

БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ В КОРМЛЕНИИ КАРПА

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

В настоящее время нанотехнологии быстро развиваются во многих отраслевых направлениях. В Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН (ИМЕТ РАН) разработаны и защищены патентами ряд нанотехнологий, успешно примененные в сельскохозяйственном производстве, ветеринарии и пищевой промышленности [3, 7, 10].

Результаты исследований полученных наноматериалов позволили отнести их к экологически чистым малотоксичным веществам с большой терапевтической широтой [5, 15].

В настоящее время появляется интерес к применению наночастиц биогенных элементов в кормлении рыб, которые уже успешно используются в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц [4,9].

По результатам наших предварительных исследований было установлена высокая эффективность наночастиц металлов в кормлении рыб по сравнению с традиционно используемыми солями металлов [1, 2, 8,11].

На основании вышеизложенного, целью настоящего исследования было установить в сравнительном аспекте влияние различных дозировок наночастиц сплава железа и кобальта на элементный статус организма рыб.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Института биоэлементологии Оренбургского государственного университета.

Объектом исследования являлись карпы навеской 10-15 г, возраст (0+) сформированные методом аналогом в экспериментальные группы (n = 50).

В ходе исследований были использованы рецепты комбикормов, производные от РГМ-8В, рекомендованного МСХ РФ для тепловодных садковых хозяйств [14].

После подготовительного периода продолжительностью 7 суток группы были переведены на учетный период, продолжительностью 90 суток (таблица 1).

Таблица 1 – Схема эксперимента

Группа	Характер кормления
Контроль	Основной рацион (ОР)
I опытная	ОР + наночастицы Fe + Co (20 мг/кг корма)
II опытная	ОР + наночастицы Fe + Co (30 мг/кг корма)
III опытная	ОР + наночастицы Fe + Co (40 мг/кг корма)

Способ производства комбикорма включает смешивание компонентов комбикорма РГМ-8В с наночастицами и экструдирования. Экструдирование производится при влажности смеси 25-30% и при температуре 60-80 °С [6, 12].

Содержание в тканях рыб и используемых комбикормов химических элементов исследовали в лаборатории АНО «Центра биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации №РОСС RU.0001.22ПЯ05).

Упитанность рыб рассчитывали по формуле Фультона [13]:

$$Q = \frac{W}{l^3} \times 100, \quad (1)$$

где Q – коэффициент упитанности;

W – масса тела рыбы с внутренностями;

l – промысловая длина рыбы.

Статистическую обработку результатов проводили с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel» из программного пакета «Office XP» и «Statistica 6.0».

Результаты исследований

В процессе опыта отмечался интенсивный рост и развитие животных в I и II опытных группах (таблица 2). При исследовании внутренних органов каких-либо патологических изменений обнаружено не было. Это свидетельствует о том, что введение в рацион изучаемых добавок не отражается на здоровье животных.

Таблица 2 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания подопытного карпа

Показатели	Группа			
	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Масса рыб в начале эксперимента, г	9,96±0,40	9,95±0,36	9,96±0,40	9,98±0,29
Масса рыб в конце эксперимента, г	45,14±0,53	47,46±0,48*	51,46±0,81*	45,21±0,62
Абсолютный прирост, г	35,18	37,51	41,50	35,23
Коэффициент упитанности по Фультону в начале эксперимента	2,6	2,8	2,9	3,0
Коэффициент упитанности по Фультону в конце эксперимента	5,5	5,1	4,6	4,2
Период выращивания, сут	90	90	90	90

Примечание: * $P < 0,05$.

Сравниваемые пары групп: Контроль - I, Контроль -II, Контроль – III.

Использование наночастиц металлов в кормлении карпа отразилось на эффективности использования корма. Самая высокая трансформации сырого протеина зафиксирована I и II опытных группах, 21,5 % и 22,4% соответственно, что превышало контроль на 2,3 % и 3,2 %.

При изучении влияния в различной дозировке наночастиц сплава железа и кобальта на элементный статус лабораторных рыб получены следующие результаты (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание эссенциальных элементов в теле рыбы, мкг/гол.

Элемент	Группа			
	Контроль	I	II	III
Cr	9,87 ± 0,28	10,13 ± 0,33	13,75 ± 0,19 *	13,14 ± 0,42*
Cu	26,62 ± 0,73	23,68 ± 0,81 *	25,75 ± 0,38	21,72 ± 0,69 **
Co	2,38 ± 0,07	2,38 ± 0,07	3,13 ± 0,05*	1,73 ± 0,06 ***
Fe	491 ± 19,61	546 ± 16,97 *	569 ± 8,86 *	435 ± 13,96 *
I	11,48 ± 0,3	6,35 ± 0,2 ***	6,47 ± 0,09 ***	5,16 ± 0,3 ***
Mn	51,6 ± 1,77	50,9 ± 1,40	48,4 ± 1,31	40,8 ± 1,41***
Se	5,81 ± 0,17	4,63 ± 0,15 *	5,03 ± 0,07 *	3,89 ± 0,12***
Zn	1231 ± 38	1303 ± 37 *	1569 ± 36 ***	998 ± 33 ***
As	2,24 ± 0,07	2,01 ± 0,06	1,98 ± 0,04 *	1,89 ± 0,06 *
B	2,10 ± 0,06	2,05 ± 0,07	1,67 ± 0,02 *	1,48 ± 0,05 **
Li	0,36 ± 0,012	0,39 ± 0,011	0,34 ± 0,005	0,33 ± 0,011
Ni	46,14 ± 1,62	49,78 ± 1,35 *	41,13 ± 1,19 **	39,7 ± 1,42 **
Si	61,11 ± 1,7	75,9 ± 2,5 ***	80,4 ± 1,2 ***	76,08 ± 2,4 ***
V	2,8 ± 0,9	2,6 ± 0,7	2,8 ± 0,08	2,0 ± 0,07 **

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

Сравниваемые пары групп: Контроль - I, Контроль -II, Контроль – III.

В ходе исследований констатировали увеличение концентрации эссенциальных элементов в I и II опытных группах и снижение при максимальной дозировке 40 мг/кг корма – III опытная группа.

При сравнении накопления эссенциальных микроэлементов в теле экспериментальных рыб выявлено, что уровень содержания железа в опытных группах был достоверно (P < 0,05) больше по сравнению с контрольной группой в I группе на 11,0 % и во II группе 16,1 %, и достоверно меньше в III опытной группе на 11,3 %, что свидетельствует о большей биодоступности железа при дозировке наночастиц 20 и 30 мг/кг корма по сравнению с 40 мг/кг корма.

Стоит отметить снижение содержания меди и йода во всех опытных группах по сравнению с контрольной группой. При этом концентрация йода ниже контроля на 45 - 55 % (P<0,001).

Также наблюдалась тенденция к более высоким значениям в I опытной группе хрома на 2,6 %, цинка на 5,8 % ($P < 0,05$), лития на 8,1%, никеля на 8,2 % и кремния на 24,0 % ($P < 0,001$). Во II опытной группе наблюдалась тенденция к большим значениям концентрации хрома на 39,0 %, кобальта на 31,5, цинка на 27,5 % и кремния на 32,0 % относительно контрольной группы.

Введение наночастиц сплава железа и кобальта дозировкой 20 и 30 мг/кг приводило к увеличению содержания большинства эссенциальных микроэлементов, за исключением меди, йода, мышьяка и бора, уровень которых был ниже по сравнению с контрольной группой. Введение же, наночастиц дозировкой 40 мг/кг приводило в основном к достоверному уменьшению содержания микроэлементов - это подтверждает, что действие наночастиц металлов носит дозозависимый характер и при повышенных концентрациях снижается биодоступность микроэлементов.

Таким образом, в результате исследования выявлено, что дозировка вводимого в рацион корма наночастиц сплава железа и кобальта влияет на показатели минерального обмена и наиболее целесообразно вводить в рацион карпа наночастицы сплава железа и кобальта дозировкой 20-30 мг/кг корма..

Данные выводы подтверждают достоверные различия между контролем с опытными группами по содержанию Fe, I, Zn, Si.

В результате исследования выявлено, что при введении в корм наночастиц сплава железа и кобальта дозировкой 20 мг/кг концентрация Fe, Zn, Ni, Si достоверно больше на фоне достоверного меньшего содержания I и Se в теле лабораторных рыб по сравнению с контролем. При введении наночастиц дозировкой 30 мг/кг достоверно увеличивается концентрация Cr, Co, Fe, Zn и Si на фоне снижения I, Se, As, B и Ni относительно контроля.

В тоже время введение в рацион карпа наночастиц дозировкой 40 мг/кг в основном сопровождается достоверным снижением элементов: Cu, Co, Fe, I, Mn, Se, Zn, As, B, Ni и V.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда №14-36-00023.

Список литературы

1. Аринжанов, А.Е. Воздействие наночастиц комплекса металлов на организм карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2013. - № 2 (40) – С.113-116.
2. Аринжанов, А.Е. Перспективы использования наночастиц в животноводстве (обзор) / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // *Вестник мясного скотоводства*. - 2014. - Т.2. - № 85. - С.7-12.
3. Биологическая активность наноразмерного коллоидного селена / И.Н. Никонов, Ю.Г. Фолманис, Л.В. Коваленко, Г.Ю. Лаптев, Г.Э. Фолманис, И.А. Егоров, В.И. Фисинин, И.Г. Тананаев // *Доклады Академии наук*. – 2012. – Т.447. - №6. – С.675.
4. Влияние аспаргината и наночастиц меди в биотической дозе на элементный статус животных / А.Б. Тимашева, С.А. Мирошников, С.В.

Нотова, С.В. Лебедев // Микроэлементы в медицине. – 2014. – Т.15. - №2. – С.29-33.

5. Влияние кобальта на физиологическое состояние и морфобиохимические показатели крови животных / Г.И. Чурилов, Л.Е. Амлеева, А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Российский медико-биологический вестник им. Академика И.П. Павлова. – 2007. - №4. – С.34-42.

6. Ген, М.Я. Авторское свидетельство СССР №814432. / М.Я. Ген, А.В. Миллер // Бюллетень изобретений. - 1981. – №11. – С.25.

7. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, С.А. Мирошников, И.О. Лейпунский, И.П. Ольховская, Н.Н. Глущенко // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2009. – № 2. – С.124-127.

8. К вопросу об использовании наночастиц металлов в животноводстве / А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова, И.С. Мужиков, Л.М. Рыжкова // Вестник мясного скотоводства. - 2013. - № 1 (79). - С.132-135.

9. Коваленко, Л.В. Биологически активные нанопорошки железа / Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис. – М.: «Наука», 2006. – 128 с.

10. Назарова, А.А. Действие на кроликов железа и меди в ультрадисперсной форме при их введении в организм животных с кормом / А.А. Назарова, С.Д. Полищук, Г.И. Чурилов // Кролиководство и звероводство. – 2008. – №6. – С. 8-10.

11. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Н.Н. Глущенко, С.П. Василевская // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2012. - № 6. - С. 170-175.

12. Патент РФ 2517228. Способ производства корма для рыб / Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Сизова Е.А., Килякова Ю.В., Родионова Г.Б., Глущенко Н.Н. Заявлено 27.12.2012. Опубликовано 27.05.2014.

13. Пряхин, Ю.В. Методы рыбохозяйственных исследований / Ю.В. Пряхин, В.А. Шкицкий. – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2006. – 214 с.

14. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.

15. Influence of CU10X copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / E. Sizova, S. Miroshnikov, A. Skalny, N. Glushchenko // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2011. – Т.25. - №1. – S.84-89.