

## **ОБМЕН ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ КАРПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОЧАСТИЦ КОБАЛЬТА И ЖЕЛЕЗА В КОРМЕ**

**В ходе исследований по оценке влияния железа и кобальта в различной химической форме (минеральные соли, наночастицы металлов) на обмен химических элементов в организме карпа выявлены достоверные изменения концентраций в теле рыб кальция, фосфора, железа, кобальта, йода и т. д.**

**Ключевые слова:** минеральные вещества, кормление рыб, наночастицы.

Минеральные вещества не являются питательными веществами, однако необходимы рыбе для нормального роста и развития. Минеральные вещества играют важную роль для построения структурных частей и тканей организма. Их недостаток или избыток в пище вызывает нарушения обмена веществ, приводящие к снижению роста, патологии развития, а иногда к смерти рыб [1, 2, 3].

Кобальт поступает в организм рыб с пищей и осмотическим путем. Дефицит его сопровождается снижением синтеза гемоглобина, что может привести к возникновению анемии и снижению общей резистентности организма, повышению смертности при одновременном замедлении роста рыб [4].

К числу наиболее важных эссенциальных химических элементов относятся железо и кобальт. Кобальт активирует аргиназу, костную и кишечную фосфатазу, инактивирует уреазу, пепсин, используется при синтезе мышечных белков. Кобальт может вызвать наступление полицитемии, т. е. нарастания количества эритроцитов и гемоглобина без изменения объема крови, стимулирует образование ретикулоцитов и созревание эритроцитов в костном мозге.

Кобальт стимулирует синтез витаминов группы В, повышает усвоение железа, подавляет развитие кишечной палочки и других вредных микроорганизмов [5].

Организм рыб тонко реагирует на те или иные физиологические сдвиги, что находит отражение в изменении уровня сывороточного железа, которое изменяется в зависимости от пола, сезона года и других факторов. Железо служит необходимым материалом для синтеза гемоглобина. Этот процесс нормально протекает при наличии адекватных количеств железа, кобальта и меди. Биологическая роль

железа в организме объясняется его участием в аэробном метаболизме, нарушение которого может иметь серьезные биохимические и физиологические последствия [6].

В свете данной проблемы большой интерес вызывают биопрепараты нового поколения – наночастицы микроэлементов.

За последние годы было установлено, что наночастицы эссенциальных элементов обладают высокой биологической активностью и усиливают обмен веществ и способствуют повышению естественной резистентности организма, повышению темпов роста, работоспособности и экстерьерных признаков [7].

Особый интерес представляют порошки, активными компонентами которых являются наночастицы железа и кобальта. Данные препараты заметно отличаются от ранее известных форм микродобавок: они экологически чистые, высокоэффективные и экономически выгодные, способствуют более эффективно повышению продуктивности сельскохозяйственных растений и животных. Наночастицы благодаря своим малым размерам легко проникают в организм через защитные барьеры [8]. Абсорбирующие свойства наночастиц значительно выше, чем у других молекул. Ранее проведенные исследования биологической активности наночастиц металлов на экспериментальных животных позволили установить, что нанокристаллическое железо и цинк в биотических дозах ускоряют рост животных и птиц, усиливают регенерацию печени после частичной гепатэктомии, ускоряют заживление тканей [9, 10].

Целью исследования являлась оценка влияния железа и кобальта в различной химической форме на обмен минеральных веществ в теле рыб.

### Материалы и методы

Исследования выполнены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Оренбургского государственного университета.

Объектом исследований являлись карпы, возраст (1+), с навеской 10–15 г, выращенные в условиях ДГУП «Ирикларыба», из них методом аналогов сформировали шесть групп (n=15), которые в течение семи суток содержали в одинаковых условиях.

Затем группы были переведены на рационы:

I – ОР (РГМ – 8В);

II – ОР + соли Со (0,08 мг/кг корма) и Fe (30 мг/кг корма);

III – ОР + микрочастицы Fe (30 мг/кг корма);

IV – ОР + соли Fe (30 мг/кг корма);

V – ОР + соли Со (0,08 мг/кг корма);

VI – ОР + наночастицы Fe + Со (30 мг/кг корма).

Длительность основного учетного периода составляла 6 недель.

Наночастицы комплекса кобальта и железа синтезировались методом высокотемпературной конденсации на установке Миген. Размер частиц 100 нм.

Размер микрочастиц железа составлял 6–9 мкм.

Смешивание компонентов комбикорма производили вручную, методом ступенчатого смешивания, при сухом формовании гранул.

Исследования были проведены в условиях аквариумного стенда состоящего из 6 аквариумов по 300 л, оборудованных системой фильтрации и насыщения воды кислородом при температуре воды  $28 \pm 1$  °С. Кормление подопытной рыбы осуществлялось вручную 6–8 раз в сутки. Расчет массы задаваемого корма производили с учетом рекомендаций на основе поедаемости корма.

Условия содержания и кормления рыб регламентировалось рыбоводно-биологическими нормативами, рекомендованными ВНИИПРХа (1986).

Контроль над интенсивностью роста подопытной рыбы осуществлялся путем еженедельного взвешивания.

В процессе исследований определяли содержание в тканях рыб и используемых комбикормов химических элементов, для чего после

убоя готовили гомогенаты тканей тела рыб с последующим исследованием образцов в лаборатории АНО «Центра биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22ПЯ05). Определение элементного состава оцениваемых биосубстратов производили методами атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборах Optima 2000 DV и Elan 9000.

Основные данные, полученные в опыте, были подвергнуты статической обработке по Г.Ф. Лакину [11].

### Результаты исследований

Различия в кормлении подопытной рыбы отразились на интенсивности ее роста. Наилучшие показатели по динамике живой массы за весь период эксперимента были получены во II и VI группах. Живая масса в этих опытных группах к концу исследований увеличилась на 47,4 и 50,4% соответственно. В остальных группах живая масса увеличилась менее интенсивно: в I группе на 42,1%, в III – 43,4%, в IV – 40,8% и в V – 39,2%. Средняя масса рыб в конце эксперимента составляла 23–24 г.

Включение в рацион карпа микроэлементов железа и кобальта в различной форме оказало неоднозначное влияние на обмен отдельных макроэлементов (табл. 1) и эссенциальных микроэлементов (табл. 2).

Нами было констатировано, что во II группе, в рацион которой вводили железо и кобальт в виде солей, наблюдалось повышение содержания элементов: кальция на 12,4% ( $P < 0,05$ ), калия на 4,8%, натрия на 5,4%, фосфора на 22,4% ( $P < 0,01$ ), хрома на 14,7%, меди на 19% ( $P < 0,05$ ), кобальта на 5,4%, железа на 23,2% ( $P < 0,05$ ), цинка на 3,3%, алюминия на 7,7%, лития на 4,5% и кремния на 23,7% по сравнению с контрольной группой.

В VI группе, в рацион которой вводили наночастицы железа и кобальта, наблюдалось повышение содержания макроэлементов: кальция на 25,8% ( $P < 0,05$ ), калия на 16,5% ( $P < 0,05$ ), магния на 13,1%, натрия на 17,3% ( $P < 0,05$ ), фосфора на 33,8% ( $P < 0,001$ ), хрома на 5,5%, меди на 20,2% ( $P < 0,05$ ), кобальта на 10,3%, железа на 35,1% ( $P < 0,001$ ), селена на 9,7%, цинка на 21,4% ( $P < 0,05$ ), алюминия на 13,6%, лития на 12,5% и кремния на 34,3% ( $P < 0,001$ ).

Кальций, натрий, магний, калий составляют группу основных элементов, определяющих механизм осморегуляции у рыб [12].

Увеличение содержания кальция и фосфора во II и VI группах неудивительно, так как железо может способствовать усвоению кальция, а кальций в обмене тесно связан с фосфором. Обмен этих элементов идет параллельно.

Повышение содержания железа, меди и цинка можно объяснить активным участием этих элементов в процессах кроветворения и тканевого дыхания. Медь и железо выполняют роль катализаторов в процессе превращения неорганического железа в составную часть гемоглобина.

Аддитивный эффект, полученный в результате взаимодействия кобальта и железа, существенно влияет на баланс этих металлов в органах и тканях рыб. Кобальт, взаимодействуя с железом, вызывает синергетический эффект, способствуя включению атома железа в молекулу гемоглобина, усиливая ионизацию и резорбцию железа, ускоряя созревание эритроцитов [3, 13, 14].

Можно сделать предположение, что увеличение содержания железа во II и VI группах является следствием исключения кобальта из пластического обмена, что ведет к депонированию и комплексообразованию железа.

В остальных группах наблюдалось в основном снижение содержания макроэлементов, особенно фосфора, в III группе – на 11,9% (P<0,01), 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 62,6% (P<0,05), в IV группе – на 42,6% (P<0,01), в V группе – на 38,4% (P<0,01) и в VI группе – на 11,4%. Никель по механизму своего биологического действия проявляет заметное сходство с железом и кобальтом [3].

Изменение состава комбикормов с помощью микроэлементов железа и кобальта сопровождалось достоверными изменениями отдельных токсических элементов в тканях рыбы (табл. 3).

Так, во всех группах наблюдалось снижение содержания стронция: во II группе –

Таблица 1. Содержание макроэлементов в теле рыбы, мкг/гол.

Элемент	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Ca	89226±9783	100264±9944 <sup>A</sup>	80792±10065 <sup>I</sup>	81736±12381	74441±11856 <sup>A</sup>	112161±10166 <sup>A</sup>
K	32160±3723	33785±5410	31108±6426	33028±3637	32598±4263	38516±4895 <sup>A</sup>
Mg	5819±656	5615±828	4603±938	5196±632	4938±683 <sup>A</sup>	6696±908
Na	13243±1476	13996±1931	12342±2476	13414±1808	13176±1956	16008±2259 <sup>A</sup>
P	53999±5999	69586±9233 <sup>B</sup>	48272±9669 <sup>I</sup>	45492±6045 <sup>A</sup>	43712±6414 <sup>A</sup>	81608±11850 <sup>B</sup>

Примечание: <sup>A</sup>P<0,05; <sup>B</sup>P<0,01; <sup>I</sup>P<0,001: сравниваемые пары групп: I–II, I–IV, I–V, I–VI; <sup>I</sup>P<0,01 при сравнении II с III

Таблица 2. Содержание эссенциальных микроэлементов в теле рыбы, мкг/гол.

Элемент	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Cr	24,5±2,87	28,8±4,58	21,4±4,51 <sup>I</sup>	23,3±2,37	31,2±4,21 <sup>A</sup>	25,9±3,13
Cu	9,36±1,063	11,6±1,679 <sup>A</sup>	9,33±1,893	9,41±1,129	10,9±1,546	11,7±1,573 <sup>A</sup>
Co	0,35±0,038	0,37±0,047	0,20±0,039 <sup>E</sup>	0,29±0,042 <sup>A</sup>	0,28±0,045 <sup>A</sup>	0,39±0,059
Fe	152,9±17,29	198,9±28,13 <sup>A</sup>	152,1±30,78 <sup>I</sup>	151,9±18,62	141,2±19,53	235,6±32,82 <sup>B</sup>
I	2,25±0,259	1,44±0,271 <sup>B</sup>	2,29±0,470 <sup>D</sup>	3,19±0,399 <sup>B</sup>	2,67±0,366 <sup>A</sup>	2,19±0,268
Mn	20,8±2,28	17,9±2,29	14,5±2,88 <sup>I</sup>	15,9±2,37 <sup>B</sup>	16,5±2,61 <sup>A</sup>	18,1±2,68
Se	2,77±0,316	2,77±0,426	2,74±0,558	2,79±0,331	2,74±0,375	3,12±0,407
Zn	577,5±63,8	596,8±79,2	455,0±90,9 <sup>I</sup>	525,1±73,6	504,6±76,7	734,9±107,1 <sup>A</sup>
As	1,24±0,141	1,34±0,199	1,48±0,299	1,32±0,162	1,29±0,182	1,89±0,260 <sup>B</sup>
B	4,34±0,487	4,26±0,615	4,44±0,893	4,05±0,511	4,29±0,619	4,23±0,567
Li	0,21±0,023	0,22±0,030	0,13±0,027 <sup>E</sup>	0,14±0,017 <sup>B</sup>	0,14±0,019 <sup>B</sup>	0,24±0,034
Ni	5,66±0,621	3,99±1,529 <sup>B</sup>	3,48±0,694 <sup>I</sup>	3,97±0,583 <sup>B</sup>	4,09±0,644 <sup>B</sup>	5,08±0,752
Si	78,3±9,31	102,6±16,5 <sup>A</sup>	82,2±17,2	82,1±8,13	81,0±9,89	119,2±15,1 <sup>B</sup>
V	1,63±0,180	1,34±0,183 <sup>A</sup>	1,18±0,237	1,40±0,193	1,46±0,222	1,45±0,205

Примечание: <sup>A</sup>P<0,05; <sup>B</sup>P<0,01; <sup>I</sup>P<0,001: сравниваемые пары групп: I–II, I–IV, I–V, I–VI; <sup>I</sup>P<0,05; <sup>D</sup>P<0,01; <sup>E</sup>P<0,001 при сравнении II с III

на 25,3% ( $P < 0,01$ ), в III – на 60,4% ( $P < 0,05$ ), в IV – на 44,1% ( $P < 0,001$ ), в V – на 47% ( $P < 0,001$ ) и в VI – на 4,1%.

Также стоит отметить снижение содержания кадмия и олова во всех группах, кроме VI группы – здесь наблюдается увеличение на 24,7% ( $P < 0,01$ ) и 42,8% ( $P < 0,001$ ) соответственно.

Токсичность кадмия связывают с координацией металла с SH – группами белка – это проявление первичной токсичности металла. В живых организмах происходит процесс химического и биохимического метилирования неорганических солей тяжелых металлов, и образующиеся в результате этих реакций органические производные обладают токсичностью, на несколько порядков превышающей токсичность их неорганических предшественников [15, 16].

Воздействие элемента на ту или иную функцию организма зависит от присутствия в среде других веществ. Это взаимодействие в метаболизме может осуществляться через реакцию элементов с металлотиионами. В связи с этим введение железа повышает всасывание в кишечнике цинка, ртути и кадмия [17].

Попадая в организм, металлы-токсиканты чаще всего не подвергаются каким-либо существенным превращениям, а включаются в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его.

По мнению А.В. Скального [18], увеличение содержания токсических элементов связано с отсутствием у организма животного механизма противодействия всасыванию и отложению в тканях токсических элементов. В соответствии с этим, чем больше содержится токсикантов в корме, тем потенциально больше их может откладываться в тканях рыб.

Различия в количестве вещества между контрольной и опытной группами по антагонистам

и синергистам железа и кобальта представлены в таблице 4. Основными синергистами железа являются кальций и медь, антагонистом – цинк, а основными синергистами кобальта являются медь и цинк, антагонистом – йод.

Как видно из полученных результатов, наночастицы оказали наиболее положительный эффект на синергизм как железа, так и кобальта, возможно введение наночастиц приводит к активизации функционирования регуляторных систем организма на клеточном уровне, а их биологическая активность положительно влияет на рост и развитие рыб.

Обмен и усвоение железа зависят от многих факторов, одним из которых является интенсивность образования железосвязывающего белка. Всасывание железа ингибируют некоторые органические кислоты, образуют с ним нерастворимые соли, а также избыток в комбикорме (рационе) фосфатов, танина, цинка, марганца, меди, кадмия. На усвоение железа влияет величина pH содержимого желудка. Из природных и химических соединений железо сравнительно хорошо усваивается из сульфатов, хлорида, fumarата, глюконата, хелатных соединений. И плохо усваивается из нерастворимых солей железа, таких как оксалаты, цитраты, закиси, окиси, ортофосфаты, сернистое железо. Кальций способствует усвоению железа, за исключением тех случаев, когда дозы кальция чрезвычайно велики. Железо входит в состав некоторых тканевых ферментов и принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах, способствует росту и развитию тканей [1, 12].

Кобальт может приводить к нарушению метаболизма йода в щитовидной железе и оказывает выраженное влияние на активность некоторых гидролитических ферментов. Он значительно влияет на обмен веществ и рост, по-

Таблица 3. Содержание токсических элементов в теле рыб, мкг/гол.

Элемент	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Al	47,0±5,49	50,9±8,30	43,0±9,01	41,5±4,07	40,5±4,89	54,5±6,73
Cd	0,058±0,007	0,055±0,009	0,052±0,012	0,054±0,006	0,053±0,007	0,078±0,010 <sup>b</sup>
Hg	0,101±0,012	0,103±0,018	0,104±0,022	0,117±0,013	0,098±0,012	0,114±0,014
Pb	0,442±0,049	0,473±0,066	0,306±0,060 <sup>d</sup>	0,389±0,049	0,383±0,055	0,429±0,059
Sn	0,801±0,092	0,791±0,125	0,665±0,138	0,699±0,075	0,682±0,088 <sup>A</sup>	1,37±0,189 <sup>B</sup>
Sr	584,5±63,9	466,7±57,7 <sup>b</sup>	364,4±72,4 <sup>c</sup>	405,5±63,0 <sup>b</sup>	397,5±64,6 <sup>b</sup>	561,5±85,6

Примечание: <sup>A</sup> $P < 0,05$ ; <sup>B</sup> $P < 0,01$ ; <sup>b</sup> $P < 0,001$ : сравниваемые пары групп: I-II, I-IV, I-V, I-VI; <sup>c</sup> $P < 0,05$ ; <sup>d</sup> $P < 0,001$  при сравнении II с III

сколько входит в состав гормонов, витаминов, играет важную биологическую роль в процессах гемопоэза – стимулирует образование ретикулоцитов и повышает интенсивность созревания эритроцитов в костном мозге. Кобальт поступает в организм с кормами и добавками, частично в виде витамина В12. Усвояемость элемента у них невелика, поскольку потребность в нем небольшая и возрастает лишь при недостатке витамина В12 [12, 13, 14].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования наночастиц железа и кобальта в кормлении рыб. При анализе метаболизма этих элементов было установлено, что Со и Fe в наноформе оказывают наиболее положительный

Таблица 4. Различия в количестве вещества между контрольной и опытной группами по антагонистам и синергистам Fe и Со, ммоль/гол

Группа	Синергисты Fe	Антагонисты Fe	Синергисты Со	Антагонисты Со
II	276,0	0,29	0,325	-0,007
III	-210,0	-1,89	-1,89	0
IV	-187,0	-0,81	-0,81	0,007
V	-369,0	-1,13	-1,11	0,003
VI	574,0	2,41	2,45	-0,001

эффект на увеличение эссенциальных и макроэлементов в теле рыб.

Кроме того, был установлен значительный синергетический и антагонистический эффект этих элементов в виде наночастиц по сравнению с использованием в виде солей и микрочастиц.

10.05.2012

**Список литературы:**

1. Мирошникова, Е.П. Биологические особенности и качество продукции кур и карпа при использовании различных энзимсодержащих рационов: автореф. дисс. на соискание ученой степени док. биол. наук. – Волгоград, 2006. – 46 с.
2. Воробьев, В.И. Биогеохимия и рыбоводство. – Саратов: «М.П. Литера», 1993. – 224 с.
3. Алиджанова, И.Э. Влияние стрессорных факторов различной природы на накопление химических элементов в теле лабораторных животных / И.Э. Алиджанова, С.В. Нотова, Е.В. Кияева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №12 (118). – С. 18–21.
4. Anke, M.K. Trace elements intake and balance of adults in Central Europe // ТЕМА – 10P. Evian. 3–7 of May, 1999. – Evian, 1999. – P. 33.
5. Anke, M.K. Transfer of macro, trace and ultratrace elements in the food chain // Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance. – 2<sup>nd</sup> ed. / Merian E., Anke M.K., Ihnat M., Stoeppler. – Wiley-VCH Verlag GmbH, 2004. – P. 101–126.
6. Мелякина Э.И., Бичарева О.Н. Анализ содержания железа и кобальта в органах и тканях щуки (*Esox Lucius*) / Э.И. Мелякина, О.Н. Бичарева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. – 2009. – №2. – С. 67–69.
7. Коваленко, Л.В. Фармакологические свойства ультрадисперсного железа низкотемпературного водородного восстановления / Л.В. Коваленко, Г.В. Павлов, Г.Э. Фолманис // Докл. РАН. – 1998. – Т. 360. – №4. – С. 571–573.
8. Дерябин, Д.Г. Биологическая активность ионов, нано- и микрочастиц Cu и Fe в тесте ингибирования бактериальной биолюминесценции / Д.Г. Дерябин, Е.С. Алешина, Т.Д. Дерябина, Л.В. Ефремова // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2011. – №6. – С. 31–36.
9. Амплеева, Л.Е. Физиологическое состояние кроликов при введении в рацион вики, выращенной с использованием ультрадисперсных порошков железа и кобальта: дис. канд. биол. наук. Рязань. – 2006. – 142 с.
10. Богословская, О.А. 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.
11. Лакин, Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
12. Барабаш, А.А. Особенности межэлементных взаимодействий в организме животных при различной нутриевой обеспеченности / А.А. Барабаш, Е.П. Мирошникова, А.И. Гречушкин, О.Ю. Сипайлова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – №12. – С. 72–75.
13. Воробьев, В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве. – М.: Пищ. промышленность, 1979. – 184 с.
14. Войнар, А.И. Микроэлементы в живой природе. – М.: Наука, 1962. – 94 с.
15. Морозов Н.П., Петухов С.А. Переходные и тяжелые металлы в промысловой ихтиофауне океанических, морских и пресных вод / Н.П. Морозов, С.А. Петухов // Рыбное хозяйство. – 1977. – №5. – С. 98–120.
16. Yannai S., Berdicevsky I. Formation of organic cadmium by marine microorganisms // Ecotoxicol. and Environ. Safety. – 1995. – №3. – P. 209–214.
17. Brenner, I. Metabolic interaction of trace elements // J. Inorg. Biochem. – 1991. – Vol. 43. – №2/3. – P. 282.
18. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.

Сведения об авторах:

**Мирошникова Елена Петровна**, профессор кафедры технологии переработки молока и мяса Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, профессор 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: elenaakva@rambler.ru

**Аринжанов Азамат Ерсайнович**, аспирант Оренбургского государственного университета e-mail: arin.azamat@mail.ru

**Глущенко Наталья Николаевна**, руководитель лаборатории Института энергетических проблем химической физики РАН, доктор биологических наук, профессор, e-mail: nnglu@mail.ru

**Василевская Светлана Петровна**, доцент кафедры машин и аппаратов химических и пищевых производств, факультет прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3115, тел. (3532)372464, mahpp@mail.osu.ru

#### UDC 59:615.9

**Miroshnikova E.P., Arinzhonov A.E., Glushchenko N.N., Vasilevskaya S.P.**

E-mail: elenaakva@rambler.ru; arin.azamat@mail.ru; nnglu@mail.ru

#### EXCHANGE OF CHEMICAL ELEMENTS IN ORGANISM OF THE USE OF CARP NANOPARTICLES OF COBALT AND IRON IN THE DIET

Studies to assess the impact of iron and cobalt in different chemical form (mineral salts, metal nanoparticles) on the exchange of chemical elements in carp revealed significant changes in the concentrations in the body of the fish calcium, phosphorus, iron, cobalt, iodine, etc.

Key words: minerals, fish feeding, nanoparticles.

#### Bibliography:

1. Miroshnikova, E.P. Biological characteristics and product quality of chickens and carp using different enzymesoderzhaschih diets: thesis diss. na soiscanie uchenoi stepeni doc. biol. nauk. – Volgograd, 2006. – 46 p.
2. Vorobiev, V.I. Biogeochemistry and fishing. – Saratov: «MP Litera», 1993. – 224 p.
3. Alidzhanova, I.E. The influence of stress factors of different nature on the accumulation of chemical elements in the body of laboratory animals / I.E. Alidzhanova, S.V. Notova, E.V. Kiyayeva // Bulletin of the Orenburg state university. – 2010. – №12 (118). – P. 18–21.
4. Anke, M.K. Trace elements intake and balance of adults in Central Europe // TEMA – 10P. Evian. 3-7 of May, 1999. – Evian, 1999. – P. 33.
5. Anke, M.K. Transfer of macro, trace and ultratrace elements in the food chain // Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance. – 2<sup>nd</sup> ed. / E. Merian, M.K. Anke, M. Ihnat, Stoepler. – Wiley-VCH Verlag GmbH, 2004. – P. 101–126.
6. Melyakina E.I., Bichareva O.N. Analysis of iron and cobalt in the organs and tissues of the pike (*Esox Lucius*) / E.I. Melyakina, O.N. Bichareva // Vestnik of the Astrakhan State Technical University. Ser. Ribnoe hozyastvo. – 2009. – №2. – P. 67–69.
7. Kovalenko L.V., Pavlov G.V., Folmanis G.E., Vavilov N.S. Pharmacological properties of ultrafine iron low-temperature hydrogen reduction / L.V. Kovalenko, G.V. Pavlov, G.E. Folmanis, N.S. Vavilov // Dokl. RAN. – 1998. – T. 360. – №4. – P. 571–573.
8. Derjabin, D.G. Biological activity of ions, nano- and Cu and Fe microparticles in the test of inhibition bacterial Bioluminescence / D.G. Derjabin, E.S. Alyoshin, T.D. Derjabin, L.V. Efremova // Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry. – 2011. – № 6. – P. 31–36.
9. Ampleeva, L.E. Physiological state of rabbits when administered in the diet of the wiki, grown using ultrafine powders of iron and cobalt: dis. cand. biol. nauk. – Ryazan, 2006. – 142 p.
10. Bogoslovskaya, O.A. The study of security administration of copper nanoparticles with different physico-chemical characteristics to animals / O.A. Bogoslovskaya, E.A. Sizova, V.S. Polyakova, S.A. Miroshnikov, I.O. Leipunsky, I.P. Olkhovskaya, N.N. Glushchenko // Bulletin of the Orenburg state university. – 2009. – №2. – P. 124–127.
11. Lakin, G.F. Biometrics. – Moscow: Visshay shkola, 1990. – 352 p.
12. Barabash, A.A. Features of inter-element interactions in animals at different security nutritive / A.A. Barabash, E.P. Miroshnikova, A.I. Grechushkin, O.J. Sipaylova // Bulletin of the Orenburg state university. – 2008. – №12. – P. 72–75.
13. Vorobiev, V.I. Trace elements and their use in aquaculture. – M.: Pich. promichlennost, 1979. – 184 p.
14. Voynar, A.I. Trace elements in nature. – Moscow: Nauka, 1962. – 94 p.
15. Morozov N.P., Petukhov S.A. Transition and heavy metals in commercial fish fauna of oceanic, marine and fresh waters / N.P. Morozov, S.A. Petukhov // Ribnoe hozyastvo. – 1977. – №5. – P. 98–120.
16. Yannai S., Berdicevsky I. Formation of organic cadmium by marine microorganisms // Ecotoxicol. and Environ. Safety. – 1995. – №3. – P. 209–214.
17. Breniner, I. Metabolic interaction of trace elements // J. Inorg. Biochem. – 1991. – Vol. 43. – №2/3. – P. 282.
18. Skalny A.V., Rudakov I.A. Bioelements in medicine. – M.: Izdatel'scii dom «ONIKS 21 vek» Mir, 2004. – 272 p.