Z. Momordica charantia saponins administration in low-protein-high-carbohydrate diet improves growth, blood biochemical, intestinal health and microflora composition of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*) / Z. Fan // Fish & Shellfish Immunology. – 2023. – Vol. 140. – С. 108980. 9. Морфологическое состояние печени маточного стада карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*) в период нереста / Е. В. Михайлов, Ю. О. Пономарева, В. И. Моргунова [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 4. – С. 148–153. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-148-153. 10. Михайлов, Е. В. Оценка экспрессии генов и биохимических показателей крови карпа обыкновенного при применении пробиотика «Бацелл-М» в условиях антропогенного прессинга / Е. В. Михайлов // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной научно-практической конференции / Воронежский государственный аграрный университет. — Воронеж, 2023. – Ч. I.

References. 1. Guculyuk, O. N. Ispol'zovanie biologicheski aktivnykh preparatov pri vyrashchivanii molodi ryb / O. N. Guculyuk. – Moskva : VNIRO, 2013. – 363 s. 2. Morfologiya tonkogo kishechnika i pecheni shchuki obyknovenoj iz vodoemov s razlichnym urovnem zagryaznennosti / V. S. Trubacheva, G. P. Drobot, A. I. YAmbarshева, A. R. Ahmedshina // 4-e Vavilovskie chteniya. Dialog nauki i praktiki v poiskah novoy paradigmy obshchestvennogo razvitiya Rossii v novom tysyacheletii : materialy postoyanno deystvuyushchej Vserossijskoj mezhdisciplinarnoj nauchnoj konferencii. – Yoshkar-Ola : MarGTU, 2000. – CH. III. – S. 111–112. 3. Osepchuk, D. V. Problema voznikoveniya zaboolevanij pecheni osetrovyyh ryb i obyazatel'nyj monitoring gidrohimičeskikh pokazatelej vody / D. V. Osepchuk // Nauka XXI veka: problemy, perspektivy i aktual'nye voprosy razvitiya obshchestva, obrazovaniya i nauki. – 2020. – S. 266-270. 4. Kuvvatov, K. Morphological and biochemical indicators of the blood of carp fish in artificial water reservoirs / K. Kuvvatov // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Vol. 95. – P. 01040. 5. Hussain, S. M. Evaluation of growth, nutrient absorption, body composition and blood indices under dietary exposure of iron oxide nanoparticles in Common carp (*Cyprinus carpio*) / S. M. Hussain // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. – 2024. – Vol. 108. – №. 2. – S. 366-373. 6. Le Mentec Hélène. A New In Vivo Zebrafish Bioassay Evaluating Liver Steatosis Identifies DDE as a Steatogenic Endocrine Disruptor, Partly through SCD1 Regulation / Hélène Le Mentec // International journal of molecular sciences. – 2023. – № 24. – R. 3942. 7. Guseva, YU. A. Innovacionnye podhody k optimizacii belkovogo pitaniya ryb / YU. A. Guseva, A. A. Vasil'ev. – Saratov, 2020. – 292 s. 8. Fan, Z. Momordica charantia saponins administration in low-protein-high-carbohydrate diet improves growth, blood biochemical, intestinal health and microflora composition of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*) / Z. Fan // Fish & Shellfish Immunology. – 2023. – Vol. 140. – S. 108980. 9. Morfofunkcional'noe sostoyanie pecheni matoch'nogo stada karpa obyknovennogo (*Cyprinus carpio*) v period neresta / E. V. Mihajlov, YU. O. Ponomareva, V. I. Morgunova [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2022. – T. 58, vyp. 4. – S. 148–153. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-148-153. 10. Mihajlov, E. V. Ocenka ekspressii genov i biokhimicheskikh pokazatelej krovi karpa obyknovennogo pri primenenii probiotika «Bacell-M» v usloviyah antropo-gennogo pressinga / E. V. Mihajlov // Teoriya i praktika innovacionnyh tekhnologij v APK : materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii / Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. — Voronezh, 2023. – CH. I.

Поступила в редакцию 18.10.2024.