

**Материалы международной
научно-практической
конференции**

**«НАНОТЕХНОЛОГИИ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ:
ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ»**

*Оренбург
26-27 сентября
2018 год*



УДК 636.

М-99 НАНОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ: материалы междунар. науч.-практ. конф., (г. Оренбург, 26-27 сентября 2018 г.) / под общ. ред. гл.-корр. РАН С.А. Мирошникова – Оренбург: Изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2018. – 356 с.

В сборнике материалов конференции представлены результаты научных исследований в области нанотехнологии в животноводстве, растениеводстве и кормопроизводстве.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области мясного животноводства, научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов и молодых ученых.

Издательство не несет ответственности за материалы, опубликованные в сборнике. Все материалы изданы в авторской редакции и отображают персональную позицию участника конференции.

Электронная версия сборника размещается в научной электронной библиотеке (e-Library.ru).

Редакционная коллегия: С.А. Мирошников, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН; С.В. Нотова, доктор медицинских наук, профессор, первый заместитель директора ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН; Е.А. Сизова, доктор биологических наук, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН; Г.К. Дускаев, доктор биологических наук, заместитель директора по науке, заведующий отделом кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН; С.В. Лебедев, доктор биологических наук, заместитель директора ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

© ФГБНУ «Федеральный
научный центр биологических
систем и агротехнологий
Российской академии наук», 2018.

feeding carp fry are presented. It was found that the use of nanoparticles at dosages of 20 and 30 mg/kg of feed contributes to an increase in the total weight gain of fish by 11,3% and 15,7 %, respectively.

Key words: nanoparticles, iron, cobalt, carp, feeding

УДК 591.1:576.32/.36(470.56)

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРПА ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА В ФОРМЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ И НАНОЧАСТИЦ

А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния железа и кобальта на гематологические показатели карпа при введении в рацион в форме минеральных солей ($\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) и наночастиц (100 ± 2 нм). Установлено положительное влияние используемых микроэлементов на физиологическое состояние рыб.

Ключевые слова: наночастицы, железо, кобальт, кровь, карп, кормление.

В настоящее время помимо органических форм источников микроэлементов определенным интересом характеризуются наночастицы (НЧ) металлов, которые могут быть рассмотрены как их альтернатива. На сегодняшний день НЧ находят все большее применение для повышения биодоступности нутриентов пищи [1, 2]. Перспективность использования НЧ металлов-микроэлементов определяется и меньшей их токсичностью в сравнении с традиционными источниками микроэлементов. Это послужило основанием к созданию новых препаратов микроэлементов на основе препаратов наночастиц [3-6].

Цель исследований – изучить физиологическое состояние рыб, при введении в рацион карпа железа и кобальта в форме минеральных солей и наночастиц на основе гематологических показателей крови.

Исследования выполнены в условиях экспериментально-биологической клиники Оренбургского государственного университета. Объектом исследований являлись сеголетки карпа ($n = 50$), выращенные в условиях садкового хозяйства ООО «ИРИКЛА-РЫБА» (Оренбургская область). Выращивание рыб проводили в аквариумах объемом 300 литров, при температуре воды $28 \pm 1^\circ\text{C}$. Кормление подопытной рыбы осуществлялось вручную 6 раз в сутки. Расчет массы задаваемого корма производили с учетом рекомендаций на основе поедаемости корма.

Основными компонентами комбикорма являлись: мука рыбная, мука мясокостная (6 %), шрот подсолнечный, шрот соевый, масло растительное (5

%), мука пшеничная, премикс ПМ-2. Производство комбикорма включало смешивание компонентов и экструдирование [7].

В ходе эксперимента после подготовительного периода группы были переведены на опытные рационы (табл. 1).

Таблица 1 – Схема эксперимента

Группа	Характер кормления
Контроль	Основной рацион (ОР)
I опытная	ОР+CoSO ₄ ·7H ₂ O (0,08 мг/кг корма)+FeSO ₄ ·7H ₂ O (30 мг/кг корма)
II опытная	ОР + НЧ Fe-Co (30 мг/кг корма).

НЧ Fe-Co получены в Институте энергетических проблем химической физики РАН (г. Москва) и синтезировались методом высокотемпературной конденсации на установке МиГен по технологии М.Я. Гена и А.В. Миллера [5]. Размер наночастиц – 100±2 нм.

Гематологические исследования проводились по стандартизированным методикам в Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Основные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США) с учетом рекомендаций Г.Ф. Лакина [8].

Одним из критериев, оценивающих физиологическое состояние организма, являются гематологические показатели. Показатели красной крови, в определенной степени характеризующие окислительный обмен и наличие воспалительных процессов, в течение всего периода исследования находились в пределах нормы у рыб как в контроле, так и в опытных группах (табл. 2).

Таблица 2 – Гематологические показатели крови карпа

Показатель	Группа		
	контроль	I	II
Гемоглобин, г/л	71,7±1,5	78,4±2,5 *	89,0± 2,0 **
Общий белок, г/л	22,1±0,6	29,2±0,6 **	35,0± 1,0 ***
Эритроциты, 10 ¹² /л	0,71± 0,035	1,04 ± 0,042 **	1,05± 0,031 **
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	149,0 ± 1,5	150,5 ± 0,9	149,5 ± 1,1
Средний объем эритроцитов, мкм ³	113,8± 0,75	182,2±0,9 ***	187,6±0,90 ***
СОЭ, мм/ч	4	4	5

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

У рыб опытных групп отмечается тенденция к улучшению показателей красной крови. Так, содержание эритроцитов в крови рыб опытных групп по

отношению к контролю было на 45-50 % ($P < 0,01$), а концентрация гемоглобина на 9-24 % ($P < 0,01$) выше, что является благоприятным признаком физиологического состояния рыб – хорошее протекание процессов гемопоэза.

Кроме этого, установлено более высокое содержание общего белка в сыворотке крови рыб опытных групп, что отражает положительное влияние используемых микроэлементов на процессы белкового обмена и в целом на физиологическое состояние и продуктивность молоди карпа.

Уровень лейкоцитов в течение всего периода эксперимента во всех группах удовлетворял физиологической норме ($37,5 \pm 5,2 \cdot 10^9/\text{л}$) и находился на одном уровне. Скорость оседания эритроцитов была также в пределах физиологической нормы и колебалась от 2 до 5 мм/ч, что свидетельствует о постоянстве белкового состава плазмы крови и отсутствии воспалительных процессов в организме, а также о хорошем физиологическом состоянии рыб [10-13].

Результаты наших исследований свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния железа и кобальта в форме минеральных солей и наночастиц на организм рыб. В целом полученные данные говорят о перспективности использования НЧ в питании карпа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ №14-16-00060-П.

Список использованной литературы

1. Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy / Maarit J. Rein, Mathieu Renouf, Cristina Cruz-Hernandez, Lucas Actis-Goretta, Sagar K. Thakkar and Marcia da Silva Pinto // *Br J Clin Pharmacol*. 2013. № 75(3). P. 588-602.
2. Bioavailability of nanoparticles of ferric oxide when used in nutrition / R.V. Raspopov, É.N. Trushina, I.V. Gmoshinskiĭ, S.A. Khotimchenko // *Experimental results in rats. Vopr Pitan*. 2011. № 80(3). P. 25-30.
3. Мирошников С.А., Сизова Е.А. Наноматериалы в животноводстве (обзор) // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 3(99). С. 7-22.
4. Сравнительные испытания ультрадисперсного сплава, солей и органических форм Cu и Zn как источников микроэлементов в кормлении цыплят-бройлеров / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Ю.И. Левахин, И.А. Бабичева, В.И. Косилов // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. 53(2). С. 393-403. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.393rus.
5. О перспективности нанопрепаратов на основе сплавов микроэлементов-антагонистов (на примере Fe и Co) / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, А.В. Кудашева, Н.И. Рябов // *Сельскохозяйственная биология*. 2016. 51(4). С. 553-562.
6. Морфо-биохимические показатели крови у бройлеров при коррекции рациона солями и наночастицами Cu / Е.А. Сизова, В.Л. Королев,

Ш.А. Макаев, Е.П. Мирошникова, В.А. Шахов // Сельскохозяйственная биология. 2016. 51(6). С. 903-911.

7. Способ производства корма для рыб: пат. 2517228 Рос. Федерация / Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Сизова Е.А., Килякова Ю.В., Родионова Г.Б., Глущенко Н.Н. Заявл. 27.12.12; опубл. 27.05.14, Бюл. № 15. 6 с.

8. Ген М.Я., Миллер А.В. Авторское свидетельство СССР № 814432. Бюллетень изобретений. 1981. № 11. С. 25.

9. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

10. Биоэкологическая оценка модельного водоёма при экспериментальном загрязнении металлами в наноформе / Е.А. Кожевникова, С.А. Леднева, Е.А. Сизова, А.Е. Аринжанов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 5. С. 63-69.

11. Assessment of general toxicity and prooxidant effects of CeO₂ and SiO₂ nanoparticles on *Danio rerio* / E.P. Miroshnikova, D.B. Kosyan, A.E. Arizhanov, E.A. Sizova, V.V. Kalashnikov // Agricultural Biology. 2016. V. 51. № 6. P. 921-928.

12. О токсичности и прооксидантном эффекте наночастиц CeO₂ и SiO₂ (на модели *Danio rerio*) / Е.П. Мирошникова, Д.Б. Косян, А.Е. Аринжанов, Е.А. Сизова, В.В. Калашников // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 921-928.

13. Изучение действия наночастиц металлов на аквабиоценозы / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, Е.А. Сизова, С.А. Мирошников // Минобрнауки РФ, ФГАУ ВПО "Южный федеральный университет" Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. 1-3 окт. 2015 г., Ростов-на-Дону. [Электронный ресурс]. Ростов н/Дон: Юж. фед. ун-т, 2015. С. 195-196.

Аринжанов Азамат Ерсайнович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, сот.:8-922-806-33-43, e-mail: arin.azamat@mail.ru

Мирошникова Елена Петровна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; сот.: 8-987-862-98-86, e-mail: elenaakva@rambler.ru

Килякова Юлия Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, сот.:8-961-920-40-64, e-mail: fish-ka06@mail.ru

HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF CARP WHEN ADMINISTERED IN THE DIET OF IRON AND COBALT IN THE FORM OF MINERAL SALTS AND NANOPARTICLES

A.E. Arinzhanov, E.P. Miroshnikova, Y.V. Kilyakova
FSBEI «Orenburg state university»

Summary. The article presents the results of studies on the effect of iron and cobalt on the hematological parameters of carp when administered in the diet in the form of mineral salts ($\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) and nanoparticles (100 ± 2 nm). The positive effect of the used microelements on the physiological state of fish was established.

Key words: nanoparticles, iron, cobalt, blood, carp, feeding

УДК 639.3.07

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ СПЛАВА CU-ZN НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА

А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по использованию наночастиц сплава Cu-Zn (соотношение 40:60, $d=55 \pm 15$ нм; $\zeta = 31 \pm 0,1$ мВ, $S_{уд} = 9 \pm 0,8$ м²/г) в кормлении молоди ленского осетра. В результате исследований установлено, что при введении наночастиц в дозировке 2,84 мг/кг корма в рацион молоди ленского осетра повышается интенсивность роста до 30,4 %.

Ключевые слова: ленский осетр, кормление, наночастицы, медь, цинк.

Активное развитие аквакультуры в России сдерживается по ряду причин, важнейшая из которых является отсутствие конкурентоспособных отечественных кормов. Одним из перспективных направлений кормопроизводства является создание и использование нанодисперсных кормовых добавок. Это наглядно подтверждается разработками международных, правительственных, межправительственных и общественных организаций: ВОЗ, ФАО, ОЕСД и др. В ряде стран Европейского Союза и США ведутся разработки нормативной и методической базы, направленной на создание производства и использования продуктов нанотехнологий [1-5].

Перспективность использования наночастиц (НЧ) в кормлении животных определяется широким использованием устаревших источников микроэлементов. Так около 95 % всех источников эссенциальных элементов представляют собой исключительно ионные формы металлов – тривиальные простые соли, оксиды. Для таких форм «*in vivo*» характерна низкая