

На правах рукописи

Аринжанов Азамат Ерсанович

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ У КАРПА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЦИОНОВ СОДЕРЖАЩИХ
РАЗЛИЧНЫЕ ФОРМЫ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

7 НОЯ 2013



Кинель - 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет».

Научный руководитель — доктор биологических наук, профессор
Мирошникова Елена Петровна

Официальные оппоненты: **Васильев Алексей Алексеевич**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой «Кормление, зоогигиена и
аквакультура», Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Пономарев Сергей Владимирович
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Аквакультура и водные
биоресурсы», заслуженный работник рыбного
хозяйства РФ, Астраханский государственный
технический университет

Ведущая организация - Краснодарский филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно – исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Защита состоится «26» ноября 2013 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета ДМ220.058.02 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» по адресу: 446442, Самарская область, г.о. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2, ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Самарская ГСХА».

Автореферат разослан «__» _____ 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Хакимов Исмагиль Насибуллович

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Развитие учения о кормлении сельскохозяйственных животных неразрывно связано с разработкой и апробацией все более совершенных кормовых добавок – источников макро- и микроэлементов в рационах животных. Результатом этой работы стало появление новых препаратов эссенциальных элементов, в том числе и в наноформе (Скляр В.Я., 2008; Гонгальский М.Б., и др. 2009; Жижин К.Ю., и др. 2009; Назарова А.А., 2009; Чурилов Г.И., 2010; Пономарев С.В., 2011;; Васильев А.А., 2012).

Предпочтения, отдаваемые веществам в ультрадисперсной форме во многом определяются их уникальными характеристиками в числе которых малая токсичность, каталитические свойства, высокая реакционноспособность и т.д. (Суздаев И.П., 2006; Рябова А.В., и др. 2009; Азоев Г.Л., Афанасьев В.Я., Ларина Н.П., 2011; Марголин В.И. и др., 2012).

Исследования, проведенные по оценке наночастиц металлов в кормлении различных групп сельскохозяйственных животных продемонстрировали высокую эффективность в сравнении с традиционно используемыми солями металлов (Глушенко Н.Н., 2006).

Одними из первых исследований по проблеме использования ультрадисперсных порошков металлов в качестве источников микроэлементов были экспериментальные работы, проведенные И.А. Егоровым, В.П. Куреновой, Н.Н. Глушенко, Л.Д. Фаткуллиной, Ю.И. Федоровым (1985). В ходе, которых подтверждена эффективность наночастиц в кормлении бройлеров. В последующих исследованиях по использованию препаратов данного класса в кормлении животных были выполнены Е. Ильчевым, А. Назаровой (2011) и др.

При этом наряду с значительным багажом знаний по использованию наночастиц металлов в кормлении млекопитающих и птиц, экспериментальные работы в рыбоводстве по данной тематике единичны.

В этой связи, перспективными представляются исследования направленные на изучение продуктивного и биологического действия наночастиц металлов в аквакультуре. При этом особый интерес могут представлять комплексы металлов необходимые для активизации и повышения эффективности обмена веществ.

Цель работы – повышение продуктивности карпа за счёт использования различных форм железа и кобальта в рационах.

Задачи исследования:

- изучить влияние рационов, содержащих микро-, наночастицы, минеральные соли железа и кобальта на рост и развитие карпа;
- изучить особенности обмена химических элементов в организме карпа при использовании в кормлении различных препаратов железа и кобальта;
- изучить влияние различных препаратов железа и кобальта на конверсию питательных веществ в организме карпа;
- определить оптимальные дозировки наночастиц сплава железа и кобальта в рационе товарного карпа;

- определить биохимический состав крови карпа при скармливании наночастиц сплава железа и кобальта;

- определить экономическую эффективность использования наночастиц сплава железа и кобальта при выращивании товарного карпа.

Научная новизна работы. Впервые на основании комплексных исследований выявлена и описана зависимость продуктивного действия наночастиц сплава Fe + Co при выращивании карпа. Впервые изучено влияние наночастиц железа и кобальта на биохимические и морфологические показатели крови карпа. Получены новые для науки, данные о влиянии наночастиц металлов на элементный статус и специфику межэлементных взаимодействий в организме карпа. Определены оптимальные дозы применения наночастиц железа и кобальта в кормлении карпа.

Практическая значимость и реализация результатов работы. Полученные результаты исследований позволили предложить производству применение микроэлементов железа и кобальта, находящихся в высокодисперсном состоянии в составе рациона, как нетоксичных и высокоэффективных биологических катализаторов биохимических процессов в организме, улучшающих физиологическое состояние, морфологические и биохимические показатели крови карпа. Добавление наночастиц сплава кобальта и железа в составе рациона карпа в дозировке 30 мг/кг корма позволит повысить интенсивность роста карпа на 10-15 %.

Положения, выносимые на защиту:

- элементный статус карпа определяется особенностями кормления и может быть скорректирован через использование микроэлементов железа и кобальта;

- введение наночастиц сплава железа и кобальта оказывает положительное действие на рост, развитие, конверсию корма и продуктивность карпа;

- экономическая целесообразность использования наночастиц сплава железа и кобальта в рационе карпа.

Апробация результатов. Основные положения и результаты работы докладывались и были одобрены на II, III и V Всероссийских научно-практических конференциях с международным участием «Инновации, экобезопасность, техника и технологии в переработке сельскохозяйственной продукции» (Уфа, 2011, 2012, 2013); Международных и Всероссийских научно-практических конференциях (Воронеж, 2012; Тюмень, 2012; Москва 2013). Работа выполнена при поддержке грантов Администрации Оренбургской области в сфере науки и техники (2013 г) код ГРНТИ 69.25.15, №5-г и №6-г.

Публикации результатов исследований. Основные положения диссертационной работы отражены в 11 публикациях, из них 4 статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях, 7 статей в сборниках научных трудов и материалах научных конференций различного уровня.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 139 страницах, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, предложений производству, списка использованной литературы,

приложений. Материал иллюстрирован 32 таблицами, 9 рисунками и 3 приложениями.

Список использованной литературы включает 239 наименования, в том числе 64 на иностранных языках.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью изучения действия высокодисперсных порошков железа и кобальта на продуктивность карпа, в период с 2010 по 2013 год в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Института биоэлементологии Оренбургского государственного университета и садкового хозяйства ООО «Озерное» было проведено три серии исследований.

На первом этапе были выполнены эксперименты на модели карпа на фоне рационов с содержанием микроэлементов железа и кобальта в различной форме: микрочастиц, минеральных солей и высокодисперсных порошков.

В ходе первого эксперимента было отобрано 300 карпов, возраст (0+), с навеской 10-15 г, из числа которых методом аналогов сформировали шесть групп (n = 50) (табл.1).

Таблица 1 – Схема I эксперимента

Группа	Период опыта	
	Подготовительный (7 сут)	Учетный (42 сут)
	Характер кормления	
I (контроль)	Основной рацион (ОР)	ОР
II		ОР + Co($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и Fe($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
III		ОР + Fe (микрочастицы)
IV		ОР + Fe ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
V		ОР + Co ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
VI		ОР + Co + Fe (наночастицы)

В условиях основного учетного периода предполагали кормление подопытной рыбы полнорационными комбикормами с различным содержанием микроэлементов железа и кобальта: I – ОР (РГМ – 8В); II – ОР + соли Co (0,08 мг/кг корма, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и Fe (30 мг/кг корма, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); III – ОР + микрочастицы Fe (30 мг/кг корма); IV – ОР + соли Fe (30 мг/кг корма, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); V – ОР + соли Co (0,08 мг/кг корма, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); VI – ОР + наночастицы Fe + Co (30 мг/кг корма).

По итогам первой серии исследований был выполнен эксперимент по определению оптимальной дозировки сплава железа и кобальта в рационе товарного карпа (табл. 2).

Наночастицы сплава железа и кобальта получены в Институте энергетических проблем химической физики РАН (Москва) и синтезировались методом высокотемпературной конденсации на установке Миген по технологии М.Я. Гена и А.В. Миллера. Размер наночастиц 100 ± 2 нм. В исследованиях

использованы микрочастицы железа производства Alfa Aesur GmbH (ФРГ), частотой 99,5 %, размером 6-9 мкм.

Таблица 2 – Схема II эксперимента

Группа	Период опыта	
	Подготовительный (7 сут)	Учетный (12 недель)
	Характер кормления	
I (контроль)	Основной рацион (ОР)	ОР
II		ОР + наночастицы Co + Fe (20 мг/кг корма)
III		ОР + наночастицы Co + Fe (30 мг/кг корма)
IV		ОР + наночастицы Co + Fe (40 мг/кг корма)

В ходе исследований были использованы рецепты комбикормов, производные от РГМ-8В, рекомендованного МСХ РФ для тепловодных садковых хозяйств (Щербина М.А., Гамыгин Е.А., 2006). Способ производства комбикорма включает смешивание компонентов комбикорма РГМ-8В с микроэлементами железа и кобальта, методом ступенчатого смешивания и экструдирования. Экструдирование производится при влажности смеси 25-30% и при температуре 60-80 °С.

Условия содержания и кормления рыб регламентировались рекомендациями М.А. Щербина и Е.А. Гамыгина (2006) и ГОСТом Р 52346-2005.

Лабораторные исследования были проведены в условиях аквариумного стенда состоящего из 6 аквариумов по 300 л, оборудованных системой фильтрации и насыщения воды кислородом. Кормление подопытной рыбы осуществлялось вручную 6-8 раз в сутки. Расчет массы задаваемого корма производили с учетом рекомендаций на основе поедаемости корма.

Контроль над интенсивностью роста подопытной рыбы осуществлялся путем еженедельного определения линейно-массовых показателей. Степень ожирения устанавливалась по шкале, предложенной М.Л. Прозоровской (1952). Упитанность рассчитывалась по формуле Фультон.

Для определения гематологических показателей проводился отбор крови рыб согласно методическим указаниям по проведению гематологического обследования рыб, утвержденным Минсельхозпрод России (1999).

Содержание в тканях рыб и используемых комбикормов химических элементов исследовали в лаборатории АНО «Центра биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации №РОСС RU.0001.22ПЯ05). Определение элементного состава оцениваемых биосубстратов производили методами атомно-эмиссионной спектromетрии и масс-спектротометрии с индуктивно связанной плазмой на приборах Optima 2000 DV и Elan 9000 (Perkin Elmer, США). В образцах определена концентрация 25 элементов (Ca, K, Mg, Na, P, Cr, Cu, Co, Fe, I, Mn, Se, Zn, As, B, Li, Ni, Si, V, Al, Cd, Hg, Pb, Sn, Sr).

Показатели крови, химический состав биосубстратов и физико-химические свойства изучались в независимом Испытательном Центре ГНУ «Всероссийский НИИ мясного скотоводства РАСХН» г. Оренбург (аттестат аккредитации №РОСС RU 0001 21ПФ59).

По окончании лабораторных исследований была выполнена производственная проверка полученных результатов в условиях ООО «Озерное».

Статистическая обработка полученного материала проводилась с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel» из программного пакета «Office XP» и «Statistica 6.0» с учетом рекомендаций Г.Ф. Лакина (1990); А.Е. Платонова (2000).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Результаты I эксперимента

Кормление подопытного карпа. В использованном комбикорме РГМ-8В содержалось 42 % сырого протеина, 3,1-3,2 % сырого жира. Белок полнорационного комбикорма на 6,1 % состоял из лизина, 1,9 % метионина, 1,2 % триптофана и в целом соответствовал требованиям к рациону, используемому для выращивания карпа (Щербина М.А., Гамыгин Е.А., 2006). Оценка состава воды в опытных аквариумах по содержанию аммония, нитратов и нитритов, углекислоты, кислорода и т.д. не выявила случаев отклонения от нормативных показателей. Средняя концентрация кислорода в период эксперимента составила 6,0-6,3 мг/л, температура воды $28 \pm 1^\circ\text{C}$. Все рыбы на протяжении эксперимента были здоровы. Чешуя цельная, блестящая, с перламутровым оттенком, характерной окраски. Глаза блестящие, не запавшие в орбиту. Плавники цельные. Тело плотное, эластичное.

Рост и развитие подопытных карпов. Включение в рацион подопытной рыбы различных источников железа и кобальта неоднозначно повлияло на рост и развитие карпов (табл. 3).

Таблица 3 - Динамика живой массы подопытных карпов, г

Неделя учетного периода	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Начало опыта	$12,8 \pm 0,1$	$12,9 \pm 0,2$	$12,9 \pm 0,7$	$12,9 \pm 0,9$	$12,9 \pm 0,5$	$12,9 \pm 0,3$
1	$13,6 \pm 0,2$	$14,3 \pm 0,4$	$14,1 \pm 0,9$	$14,2 \pm 0,7$	$13,9 \pm 0,5$	$15,8 \pm 0,4$
2	$15,4 \pm 0,3$	$16,4 \pm 0,4$	$16,0 \pm 1,5$	$16,1 \pm 0,5$	$15,4 \pm 0,7$	$18,2 \pm 0,5$
3	$17,2 \pm 0,4$	$19,0 \pm 0,6$	$17,9 \pm 1,6$	$17,7 \pm 1,3$	$17,5 \pm 0,8$	$20,8 \pm 0,5$
4	$19,3 \pm 0,7$	$21,9 \pm 0,7$	$20,5 \pm 1,5$	$20,1 \pm 1,2$	$19,2 \pm 1,0$	$23,2 \pm 0,7^*$
5	$22,1 \pm 0,8$	$24,5 \pm 0,8$	$22,8 \pm 1,4$	$22,7 \pm 1,2$	$22,2 \pm 1,1$	$26,0 \pm 0,8^*$

Примечание: * $P < 0,05$: Сравниваемые пары групп: I-VI



Рисунок 1 - Динамика живой массы карпов опытных групп относительно контроля

Наилучшие показатели по динамике живой массы за весь период эксперимента были получены во II и VI группах (рис. 1). Так к третьей неделе эксперимента масса во II и VI в группах превышала контроль на 9,0 и 13,0 %, а концу опыта на 9,5 и 15,0% ($P<0,01$), соответственно.

Анализ полученных данных показывает, что присутствие наночастиц сплава железа и кобальта в рационе сопряжено с увеличением живой массы по сравнению с контролем. Влияние нанометаллов на увеличение живой массы подопытного карпа можно объяснить, способностью данных препаратов катализировать биохимические процессы в организме (Глушенко Н.Н. и др. 2006; 2011), что как следует из результатов наших исследований сопровождалось повышением конверсии корма.

Влияние особенностей кормления рыбы на состав тела. В конце первого эксперимента изучен биохимический состав тканей тела подопытной рыбы (табл. 4).

Таблица 4 – Биохимический состав мышечной ткани карпа, %

Показатель	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Сухое вещество	25,26±1,1	24,33±1,1	22,38±1,1	24,91±0,7	25,53±1,1	24,32±1,2
Жир	8,02±0,4	7,80±0,8	8,22±0,5	8,53±0,4	8,51±0,4	7,86±0,6
Протеин	16,32±1,0	15,61±0,9	13,24±1,3*	17,32±0,6	16,11±0,5	16,53±0,3

Примечание: * $P<0,05$: Сравниваемые пары групп: I-III

В III группе в составе мышечной ткани наблюдается достоверное снижение уровня протеина по сравнению с контрольной группой на 3,13% ($P<0,05$) и увеличения содержания воды на 3,2% ($P<0,05$).

Стоит отметить, что в мышечной ткани существенного различия между группами по содержанию золы зафиксировано не было, а вот в костной ткани во II и III группах наблюдается снижение по сравнению с контролем.

Особенности обмена химических элементов в организме подопытного карпа. Включение в рацион карпа микроэлементов железа и кобальта в различной форме оказало влияние на обмен отдельных микроэлементов.

При этом сочетанное действие сопровождалось сходными изменениями в элементном статусе рыбы во II и VI группах. В частности во II группе наблюдалось повышение содержания макроэлементов по сравнению с контролем: кальция на 12,4% ($P<0,05$), калия на 4,8%, натрия на 5,4%, фосфора на 28,9 % ($P<0,01$) по сравнению с контрольной группой.

Аналогичное повышение в VI группе составило 25,8% ($P<0,05$), 19,7 % ($P<0,05$), 20,1 % ($P<0,05$), на 51,0 % ($P<0,001$). В этой связи следует обратить внимание на более выраженное действие наночастиц в сравнении с солями.

Оценка обмена микроэлементов так же выявила сходную реакцию организма на дачу солей и наночастиц. Так, во II группе, в рацион, которого вводили железо и кобальт в виде солей, наблюдалось повышение содержания элементов: хрома на 14,7%, меди на 19,0% ($P<0,05$), кобальта на 5,7%, железа на 30,1% ($P<0,01$) и цинка на 3,3%, алюминия на 8,3 %, лития на 4,8 % и кремния на 31,1 %.

В VI группе, в рацион, которого вводили наночастицы сплава железа и кобальта, наблюдалось повышение содержания элементов: хрома на 5,7%, меди на 25,0 % ($P<0,05$), кобальта на 10,3%, железа на 54,1 % ($P<0,001$), селена на 12,6 %, цинка на 27,2 % ($P<0,05$), алюминия на 15,9 %, лития на 14,3 % и кремния на 52,2 % ($P<0,001$) по сравнению с контрольной группой.

В остальных группах наблюдалось в основном снижение содержания макроэлементов по сравнению с контролем, особенно фосфора, в III группе – на 11,9%, в IV группе – на 18,7% ($P<0,05$) и в V группе – на 23,5% ($P<0,05$).

Стоит отметить, что во всех группах наблюдалось снижение содержания никеля: во II группе – на 41,8% ($P<0,01$), в III группе – на 38,5%, в IV группе – на 42,6% ($P<0,01$), в V группе – на 38,4% ($P<0,01$) и в VI группе – на 10,2%.

Изменение состава комбикормов с помощью микроэлементов железа и кобальта сопровождалось достоверными изменениями отдельных токсических элементов в тканях рыбы.

Так во всех группах наблюдалось снижение содержания стронция: во II группе – на 25,3% ($P<0,01$), в III – на 38,0%, в IV – на 44,1% ($P<0,001$), в V – на 47,0% ($P<0,001$) и в VI – на 4,1%.

Исследования показывают, перспективность использования наночастиц сплава железа и кобальта в кормлении карпа.

Конверсия питательных веществ и энергии корма подопытных рыб.

Лучшее усвоение рыбой протейна кормов наблюдалось в VI группе (табл.5).

Таблица 5 – Эффективность превращения протеина и энергии корма в ткани тела подопытного карпа, %

Показатель	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Коэффициент конверсии:						
протеина	16,8	20,9	13,6	17,0	16,5	24,3
валовой энергии	20,8	22,1	19,3	21,4	20,6	23,5

В VI группе трансформация сырого протеина была самая высокая и составила 22,3%, а наименьшая, была в III группе и составила 18,7 %.

3.2 Результаты II эксперимента

Кормление подопытного карпа. Использованные комбикорма являлись производными от РГМ-8В. Опытным группам в рацион с РГМ-8В добавлялись наночастицы сплава железа и кобальта в различных дозировках.

Оценка гидрохимических условий в опытных аквариумах по содержанию аммония, нитратов и нитритов, углекислоты и кислорода, не выявила случаев превышения нормативных показателей. Средняя концентрация кислорода составила 5,9-6,4 мг/л.

Рост и развитие подопытных карпов. Исследования действия кормов на рост и развитие сеголеток карпа в условиях аквариумного стенда проводились в течение двенадцати недель. Результаты эксперимента выявили определенную закономерность в динамике роста подопытной рыбы. В первые три недели существенных отличий по динамике изменений живой массы не наблюдалось (рис. 2). На четвертой неделе эксперимента масса рыб во II и III группах увеличилась по сравнению с контрольной группой на 6,9% ($P<0,05$) и 9,5% ($P<0,05$), соответственно.

На пятой неделе эксперимента констатировали увеличение массы в группах, в рационе которых содержались наночастицы металлов, по сравнению с контролем: во II на 10,7% ($P<0,05$), в III – на 15,0% ($P<0,05$), в IV – на 10,3% ($P<0,05$).

Статически достоверные различия были констатированы и в следующие недели эксперимента, вплоть до конца исследования. Так, к концу опыта во II и III опытных группах наблюдалось увеличение живой массы подопытных карпов, по сравнению с контрольной группой на 4,9 ($P<0,05$) и 10,0% ($P<0,05$), соответственно.

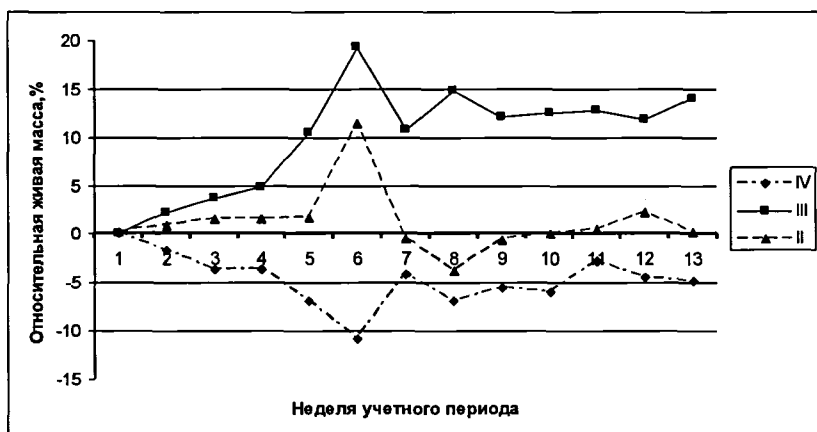


Рисунок 2 - Динамика живой массы карпов опытных групп относительно контроля

Влияние особенностей выращивания рыбы на состав тела. В ходе исследований было установлено, что добавление в корм наночастиц металлов неоднозначно повлияло на химический состав мышечной ткани подопытных карпов (табл. 6).

Таблица 6 – Биохимический состав мышечной ткани карпа, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	26,57±0,5	26,57±0,6	24,44±0,5*	24,60±0,6*
Жир	8,83±0,6	6,93±0,5*	6,16±0,5*	5,13±0,6**
Протеин	16,83±0,7	18,71±0,7*	17,34±0,5	18,52±0,6

Примечание: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; Сравниваемые пары групп: I-II, I-III, I-IV.

В частности, разница между I и II, I и III, I и IV по содержанию жира в мышечной ткани составила 21% ($P < 0,05$), 30% ($P < 0,05$) и 41% ($P < 0,01$), а в костной ткани: 14,7% ($P < 0,05$), 14,4% ($P < 0,05$) и 22,9% ($P < 0,01$), соответственно.

Содержание золы в мышечной ткани находилось в диапазоне 0,91-0,95 %. Стоит отметить, что существенного различия между группами по содержанию золы в костной ткани зафиксировано не было.

Морфологический и биохимический состав крови подопытного карпа. Показатель концентрации гемоглобина в течение всего эксперимента во всех опытных группах был выше физиологической нормы ($78,1 \pm 4,5$ г/л) (табл. 7).

Наибольшие показатели гемоглобина отмечались на 8 неделе эксперимента, когда в III и IV группах наблюдалось повышение данного показателя на 18,4% ($P < 0,001$) и 19,2% ($P < 0,001$) соответственно, по отношению к контролю.

Таблица 7 – Биохимические показатели крови подопытного карпа

Период опыта, неделя	Группа			
	I	II	III	IV
Гемоглобин, г/л				
Начало опыта	99,4 ± 0,75	99,3 ± 0,95	98,5 ± 1,31	98,8 ± 1,16
5	101,0 ± 2	81,7 ± 2,5**	92,0 ± 2,0	80,7 ± 2,1**
8	90,4 ± 0,51	90,4 ± 0,51	110,8 ± 0,64***	111,9 ± 0,65***
10	90,3 ± 2,5	87,0 ± 2,0	94,0 ± 1,5	95,0 ± 1,0
12	71,7 ± 1,5	77,3 ± 2,5 *	89,1 ± 2,0 **	79,7 ± 1,5 **
Общий белок, г/л				
Начало опыта	35,3 ± 0,3	35,3 ± 0,3	35,5 ± 0,5	35,4 ± 0,6
5	27,0 ± 0,4	30,0 ± 0,8 *	30,0 ± 0,6 *	26,3 ± 0,7
8	35,7 ± 0,6	35,3 ± 0,6	35,3 ± 0,6	35,3 ± 0,6
10	24,0 ± 0,6	39,0 ± 0,6 ***	32,1 ± 0,6 ***	33,2 ± 0,6 ***
12	22,1 ± 0,6	25,2 ± 0,6 **	37,0 ± 1,0 ***	19,1 ± 0,6 **
Величина гематокритного числа, л/л				
Начало опыта	8,4 ± 0,15	8,3 ± 0,25	8,4 ± 0,35	8,4 ± 0,46
5	8,1 ± 0,25	11,3 ± 0,4 **	13,3 ± 0,45 ***	10,6 ± 0,5 **
8	8,5 ± 0,15	14,2 ± 0,20 ***	17,7 ± 0,15 ***	11,1 ± 0,23 ***
10	16,6 ± 0,3	16,9 ± 0,4	18,7 ± 0,3 *	11,0 ± 0,3 ***
12	8,1 ± 0,36	17,0 ± 0,5 ***	19,5 ± 0,3 ***	9,1 ± 0,6 ***

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001: Сравнимые пары групп: I-II, I-III, I-IV

На пятой неделе эксперимента уровень белка был выше уровня контроля во II группе – на 10,0% (P<0,05) и в III – на 10,0% (P<0,05). На десятой неделе количество белка имело оптимальные значения лишь в группах, в рацион которых вводили наночастицы металлов. Показатель общего белка в этих группах был выше, чем в контроле: во II группе – на 38,1% (P<0,001), в III – на 25,0% (P<0,05) и в IV – на 27,2% (P<0,001).

К концу эксперимента констатировали, что во II группе уровень белка был выше контроля на 13,6% (P<0,01), а в III – на 68,0% (P<0,001). В IV группе зафиксировано снижение белка по сравнению с контрольной группой на 13,6% (P<0,01).

Включение в рацион карпа микроэлементов железа и кобальта в форме наночастиц оказало неоднозначное влияние на красную кровь сеголеток карпа (табл. 8). Нами были получены следующие данные: до начала исследований количество эритроцитов в крови подопытных карпов существенно не отличалось и находилось в диапазоне 2,43-2,62 10¹²/л. Вместе с тем, количество эритроцитов на 5 неделе эксперимента в опытных группах было значительно ниже по сравнению с контролем, так во II группе – на 103,1% (P<0,01), в III – на 31,1% (P<0,05) и в IV – на 186,0% (P<0,01).

В последующий период исследований число красных кровяных клеток на 8 и 10 неделях эксперимента постепенно увеличивалось. На 12 неделе было констатировано увеличение числа эритроцитов по сравнению с контролем в группах, в рационе которых содержались наночастицы металлов: во II группе – на 44,1% (P<0,01), в III – на 50,0% (P<0,01) и в IV – на 50,0% (P<0,01).

Таблица 8 – Морфологический состав крови подопытного карпа

Период опыта, неделя	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$				
Начало опыта	2,44±0,034	2,45±0,018	2,62±0,239	2,43±0,021
5	1,32±0,105	0,65±0,045 **	0,91±0,055*	0,46±0,055 **
8	0,65±0,021	1,01±0,026***	0,98±0,035***	0,81±0,025 **
10	1,25±0,035	1,16±0,046	1,19±0,035	0,97±0,051 **
12	0,70±0,036	1,01±0,045 **	1,05±0,035 **	1,05±0,046 **
Средний объем эритроцитов, $мкм^3$				
Начало опыта	131,0±1,01	130,1±1,0	130,8±0,60	131,1±0,40
5	132,1±0,55	140,0±0,46*	154,3±0,49***	132,5±0,45
8	134,6±0,30	143,9±0,4*	179,6±0,60***	135,0±0,50
10	131,9±0,85	149,8±1,06**	180,7±0,95***	180,6±0,61***
12	113,8±0,75	182,2±0,9***	187,6±0,90***	134,4±0,90**
Содержание гемоглобина в одном эритроците, пг				
Начало опыта	80,4±1,5	80,5±1,9	81,3±0,9	80,7±1,1
5	75,2±1,9	90,1±1,8**	88,5±1,6**	76,6±1,3
8	72,1±1,8	90,8±1,9**	90,7±1,9**	70,7±1,6
10	70,7±1,4	93,4±1,3***	92,6±1,4***	80,4±1,8**
12	98,3±2,1	101,6±1,8	102,8±2,3	76,3±1,5***

Примечание:

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$: Сравниваемые пары групп: I-II, I-III, I-IV

Скармливание наночастиц сплава железа и кобальта оказало положительное влияние на эритропоэз, что обусловило преимущество во II и III группах по содержанию эритроцитов, гемоглобина в одном эритроците, среднего объема эритроцитов, а также величины гематокритного числа по сравнению с контрольной группой.

При анализе показателей среднего объема эритроцитов, были получены достоверные изменения данного показателя в группах, в рационе которых содержались наночастицы металлов. До начала исследований уровень среднего объема эритроцитов в крови подопытных карпов существенно не отличался и находился в диапазоне 130,1-131,1 $мкм^3$.

Во время проведения эксперимента во всех опытных группах наблюдалось увеличение содержания среднего объема эритроцитов по сравнению с контролем (от 5,9 % до 37,5 %). Во II и III группах до конца эксперимента отмечались стабильно высокие значения исследуемого параметра.

Как следует из полученных результатов скорость оседания эритроцитов у подопытных карпов была в пределах физиологической нормы и составляла в экспериментальный период от 2 до 5 мм/ч.

Особенности обмена химических элементов в организме подопытного карпа. Включение в рацион карпа наночастиц сплава железа и кобальта в различной дозировке оказало влияние на обмен отдельных микроэлементов (табл. 9, 10).

В II группе при добавлении в рацион 20 мг/кг корма наночастиц сплава железа и кобальта, наблюдалось повышение содержание отдельных микроэлементов по сравнению с контролем: калия на 12,7 % ($P<0,001$), магния

на 8,4 % ($P<0,05$), натрия на 9,6 % ($P<0,05$), фосфора на 2,5%, хрома на 2,6 %, железа на 11,0 % ($P<0,05$), цинка на 5,8 % ($P<0,05$), лития на 8,1 %, никеля на 8,2 % ($P<0,05$) и кремния на 24,0 % ($P<0,001$).

Таблица 9 – Содержание макроэлементов в теле рыбы, мкг/гол.

Элемент	Группа			
	I	II	III	IV
Ca	467943 ± 16515	454559 ± 15400	457031 ± 11151	322168 ± 11521***
K	99776 ± 2731	112426 ± 4562***	119208 ± 1638***	101547 ± 3287
Mg	12530 ± 358	13577 ± 430*	13580 ± 209*	11246 ± 359**
Na	44249 ± 1280	48487 ± 1815**	45309 ± 727	40914 ± 1314*
P	180040 ± 5781	184530 ± 6444	185306 ± 3978	132872 ± 4444***

Примечание:

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$: Сравниваемые пары групп: I-II, I-III, I-IV

В III группе, при дозировке наночастиц 30 мг/кг корма, также наблюдалось повышение содержание отдельных микроэлементов: калия на 19,5 % ($P<0,001$), магния на 8,4 % ($P<0,05$), натрия на 2,4%, фосфора на 3,0 %, хрома на 39,0 %, кобальта на 31,5 %, железа на 16,1%, цинка на 27,5 % и кремния на 32,0 %.

Таблица 10 – Содержание эссенциальных и условно эссенциальных микроэлементов в теле рыбы, мкг/гол.

Элемент	Группа			
	I	II	III	IV
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	2,36 ± 0,07	3,13 ± 0,05*	1,73 ± 0,06 ***
Fe	491 ± 19,61	546 ± 16,97 *	569 ± 8,86 *	435 ± 13,96 *
Mn	51,60 ± 1,77	50,90 ± 1,40	48,40 ± 1,31	40,80 ± 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 **	39,70 ± 1,42 **
Si	61,11 ± 1,70	75,90 ± 2,5 ***	80,40 ± 1,2 ***	76,08 ± 2,40 ***
V	2,80 ± 0,90	2,60 ± 0,70	2,80 ± 0,08	2,00 ± 0,07 **

Примечание:

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$: Сравниваемые пары групп: I-II, I-III, I-IV

Добавление в рацион наночастиц дозировкой 40 мг/кг корма, сопровождалось снижением содержания микроэлементов в тканях тела: кальция на 31,1 % ($P<0,001$), магния на 10,0 % ($P<0,01$), натрия на 7,5 % ($P<0,05$), фосфора на 26,2 % ($P<0,001$), меди на 18,1 % ($P<0,05$), кобальта на 27,0 % ($P<0,001$), железа

на 11,3 % ($P<0,05$), йода на 55,0 % ($P<0,001$), марганца на 21,1 % ($P<0,001$), селена на 33,2 % ($P<0,001$), цинка на 19,0 % ($P<0,001$), мышьяка на 16,0 % ($P<0,05$), бора на 29,5 % ($P<0,01$), лития на 8,1 % ($P<0,05$), никеля на 14,1 % ($P<0,01$) и ванадия на 24,5 % ($P<0,01$) в сравнении с контролем.

Изменение состава комбикормов сопровождалось достоверными изменениями содержания отдельных токсических элементов в тканях рыбы (табл.11).

Таблица 11 – Содержание токсических элементов в теле рыбы, мкг/гол.

Элемент	Группа			
	I	II	III	IV
Al	105,26 ± 2,93	72,12 ± 2,30 ***	47,43 ± 0,86***	38,43 ± 1,23***
Cd	0,28 ± 0,008	0,31 ± 0,01	0,22 ± 0,003***	0,22 ± 0,007***
Hg	0,82 ± 0,022	0,71 ± 0,028 **	0,58 ± 0,008***	0,46 ± 0,015***
Pb	0,95 ± 0,03	1,11 ± 0,11	1,23 ± 0,03 *	0,72 ± 0,02
Sn	1,12 ± 0,03	1,41 ± 0,06	0,37 ± 0,005 ***	0,46 ± 0,015**
Sr	1062 ± 38	1036 ± 28	963 ± 28 **	746 ± 27***

Примечание:

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$: Сравнимые пары групп: I-II, I-III, I-IV

Так во II группе наблюдали снижение содержания алюминия на 31,1 % ($P<0,001$), ртути на 13,0 % ($P<0,01$) и стронция на 2,5 %, а также повышения элементов: кадмия на 10,0 %, свинца на 122,1 % ($P<0,01$) и олова на 25,2 %, по сравнению с контрольной группой.

В III и IV группах констатировали снижение токсических элементов по сравнению с контролем: алюминия на 55,2 % ($P<0,001$) и 64,1 % ($P<0,001$), кадмия на 21,0 % ($P<0,001$) и 21,0 % ($P<0,001$), ртути на 29,1 % ($P<0,001$) и 43,2 % ($P<0,001$), олова на 67,0 % ($P<0,001$) и 59,3 % ($P<0,01$) и стронция на 9,3 % ($P<0,01$) и 30,0 % ($P<0,001$) соответственно.

При оценке эффективности конверсии элементов было установлено, что данный показатель изменяется при включении в рацион наночастиц.

Так, на фоне коэффициентов конверсии P (16,1 %), Mg (7,5 %), K (31,2 %), Na (28,1 %), Fe (4,6 %) и Co (16,8 %) – в контрольной группе, аналогичные показатели во II и III опытных группах составили 16,7; 8,4; 36,8; 31,9; 5,5; 16,6 % и 16,8; 8,4; 39,8; 29,1; 5,9; 24,3 %, соответственно.

Стоит отметить, что при добавлении в рацион наночастиц дозировкой 40 мг/кг корма наблюдается снижение коэффициента конверсии химических элементов относительно контроля.

Конверсия питательных веществ и энергии корма подопытных рыб. Обработка материала позволила установить, что наибольшее содержание протеина в приросте живой массы имело место в III группе. Данный показатель

превышал аналогичный в I, II и, IV группах на 15,2, 0,3 и 21,2 %, соответственно.

Использование высокодисперсных порошков металлов в кормлении карпа отразилось на эффективности использования корма. В III группе эффективность трансформации сырого протеина была самая высокая и составила 22,4% (табл. 12).

Таблица 12 – Эффективность превращения протеина и энергии корма в ткани тела подопытного карпа, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Коэффициент конверсии:				
протеина	19,2	21,5	22,4	20,0
валовой энергии	21,9	23,7	24,9	22,3

3.3 Результаты научно-хозяйственного опыта

С целью определения экономической эффективности был проведен научно-хозяйственный опыт в условиях садкового хозяйства ООО «Озерное». Для этого было зарыблено четыре садка годовиками карпа с навеской 120-140 г. Первая группа в течение трехмесячного периода получала комбикорм РГМ-8В, а карпам второй группы дополнительно в РГМ-8В вводили наночастицы сплава железа и кобальта в дозировке 30 мг/кг. В течение эксперимента температура воды в местах установки садков изменялась в интервале 23-28 °С.

По результатам исследований было установлено, что наиболее рациональным является использование корма с включением в рацион наночастиц сплава железа и кобальта (табл. 13, 14).

Таблица 13 – Динамика живой массы и среднесуточный прирост подопытной рыбы, г

Декада учетного периода	Живая масса, г		Среднесуточный прирост массы, г	
	I	II	I	II
Начало опыта	119,1 ± 0,70	120,8 ± 0,81	-	-
1	153,0 ± 0,93	157,4 ± 1,20	3,39 ± 0,04	3,66 ± 0,06
2	204,2 ± 0,86	208,9 ± 0,97	5,12 ± 0,07	5,15 ± 0,08
3	347,4 ± 1,12	362,3 ± 1,47	14,32 ± 0,41	15,34 ± 0,32
4	449,0 ± 2,19	458,4 ± 3,11	10,16 ± 0,43	9,61 ± 0,37
5	602,3 ± 3,50	624,9 ± 3,90	15,33 ± 0,61	16,65 ± 0,72
6	742,1 ± 4,71	758,8 ± 5,22	13,98 ± 0,74	13,39 ± 0,83
7	871,5 ± 5,10	903,7 ± 7,41	12,94 ± 0,70	14,49 ± 0,87
8	955,3 ± 8,90	1000,6 ± 9,60	8,38 ± 0,81	9,69 ± 0,91

Продуктивное действие комбикорма с добавлением наночастиц сплава железа и кобальта оказалось выше, чем в I группе. Так, живая масса карпов II группы

после 2 декады эксперимента была на 2,3 % выше уровня I группы, после 3 декады на 4,3 %. В последующем динамика роста не претерпевала изменений, и концу эксперимента превосходство рыбы II группы над контролем составляло 4,7%.

Таблица 14 – Экономическая эффективность выращивания товарного карпа, руб/т

Показатель	Группа	
	I	II
Себестоимость:	100850	98570
затраты на корм	78143	78143
стоимость сплава наночастиц	-	2000
Реализационная стоимость	125121	125121
Прибыль	24271	26551
Уровень рентабельности, %	24,1	26,9

По итогам выращивания было установлено, что дополнительное введение наночастиц сплава железа и кобальта в рацион карпа позволило повысить уровень рентабельности производства рыбы на 2,8 %.

ВЫВОДЫ

1. Введение в рацион карпа РГМ-8В микроэлементов железа или кобальта в отдельности не сопровождается повышением интенсивности роста карпа. В тоже время совместное их включение в комбикорм позволяет увеличить интенсивность роста рыбы на величину от 5 до 15 %. При этом наиболее оптимальным является использование в кормлении карпа наночастиц сплава железа и кобальта (d=100 нм).

2. Совместное введение в рацион карпа железа и кобальта в виде солей и наночастиц оказывает сходное влияние на обмен химических элементов и сопровождается повышением усвояемости кальция, калия, натрия, фосфора, хрома, меди, цинка, железа и кобальта. При этом действие наночастиц является более выраженным и кроме прочего выражается в лучшем усвоении магния на 15,1 %, против депрессии усвоения на фоне даче солей на 3-4%.

3. Скармливание карпу микрочастиц или сульфата железа в составе РГМ-8В снижает ретенцию химических элементов из корма. Исключением является только йод, ртуть, мышьяк и кремний, усвоение которых повышается.

4. Совместное дополнительное скармливание карпу железа и кобальта сопровождается повышением конверсии протеина и энергии корма. При этом наиболее значительно на 2,9-3,1% и 2,7-3,2% при даче наночастиц сплава железа и кобальта. Дополнительная дача препаратов железа без включения кобальта не оказывает влияния на эффективность использования корма.

5. Наиболее оптимальной в рационе карпа является дозировка наночастиц (d=100 нм) сплава железа и кобальта в количестве 30 мг/кг. Скармливание данной кормовой добавки в составе комбикорма РГМ-8В позволяет увеличить интенсивность роста карпа на 10% и повысить конверсию протеина и энергии

корма в продукции карпа на 3,2 и 3,0 %, соответственно.

6. Включение в рацион наночастиц сплава железа и кобальта способствует улучшению морфологических и биохимических показателей крови. Наночастицы стимулируют функцию кроветворения, что проявлялось в увеличении концентрации эритроцитов и гемоглобина.

7. Использование наночастиц сплава железа и кобальта в дозировке 30 мг/кг в кормлении карпа при выращивании в садках повышает рентабельность производства рыбы на 2,8 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

При производстве карпа в садковых хозяйствах целесообразно использовать наночастицы сплава железа и кобальта в качестве биостимуляторов обменных процессов, повышающих продуктивность рыб и улучшающее общее физиологическое состояние. При этом дополнительное включение в рацион наночастиц сплава железа и кобальта в количестве 30 мг/кг корма, позволит повысить уровень рентабельности производства на 2,8 %.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах: в рецензируемых научных журналах:

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

2. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П., Килякова, Ю.В., Мирошников, А.М., Кудашева, А.В. Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.М. Мирошников, А.М. Кудашева // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. - № 10. - С. 138-142.

3. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П., Килякова, Ю.В. 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.

4. Мирошникова, Е.П. Аринжанов, А.Е., Килякова, Ю.В. Изменение гематологических показателей параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. 2013. - №5. - С.55-57.

В прочих изданиях:

5. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П. Влияние микроэлементов на интенсивность роста карпа в условиях различной обеспеченности / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова // Материалы II Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием «Инновации, экобезопасность, техника и технологии в переработке сельскохозяйственной продукции». Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ». 2011.- С.11-12.

6. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П., Ваншин, В.В. Влияние железа и кобальта на обмен минеральных веществ в условиях различной обеспеченности / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, В.В. Ваншин // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновации, экобезопасность, техника и технологии в переработке сельскохозяйственной продукции». Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ». 2012.- С.3-5.

7. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П., Киякова, Ю.В., Сизова, Е.А. Влияние наночастиц металлов на физиологическое состояние и гематологические показатели крови рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Киякова, Е.А. Сизова // Российская аквакультура: состояние, потенциал и инновационные производства в развитии АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВГУИТ: Изд-во ФГУ Воронежский ЦНТИ. 2012. - С.131-135.

8. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П. Содержание макроэлементов в теле карпа в условиях введения железа и кобальта в рацион корма / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова // Аквакультура России: вклад молодых. Сборник статей всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. Тюмень: ФГУП Госрыбцентр. 2012. - С.11-14.

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

10. Аринжанов, А.Е., Мужиков, И.С., Рыжкова, Л.М. Влияние железа и кобальта в экструдированных кормах на биохимический состав мышечной ткани / А.Е. Аринжанов, И.С. Мужиков, Л.М. Рыжкова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства». Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ». 2013. - С 5-7.

11. Аринжанов, А.Е., Мирошникова, Е.П., Киякова, Ю.В., Рыжкова, Л.М., Мужиков, И.С. Оценка эффективности влияния наночастиц металлов в составе комбикорма на рост и развитие рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Л.М. Рыжкова, И.С. Мужиков // III Международная заочная научно-практическая конференция «Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии». М.: ООО «МЦНО». 2013. - С.69-73.

Отпечатано в типографии «Экспресс-печать»
ОГРНИП 310565817900152
Подписано в печать 18.10.2013
Формат 60х84 ¼ Бумага офисная Усл. печ. л. 1,25
Тираж 100 экз. Заказ 514.
г. Оренбург, ул. Пролетарская, 30.
Тел. (3532) 25-20-02, (3532) 23-58-41