

## ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ОБМЕН МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У КАРПОВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ БЕЛКОВОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЦИОНА

В ходе исследований по оценке эффективности ферментных препаратов в кормлении карпа при различном содержании протеина в рационе были получены данные по содержанию эссенциальных элементов в теле рыб. Установлена тесная взаимосвязь уровня содержания эссенциальных элементов в рационе с уровнем содержания в тканях рыб

Согласно последним рекомендациям института питания российской академии медицинских наук, рацион питания современного человека необходимо балансировать по более, чем 180 показателям. При этом наряду с факторами энергетического, белкового, витаминного питания, современные подходы к проблеме предполагают оптимизацию в рационе человека и уровня эссенциальных химических элементов [1].

К эссенциальным или необходимым для нормальной жизнедеятельности и являющимся незаменимыми компонентами пищевых рационов отнесены медь, цинк, марганец, кобальт, железо, молибден, йод, хром, селен. Эссенциальные элементы, по определению [2], необходимы для роста и развития организма и поддержания гомеостаза.

Уровень поступления этих элементов в организм зависит от их содержания в пище и воде [3, 4, 5].

Несмотря на то, что наукой накоплен достаточно значительный багаж знаний о доступности минеральных веществ из различных продуктов [6, 7], степень использования минеральных элементов различными видами животных и причины, влияющие на их усвоение, подчас недостаточно изучены. Это, в конечном итоге, не позволяет в полной мере через изменения в технологии производства продукции животноводства влиять на качество продукции, хотя существующий опыт наглядно показывает, что данная коррекция технологических приёмов бывает достаточно эффективной.

В связи с этим одной из основных задач биологической науки является разработка ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение животноводческой продукции с заданными характеристиками.

Одним из препаратов предназначенных для повышения усвояемости в организме минеральных веществ, являются энзимные комплексы. В литературе имеются данные о позитивном влиянии ферментных препаратов на усвояемость отдельных минеральных веществ из корма [8, 9, 10].

Однако, существуют данные, согласно которым присутствие ферментных препаратов в раци-

оне, может сопровождаться и снижением биологической доступности отдельных элементов питания (в т. ч. Cu, Fe, Mg и т. д.), что на фоне повышения интенсивности потока всасывающихся нутриентов способно нивелировать эффекты от применения данных комплексов [11, 12, 13].

Рассмотренные примеры свидетельствуют о неоднозначности взаимодействия экзогенных энзимов с минеральными веществами.

### Материалы и методы

Объектом исследований служили карпы с навеской 20-30 г, из которых методом аналогов сформировали шесть групп (n = 30).

Исследования были выполнены в условиях аквариумного стенда, состоящего из 6 аквариумов по 300 л. Каждый, оборудованных системой фильтрации и насыщения воды кислородом воздуха, при температуре воды  $28 \pm 1^\circ \text{C}$ .

В ходе опыта предполагалось изучить влияние ферментного препарата Амилосубтилина ГЗх на обмен микроэлементов в организме карпа на фоне трёх рационов. Карпы I и II групп получали рацион с содержанием 25 – 27% протеина, III и IV с содержанием 18 – 20%, V и VI – 11 – 13% протеина.

Все перечисленные комбикорма являлись производными от РГМ-8В, отличаясь от последнего меньшим содержанием протеиновых добавок. При этом особи II, IV и VI групп получали ферментный препарат Амилосубтилин ГЗх в количестве 0,5%.

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

В течение подготовительного периода, продолжительностью один месяц, вся подопытная рыба находилась в одинаковых условиях кормления и содержания, в последующие 3 месяца на режиме основного учётного периода, в течение которого кормление подопытной рыбы осуществлялось вручную 6 – 8 раз в сутки модифицированными кормами. Расчёт массы задаваемого корма производился с учётом рекомендаций [14] на основе анализа поедаемости кормов.

В процессе исследований определяли содержание в тканях рыб и используемых комбикормов микроэлементов, в частности кобальта, меди, железа, марганца, селена, и цинка, для чего после убоя готовили гомогенаты тканей тела рыб с последующим исследованием образцов в лаборатории АНО «Центра биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311). Определение элементного состава оцениваемых биосубстратов производили методами атомно-эмиссионной и массспектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer, США). Пробоподготовка осуществлялась методом микроволнового разложения на приборе MultiWAVE 3000, А. Paar.

Основные данные полученные в опыте, были подвергнуты статистической обработке по Г.Ф. Лакину [15].

### Результаты и их обсуждение

Включение в рацион карпа ферментного препарата оказало неоднозначное влияние на концентрацию в теле отдельных эссенциальных элементов.

Так, содержание хрома в теле рыб снизилось во всех без исключения вариантах кормления. Во II группе – на 35,3% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с I, в IV – на 44,5% ( $p < 0,01$ ) по сравнению с III, в VI – на 17,6% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с V. Одновременно наблюдалось снижение содержания меди на величину от 8,4 до 15,4%. В отдельных вариантах кормления нами было констатировано уменьшение доли железа, марганца кобальта, селена, однако оно не было статистически достоверным (табл. 1).

По-видимому влияние ферментного препарата на минеральный обмен было обусловлено несколькими факторами.

Во-первых наличие ферментного препарата в корме сопровождается увеличением концентрации редуцированных веществ в просвете кишечника, что стимулирует активный рост микрофлоры. Как известно, последняя способна к связыванию минеральных веществ и выведению их из организма животных.

Во-вторых, в литературе описаны эффекты захватывания ионов металлов на поверхности фермент-субстратных комплексов не по-конкурентному признаку. В результате образуются сложные метало-легандные комплексы, недоступные для организма животных.

Содержание же йода в тканях опытных групп, получавших ферменты, напротив повысилось на 46,2% у рыб II группы по сравнению с I ( $p < 0,01$ ) на 16,4% у рыб IV группы относительно III, и 15,3% у VI относительно V.

Однако данное явление, по нашему мнению зависело и ещё от одного действующего фактора – уровня протеина в рационе. Изменения в протеиновом питании оказали самое непосредственное влияние на минеральный состав рыбы. В частности, по мере снижения содержания протеина в рационе с 25 – 27 и 18 – 20 до 11 – 13%, концентрация йода и железа в рыбе снижалась, а марганца напротив, увеличилась на 22,5 – 25,3%. Это в целом согласуется с результатами исследований [16, 17] и указывает на тесную связь обменов белка и минеральных веществ. Одним из проявлений данной связи является зависимость всасывания из пищеварительного тракта минеральных веществ. Одним из проявлений данной связи является зависимость всасывания из пищевого тракта химических элементов от наличия транспортных белков [18].

Таблица 1. Содержание микроэлементов в теле рыбы, мг/кг

Элемент	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Co	0,015±0,0044	0,015±0,0003	0,018±0,0081	0,014±0,0003	0,016±0,0003	0,016±0,0002
Cu	1,3±0,07	1,1±0,05	1,2±0,04	1,2±0,08	1,2±0,07	1,1±0,03
Fe	19,2±0,64	17,6±0,40	19,0±0,27	19,8±0,56	17,2±0,52	17,1±0,24
Mn	0,71±0,016	0,76±0,017	0,89±0,006 <sup>B</sup>	0,76±0,015	0,87±0,009 <sup>B</sup>	0,83±0,010
Se	0,20±0,006	0,20±0,004	0,21±0,012	0,24±0,005	0,20±0,004	0,21±0,002
Zn	54,3±1,79	55,1±1,24	57,1±0,81	59,8±1,91	56,1±1,41	54,4±0,76
Cr	0,17±0,006	0,11±0,002 <sup>A</sup>	0,18±0,003	0,10±0,001 <sup>A</sup>	0,17±0,005	0,14±0,001 <sup>A</sup>
I	1,3±0,03	1,9±0,05 <sup>A</sup>	0,85±0,007 <sup>B</sup>	0,99±0,020 <sup>A</sup>	0,72±0,016 <sup>B</sup>	0,83±0,008 <sup>A</sup>

Примечание: А –  $P < 0,05$  при сравнении пары групп I-II, III-IV, V-VI;  
Б –  $P < 0,05$  при сравнении пары групп III и V с I

---

**Список использованной литературы:**

1. Тутельян В.А. Биологически активные добавки к пище как неотъемлемый элемент оптимального питания. // Вестник СПбГМА им. И.И.Мечникова. – 2001. – №1. – С. 5-14.
2. Гуревич К.Г. Патофизиологические аспекты нарушения обмена микроэлементов. – М.: МГМСУ, 2001. – 47 с.
3. Appleby P.N., Thorogood M., Mann J.I., Key T. J.A. The Oxford vegetation study: an overview // *Am. j. clin. nutr.* – 1999 – V.70. (suppl). – P. 525-531.
4. Haddad E.H., Berk L.S., Kettering J.D., Hubbard R. W., Peters W.R. Dietary intake and biochemical, hematologic and immune status of vegans compared with nonvegetarians. // *Am. j. clin. nutr.* – 1999. – V.70. – N 3. Suppl. – P. 586-593.
5. Перепёлкин С.В. Комплексная гигиеническая оценка природных и антропогенных геохимических провинций в агропромышленном регионе Южного Урала: Автореф. дисс... докт. мед. наук. – Оренбург. – 2001. – 41 с.
6. Nelson T.S. The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens // *Poult. Sci.* – 1976. – Vol. 55. – P. 2262.
7. Nutrient requirements of poultry // Ninth revised edition / National Academy Press – Washington, D.S., 1994 – pp.28-30, 98-109.
8. Фирстов В.Г., Шмаков П.Ф., Давыдов В.М. и др. Научные основы развития животноводства Западной Сибири: Тез. докл. научно-практ. конференции. – Омск, 1997. – С. 26-28.
9. Околелова Т.М., Румянцев С.Д., Кулаков А.В. и др. Корма и биологически активные добавки для птицы. – М.: Колос, 1999. – 96 с.
10. Реутов Р.В. Эффективность использования ферментных препаратов отечественного и зарубежного производства в кормлении цыплят-бройлеров // Дисс... канд. с.-х. наук. – Курск, 2005. – 122 с.
11. Зернов В.С., Казаков В.С. Рост и обмен веществ у молодняка свиней под влиянием целлюлозы Г3х // *Сельхоз. биология.* – 1985. – №12. – С.67-69.
12. Мирошников С.А. Действие мультиэнзимных композиций на обмен веществ и использование энергии корма в организме птицы / Дисс... д.б.н. – Оренбург, 2002. – 315 с.
13. Руппель Г.Л. Выращивание перепелов на мясо с использованием в кормосмесях ферментных препаратов // Дисс... канд. с.-х. наук. – Омск, 2004. – 145 с.
14. Аминова В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
15. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
16. Нотова С.В. Эколого-физиологическое обоснование корректирующего влияния элементного статуса на фундаментальные резервы организма человека // Дисс. на соиск. уч. степени доктора медицин. наук. – Москва, 2005. – 314 с.
17. Губайдулина С.Г. К вопросу связи обмена минеральных веществ организма человека и белково-энергетической обеспеченности // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – №2 (Биоэлементология). – С. 10-12.
18. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней: В 4 т. – М.: Гелиос, 2000. – 672 с.