

ХЕЛАТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА И МАРГАНЦА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Резюме. Изучено влияние хелатных соединений цинка и марганца в составе комбикормов на эффективность выращивания радужной форели: на темпы роста рыбы, накопление цинка и марганца в ее организме, кормовой коэффициент. Определены оптимальные дозировки данных хелатных соединений в комбикорма для этого вида рыбы.

Ключевые слова: радужная форель, комбикорм, хелатные соединения, кормовой коэффициент, цинк, марганец.

CHELATED COMPOUNDS OF ZINC AND MANGANESE IN COMPOUND FEEDS FOR RAINBOW TROUT

Abstract. The effect of zinc and manganese chelate compounds in compound feeds on the efficiency of rainbow trout cultivation was studied: on fish growth rate, zinc and manganese accumulation in its body, and feed coefficient. Optimal dosages of these chelate compounds in compound feed for this fish species were determined.

Key words: rainbow trout, compound feed, chelated compounds, feed coefficient, zinc, manganese.

ВВЕДЕНИЕ

Главной особенностью минерального питания рыб является наличие двух путей поступления микро- и макроэлементов в их организм: с пищей через рот и посредством осмотического проникновения из воды через жабры и кровяные ткани. Доказано, что рыбы способны активно сорбировать из воды кальций, магний, натрий, калий, фосфор, серу, хлор и другие элементы, поэтому их потребность в минеральных веществах, содержащихся в воде в высоких концентрациях, может удовлетворяться в значительной мере или полностью (например, в кальции и магнии) осмотическим путем. В зависимости от того, в какой воде ведется выращивание (пресной или солоноватой, мягкой или жесткой), рыбы вынуждены постоянно либо восполнять недостаток определенных минеральных веществ, либо экскретировать их избыток. Солевой состав воды может су-

щественно влиять на минеральный обмен у рыб. Элементы, концентрация которых в воде обычно невелика, должны поступать в организм с пищей. К ним относят фосфор, кобальт, селен, цинк, марганец и др. [1, 2].

Цинк сосредоточен в основном в костях, печени и жабрах. В большом количестве он содержится в глазах и гонадах, что связано с его важной ролью в функционировании органов зрения и в развитии половых продуктов. В организм рыб цинк поступает как из корма, так и из воды. Недостаточность этого микроэлемента в кормах проявляется в потере аппетита, торможении роста, укорочении тела, уменьшении жирности, а также в повышении смертности. Специфическими признаками дефицита цинка в пище являются воспаление и эрозия плавников и кожи, а также снижение содержания цинка в костях. У лососевых рыб дефицит цинка в кормах

УДК 639.3.043

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2024-09-3-229

ЖАННА ВИКТОРОВНА КОШАК¹,

кандидат технических наук

E-mail: koshak.zn@gmail.com

АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ГОНЧАР²,

заместитель директора по научной работе

E-mail: agonchar@synergyhorizon.com

¹РУП «Институт рыбного хозяйства»
НАН Беларуси220024, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Стебенева, д. 22²СООО «СинерджиКом»220034, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Румянцева, д. 7Поступила в редакцию:
16.08.2024Одобрена после рецензирования:
02.09.2024Принята в публикацию:
03.09.2024

UDC 639.3.043

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2024-09-3-229

ZHANNA V. KOSHAK¹,

Candidate of Technical Sciences

E-mail: koshak.zn@gmail.com

ALEXANDER N. GONCHAR²,

Deputy Director for Scientific Work

E-mail: agonchar@synergyhorizon.com

¹RUE «Institute of Fisheries» of the National
Academy of Sciences of Belarus220024, Republic of Belarus,
Minsk, Stebeneva str., 22²SynergyCom LLC220034, Republic of Belarus,
Minsk, Rumyantseva str., 7Received by editor office:
08.16.2024Approved in revised:
09.02.2024Accepted for publication:
09.03.2024

сопровождается развитием непаразитарной катаракты, которая представляет серьезную проблему для индустриальных хозяйств. Она характеризуется начальным помутнением хрусталика и глазного яблока [3].

Марганец принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании, кальциево-фосфорном обмене, оказывая тем самым влияние на костеобразование и кроветворение; нормализует липидный обмен, препятствуя жировой дегенерации печени; влияет на воспроизводительную функцию. Он активизирует синтез белков, благодаря чему интенсифицируется рост рыб. Марганец благоприятно влияет на усвоение и расход витаминов А, Е, К и С, снижает потребность в витамине Е. Недостаток марганца проявляется в неправильном развитии скелета и укорочении тела, возникновении уродств, нарушении структуры и формы плавников, жировом перерождении печени. Всё это приводит к замедлению скорости роста рыб, увеличению их смертности, снижению аппетита и эффективности кормления, к низкому выклеву лососевых из икры [4].

До недавнего времени единственным препаратом, с помощью которого обогащали марганцем комбикорма, был сернистый марганец (сульфат). Но после того, как была доказана агрессивность сернистых солей микроэлементов по отношению к ряду биологически активных веществ, начали применять и другие его соединения, например оксиды и карбонат. В то же время стали использовать хелатные соединения марганца, которые обладают более высокой усвояемостью и безвредны. Источником цинка в премиксах служат, в частности, его сульфаты: цинка сульфат моногидрат $ZnSO_4 \cdot H_2O$ (содержание основного вещества — 35–36%) и цинка сульфат гептагидрат $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (22–23%). Доказано, что органические формы меди и цинка в виде хелатных соединений с глицином, метионином или гистидином более действенны в кормлении свиней и птицы, чем сернистая соль. В связи с этим большой интерес представляет изучение эффективности использования соединений марганца и цинка в кормлении радужной форели, особенно их хелатных форм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись: хелатные комплексы SynergySorb® Chelated Mn и SynergySorb® Chelated Zn, премиксы и продукционные комбикорма (гранулы диаметром 4 мм) для радужной форели. В комбикормах содержание сырого протеина определяли по ГОСТ 13496.4-2019, сырого жира — по ГОСТ 13496.15-2016, сырой клетчатки — по ГОСТ 13496.2-91, влажность — по ГОСТ 13496.3-92 (ИСО 6496-83), содержание марганца и цинка в комбикормах и премиксах — по ГОСТ 32343-2013 (ISO 6869:2000). Все перечисленные показатели как в комбикормах, так и в теле радужной форели определяли с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии и другими методами. Выработывали экструдированные комбикорма на научной линии в РУП «Институт рыбного хозяйства». Линия включает в себя измельчитель, дозатор, смеситель, аппарат для влаготепловой обработки, экструдер, сушилка-охладитель, аппарат для вакуумного напыления жира и других жидких и порошкообразных компонентов без подогрева.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В состав экспериментальных комбикормов входили рыбная мука, рыбий жир, альбумин, кукурузный глютен, молоко сухое обезжиренное, кормовые дрожжи, соевый шрот, пшеница, премикс, закрепитель гранул. Питательность кормов (табл. 1) соответствовала требованиям ТУ ВУ 100035627.025-2020 «Комбикорм экструдированный продукционный для лососевых и осетровых рыб» и ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб. Общие технические условия». Во всех вариантах она была примерно одинаковой, чтобы исключить влияние других факторов при определении эффективности использования хелатных соединений марганца и цинка в кормлении радужной форели.

Премикс Д-ПК-100 содержал витамины А, D, В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, В₁₂, В_С, К₃, Н и С, кобальт углекислый, кальций йодат, селенит натрия, известняковую муку, отруби пшеничные. Данный состав нормативно утвержден и используется при производстве комбикормов для ценных видов рыб. В стандартном премиксе отсутствуют соединения марганца

Таблица 1. Питательность комбикормов

Содержание сульфатов и хелатов в пересчете на чистый марганец и цинк в 1 кг комбикорма	Влажность, %	Содержание, %			
		сухого вещества	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки
<i>Комбикорма с марганцем</i>					
Контроль $MnSO_4$ — 25 мг	10,96 ± 0,12	89,04 ± 0,12	45,25 ± 0,06	18,99 ± 0,24	2,00 ± 0,03
SynergySorb® Chelated Mn — 10 мг	10,40 ± 0,01	89,60 ± 0,01	45,71 ± 0,04	18,91 ± 0,14	1,98 ± 0,05
SynergySorb® Chelated Mn — 15 мг	10,71 ± 0,13	89,29 ± 0,13	45,35 ± 0,10	18,61 ± 0,22	1,98 ± 0,04
<i>Комбикорма с цинком</i>					
Контроль $ZnSO_4$ — 40 мг	10,49 ± 0,12	89,51 ± 0,12	45,68 ± 0,18	18,97 ± 0,33	1,96 ± 0,04
SynergySorb® Chelated Zn — 15 мг	10,57 ± 0,14	89,43 ± 0,14	45,82 ± 0,13	19,01 ± 0,06	2,00 ± 0,00
SynergySorb® Chelated Zn — 30 мг	10,66 ± 0,14	89,43 ± 0,14	45,87 ± 0,14	19,03 ± 0,06	2,00 ± 0,00

Таблица 2. Показатели роста радужной форели

Содержание сульфатов и хелатов в пересчете на чистый марганец и цинк в 1 кг комбикорма	Среднештучная масса, г		Прирост массы	
	в начале опыта	в конце опыта	абсолютный, г	относительный, % к первоначальной массе
<i>Комбикорма с марганцем</i>				
<i>Контроль</i> MnSO ₄ — 25 мг	94,70 ± 0,66	104,57 ± 0,71	9,87 ± 0,12	10,04 ± 0,34
SynergySorb® Chelated Mn — 10 мг	95,9 ± 2,91	109,0 ± 2,65	13,1 ± 0,52	13,78 ± 3,63
SynergySorb® Chelated Mn — 15 мг	95,2 ± 2,44	112,4 ± 2,18	17,2 ± 0,51	18,07 ± 0,86
<i>Комбикорма с цинком</i>				
<i>Контроль</i> ZnSO ₄ — 40 мг	97,33 ± 0,44	108,13 ± 0,50	10,80 ± 0,10	11,15 ± 0,04
SynergySorb® Chelated Zn — 15 мг	96,0 ± 2,37	113,2 ± 2,01	17,2 ± 0,24	17,92 ± 2,37
SynergySorb® Chelated Zn — 30 мг	95,4 ± 2,18	117,4 ± 2,11	22,0 ± 1,04	23,01 ± 0,21

и цинка. При проведении эксперимента эти микроэлементы добавляли в виде сульфатов (контрольные образцы комбикормов) и хелатных соединений (SynergySorb® Chelated Mn и SynergySorb® Chelated Zn) в разной дозировке для определения наиболее эффективной. В качестве контроля служили комбикорма с премиксами, содержащими сульфат марганца и сульфат цинка.

Для опыта, который продолжался 30 суток, использовали годовиков радужной форели. Их кормили экспериментальными комбикормами в условиях аквариальной инсти-тута. В шесть бассейнов было посажено по 30 экземпляров форели со среднештучной массой 95 г. Температура воды в бассейнах была оптимальной и составляла 17°C, содержание растворенного в воде кислорода — 7,5 мг/л, pH среды — 6,8. Корм форель получала три раза в день с интервалом 3 ч в количестве 1,5% от массы посаженной рыбы; его расход учитывали ежедневно. Прирост массы рассчитывали путем взвешивания форели до начала эксперимента и после его окончания. Как показали результаты выращивания, выживаемость рыбы как в опыте, так и в контроле была одинаковой и составила 100%. Результаты опыта приведены в таблицах 2 и 3.

Полученные данные свидетельствуют о том, что для обогащения комбикорма для радужной форели марганцем и цинком в хелатной форме их требуется меньше соот-

Таблица 3. Кормовые затраты

Содержание сульфатов и хелатов в пересчете на чистый марганец и цинк в 1 кг комбикорма	Кормовой коэффициент, ед.
<i>Комбикорма с марганцем</i>	
<i>Контроль</i> MnSO ₄ — 25 мг	1,20 ± 0,01
SynergySorb® Chelated Mn — 10 мг	1,13 ± 0,01
SynergySorb® Chelated Mn — 15 мг	0,83 ± 0,02
<i>Комбикорма с цинком</i>	
<i>Контроль</i> ZnSO ₄ — 40 мг	1,15 ± 0,01
SynergySorb® Chelated Zn — 15 мг	1,05 ± 0,01
SynergySorb® Chelated Zn — 30 мг	0,97 ± 0,01

ветственно на 40 и 25%, по сравнению с неорганической формой. С учетом продолжительности опыта и количества скармливаемого комбикорма рыбе прирост ее массы соответствовал нормативным значениям. Из расчета на 1 кг корма для форели оптимальные дозы хелатной формы марганца составляют 15 мг, цинка — 30 мг.

Основные гематологические показатели крови, а именно содержание гемоглобина, количество эритроцитов и СОЭ, при кормлении форели комбикормами с оптимальной дозировкой SynergySorb® Chelated Mn и SynergySorb® Chelated Zn находились в пределах норм.

Литература / Literature

1. Степанцова, Г. Е. Изучение влияния микроэлементов на физиолого-биохимические показатели радужной форели / Г. Е. Степанцова, Е. В. Нижникова, Н. П. Нефедова, В. И. Воробьев, О. Т. Лемперт // Вестник науки и образования Северо-Запада России. — 2018. — Т. 4. — № 2. — С. 7–14.
2. Аринжанов, А. Е. Значение микроэлементов в кормлении рыб / А. Е. Аринжанов, Е. П. Мирошникова, Ю. В. Клякова // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2015. — № 6. — С. 44–48.
3. Dethloff, G. M. The effects of copper on blood and biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / G. M. Dethloff, D. Schlenk, S. Khan, H. C. Bailey // Arch Environ Contam Toxicol. — 1999. — May; Vol. 36 (4) : 415–23.
4. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. — Санкт-Петербург : ГОСНИОРХ, 2001. — 372 с.
5. Барулин, Н. В. Аквакультура ценных видов рыб и ресурсосберегающие технологии. В 3 ч. Ч. 1 Форелеводство: учебно-методическое пособие / Н. В. Барулин. — Горки : БГСХА, 2018. — 237 с.
6. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et control desduchets piscicoles// S. Kaushik. — Pisc. Franc. Ne 101. — 1990. — P. 14–28.

Таблица 4. Содержание марганца и цинка в теле радужной форели при их оптимальной дозировке в комбикорме, мг/100 г

Ткани, органы и продукты жизнедеятельности	Марганец	Цинк
Мышцы	0,09	0,56
Печень	0,50	6,41
Сердце	1,09	7,42
Кровь	0,17	10,63
Фекалии	0,18	1,89

В таблице 4 показано распределение марганца и цинка в организме рыбы при их оптимальных дозировках в составе комбикорма. Наибольшее количество марганца

содержалось в сердце и в печени, по уровню цинка лидировала кровь, затем идут сердце и печень.

ВЫВОДЫ

На основании результатов исследований можно заключить, что хелатные соединения SynergySorb® Chelated Mn и SynergySorb® Chelated Zn в комбикормах для радужной форели (в составе премиксов) способствуют повышению темпов роста, 100%-ной выживаемости, снижению кормового коэффициента на 30%, по сравнению с контрольными комбикормами. Установлено, что использование хелатных соединений марганца и цинка, наряду с другими БАВ и сбалансированным составом кормов в целом, способно значительно повысить эффективность выращивания радужной форели. ■

SynergyCom



+375 29 664-26-10 • +375 17 302-53-50