

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 639.3.043.2

### ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА КАРПА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

**Зуева Марина Сергеевна**, магистрант, направление подготовки 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: zueva@ms-98.ru

Научный руководитель: **Мирошникова Елена Петровна**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: elenaakva@rambler.ru

***Аннотация.** Новые кормовые компоненты в составе корма для рыб имеют важное значение в современной аквакультуре. При включении в рацион кормления пробиотических препаратов у рыб повышается резистентность к заболеваниям, устойчивость иммунитета, улучшаются рост и развитие, а также улучшается микробиом кишечника. Цель данного исследования – оценить химический состав тела сеголетков карпа при включении в рацион пробиотических препаратов Атыш и Субтилис. Исследования проведены на базе кафедры ОГУ – биотехнологии животного сырья и аквакультуры – на сеголетках карпа массой 31 г. препараты наносили на корм КРК-110 путем напыления. Выявлено, что включение в рацион пробиотических препаратов Атыш и Субтилис приводит к снижению эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов, а также токсических элементов. Отмечается повышение уровня макроэлементов.*

***Ключевые слова:** карп, пробиотики, микроэлементы, кормление.*

***Для цитирования:** Зуева М. С. Оценка элементного статуса карпа при включении в рацион пробиотических препаратов // Шаг в науку. – 2022. – № 3. – С. 12–16.*

### EVALUATION OF THE ELEMENTAL STATUS OF CARP WHEN PROBIOTIC PREPARATIONS ARE INCLUDED IN THE DIET

**Zueva Marina Sergeevna**, postgraduate student, training program 35.04.07 Aquatic biological resources and aquaculture, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: zueva@ms-98.ru

Research advisor: **Miroshnikova Elena Petrovna**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: elenaakva@rambler.ru

***Abstract.** New feed components in the composition of fish feed are important in modern aquaculture. When probiotic preparations are included in the diet of fish, disease resistance, immunity resistance increases, growth and development improve, and the intestinal microbiome improves. The purpose of this study is to evaluate the chemical composition of the body of carp fingerlings when the probiotic preparations Atysh and Subtilis are included in the diet. The research was carried out on the basis of OSU at the Department of Biotechnology of Foodstuffs From Animals And Aquaculture on carp fingerlings weighing 31 g. the preparations were applied to KRK-110 feed by spraying. It was revealed that the inclusion of probiotic preparations Atysh and Subtilis in the diet leads to a decrease in essential and conditionally essential trace elements, as well as toxic elements. There is an increase in the level of macronutrients.*

***Keywords:** carp, probiotics, trace elements, feeding.*

***Cite as:** Zueva, M. S. (2022) [Evaluation of the elemental status of carp when probiotic preparations are included in the diet]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 3, pp. 12–16.*

Результаты современных исследований показывают, что включение пробиотических препаратов в кормление рыб благоприятно воздействует на рост и развитие [1, 5]. Пробиотические препараты способны оказывать положительное влияние на микробиом кишечника рыб, благодаря чему повышается способность усвоения питательных веществ и снижаются затраты на кормление. Кроме того, пробиотики способны стать альтернативой антибиотикам [2, 3]. Перспективным направлением изучения влияния пробиотических препаратов является оценка влияния пробиотиков на химический состав тела рыб.

Цель исследования – оценить химический состав тела сеголетков карпа при включении в рацион пробиотических препаратов Атыш и Субтилис.

Экспериментальные исследования и обслуживание животных выполнены при условии, когда страдания животных сведены к минимуму.

Исследования проведены в ОГУ на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ФПБИ). В качестве подопытных животных были использованы сеголетки карпа средней массой 31 г. Сформировано 4 группы методом пар-аналогов: контроль и 3 опытные группы по 30 сеголетков карпа в каждой.

Контрольная группа получала с кормом основной рацион – корм КРК-110 (производитель –

ОАО «Оренбургский комбикормовый завод»). I опытная группа получала основной рацион с добавлением пробиотического препарата Атыш (*Enterococcus faecium*  $2 \times 10^9$  КОЕ и *Lactobacillus acidophilus*  $1 \times 10^7$  КОЕ) в дозировке 0,08 г/кг корма. II группа – основной рацион с добавлением пробиотического препарата Субтилис (*Bacillus subtilis*  $2 \times 10^9$  КОЕ и *Bacillus licheniformis*  $2 \times 10^9$  КОЕ) в дозировке 0,04 мл/кг корма. III опытная группа – основной рацион с совместным добавлением пробиотика Атыш (0,08 г/кг корма) и Субтилис (0,04 мл/кг корма).

Анализ химического состава тканей карпа был проведен в лаборатории ООО «Микронутриенты» (г. Москва). Статистический анализ проведен с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США) и SPSS 19.0 программного обеспечения («IBM Corporation», США) путем сравнения контроля с опытными группами.  $P \leq 0,05$  считалось статистически значимым.

Введение пробиотических препаратов Атыш и Субтилис в рацион сеголетков карпа отразилось на росте живой массы, начиная с третьей недели эксперимента (рисунок 1). Лучшие показатели прироста живой массы отмечены во II опытной группе – на пятой неделе эксперимента прирост был выше на 32,34% относительно контроля.

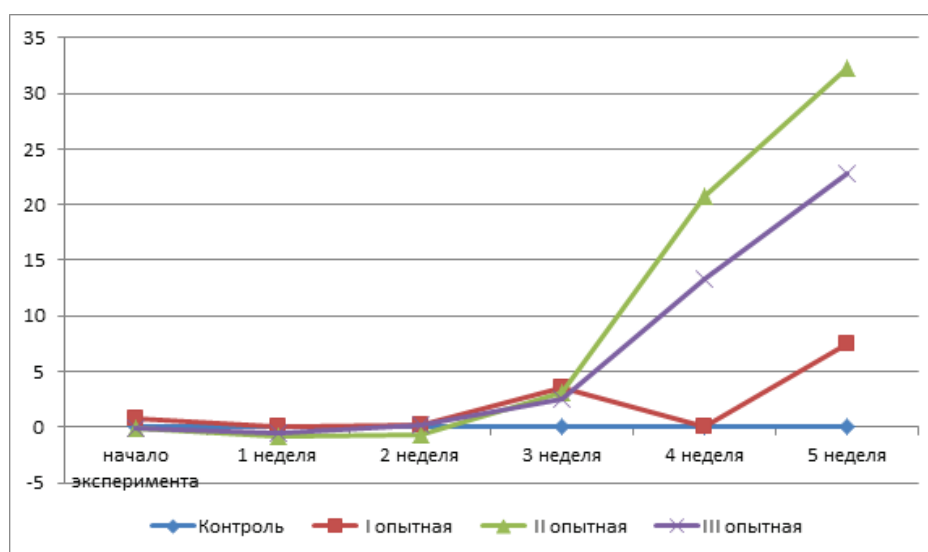


Рисунок 1. Разница живой массы сеголетков карпа опытных групп по сравнению с контролем, %  
Источники: разработано автором на основе полученных данных во время эксперимента

При поступлении микроэлементов в организм рыб происходит их взаимодействие с ферментами, гормонами и белками, что способствует выполнению важных функций организма. Содержание хи-

мических элементов на необходимом уровне способствует лучшему гомеостазу<sup>1</sup> [6].

По результатам исследований установлено, что уровень макроэлементов не имеет достоверных

<sup>1</sup> Скальная М. Г., Баранова О. В. Эссенциальные химические элементы: методические указания // Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ. – 2012. – 36 с.

различий в опытных группах относительно контроля (рисунок 2). Исключение составили кальций и фосфор в I опытной группе: уровень кальция ока-

зался выше на 43% ( $P \leq 0,05$ ), а фосфора – на 50% ( $P \leq 0,05$ ) относительно контроля.

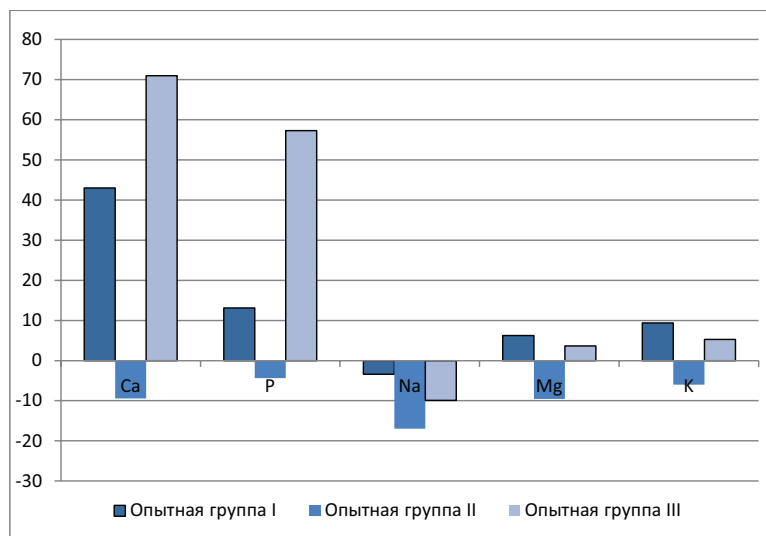


Рисунок 2. Динамика изменения состава макроэлементов по отношению к контролю в организме сеголетков карпа, мкг/кг

Источник: разработано автором на основе полученных данных во время эксперимента

Уровень содержания эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов (рисунок 3) в организме карпа показал схожие результаты: отмечено снижение кобальта, хрома, меди, железа, йода, лития, никеля и цинка относительно контроля.

В I опытной группе установлено достоверное снижение уровня кобальта на 83% ( $P \leq 0,01$ ), лития на 80% ( $P \leq 0,05$ ), никеля на 72% ( $P \leq 0,01$ ), железа на 58% ( $P \leq 0,01$ ), меди на 57% ( $P \leq 0,01$ ), цинка на 45% ( $P \leq 0,05$ ), йода на 41% ( $P \leq 0,05$ ), хрома на 32% ( $P \leq 0,05$ ).

Во II опытной группе зафиксировано наиболее высокое снижение элементов: литий на 92% ( $P \leq 0,05$ ), кобальт на 87% ( $P \leq 0,01$ ), никель на 81% ( $P \leq 0,01$ ), железо на 59% ( $P \leq 0,01$ ), цинк на 52% ( $P \leq 0,05$ ), йод на 40% ( $P \leq 0,05$ ), селен на 36% ( $P \leq 0,05$ ), марганец на 34% ( $P \leq 0,05$ ), медь и хром на 31% каждый ( $P \leq 0,05$ ).

В III опытной группе зафиксировано снижение уровня кобальта на 70% ( $P \leq 0,05$ ), лития на 69% ( $P \leq 0,05$ ), цинка на 53% ( $P \leq 0,01$ ), меди на 45% ( $P \leq 0,05$ ), никеля на 43% ( $P \leq 0,05$ ), железа на 33% ( $P \leq 0,05$ ).

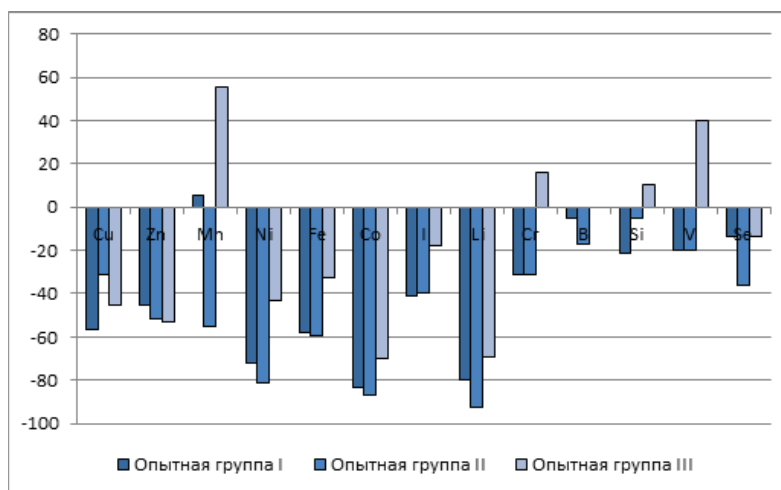


Рисунок 3. Динамика изменения состава эссенциальных и условно-эссенциальных элементов по отношению к контролю в организме сеголетков карпа, %

Источник: разработано автором на основе полученных данных во время эксперимента

Стоит отметить, что при введении в рацион пробиотических препаратов снизился уровень ряда токсических элементов в организме карпа (рисунок 4).

В I опытной группе отмечено достоверное снижение кадмия на 90% ( $P \leq 0,05$ ), алюминия на 84% ( $P \leq 0,01$ ), свинца на 83% ( $P \leq 0,01$ ), олова на 83%

( $P \leq 0,01$ ). Во II группе отмечено снижение олова и свинца на 67% ( $P \leq 0,05$ ), кадмия на 80% ( $P \leq 0,05$ ), алюминия на 33% ( $P \leq 0,05$ ). В III опытной группе отмечено для таких элементов, как кадмий на 80% ( $P \leq 0,05$ ), алюминий на 62% ( $P \leq 0,01$ ), свинец на 67% ( $P \leq 0,05$ ) и олово на 74% ( $P \leq 0,01$ ).

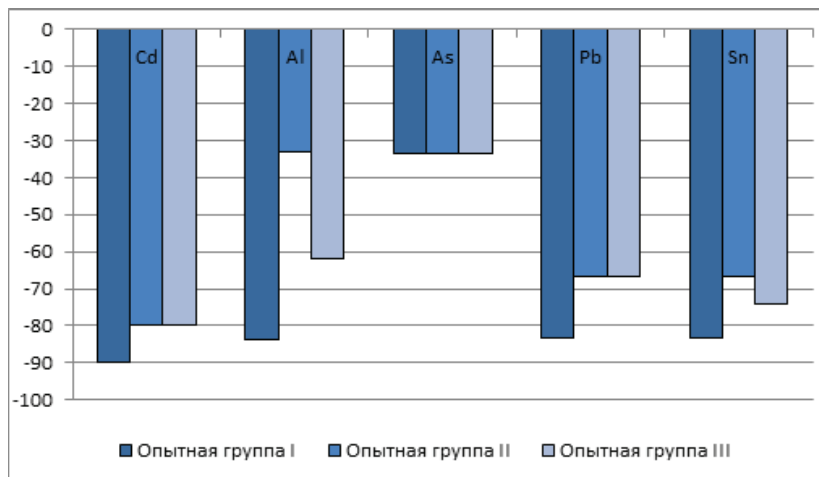


Рисунок 4. Динамика изменения состава токсических элементов по отношению к контролю в организме сеголетков карпа, %

Источник: разработано автором на основе полученных данных во время эксперимента

Полученные результаты исследования говорят о положительном влиянии пробиотических препаратов на химический состав тканей сеголетков карпа. Повышение уровня макроэлементов активизирует работу ферментов, чем улучшает качество построения тела рыб.

Снижение уровня эссенциальных и условно-эссенциальных элементов связывают со способностью пробиотических культур в составе пробиотиков продуцировать сидерофоры – железо-связывающие агенты, которые приводят к вымыванию отдельных элементов из организма [4].

Хелатирование микроэлементов сидерофорами позволяет сформировать микросреду для получения микроорганизмами необходимых элементов. Снижение уровня токсических элементов связано с улучшением работы антиоксидантных ферментов [7].

Таким образом, включение пробиотических препаратов Атыш (*Enterococcus faecium* и *Lactobacillus acidophilus*) и Субтилис (*Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*) в рацион сеголетков карпа приводит к селективным изменениям обмена ряда химических элементов в организме молоди.

### Литература

1. Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В. Оценка эффективности применения наночастиц железа и биодобавок в кормлении карпа // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 9. – С. 34–36.
2. Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В. Элементный статус рыб при введении в рацион наночастиц железа, ферментных и пробиотических препаратов // Микроэлементы в медицине. – 2021. – № S1. – С. 15–16.
3. De B. C. et al. (2014) Probiotics in fish and shellfish culture: immunomodulatory and ecophysiological responses. *Fish Physiol Biochem*. Vol. 40. No. 3, pp. 921–971, <https://doi.org/10.1007/s10695-013-9897-0>. (In Eng.).
4. Gonzalez-Palacios C., Fregeneda-Grandes J.-M., Aller-Gancedo J.-M. (2020) Possible mechanisms of action of two pseudomonas fluorescens isolates as probiotics on saprolegniosis control in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*). *Animals (Basel)*. Vol. 10. No. 9. pp. 1–14, <https://doi.org/10.3390/ani10091507>. (In Eng.).
5. Nath S. et al. (2019) Growth and liver histology of *Channa punctatus* exposed to a common biofertilizer. *Nat Prod Res*. Vol. 33. No. 11. pp. 1591–1598, <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1428586>. (In Eng.).
6. Tian F. et al. (2012) *Lactobacillus plantarum* CCFM8661 alleviates lead toxicity in mice. *Biol Trace Elem Res*. Vol. 150. No. 1–3, pp. 264–271, <https://doi.org/10.1007/s12011-012-9462-1>. (In Eng.).

7. Yan F. J. et al. (2014) Growth performance, immune response, and disease resistance against *Vibrio splendidus*, infection in juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*, fed a supplementary diet of the potential probiotic *Paracoccus marcusii* DB11. *Aquaculture*. Vol. 420–421, pp. 105–111, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.10.045>. (In Eng.).

Статья поступила в редакцию: 17.05.2022; принята в печать: 25.08.2022.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.