

## **ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КОРМЛЕНИИ РЫБ**

**Аринжанов А.Е., Белашова Ю.И.**  
**ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,**  
**г. Оренбург**

Организм с окружающей средой находится в постоянном взаимодействии. От нее он получает все необходимые для жизнедеятельности вещества - белки, жиры, углеводы, витамины и другие компоненты, обеспечивающие его развитие и размножение. Немаловажную роль в этих процессах играют микроэлементы. Входя в состав ферментов, гормонов, витаминов, микроэлементы участвуют в биохимических реакциях, протекающих в организме.

Изучением микроэлементов занимаются несколько сотен лет. В последнее время эта проблема по своему значению вышла далеко за пределы собственно физиологической роли металлов в организме. Материалы, полученные при изучении и исследовании физиолого-биохимической роли микроэлементов, внесли большой вклад в развитие общей биологии, гидробиологии, животноводства, экологии, физиологии и биохимии человека и животных, агрохимии, физиологии, биохимии растений, и других наук. Сейчас стало понятно, что нет ни одного важного биохимического процесса, ни одной физиологической функции, которые могли бы осуществляться без использования того или иного микроэлемента [1].

К микроэлементам относят железо, марганец, цинк, кобальт, медь, селен, йод и др. Избыток или недостаток того или иного элемента приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности. Может привести к снижению аппетита, возникновению патологических изменений, особенно на ранних этапах развития, торможению роста.

Чувствительность рыб к содержанию микроэлементов в кормовых смесях в реальных ситуациях определяется рядом следующих факторов: концентрацией и соотношением солей в воде, количественным и качественным соотношением компонентов в комбикорме, формой используемых минеральных солей в кормах, возможность использования их организмом рыб. Большое значение имеет степень обеспеченности рациона другими питательными веществами (жирами, углеводами, белками), необходимыми для нормального обмена веществ. Кроме того, большое влияние оказывает температура на величину потребности в минеральных элементах. С увеличением температуры воды, когда усиливается рост рыб и активизируются обменные процессы, требования организма к минеральному составу корма увеличивается и в условиях их недостаточного удовлетворения быстрее проявляются патологические изменения в скелете. Обогащение кормов микроэлементами увеличивает индивидуальный прирост и устойчивость рыб к неблагоприятным факторам среды обитания [2,3,4].

Многие из потребляемых минеральных веществ рыбы могут адсорбировать из воды непосредственно через жабры и кожу. При содержании

в мягкой, бедной минеральными веществами воде рыбы должны получать необходимые микроэлементы с кормом. Причиной ряда заболеваний рыб является недостаточное или избыточное поступление с кормами микроэлементов. Заболеваниям подвержены рыбы всех возрастов [5].

Максимальное количество минеральных солей содержится в рыбной и мясокостной муке, поэтому они присутствуют во всех компонентах комбикорма [6]. Хорошие источники микроэлементов — водорослевая и хвойная мука [7].

Большинство исследований, касающихся выяснения физиологической роли микроэлементов в организме рыб, проводилось с традиционным объектом рыбоводства – карпом.

За рубежом активно проводятся исследования по использованию йодсодержащих добавок в индустриальном рыбоводстве с различными целями, такими как устранение йододефицита у населения, повышение продуктивности рыб, повышение сопротивляемости организма заболеваниям и неблагоприятным условиям внешней среды.

Так, в США Ахмед Мустафа (2003) провел эксперимент по использованию йода в кормлении радужной форели. Рыбу кормили с добавлением йодированного калия в количестве 20 мг/кг корма. Кроме того, рыба подвергалась физическому стрессу каждый день в течение двух минут, чтобы получить типичные последствия стресса. В результате включения йода в рацион рыб увеличивается выработка тиреотропных гормонов щитовидной железы у форели, которые впоследствии снижают выработку гормона стресса кортизола, а также ускоряют рост рыбы [8].

А. Намре и др. (2008) в результате исследований установили, что у атлантической трески (*Gadus morhua*) выживаемость личинок питающихся коловратками обогащенными селеном и водным йодидом натрия (200 мг NaI/л) была выше, чем у личинок употреблявших не обогащенную коловратку. Аналогичные результаты были получены для личинок сенегальской солеи (*Solea senaegalensis*) которых кормили артемией обогащенной йодидом натрия (NaI).

В последние годы перспективно использование микроэлементов в наноформе, так учеными были проведены ряд исследований по изучению специфической активности наночастиц металлов на сельскохозяйственных животных, птицах и рыбе [9, 10].

Наиболее широко описаны биологические свойства нанопорошков железа в исследованиях Коваленко Л.В. и Фолманиса Г.Э. Ими были проведены широкомасштабные исследования действия наночастиц железа на лабораторных животных, КРС, крысах, рыбах и растительных объектах. Так, при пероральном введении мышам суспензии наночастиц железа в дозе 50, 100 и 500 мкг/кг не наблюдалось токсических эффектов. Было показано, что дозы 3 – 7 мкг/кг стимулируют рост животных, бактерицидную активность сыворотки крови и увеличение общего белка в крови [11].

Используя метод добавок микроэлементов в кормосмеси, ряд авторов установили, что кобальт в определенных концентрациях оказывает

благоприятное влияние на сеголетков, годовиков, двух- и трех – годовиков карпа. При добавлении в рацион кобальта авторы отмечали повышение интенсивности роста всех возрастных групп рыб на 11-30 %, увеличение рыбопродуктивности на 19-51 % при снижении затрат корма на единицу прироста массы на 20-49 %. При этом у рыб, получавших в составе кормов кобальт, улучшалось физиологическое состояние и морфологическая картина крови, повышалось количество эритроцитов, содержание гемоглобина и общего белка сыворотки крови, уменьшалось число лейкоцитов, а также наблюдалось увеличение интенсивности обменных процессов в организме. Кроме того, подопытные рыбы были менее подвержены заболеваниям и отличались высокой зимостойкостью. Исследования показали, что влияние кобальта на карпа проявляется в зависимости от дозы не однозначно, а чрезмерное увеличение дозировок микроэлемента в рационе затормаживает рост рыб.

Заслуживают внимание данные опытов по изучению влияния кобальта на гибрид карпа, проведенные У.П. Иозепсоном. Им установлено, что введение кобальта в дозировках 2-4 мг/кг корма приводит к увеличению средней массы сеголетков на 16 %, выживаемости – на 28 % и снижает отход рыбы в период зимовки на 15 %.

Положительные результаты получены также при использовании кобальта в рационе лососевых видов рыб.

Л.И. Маликова и Н.И. Котова применяя кормовую смесь, обогащенную кобальтом, при выращивании сеголетков лосося получили значительное увеличение их массы.

Л.П. Рыжков показал, что кобальт в малых концентрациях стимулирует рост зимнего бахтака (севанская форель) и повышает усвояемость кормов рыбой.

В опытах Ю.В. Костышева установлено, что использование азотнокислого кобальта в количестве 0,08 мг на 1 кг массы рыб приводит к повышению роста мальков, сеголетков и двухгодовиков семги и при этом улучшает их физиологическое состояние.

Шабалиной А.А. установлено, что физиологическое действие определенных доз кобальта на рост рыб проявляется в зависимости от их возраста. В опытах на разновозрастных группах форели автором установлено, что кобальт в количестве 0,1 мг на 1 кг массы рыб угнетал рост сеголетков, а рост двухлетков и трехлетков увеличивался на 10 % по сравнению с контролем. Доза кобальта 0,05 мг не стимулировала роста сеголетков и двухлетков, а дозы 0,0044 и 0,02 мг на 1 кг массы рыб ускоряли рост соответствующих возрастных групп форели [12].

Угнетающее действие кобальта на организм рыб при добавлении сверхдоз наблюдали Е.Н. Римш и Шаперклаус еще в 1960 х годах. В связи с этим Шаперклаус подчеркивал необходимость получения точных стимулирующих дозировок микроэлементов опытным путем. Однако, не зная основ биогеохимии, автор не смог предложить теоретические основы подбора физиологии важных элементов в кормовые смеси.

В работах Э.Я. Кондратовича установлено, что добавление марганца в корм оказывает стимулирующее влияние на рост и улучшает гематологические показатели форели.

Данные о влиянии различных доз марганца на дафний и рыб приведены в работах Е.М. Пороховской и В.С. Ротовской. Авторами показано, что концентрации марганца от 100 до 400 мкг/л в аквариумных условиях не оказывали угнетающего действия на дафний, а при добавлении марганца в дозах: 20, 200 и 1000 мкг/л наблюдалось увеличение прироста карася на 16-53 %. В бассейнах с дозой марганца 200 мкг/л прирост массы по сравнению с контролем повышался на 18,7 % при снижении кормового коэффициента на 16 %.

В.И. Воробьев и Н.В. Шкодин установили, что дробное внесение марганца в садки, зарыбленные молодью сазана, леща и судака благоприятно сказывается на развитии кормовой базы и повышает рыбопродуктивность водоемов до 50 %. При этом у мальков всех трех видов в опытных садках улучшалось физиологическое состояние.

В связи с тем, что в отдельных биогеохимических регионах биосферы наблюдается дефицит не одного, а нескольких элементов, многие исследователи для обогащения кормов рыб использовали комплексы микроэлементов, включающие кобальт, марганец, молибден [13, 14]. В экспериментах Е.М. Маликовой и Н.Н. Котовой установлено, что введение в рацион по 3 мг этих микроэлементов на 1 кг массы рыбы, приводит к повышению роста карпа на 15-22 %. При этом отмечалось значительное увеличение жизнестойкости рыб и содержания жира в организме.

М.И. Егорова и Р.В. Крымова, добавляя в рацион карпа 0,08 мг кобальта, 0,1 мг цинка, 0,005 мг меди в расчете на 1 кг массы рыбы в сутки, в водоемах Московской области добились улучшения ряда физиолого-биохимических показателей сеголетков и снижения затрат корма в среднем на 1,9-2,2 единиц на 1 кг привеса. В условиях Центрально-Черноземной области авторы предлагают обогащать корм карпа комплексом микроэлементов, состоящих из 0,1 мг цинка, 0,08 мг кобальта, 0,002 мг меди и 0,1 мг марганца на 1 кг массы рыбы.

Применяя в составе гранулированных кормов сульфаты магния, марганца, цинка и бикарбонаты натрия при выращивании карпа на подогретых водах Киевской ТЭЦ-5, Н.Ю. Евтушенко наблюдал увеличение привеса рыб на 27 % по сравнению с контролем. Автор отмечал, что сбалансированный комплекс этих солей в составе кормов способствует увеличению пластического обмена и усилению функциональной деятельности печени [15,16].

Применяя комплекс микроэлементов, как справедливо подчеркивал А.И. Войнар, нельзя забывать о синергизме и антагонизме между отдельными металлами в организме [17]. Кроме того, перспективно использование в кормлении рыб микроэлементов совместно с биодобавками. Установлено, что использование наночастиц железа совместно с биодобавками, а именно с пробиотическим препаратом Бифидобактерин бифидум и ферментным препаратом Ровабио XL, положительно влияет на рост и развитие рыб [18].

Таким образом, как видно из представленных данных, значение микроэлементов в кормлении рыб очень велико. Недостаточное или избыточное содержание минеральных веществ в организме рыб может приводить к развитию патологических изменений в органах и тканях, снижению интенсивности роста и развития. Недостаточное поступление с кормами минеральных солей вызывает снижение пищевой активности, развивается остеодистрофия, выражающаяся в редукции жаберных крышек, искривление позвоночника, недоразвитие верхних остистых отростков и ребер.

#### Список литературы

1. Воробьев, В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В.И. Воробьев. - М.: Пищевая промышленность, 1979. – 182 с.
2. 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.
3. Головина, Н.А. Ихтиопатология / Н.А. Головина. - М.: Мир, 2007. - 448 с.
4. Туктаров, А.В. Влияние ионов металлов на пищеварительно-транспортную функцию кишечника осетровых рыб: автореф. канд. дисс.- Астрахань, 2002. – 25 с.
5. Пряхин, Ю.В. Методы рыбохозяйственных исследований / Ю.В. Пряхин, В.А. Шкицкий. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2006. – 214 с.
6. Ланге, Э Р. Микроэлементы в организме рыб и птиц / Э Р. Ланге. – Рига: 1968. – 196 с.
7. Складаров, В.Я. Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В.Я. Складаров, Н.А. Студенцова. - М.: ФГНУ «Росинфомагротех», 2001. – 55 с.
8. 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.
9. Богословская, О.А. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №2. – С. 124–127.
10. Биологическая активность ионов, нано- и микрочастиц Си 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.
11. Оберлис, Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. - СПб.: Наука, 2008. – 544 с.

12. Скальный, А.В. *Биоэлементы в медицине* / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.

13. *Применение комплекса микроэлементов при кормлении сеголетков карпа* / Ф.М. Суховеров, М.Н. Егорова, С.В. Летунова, Т.В. Лебедева, Г.Л. Панова // *Труды ВНИИПРХ*. – 1971. - С. 278.

14. *Мирошникова, Е.П. Биологические особенности и качество продукции кур и карпа при использовании различных энзимсодержащих рационов: автореф. дисс. док. биол. наук.* – Волгоград, 2006. – 46 с.

15. *Ковальский, В. В. Микроэлементы (Cu, Co, Mo, Mn, B, I) в почвах СССР* / В. В. Ковальский, Г.А. Андрианова. - Улан-Удэ: Бурятское книжное издат-во, 1968, - 180 с.

16. *Шкодин, Н.В. Роль микроэлементов в жизни водоемов* / Н.В. Шкодин, В.И. Воробьев. - М.: «Наука», 1980. – 177 с.

17. *Antagonist metal alloy nanoparticles of iron and cobalt: impact on trace element metabolism in carp and chicken* / E. Miroshnikova, A. Arinzhanov, Y. Kilyakova, E. Sizova, S. Miroshnikov // *Human & Veterinary Medicine. International Journal of the Bioflux Society*, 2015. - Vol. 7, Iss. 4. - P. 253-259. ISSN 2066-7663, 2066-7655

18. *Аринжанов, А.Е. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа* / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // *Вестник Оренбургского государственного университета*. - 2015. - № 6. - С. 44-48. ISSN 1814-6457

