



Влияние активированного угля и фитобиотика на организм радужной форели

Научная статья
УДК 639.371.5.043

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-2-134-142>
EDN: DPALSQ

Мирошникова Елена Петровна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия

E-mail: elenaakva@rambler.ru, *ORCID:* 0000-0003-3804-5151

Иньшин Олег Владимирович – соискатель, отдел кормления им. проф. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем или агротехнологий РАН, Оренбург, Россия

E-mail: oleg0_0@bk.ru, *ORCID:* 0000-0001-5200-4298

Мингазова Марина Сергеевна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биотехнология животного сырья и аквакультуры, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» Оренбург, Россия

E-mail: ms.mingazova@gmail.com, *ORCID:* 0000-0002-2818-1312

Адреса:

1. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» – Россия, 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, д. 13
2. Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук – Россия, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Аннотация. Статья представляет собой исследование влияния активированного угля и фитобиотика на рост и качество мышечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Исследования, проведенные на базе Оренбургского государственного университета и Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН в условиях садкового хозяйства на годовиках форели, показали, что наилучших результатов добилась группа, получавшая активированный уголь и показавшая прирост массы на 16% больше, чем контрольная группа. Фитобиотик «ГербаСтор» сам по себе не повлиял заметно на продуктивность. Совместное применение активированного угля и фитобиотика оказалось умеренно эффективным, давая промежуточные результаты. Важным аспектом стало подтверждение уменьшения уровня токсичных элементов, таких как кадмий и мышьяк, в мышечной ткани, что повышает безопасность потребления рыбы.

Ключевые слова: радужная форель, кормление, активированный уголь, фитобиотик, кормовая добавка, динамика роста, элементный статус, аминокислоты

Для цитирования: Мирошникова Е.П., Иншин О.В., Мингазова М.С. Влияние активированного угля и фитобиотика на организм радужной форели // Рыбное хозяйство. 2026. № 2. С. 134-142. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-2-134-142>

THE EFFECT OF ACTIVATED CHARCOAL AND PHYTOBIOTICS ON THE BODY OF RAINBOW TROUT

Elena P. Miroshnikova – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Orenburg State University”, Orenburg, Russia

Oleg V. Inshin – Candidate, Department of feeding named after Prof. Leushina, Federal Scientific Center for Biological Systems or Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

Marina S. Mingazova – Candidate of Biological Sciences, Senior lecturer of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

Addresses:

1. **Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Orenburg State University”** – Russia, 460018, Orenburg, Pobedy ave., 13

2. **Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences** – Russia, 460000, Orenburg, 9 January str., 29

Annotation. The article presents a study on the effects of activated charcoal and a phytobiotic on the growth and quality of muscle tissue in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Research conducted at Orenburg State University and the Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, under fish farm conditions on yearling trout, showed that the group receiving activated charcoal achieved the best results, with a weight gain 16% higher than the control group. The phytobiotic “HerbaStor” alone did not significantly affect productivity. The combined use of activated charcoal and the phytobiotic was moderately effective, yielding intermediate results. An important aspect was the confirmation of reduced levels of toxic elements, such as cadmium and arsenic, in the muscle tissue, which increases the safety of fish consumption.

Keywords: rainbow trout, feeding, activated charcoal, phytobiotic, feed additive, growth dynamics, elemental status, amino acids

For citation: Miroshnikova E.P., Inshin O.V., Mingazova M.S. 2026. The effect of activated charcoal and phytobiotics on the body of rainbow trout // Fisheries. No. 2. Pp. 134-142. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-2-134-142>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author



ВВЕДЕНИЕ

Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*) является одним из наиболее востребованных объектов аквакультуры, благодаря своим отличительным качествам: быстрому росту, выносливости и превосходному качеству мяса. Высокая продуктивность и устойчивость к стрессовым факторам сделали её популярным объектом разведения в специализированных хозяйствах многих стран. Тем не менее, современная индустрия аквакультуры сталкивается с множеством проблем, связанных с поддержанием высокого уровня продуктивности и качества конечного продукта [17; 23].

Современная наука активно исследует потенциал естественных пищевых добавок, таких как активированный уголь и фитобиотики, которые имеют значительный потенциал для повышения продуктивных качеств рыбы и сохранения её здоровья [26].

Активированный уголь традиционно известен как самый популярный и доступный препарат для энтеросорбции [26], он отличается своими мощными сорбционными свойствами, позволяющими удалять из организма токсины

и тяжёлые металлы, обеспечивая защиту внутренних органов и тканей [24].

Помимо сорбционных особенностей АУ обладает и другими [16; 22]. Он способен влиять на иммунитет [15], а также может способствовать заживлению слизистой оболочки кишечника [24] и др.

Исследовательские работы подтверждают, что активированный уголь способен эффективно поглощать низкомолекулярные компоненты растительного происхождения [16; 22]. Его введение в рацион животных помогает восстанавливать ослабленную миксомицетамми иммунную систему [15]. Хотя сорбционные свойства активированного угля важны для объяснения позитивного эффекта, они не исчерпывающе отражают весь спектр его полезного воздействия.

Экспериментальные данные демонстрируют благоприятное влияние активированного угля на продуктивность и метаболические процессы различных видов рыб, включая гигантского каранкаса (*C. Ignobilis*) [24], тупорылого леща (*Megalobrama amblycephala*) [19], нильскую тилапию (*Oreochromis niloticus*) [18], белугу (*Huso huso*) [21] и других рыб.

Фитобиотики, извлеченные из растений, улучшают функционирование иммунной системы, поддерживают нормализацию процессов пищеварения и повышают интенсивность обмена веществ. Эксперименты свидетельствуют о положительном воздействии фитобиотических добавок на здоровье рыб [1]. Данные препараты характеризуются разнообразием биологического действия, проявляя антиоксидантные, антимикробные, противогрибковые и инсектицидные свойства. Компоненты фитобиотиков включают эфирные масла, полисахариды, танины, флавоноиды, сапонины, терпеноиды, гликозиды и алкалоиды. Их комплексное взаимодействие стимулирует защитные силы организма, поддерживает здоровую микрофлору ЖКТ и улучшает иммунные реакции [1].

Российскими учёными было доказано существенное положительное влияние хвойных фитодобавок на прирост массы и экономическую эффективность выращивания рыбы. Средневзвешенная прибавка массы у группы с использованием фитодобавки составила +13,6%, коэффициент упитанности увеличился на 4,1%. Сохранность особей возросла на 5,6%, а показатель рентабельности вырос на 11,7% [14].

Также подтверждено преимущество чесночных фитобиотиков. Было показано, что включение чесночного порошка в количестве 30 г/кг корма повышает выживаемость рыб на 10%, относительно контрольной группы.

Оптимальная доза внесения чесночного порошка положительно влияет на темп роста и скорость набора массы, увеличивая их показатели на 39,8-41,9% и 37,3-40,0%, соответственно [11].

Карпы, потреблявшие комбикорм с фитобиотиками «Пробиоцид-Фито», «Интебио» и «Бутитан», демонстрировали лучшие показатели крови, включая концентрацию общего белка, глюкозу, билирубин, мочевую кислоту, железо, фосфор, магний и кальций. Продуктивность прироста массы увеличилась на 8,8-11,7%, что свидетельствует о повышении пищевой ценности рациона [8].

Введение экстракта коры дуба в рацион карпов показало стимулирующее воздействие на их рост и развитие. Наибольший эффект наблюдался при концентрации экстракта 1 и 2 мг/кг, при которой масса рыб увеличилась на 10,0% и 13,5%, соответственно, начиная с 4-5 недель опыта [2].

Взаимодействие этих двух типов добавок может привести к синергетическому эффекту, повышающему общий уровень продуктивности и жизнеспособности радужной форели [10; 11].

Несмотря на многочисленные научные работы, посвящённые отдельным аспектам применения активированного угля и фитобиотиков [14; 8; 15], существует нехватка целостных исследований, изучающих совместный эффект этих добавок в условиях промышленного кормления форели. Поэтому данное исследование направлено на оценку комплексного влияния активированного угля

и фитобиотика «ГербаСтор» на физиологию, продуктивность и экономический эффект выращивания радужной форели.

Цель исследований: оценить влияние активированного угля и фитобиотика «ГербаСтор» на организм радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования были выполнены на базе ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» и ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН». Объект исследования – годовики радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) массой 330 ± 4 грамма. Эксперимент проведен в условиях садкового хозяйства ООО «Ирикла-рыба» (Оренбургская область, Новоорский район). Длительность исследования составила 100 суток, из которых первые 7 – подготовительный период.

Методом пар-аналогов были сформированы 4 группы рыб по $n=100$. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

Радужная форель содержалась в садках ($V=18 \text{ м}^3$) в условиях Ириклинского водохранилища. Кормление осуществляли 5 раз в светлое время суток через равные промежутки времени. Норма кормления – 1,6% от массы тела.

Для контроля роста еженедельно проводили облов и определение массы тела путем индивидуального взвешивания. Анализ химического состава мышечной ткани рыб проводили в лаборатории Испытательного центра Федераль-

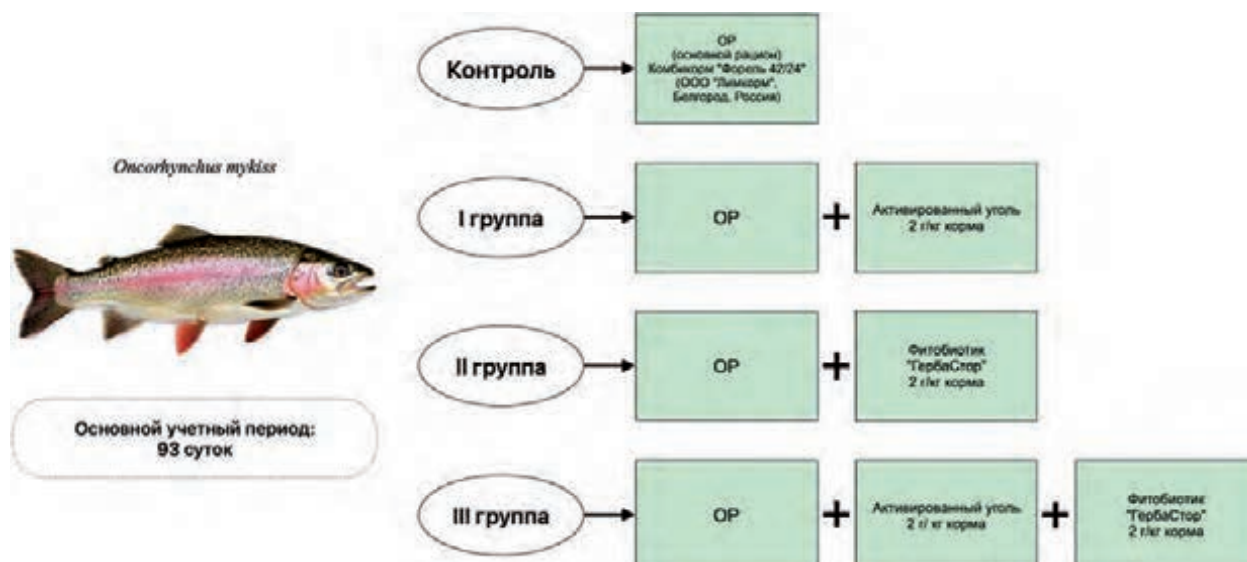


Рисунок 1. Схема эксперимента

Figure 1. Experiment diagram



ного научного центра биологических систем и агротехнологий РАН (г. Оренбург). Была определена концентрация Ca, K, Mg, Na, P, B, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, I, Mn, Ni, Se, Zn, Al, As, Ba, Bi, Cd, Ga, In, Pb, Sr, Tl.

Обработка результатов проводилась с помощью программ «Microsoft Office» («Microsoft», США) и программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатели прироста массы тела позволяют судить о правильности выбора корма и добавок, влияющих на темпы роста и общее состояние организма [13]. По результатам ряда исследований, контроль над динамикой живой массы позволяет выявлять оптимальное сочетание ингредиентов и определять целесообразность введения тех или иных компонентов в рацион рыб. Например, изменение веса служит индикатором усваиваемости питательных веществ и общей продуктивности используемого корма [2].

Динамика живой массы радужной форели представлена на рисунке 2.

Согласно полученным результатам, лучшие данные были зафиксированы в I группе, в то же время во II и III группах достоверных различий с контролем не установлено. Начиная с 4 декады исследования радужная форель, потреблявшая только активированный уголь, значительно опережала контрольную группу. Фиксация средней массы особей показывает достоверную разницу с 4 по 10 декаду. В этот период разница в массе особей I опытной группы и контрольной составляла 12,5% ($p \leq 0,05$), 14,2% ($p \leq 0,01$), 18,4% ($p \leq 0,05$), 21,9% ($p \leq 0,05$), 8,5% ($p \leq 0,05$), 17,8% ($p \leq 0,05$), 16,4% ($p \leq 0,01$), соответственно (с 4 по 10 декады).

Оценивая концентрацию химических элементов в мышечной ткани рыб, можно установить безопасность продукции для потребителей. Проверка элементного состава мяса рыб позволяет своевременно выявить возможное загрязнение тяжелыми металлами такими как ртуть, свинец, кадмий и мышьяк, а также – остаточные количества антибиотиков, гормонов и пестицидов, которые могут представлять угрозу здоровью человека при регулярном употреблении в пищу [4].

В таблице 1 представлена концентрация химических элементов мышечной ткани годовиков радужной форели.

В данном опыте зафиксирована следующая разница концентраций химических элементов мышечной ткани рыб опытных групп по сравнению с контролем.

В I группе наблюдалось достоверное снижение кальция на 42,1% ($p \leq 0,001$). Во II группе – достоверное снижение на 31,0% ($p \leq 0,01$). В III группе – достоверное снижение на 20,1% ($p \leq 0,05$).

В I группе было зафиксировано недостоверное снижение калия на 10,4%. Во II группе – не-

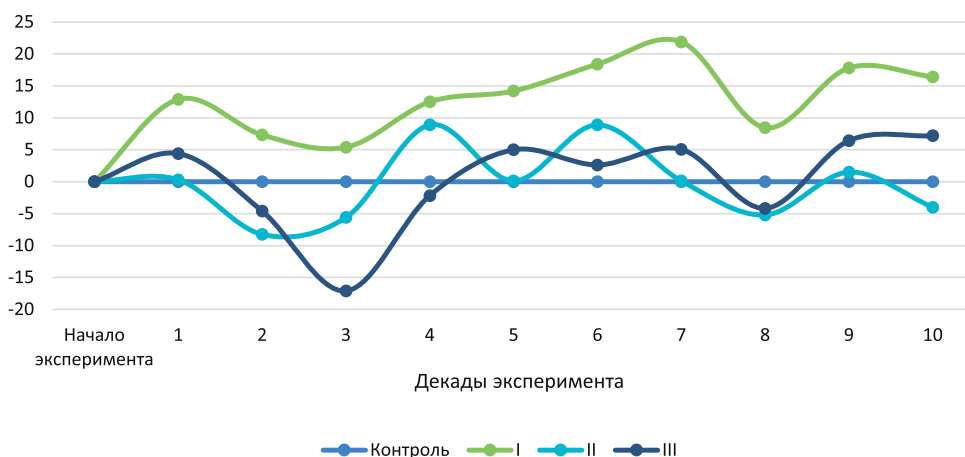


Рисунок 2. Динамика живой массы опытных групп по сравнению с контролем, %
Figure 2. Dynamics of the live weight of the experimental groups compared with the control, %

достоверное снижение на 13,6%. В III группе – недостоверное снижение на 8,5%.

В I группе отмечено недостоверное незначительное снижение магния на 6,1%. Во II группе – незначительное недостоверное снижение на 10,4%. В III группе – незначительное недостоверное снижение на 6,7%.

В I группе наблюдалось достоверное снижение натрия на 37,6% ($p \leq 0,001$). Во II группе – достоверное снижение на 25,6% ($p \leq 0,05$). В III группе – достоверное снижение на 25,5% ($p \leq 0,05$).

В I группе происходило достоверное сниже-

ние фосфора на 11,5% ($p \leq 0,05$). Во II группе – достоверное снижение на 11,8% ($p \leq 0,05$). В III группе – снижение на 5,7%.

В I группе наблюдалось снижение серебра на 40,0% ($p \leq 0,001$). Во II группе – снижение на 60,0% ($p \leq 0,001$). В III группе – снижение на 40,0% ($p \leq 0,001$).

Во всех группах зафиксировано достоверное снижение кобальта на 40,0% ($p \leq 0,05$).

В I и II группе наблюдалось достоверное снижение железа на 50,1% ($p \leq 0,001$) 37,6% ($p \leq 0,05$), соответственно.

Таблица 1. Концентрация химических элементов в мышечной ткани радужной форели / **Table 1.** Concentration of chemical elements in the muscle tissue of rainbow trout

| Элемент | Группа | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Контроль | I | II | III |
| Макроэлементы | 2,54±0,26 | 2,36±0,40 | 2,44±0,38 | 2,44±0,12 |
| Ca | 953 ± 30,8 | 552 ± 28,2 | 658 ± 28,3 | 761 ± 23,6 |
| K | 15125 ± 482,7 | 13546 ± 521,2 | 13056 ± 600,6 | 13840 ± 470,5 |
| Mg | 1112 ± 53,1 | 1034 ± 35,1 | 996 ± 37,8 | 1037 ± 33,1 |
| Na | 1254 ± 21,3 | 783 ± 28,5 | 933 ± 31,7 | 934 ± 30,8 |
| P | 9428 ± 341,2 | 8342 ± 369,9 | 8316 ± 332,6 | 8888 ± 275,5 |
| Эссенциальные и условно-эссенциальные микроэлементы | | | | |
| Ag | 0,05 ± 0,00 | 0,03± 0,00 | 0,02± 0,00 | 0,03± 0,00 |
| B | 2,10 ± 0,12 | 2,15 ± 0,10 | 1,99± 0,12 | 1,81± 0,10 |
| Co | 0,05 ± 0,00 | 0,03 ± 0,00 | 0,03± 0,00 | 0,03± 0,00 |
| Cr | 0,66 ± 0,05 | 0,64 ± 0,02 | 0,54± 0,02 | 0,74± 0,04 |
| Cu | 1,43 ± 0,05 | 1,60 ± 0,07 | 1,40± 0,08 | 1,31± 0,05 |
| Fe | 45,3 ± 2,54 | 22,6 ± 3,01 | 28,26± 0,96 | 40,47± 1,78 |
| Ga | 0,02 ± 0,00 | 0,02 ± 0,00 | 0,03± 0,00 | 0,02± 0,00 |
| I | 0,66 ± 0,03 | 0,66 ± 0,02 | 0,64± 0,02 | 0,59± 0,04 |
| Mn | 1,05 ± 0,03 | 0,60 ± 0,03 | 0,65± 0,02 | 0,65± 0,02 |
| Ni | 0,29 ± 0,02 | 0,23 ± 0,01 | 0,29± 0,02 | 0,29± 0,01 |
| Se | 0,83 ± 0,14 | 0,49 ± 0,06 | 0,57± 0,09 | 0,58± 0,02 |
| Zn | 18,1 ± 0,55 | 12,9 ± 0,38 | 15,43± 0,75 | 15,02±0,63 |
| Токсические и малоизученные элементы | | | | |
| Al | 41,6 ± 1,49 | 21,3±0,48 | 58,5± 2,11 | 18,1± 0,54 |
| As | 1,80 ± 0,10 | 1,10 ± 0,05 | 1,21± 0,04 | 1,26± 0,04 |
| Ba | 0,17 ± 0,01 | 0,10 ± 0,00 | 0,11± 0,00 | 0,07± 0,00 |
| Bi | 0,0049±0,0007 | 0,0040±0,0009 | 0,0042±0,0003 | 0,0040±0,0005 |
| Cd | 0,08 ± 0,00 | 0,01±0,00 | 0,01± 0,00 | 0,01± 0,00 |
| Ga | 0,03 ± 0,00 | 0,017 ± 0,00 | 0,03± 0,00 | 0,017± 0,00 |
| In | 0,02 ± 0,00 | 0,01 ± 0,00 | 0,01± 0,00 | 0,008± 0,00 |
| Pb | 0,19 ± 0,00 | 0,29±0,02 | 0,19± 0,00 | 0,14± 0,00 |
| Sr | 1,50 ± 0,05 | 0,61±0,02 | 0,88± 0,0385 | 1,02± 0,05 |
| Tl | 0,0025±0,0001 | 0,0020±0,0006 | 0,0021±0,0005 | 0,0015±0,0005 |

Примечание: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$

В I группе наблюдалось достоверное снижение марганца на 42,9% ($p \leq 0,01$). Во II и III группе зафиксировано достоверное снижение на 38,1% ($p \leq 0,05$).

В I группе наблюдалось снижение никеля на 42,9% ($p \leq 0,05$). Во II и III группе – без изменений.

В I группе наблюдалось достоверное снижение селена на 40,1% ($p \leq 0,05$). Во II группе – достоверное снижение на 31,3% ($p \leq 0,05$). В III группе – достоверное снижение на 30,1% ($p \leq 0,05$).

В I группе наблюдалось достоверное снижение цинка на 28,7% ($p \leq 0,001$). Во II группе – достоверное снижение на 14,7% ($p \leq 0,01$). В III группе – достоверное снижение на 17,0% ($p \leq 0,01$).

В I группе наблюдалось снижение алюминия на 48,8% ($p \leq 0,001$). Во II группе – повышение на 40,0% ($p \leq 0,05$). В III группе – снижение на 56,4% ($p \leq 0,001$).

В I группе наблюдалось достоверное снижение мышьяка на 38,8% ($p \leq 0,01$). Во II группе – снижение на 32,7% ($p \leq 0,01$). В III группе – незначительное повышение на 30,0% ($p \geq 0,01$).

В I группе наблюдалось снижение бария на 38,9% ($p \leq 0,05$). Во II группе – незначительное снижение на 35,3% ($p \geq 0,05$). В III группе – снижение на 58,8% ($p \leq 0,001$).

Во всех опытных группах наблюдалось достоверное и полнейшее снижение кадмия (не менее чем на 87,5%) ($p \leq 0,001$).

В I и III группе наблюдалось недостоверное снижение галлия на 43,3%. Во II группе, в рационе которой отсутствовал АУ динамика уровня галлия относительно контроля не зафиксирована.

В I и II группе наблюдалось достоверное снижение индия на 50,0% ($p \leq 0,01$). В III группе – достоверное снижение на 60,0% ($p \leq 0,01$).

В I группе наблюдалось достоверное повышение свинца на 52,6% ($p \leq 0,001$). Во II группе разница с контролем не отмечена. В III группе зафиксировано достоверное повышение на 26,3% ($p \geq 0,05$).

В I группе наблюдалось снижение стронция на 59,3% ($p \leq 0,001$). Во II группе – снижение на 41,3% ($p \leq 0,05$). В III группе – снижение на 32,0% ($p \leq 0,05$).

В I группе наблюдалось достоверное снижение галлия на 20,0% ($p \leq 0,05$). Во II группе – достоверное снижение на 16,0% ($p \geq 0,05$). В III группе – достоверное снижение на 40,0% ($p \leq 0,01$).

Снижение такого количества макроэлементов и эссенциальных элементов обусловлено сильной адсорбционной способностью активированного угля [5]. Второстепенные изменения калия (K) и магния (Mg) были не-

значительны. Однако величина снижения не достигла уровня, угрожающего состоянию здоровья форели.

Серебряные (Ag) и галлиевые (Ga) элементы практически отсутствуют в организме форели, поэтому их снижение не могло вызвать клинических проявлений.

Наиболее яркие результаты были достигнуты в отношении токсичных элементов. Активированный уголь в I группе продемонстрировал выдающиеся результаты по устранению токсичных элементов (Cd, As, Pb, Al, Ba, Tl, Sr). Например, содержание кадмия и мышьяка снизилось на 87,5% и 34,59%, соответственно, что способствует тотальному снижению токсикологической нагрузки на организм [3].

Исключением стал свинец (Pb), уровень которого повысился на 52,6% в I опытной группе. Такая реакция связана с уникальным феноменом – вымыванием свинца из костных депо. Активированный уголь эффективно адсорбирует многие элементы, включая полезные макро- и микроэлементы, что может привести к их дефициту в организме. Чтобы компенсировать недостаток этих элементов, организм начинает извлекать необходимые минералы из резервных запасов, таких как кости. Одним из элементов, хранящихся в костях, является свинец (Pb), который при таком механизме выделяется в кровоток и накапливается в мышечной ткани. Это явление носит временный характер и связано именно с периодом использования активированного угля. После прекращения приема активированного угля и нормализации уровня других элементов организм сможет вернуть свинец обратно в костные депо, возвращая концентрацию свинца к прежним значениям.

Повышение уровня свинца в мышечной ткани, наблюдаемое в I группе (рацион с активированным углем), не является признаком общего отравления организма. Происхождение этого свинца – собственный костный резерв организма, откуда он высвобождается в ответ на дефицит других минералов, вызванный адсорбцией активированным углем. Активированный уголь не добавляет дополнительный свинец в организм, а лишь инициирует перемещение имеющегося свинца из костей в кровь и мышечную ткань. Со временем, после нормализации уровня других элементов и прекращения использования активированного угля, свинец вернется обратно в костные депо, и его уровень в организме придет в норму [20].

Фитобиотик «ГербаСтор» оказал менее выраженное влияние на элементный состав, но сыграл важную роль в предотвращении чрез-

мерного удаления полезных элементов, что отражает стабильность II группы по многим показателям.

В III группе совместный приём обеих добавок показал промежуточные результаты, компенсируя негативный эффект активированного угля на полезный элементный состав.

Уровень других элементов (В, Cr, Cu, Ga, I, Bi, Ga) не показал значительных отклонений от контроля.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты показали, что использование в рационе радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) активированного угля в дозе 2 г/кг корма является наиболее эффективной добавкой для повышения роста до 16% ($p \leq 0,05$) и улучшения концентрации ряда химических элементов в мышечной ткани рыб за счет снижения большинства токсических элементов. Важно указать, что повышение содержания свинца не превышало допустимых значений.

Использование фитобиотика «ГербаСтор» как отдельно, так и совместно с активированным углем не приводило к положительной динамике живой массы рыб по сравнению с контролем, однако концентрация химических элементов в тканях годовиков изменялась.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054

The work was supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-76-10054

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: Е.П. Мирошникова – идея статьи, корректировка текста, руководство подготовкой; О.В. Иншин – сбор и анализ данных, описание результатов анализов; М.С. Мингазова – подготовка обзора литературы, подготовка статьи и ее окончательная проверка.

The authors advertise the rejection of the conflict of interests. Contribution of the authors to the work: E.P. Miroshnikova – article idea, text correction, and preparation management; O.V. Inshin – data collection and analysis, and description of analysis results; M.S. Mingazova – literature review preparation, article preparation, and final review.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Биологическое действие фитобиотиков на организм карпа // Journal of Agriculture and Environment. 2024. № 2 (42). С. 1-5.
2. Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Фитобиотическая кормовая добавка в рационе карпа // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации – материалы VI нац. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург. 2021. С. 10-13.
3. Битютская О.Е., Булли Л.И., Мазалова Н.Ф. Биологическая безопасность пищевых систем: учебное пособие для студентов направления подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения очной и заочной форм обучения. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ». 2023. 135 с.
4. Борисов М.Я., Иванова Е.С., Тропин Н.Ю., Шилова А.Е., Узрюмова Е.В., Баженова Д.Э. Оценка безопасности употребления в пищу рыбы из водоемов Вологодской области с различным содержанием ртути в мышечной ткани // Трансформация экосистем. 2023. № 4 (22).
5. Инчагова К.С., Дускаев Г.К., Дерябин Д.Г. Подавление «кворум сенсинга» *Chromobacterium violaceum* при воздействии комбинаций амикацина с активированным углем или малыми молекулами растительного происхождения (пиригаллолом и курарином) // Микробиология. 2019. Том 88. № 1. С. 72-82.
6. Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С. Использование кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве: обзор научной литературы. // Ветеринарная патология. 2024. 23(4). С. 52-66.
7. Килякова Ю.В. [и др.] Влияние фитобиотических кормовых добавок на рост и морфобиохимические показатели крови рыб // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 3. С. 115-125.
8. Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Влияние фитобиотиков на обмен эссенциальных элементов в организме рыб // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С. 49-58.
9. Мирошникова Е.П. [и др.] Оценка элементного статуса карпа, выращиваемого на рационе с включением пробиотических препаратов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022b. № 1. С. 83-88.
10. Мирошникова Е.П. [и др.] Применение фитобиотиков в кормлении рыб в качестве альтернативы антибактериальным и пробиотическим препаратам (обзор) // Аграрная наука. 2023. 372(7). С. 40-47.
11. Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., Рожкова Е.А. Растительные экстракты как альтернатива антибиотикам в кормлении рыб // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. – Саратов. 2020. С. 176-180.
12. Удинцев С.Н., Жиликова Т.П., Кинев Г.В. Использование порошка сухого чеснока в качестве фитобиотика для повышения эффективности выращивания молоди нельмы (*Stenodus leucichthys nelma*) в аквакультуре // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 3 (182). С. 48-58.
13. Чехранова С.В. Интенсификация производства молока на основе использования в рационах лактирующих коров и ремонтного молодняка нетра-

- диционных кормовых и биологически активных средств: дисс. ... д-ра с.-х. наук – Волгоград. 2022.
14. Юрина Н.А., Юрин Д.А., Максим Е.А., Данилома А.А. Применение хвойной фитодобавки в рационе осетровых рыб // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. № 7.
 15. Bhatti S.A., Khan M.Z., Saleemi M.K., Hassan Z.U. 2021. Combating immunotoxicity of aflatoxin B1 by dietary carbon supplementation in broiler chickens // Environmental Science and Pollution Research. Vol. 28. Pp. 49089-49101.
 16. Burchacka E. [et al.] 2021. Antibacterial agents adsorbed on active carbon. A new approach for *S. aureus* and *E. coli* pathogen elimination // Pathogens. Vol. 10(8). Art. no. 1066.
 17. Eskola M., Kos G., Elliott C.T., Hajšlová J., Mayar S., Krska R. 2020. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25% Crit. Rev. // Food. Sci. Nutr. 60:2773-2789. doi: 10.1080/10408398.2019.1658570
 18. Abd El-hameed S.A., Negm S.S., Ismael N.E., Naiel M.A., Soliman M.M., Shukry M., Abdel-Latif H.M. 2021. Effects of activated charcoal on growth, immunity, oxidative stress markers, and physiological responses of Nile tilapia exposed to sub-lethal imidacloprid toxicity. Animals. 11(5):1357
 19. Jiang Fang [et al.] 2021. "Addition of Bamboo Charcoal to Selenium (Se)-Rich Feed Improves Growth and Antioxidant Capacity of Blunt Snout Bream (*Megalobrama amblycephala*)." Animals: an open access journal from MDPI. V. 11,9. P. 2585.
 20. Miroshnikov S. [et al.] The total accumulation of heavy metals in body in connection with the dairy productivity of cows // Environ Sci Pollut Res Int. 2021. V. 28(36) Pp. 49852-49863.
 21. Samadai S., Bahrekazemi M. 2020. The effect of diets containing different levels of active charcoal on growth performance, body composition, hematological parameters and possibility of heavy metals detoxification in big sturgeon (*Huso huso*) // Aquaculture Research. Vol. 51(1). Pp. 91-101.
 22. Santos R.R., Eerden E. Impaired performance of broiler chickens fed diets naturally contaminated with moderate levels of deoxynivalenol // Toxins (Basel). 2021. Vol. 13. P. 170.
 23. Nazhand A., Durazzo A., Lucarini M., Souto E.B., Santini A.J.F. 2020. Characteristics, occurrence, detection and detoxification of aflatoxins in foods and feeds. // Foods. 9:644. doi: 10.3390/foods9050644
 24. Firdus F. [et al.]. 2020. Supplementation of rice husk activated charcoal in feed and its effects on growth and histology of the stomach and intestines from giant trevally, *Caranx ignobilis* // F1000Research. V. 9.1274.
 3. Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Mazalova N.F. 2023. Biological safety of food systems: a textbook for students of the training area 03/19/03 Animal food products of full-time and part-time education. – Kerch: KGMTU Federal State Budgetary Educational Institution. 135 p. (In Russ.)
 4. Borisov M.Ya., Ivanova E.S., Tropin N.Yu., Shilova A.E., Ugryumova E.V., Bazhenova D.E. 2023. Assessment of the safety of eating fish from reservoirs of the Vologda region with different mercury content in muscle tissue // Transformation of ecosystems. № 4 (22). (In Russ.)
 5. Inchagova K.S., Duskaev G.K., Deryabin D.G. 2019. Suppression of the «quorum sensing» of *Chromobacterium violaceum* when exposed to combinations of amikacin with activated carbon or small molecules of plant origin (pyrogallol and coumarin) // Microbiology. Volume 88. No. 1. Pp. 72-82. (In Russ.)
 6. Kilyakova Yu.V., Miroshnikova E.P., Arinzhanov A.E., Mingazova M.S. 2024. The use of feed additives with sorption properties in fish farming: a review of scientific literature. // Veterinary pathology. 23(4). Pp. 52-66. (In Russ.)
 7. Kilyakova Yu.V. [et al.] 2022. Influence of phytobiotic feed additives on the growth and morphobiochemical parameters of fish blood // Animal husbandry and feed production. Vol. 105. No. 3. Pp. 115-125. (In Russ.)
 8. Miroshnikova E.P., Arinzhanov A.E., Kilyakova Yu.V. 2022. Influence of phytobiotics on the exchange of essential elements in the body of fish // Animal husbandry and feed production. Vol. 105. No. 4. Pp. 49-58. (In Russ.)
 9. Miroshnikova E.P. [et al.] 2022b. Assessment of the elemental status of carp grown on a diet with the inclusion of probiotic drugs // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products. No. 1. Pp. 83-88. (In Russ.)
 10. Miroshnikova E.P. [et al.] 2023. The use of phytobiotics in fish feeding as an alternative to antibacterial and probiotic drugs (review) // Agrarian Science. 372(7). Pp. 40-47. (In Russ.)
 11. Miroshnikova E.P., Arinzhanov A.E., Kilyakova Yu.V., Rozhkova E.A. 2020. Plant extracts as an alternative to antibiotics in fish feeding // State and ways of development of aquaculture in the Russian Federation. – Saratov. Pp. 176-180. (In Russ.)
 12. Udintsev S.N., Zhilyakova T.P., Kinev G.V. 2021. The use of dried garlic powder as a phytobiotic to increase the efficiency of growing juvenile nelma (*Stenodus leucichthys nelma*) in aquaculture // Fish farming and fisheries. No. 3 (182). Pp. 48-58. (In Russ.)
 13. Chehranova S.V. 2022. Intensification of milk production based on the use of non-traditional feed and biologically active agents in the diets of lactating cows and repair young animals: diss. ... Doctor of Agricultural Sciences – Volgograd. (In Russ.)
 14. Yurina N.A., Yurin D.A., Maxim E.A., Daniloma A.A. 2020. The use of coniferous phytonutrients in the diet of sturgeon fish // Fish farming and fisheries. № 7. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Arinzhanov A.E., Miroshnikova E.P., Kilyakova Yu.V. 2024. Biological effect of phytobiotics on the body of carp // Journal of Agriculture and Environment. No. 2 (42). Pp. 1-5. (In Russ.)
2. Arinzhanov A.E., Miroshnikova E.P., Kilyakova Yu.V. 2021. Phytobiotic feed additive in the diet of carp // State of the Art and ways of aquaculture development in the Russian Federation – Proceedings of the VI National Scientific and Practical Conference – Saint Petersburg. Pp. 10-13. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 15.01.2026
Принят к публикации / Accepted for publication 10.03.2026