

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства

Научная статья
УДК 639.37:577.1
doi: 10.28983/asj.y2024i6pp63-67

**Биологическое действие ультрадисперсных частиц цинка
и фитобиотика на основе эфирных масел на организм карпа**

Азамат Ерсайнович Аринжанов, Елена Петровна Мирошникова, Юлия Владимировна Килякова
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия, e-mail: arin.azamat@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты изучения влияния ультрадисперсных частиц (УДЧ) цинка и фитобиотика на основе эфирных масел (Пробиоцид-Фито) на организм карпа. Установлен ростостимулирующий эффект при добавлении в рацион рыб Пробиоцид-Фито и УДЧ Zn. Анализ аминокислотного состава показал, что использование Пробиоцид-Фито и УДЧ Zn стимулирует белковый обмен и повышает уровень ряда аминокислот в печени и мышечной ткани карпа. В печени рыб во всех опытных группах уровень аргинина, лизина, тирозина, фенилаланина, лейцина + изолейцина и валина был достоверно выше контрольных значений. В мышечной ткани рыб отмечено повышение уровня гистидина, аргинина, лизина и лейцина + изолейцина. Таким образом, повышение уровня аминокислот свидетельствует об активизации обмена веществ; повышается метаболизм пищевых липидов у рыб, включая пищеварение и всасывание питательных веществ корма и, как следствие, возрастает продуктивность.

Ключевые слова: кормление; ультрадисперсные частицы; цинк; фитобиотики; мышечная ткань; печень; карп; аминокислоты

Для цитирования: Аринжанов А. Е., Мирошникова Е. П., Килякова Ю. В. Биологическое действие ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика на основе эфирных масел на организм карпа // Аграрный научный журнал. 2024. № 6. С. 63–67. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i6pp63-67>.

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Original article

**The biological effect of ultradisperse zinc particles and phybiotics based
on essential oils on the carp organism**

Azamat E. Arinzhonov, Elena P. Miroshnikova, Julia V. Kilyakova
Orenburg State University, Orenburg, Russia, e-mail: arin.azamat@mail.ru

Abstract. The study presents the results of investigating the effects of ultrafine zinc particles (UZP) and a phytobiotic supplement based on essential oils (Probiocid-Phyto) on carp physiology. A growth-stimulating effect was observed when adding Probiocid-Phyto and UZP Zn to the fish diet. Analysis of the amino acid composition showed that the use of Probiocid-Phyto and UZP Zn stimulates protein metabolism and increases the levels of several amino acids in the liver and muscle tissue of carp. In the liver of fish in all experimental groups, the levels of arginine, lysine, tyrosine, phenylalanine, leucine + isoleucine, and valine were significantly higher than the control values. In the muscle tissue of fish, there was an increase in the levels of histidine, arginine, lysine, and leucine + isoleucine. Therefore, the increase in amino acid levels indicates the activation of metabolism, including lipid metabolism, digestion, and nutrient absorption in fish, leading to improved growth productivity.

Keywords: feeding; ultradisperse particles; zinc; phybiotics; muscle tissue; liver; carp; amino acid

For citation: Arinzhonov A. E., Miroshnikova E. P., Kilyakova Ju. V. The biological effect of ultradisperse zinc particles and phybiotics based on essential oils on the carp organism. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(6):63–67. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i6pp63-67>.

Введение. В настоящее время аквакультура является одним из быстро развивающихся секторов сельского хозяйства. Многообещающим направлением для ее развития является применение микроэлементов в ультрадисперсной форме в питании рыб. Доказано, что микроэлементы могут выступать в качестве кофакторов или активаторов в различных ферментативных процессах. Кро-





ме того, они улучшают метаболизм, усвоение и использование основных питательных веществ, таких как белки, жиры и углеводы [5].

Введение микроэлементов в рацион животных в ультрадисперсной форме может существенно повысить биодоступность соответствующих элементов за счет увеличения поглощения клеток и предотвращения минерального антагонизма, что позволяет эффективно доставлять их в органы и ткани организма, для улучшения пищеварения и усвоения, для метаболизма и физиологии питательных веществ [8].

Для повышения биологической активности действия УДЧ отмечена перспективность интегрирования с другими биодобавками, в частности с фитобиотиками или экстрактами растений. Фитобиотики эффективны, недороги, биоразлагаемы и быстро метаболизируются с низким риском накопления в тканях животных [3]. Фитобиотики на основе эфирных масел уже хорошо себя зарекомендовали в кормлении сельскохозяйственных животных и показали способность повышать активность кишечных ферментов и иммунитет. Кроме того, они обладают инсектицидными, антигрибковыми и антимикробными свойствами [10].

Цель работы – изучение продуктивности и аминокислотного состава мышечной ткани и печени карпа при включении в рацион УДЧ цинка и фитобиотической кормовой добавки на основе эфирных масел Пробиоцид-Фито.

Материалы и методы. Исследования проводили на карпах ропшинской породы, средней массой 15 г. Рыбы контрольной группы получали основной рацион (ОР) – комбикорм КРК-110 (ОАО «Оренбургский кормовой завод»), I опытной группы – ОР + Пробиоцид-Фито (2 г/кг корма), II опытной группы – ОР + УДЧ Zn (10 мг/кг корма), III опытной группы – ОР + Пробиоцид-Фито (2 г/кг корма) + УДЧ Zn (10 мг/кг корма). Выращивание рыб на опытных рационах осуществлялось в течение 56 суток.

Пробиоцид-Фито содержит эфирное масло растительного сырья в виде смеси двух натуральных эфирных масел: лемонграсс и орегано (ООО «БИОТРОФ», Россия). УДЧ Zn ($d = 90$ нм) получены методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск). Их вводили в корм после диспергирования частиц в физиологическом растворе при частоте 35 кГц в течение 30 мин с помощью УЗДН-2Т.

Лабораторные исследования тканей и печени проводили с использованием оборудования ЦКП ФНЦ БСТ РАН по стандартным методикам.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программы Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., США). Определение достоверности различий определяли по t -критерию Стьюдента. Достоверными считали результаты при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований. Включение в рацион рыб Пробиоцид-Фито и УДЧ Zn положительно сказалось на ростовых характеристиках. В I и II опытных группах начиная с 4-й недели эксперимента наблюдали увеличение массы рыбы на 11 % ($P \leq 0,05$) и 10,3 % ($P \leq 0,05$) соответственно по сравнению с контрольной группой. В III опытной группе увеличение массы рыбы отмечали уже с 3-й недели – на 12 % ($P \leq 0,05$). Этот тренд в росте рыбы сохранялся до конца эксперимента (рисунок 1). Самый значительный стимулирующий эффект на рост достигался при совместном включении в рацион Пробиоцид-Фито и УДЧ Zn – масса рыбы превышала контроль на 18,4 % ($P \leq 0,05$).

Установленный положительный эффект исследуемых добавок на продуктивность рыб согласуется с имеющимися данными [7]. Структура цинка в ультрадисперсной форме более эффективна с точки зрения биодоступности и кишечной абсорбции, повышая синтез пищеварительных ферментов. Это приводит к лучшему перевариванию и усвоению питательных веществ и, как следствие, улучшению показателей роста [9]. Продуктивное действие Пробиоцид-Фито можно объяснить стимуляцией полезной микрофлоры кишечника, которая приводит к более эффективному расщеплению и усвоению питательных веществ из корма [1].

Анализ аминокислотного состава показал, что использование Пробиоцид-Фито и УДЧ Zn в кормлении карпа стимулирует белковый обмен, повышая в печени и мышечной ткани рыб уровень ряда аминокислот. Так, в печени рыб I, II и III опытных групп зафиксировано достоверное повышение уровня аргинина на 0,5 % ($P \leq 0,001$), на 0,34 % ($P \leq 0,01$) и на 0,46 % ($P \leq 0,001$); лизина – на 0,47 % ($P \leq 0,001$), на 0,46 % ($P \leq 0,001$) и на 0,52 % ($P \leq 0,001$); тирозина – на 0,22 % ($P \leq 0,05$), 0,18 % ($P \leq 0,05$) и на 0,23 % ($P \leq 0,05$); фенилаланина – на 0,34 % ($P \leq 0,01$), на 0,26 % ($P \leq 0,05$)

и на 0,33 % ($P \leq 0,01$); лейцина + изолейцина – на 0,8 % ($P \leq 0,001$), на 0,63 % ($P \leq 0,001$) и на 0,77 % ($P \leq 0,001$); валина – на 0,35 % ($P \leq 0,01$), на 0,24 % ($P \leq 0,01$) и на 0,32 % ($P \leq 0,01$) соответственно относительно контрольных значений (рисунок 2).

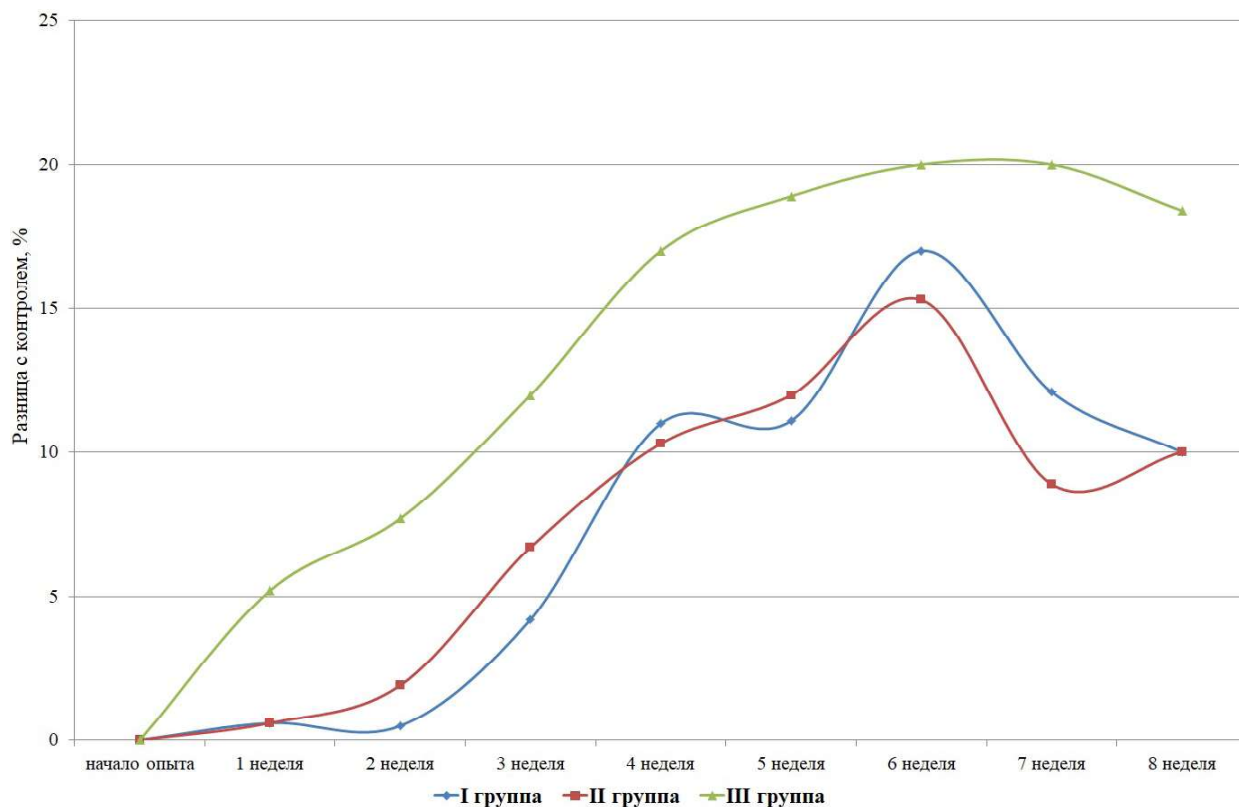


Рисунок 1 – Разница живой массы рыб опытных групп по сравнению с контролем, %

Figure 1 – Difference in live weight of fish in experimental groups compared to control, %

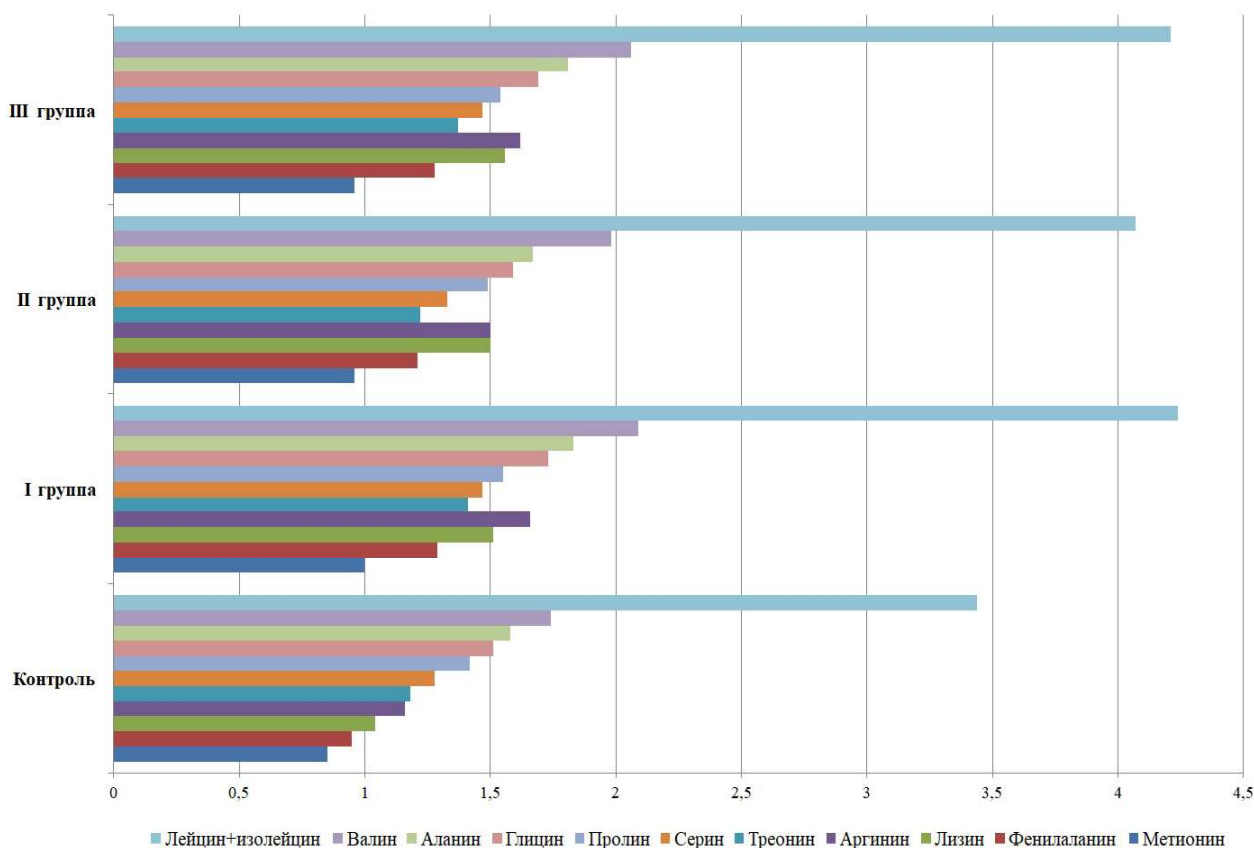


Рисунок 2 – Аминокислотный состав печени рыб, %

Figure 2 – Amino acid composition of fish liver, %



Аминокислоты не только служат строительными блоками белка, но также играют важную роль в гомеостазе всего организма.

В мышечной ткани рыб I опытной группы установлено достоверное повышение уровня гистидина на 0,2 % ($P \leq 0,05$), аргинина – на 0,28 % ($P \leq 0,01$), лизина – на 0,3 % ($P \leq 0,01$) и лейцина + изолейцина – на 0,37 % ($P \leq 0,001$), относительно контрольных значений. Во II группе зафиксировано повышение гистидина на 0,2 % ($P \leq 0,05$), лизина – на 0,44 % ($P \leq 0,001$), лейцина + изолейцина – на 0,59 % ($P \leq 0,001$) и глицина – на 0,25 % ($P \leq 0,05$). В III группе отмечено повышение аргинина на 0,41 % ($P \leq 0,001$), лизина – на 0,39 % ($P \leq 0,01$) и лейцина + изолейцина – на 0,42 % ($P \leq 0,001$), рисунок 3.

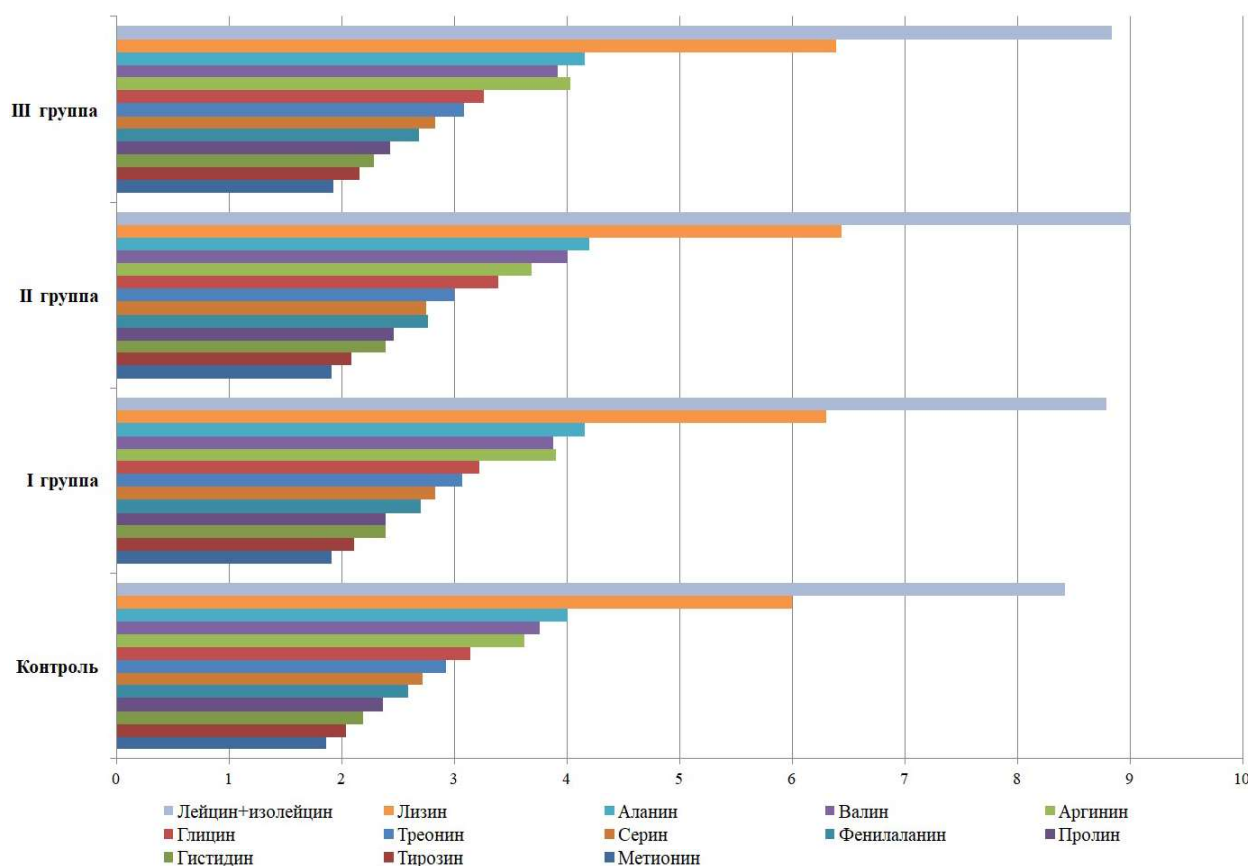


Рисунок 3 – Аминокислотный состав мышечной ткани рыб, %

Figure 3 – Amino acid composition of fish muscle tissue, %

Таким образом, картина повышения уровня аминокислот говорит об активизации обмена веществ и, как следствие, повышается метаболизм пищевых липидов у рыб, включая пищеварение и всасывание питательных веществ корма. Аминокислоты являются важными питательными веществами для антиоксидантной защиты. Например, аргинин играет важную роль в иммунитете напрямую за счет продукции оксида азота (NO) и полиаминов макрофагами или косвенно влияет на экспрессию генов и эндокринный статус [2]. Метионин также оказывает благотворное влияние на иммунную систему, улучшая как клеточные, так и гуморальные иммунные реакции. Лизин играет значительную роль в защите кишечника рыб *in vivo* и *in vitro* посредством индукции экспрессии ключевых генов антиоксидантов [6]. Лейцин, изолейцин и валин необходимы для синтеза белка [4].

Заключение. Включение в рацион карпа Пробиоцид-Фито и УДЧ Zn позволяет увеличить продуктивность роста рыб на 10,0–18,4 % по сравнению с контролем, а также активизировать обмен веществ, стимулируя белковый обмен. Кроме того, повышает в печени и мышечной ткани рыб уровень ряда аминокислот: аргинина, фенилаланина, лейцина, изолейцина, лизина, валина, тирозина.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-76-10054).



1. Замещение кормовых антибиотиков в рационах. Сообщение II. Микробиота кишечника и продуктивность мясных кур (*Gallus gallus* L.) на фоне фитобиотика / И. А. Егоров [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 798–809. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.4.798rus.
2. Мустафина А. С. Влияние ультрадисперсного диоксида кремния на аминокислотный состав мяса и печени цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т.103. № 3. С. 8–15. DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-8.
3. Abd El-Aziz M., Salama H. H., Sayed R. S. Plant extracts and essential oils in the dairy industry: a review // Foods and Raw Materials. 2023. Vol. 11(2). P. 321–337. DOI: 10.21603/2308-4057-2023-2-579.
4. Andersen S. M., Waagbø R., Espe M. Functional amino acids in fish nutrition, health and welfare // Front Biosci (Elite Ed). 2016. Vol. 8(1). P. 143–169. DOI: 10.2741/757.
5. Dietary zinc in association with vitamin E promotes growth performance of Nile Tilapia / M. F. Rohani et al. // Biological Trace Element Research. 2022. Vol. 200(9). P. 4150–4159. DOI: 10.1007/s12011-021-03001-9.
6. Li X., Zheng S., Wu G. Nutrition and Functions of Amino Acids in Fish // Adv Exp Med Biol. 2021. Vol. 1285. P. 133–168. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1_8.
7. Nano zinc versus bulk zinc form as dietary supplied: effects on growth, intestinal enzymes and topography, and hemato-biochemical and oxidative stress biomarker in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) / M. S. Ibrahim et al. // Biological Trace Element Research. 2022. Vol. 200(3). P. 1347–1360. DOI: 10.1007/s12011-021-02724-z.
8. Nanoparticles and their potential applications in veterinary medicine / E. Osama et al. // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. 2020. Vol. 10. P. 268–273.
9. Shahpar Z., Johari S. A. Effects of dietary organic, inorganic, and nanoparticulate zinc on Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* Larvae // Biological Trace Element Research. 2019. Vol. 190(2). P. 535–540. DOI: 10.1007/s12011-018-1563-z.
10. Shkabrou A. U., Raznichenka V. D., Kharkevich L. Y. The effect of essential oils on quality and safety parameters of meat during its storage // Theory and Practice of Meat Processing. 2021. Vol. 6(1). P. 97–104. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-1-97-104.

REFERENCES

1. Poultry diets without antibiotics. II. Intestinal microbiota and performance of broiler (*Gallus gallus* L.) breeders fed diets with a phytobiotic / I. A. Egorov et al. *Agricultural Biology*. 2019;54(4):798–809. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2019.4.798eng.
2. Mustafina A. S. Ultrafine silica dioxide alters amino acid composition of broiler meat and liver. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(3):8–15. (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-8.
3. Abd El-Aziz M., Salama H. H., Sayed R. S. Plant extracts and essential oils in the dairy industry: a review. *Foods and Raw Materials*. 2023;11(2):321–337. DOI: 10.21603/2308-4057-2023-2-579.
4. Andersen S. M., Waagbø R., Espe M. Functional amino acids in fish nutrition, health and welfare. *Front Biosci (Elite Ed)*. 2016;8(1):143–169. DOI: 10.2741/757.
5. Dietary zinc in association with vitamin E promotes growth performance of Nile Tilapia / M. F. Rohani et al. *Biological Trace Element Research*. 2022;200(9):4150–4159. DOI: 10.1007/s12011-021-03001-9.
6. Li X., Zheng S., Wu G. Nutrition and Functions of Amino Acids in Fish. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1285:133–168. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1_8.
7. Nano zinc versus bulk zinc form as dietary supplied: effects on growth, intestinal enzymes and topography, and hemato-biochemical and oxidative stress biomarker in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) / M. S. Ibrahim et al. *Biological Trace Element Research*. 2022;200(3):1347–1360. DOI: 10.1007/s12011-021-02724-z
8. Nanoparticles and their potential applications in veterinary medicine / E. Osama et al. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2020;10:268–273.
9. Shahpar Z., Johari S. A. Effects of dietary organic, inorganic, and nanoparticulate zinc on Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* Larvae. *Biological Trace Element Research*. 2019;190(2):535–540. DOI: 10.1007/s12011-018-1563-z.
10. Shkabrou A. U., Raznichenka V. D., Kharkevich L. Y. The effect of essential oils on quality and safety parameters of meat during its storage. *Theory and Practice of Meat Processing*. 2021;6(1):97–104. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-1-97-104.

Статья поступила в редакцию 09.02.2024; одобрена после рецензирования 05.03.2024; принята к публикации 19.03.2024.
The article was submitted 09.02.2024; approved after reviewing 05.03.2024; accepted for publication 19.03.2024.

