

Бесплатно

4767

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ
ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ И ТЕПЛОВОДНОМУ РЫБОВОДСТВУ
(ГОСНИОРХ НПО ПРОСРЬБВОД) ✓

На правах рукописи
Для служебного пользования 000024

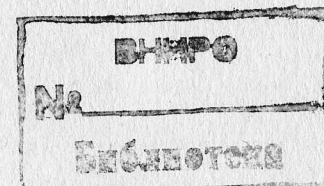
АРШАВСКИЙ ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

УДК 639.371.52:639.31-97

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИЧИНОК КАРПА
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА КОРМАХ РАЗЛИЧНОГО
МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ ТЕПЛЫХ ВОД

03.00.10 - ихтиология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Ленинград - 1987

Работа выполнена в Государственном научно-исследовательском институте озерного и речного рыбного хозяйства Научно-производственного объединения по промышленному и тепловодному рыбоводству (ГосНИОРХ НПО Промрыбвод).

Научный руководитель - доктор биологических наук, старший научный сотрудник И.Н.Остроумова

Официальные оппоненты - доктор биологических наук, профессор Ю.В.Наточин
доктор биологических наук М.А.Щербина

Ведущее учреждение - Балтийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (БалтНИИРХ)

Защита диссертации состоится "10" марта 1987 г. в 13 час. на заседании специализированного совета К II7.03.01 при ГосНИОРХ НПО Промрыбвод (199053, Ленинград, В-53, наб. Макарова, д.26).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГосНИОРХ.

Автореферат разослан "21" января 1987 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета
доктор биологических наук

Е.А.Богданова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из перспективных направлений рыбоводства является использование теплых вод ТЭС и АЭС для выращивания товарной рыбы и посадочного материала (Корнеев, 1969, 1982). Важное место принадлежит здесь разработке полноценных и экономически выгодных кормов для рыб и эффективных режимов кормления (Кудерский и др., 1982). Особое место в этой проблеме занимает начальное кормление личинок рыб. Разработка полноценного искусственного стартового корма Эквизо с включением ферментализата ББК (Остроумова и др., а.с. № 961176, заявка 1979 г.) дала возможность впервые эффективно выращивать личинок карпа без добавления живых кормов. Повсеместное применение Эквизо в тепловодном рыбоводстве способствовало резкому повышению производства посадочного материала. В существующих рецептах стартовых кормов варьируется в основном белковый компонент - гидролизаты и ферментализаты (Канидзев и др., 1982, 1983, 1984; Гамыгин и др., 1982; Бондаренко и др., 1984; Курлыкин, Кожокару, 1984; Кислухина и др., 1985). В то же время важное место в питании рыб принадлежит и минеральным веществам, несмотря на то, что определенная часть их поступает в организм рыб непосредственно из водной среды. При выращивании рыб в бассейнах и садках, в том числе и на теплых водах, неоднократно отмечали нарушения минерального обмена, скелетные аномалии. Введение в состав корма для рыб комплекса минеральных веществ позволяет ускорить рост, нормализовать метаболические процессы в организме, повысить эффективность использования комбикормов (Романенко, 1981; Романенко и др., 1982). При этом важна форма соединений, в состав которых входят минеральные вещества, и их доступность для рыб (Щербина, 1973, 1979). Максималь-

№ 4767

Библиотечка

ные потребности в минеральных веществах отмечены у молоди рыб (Карвинкин, 1962; Яржомбек, Щербина, 1979; Шмаков, Яржомбек, 1980), то есть во время применения стартовых кормов.

Цели и задачи исследования. Главной целью работы было изучение влияния минеральных добавок в стартовые корма на рост и физиологическое состояние личинок и ранней молоди карпа, выращиваемых при разной температуре воды, и разработке на этой основе эффективных минеральных добавок для стартового корма Эквизо. Для этого необходимо было решить следующие задачи:

- изучить минеральный состав живых и искусственных кормов;
- изучить влияние минеральных добавок в стартовый корм на рост, выживаемость и физиологические показатели личинок карпа;
- изучить влияние температуры воды на эффективность действия минеральных добавок в стартовом корме;
- изучить особенности динамики минеральных элементов в теле личинок карпа, выращиваемых на искусственных стартовых кормах с различными минеральными добавками при разных температурах воды, а также выявить общие закономерности динамики минеральных элементов в организме личинок карпа после их перехода на активное питание;
- изучить влияние характера и состава стартового корма при разной температуре воды на появление у личинок карпа скелетных аномалий.

Теоретическое значение и научная новизна. Впервые проведено исследование минерального состава искусственного стартового корма Эквизо в сравнении с живым кормом и физиологически обоснована необходимость включения доступных минеральных добавок в стартовые корма. Изучено влияние различных минеральных добавок в корм Эквизо на рост и физиологические показатели личинок

карпа, показан стимулирующий эффект однозамещенного фосфата калия и премикса, содержащего сульфаты магния, цинка, марганца и меди, на рост и выживаемость личинок карпа, а также определена его оптимальная доза. Показано влияние температуры воды на эффективность действия минеральных добавок. Установлены закономерности динамики кальция и магния в теле личинок карпа после перехода их на активное питание. Изучено влияние минерального состава корма и температуры воды на содержание кальция, фосфора, магния, цинка, марганца и меди в теле личинок карпа, выращенных на стартовом корме различного минерального состава и на живом корме.

Изучено влияние температурного фактора, характера корма и минерального состава искусственного стартового корма Эквизо на появление скелетных аномалий у молоди карпа на примере искривленных ребер. Усовершенствована методика окраски хрящевого скелета молоди рыб на тотальных препаратах.

Практическая значимость работы. Работа является частью научно-исследовательских тем, выполняемых лабораторией физиологии и кормления рыб ГосНИОРХ в соответствии с планами ГКНТ СССР и Комплексной целевой программой "Премикс". В работе даны рекомендации по совершенствованию минерального состава стартовых кормов для карпа типа Эквизо и условий их применения.

На базе Черепетского рыбхоза Туларьбпрома проведена производственная проверка и показана эффективность стартового корма Эквизо с добавлением доступного соединения фосфора.

Апробация. Результаты исследований были доложены на научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "Проблемы рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Северо-Запада Европейской части СССР" (Петрозаводск, 1984),

на 9 Конференции молодых ученых и специалистов ГосНИОРХ (Ленинград, 1984), на 6 Всесоюзной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Паланга, 1985) и на Всесоюзной научной конференции по проблеме "Биологические ресурсы внутренних водоемов Европейского Севера" (Петрозаводск, 1986).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ и 3 работы находятся в печати.

Объем работ. Диссертация изложена на 190 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и приложения, иллюстрирована 15 рисунками и 31 таблицей. Список литературы включает 239 названий, из которых 82 - иностранных авторов.

ГЛАВА I. ОБМЕН И ПОТРЕБНОСТИ РЫБ В МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Приведены литературные данные о содержании, функциях, обмене, потребностях и признаках недостаточности в организме рыб ряда минеральных элементов - кальция, фосфора, магния, цинка, марганца, меди, и данные о применении премиксов в рыбоводстве.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.

Работа была выполнена на базе Черепетского экспериментального участка ГосНИОРХ в г. Суворов (Тульская обл.). Материалом для экспериментов служили личинки карпа, полученные заводским способом от местных производителей. Опыты начинали с момента перехода личинок на активное питание. Выращивание личинок проводилось в проточной аквариальной установке с автономным поддержанием заданной температуры (Иванов, 1984), в 20-литровых аквариумах при плотности 40 шт./л. Вода, поступающая в аквариумы, проходила через систему отстойников и фильтров для предотвращения попадания зоопланктона. Проточность по мере

роста личинок возрастала от 40 до 90 л/час. Вода в аквариумах круглосуточно аэрировалась.

Опыты проводили в двух диапазонах температур: 24-25°C (при кратковременных колебаниях от 22 до 26°C) и 29°C (27-30°C), что позволило выявить влияние температурного режима на рост личинок при использовании стартовых кормов различного состава. Содержание кислорода в воде было в пределах 4-7 мг/л.

Личинок кормили искусственными стартовыми кормами типа Эквизо: Эквизо ПГ - с заменой ферментализата БВК ферментализатом гаприна, Эквизо МП1, Эквизо МП2, Эквизо МП4 - с добавлением соответственно 1, 2 и 4% минерального премикса приведенного ниже состава, Эквизо К - с добавлением 1% лактата кальция и Эквизо Ф - с добавлением 1% KH_2PO_4 . Контролем во всех случаях служил корм Эквизо.

При составлении минерального премикса были учтены литературные данные о потребностях личинок карпа в минеральных веществах, полученные расчетным путем в результате экстраполяции потребностей рыб старших возрастов, и данные об усвояемости минеральных веществ. Премикс имел следующий состав (на 1 кг): $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - 102,4 г, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ - 3,13 г, $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0,49 г, $CaSO_4 \cdot 5H_2O$ - 0,44 г, пшеничная мука (наполнитель) - до 1 кг.

Личинок кормили в соответствии с рекомендациями (Остроумова, Турецкий, 1981) с помощью специальных кормораздатчиков или вручную ежедневно 30-45 раз в сутки с 6 до 21 часа. Личинок выращивали в течение 13-16 суток, после чего проводили разрядку и подращивали еще 3 суток.

В производственных условиях личинок выращивали в лотках ейского типа при плотности 50 тыс.шт./м³, проточности 30-60 л/мин., средней температуре 26,6°C (23,9-28,6°C) и содержании

кислорода 5,6 мг/л (3,7-7,9 мг/л). Личинок кормили круглосуточно с помощью кормораздатчиков "Эвос-505" 16 раз в час, то есть 384 раза в сутки.

Костный скелет личинок окрашивали ализариновым красным "S" (Иванченко, Иванченко, 1978), а хрящевой скелет - альциановым синим (Иванченко, Иванченко, 1973, 1978) в нашей модификации (Аршавский, 1983) с последующим просветлением в глицерине.

Содержание кальция, магния, цинка, марганца и меди в теле личинок, кормах и их компонентах определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в воздушно-ацетиленовом пламени на приборе ААС-1 (Карл Цейс Йена) в кабинете инструментальных методов анализа Института эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова. Перед анализом пробы озолляли концентрированной HNO_3 в кварцевой посуде. Содержание общего фосфора определяли методом Таусски и Шора (Никулина, 1965) после мокрого озоления концентрированной H_2SO_4 (Пиневиц, 1955). Результаты измерений обработаны статистически.

В 3-х турах опытов было использовано 20 тыс. личинок, в производственной проверке Эквизо Ф - 250 тыс. личинок. Индивидуальные измерения проведены на 2600 мальках. Проведено более 2300 определений содержания минеральных элементов.

ГЛАВА III. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ИСКУССТВЕННЫХ СТАРТОВЫХ И ЖИВЫХ КОРМОВ.

При разработке искусственных стартовых кормов следует учитывать как общее содержание минеральных веществ, так и то, в каких компонентах корма они содержатся, а также содержание этих веществ в зоопланктоне, составляющим основу питания карпа на ранних этапах развития. Пробы зоопланктона для анализа отобраны в прудах ЦЭС "Ропша" в июне 1983 г. и в водохранили-

ще Черепетской ГРЭС (Тульская обл.) в мае и августе 1984 г. Содержание минеральных веществ в зоопланктоне, особенно кальция, цинка и марганца, может варьировать в широких пределах в зависимости от его состава. Эквизо содержит меньше кальция и марганца, чем зоопланктон, примерно равное с ним количество магния и больше цинка и меди (Табл. I).

Таблица I. Содержание минеральных веществ в стартовом корме Эквизо и живом корме (мг/г сухой массы)

	Эквизо	Зоопланктон	
		42% Cladocera 58% Copepoda	92% Copepoda
Кальций	7,1 ± 0,68	21,7 ± 2,65	12,7 ± 1,13
Магний	1,8 ± 0,04	1,8 ± 0,01	2,1 ± 0,04
Цинк	0,64 ± 0,019	0,48 ± 0,001	0,22 ± 0,008
Марганец	0,23 ± 0,018	1,28 ± 0,068	0,52 ± 0,032
Медь	0,05 ± 0,001	0,03 ± 0,001	0,04 ± 0,002
Фосфор	22,7 ± 0,96	не определяли	

Изучение минерального состава компонентов корма Эквизо показало, что содержание кальция в рыбной муке на 2-3 порядка выше, чем в других компонентах корма, а продукты микробiosинтеза богаты микроэлементами - цинком, марганцем и медью. Содержание фосфора и магния в рыбной муке и продуктах микробiosинтеза различаются в 2-3 раза. Пшеничная мука бедна всеми минеральными веществами. В корме Эквизо основными источниками минеральных веществ являются различные компоненты: рыбная мука вносит около 90% кальция, 40% фосфора и 30% магния, а продукты микробiosинтеза - 60% фосфора, 65% магния, 99% цинка, 98% марганца и 91% меди.

Стартовый корм Эквизо III содержит значительно больше меди,

чем Эквизо (0,140 и 0,046 мг/г сухой массы соответственно), что обусловлено высоким содержанием этого элемента в ферментализате гаприна (0,292 мг/г сухой массы против 0,048 мг/г в ферментализате ББК), на долю которого приходится более 80% всего содержания меди в составе Эквизо ПГ.

Существенным фактором, определяющим минеральную ценность искусственного корма, является доступность содержащихся в нем минеральных веществ для рыб. Особенности пищеварительной системы личинок карпа на ранних этапах развития определяются следующими факторами: реакцией среды, близкой к нейтральной (SzLAMINSKA, 1982) и низкой активностью протеолитических ферментов (KAWAI, IKEDA, 1973; Остроумова, Дементьева, 1981). В этом случае будут доступны только те компоненты корма, которые перейдут в форму, удобную для всасывания, после растворения в нейтральной среде без дополнительной ферментной обработки, то есть, говоря о минеральных веществах, та их часть, которая входит в состав соединений, растворимых при рН, близкой к 7,0.

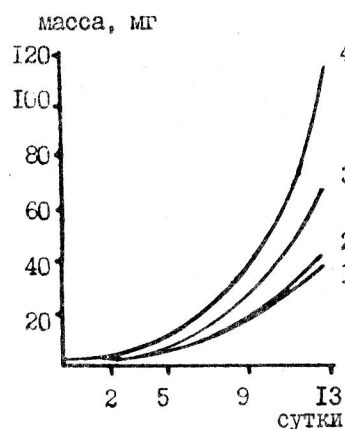
Фосфор стартового корма Эквизо входит в состав рыбной муки, где находится главным образом в виде гидроксиапатита (40% всего фосфора), и в органические соединения продуктов микробiosинтеза, в основном - в нуклеиновые кислоты. Для освобождения фосфора в первом случае требуется кислая среда, во втором - ферментативный гидролиз нуклеиновых кислот. Поскольку оба эти фактора отсутствуют у личинок карпа на ранних этапах развития, можно заключить, что фосфор Эквизо в значительной степени для них недоступен. Такое же заключение можно сделать о доступности микроэлементов из продуктов микробiosинтеза.

Таким образом, минеральный состав искусственного стартового корма и живого корма могут существенно отличаться. Несмотря

на высокое содержание в искусственном стартовом корме ряда минеральных веществ они могут быть недоступны для личинок карпа на ранних этапах развития.

ГЛАВА IV. РОСТ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИЧИНОК КАРПА, ВЫРАЩЕННЫХ НА КОРМАХ ТИПА ЭКВИЗО С РАЗЛИЧНЫМ МИНЕРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ.

Рост личинок на корме Эквизо ПГ. Замена ферментализата ББК ферментализатом гаприна в составе корма Эквизо способствовала



ускорению роста личинок карпа, особенно при высокой температуре воды. На 13-е сутки выращивания личинки на Эквизо ПГ превышали контрольных по массе на 9% при температуре 24°C и на 80% - при 29°C (рис. 1). Личинки, подращенные затем еще 6 суток при 29°C на Эквизо и Эквизо ПГ, имели одинаковую вариабельность по массе и длине, а также одинаковую упитанность.

Рис. 1 Рост личинок карпа на кормах Эквизо (1-24°C, 3-29°C) и Эквизо ПГ (2-24°C, 4-29°C).

Рост личинок на корме Эквизо с добавлением различных доз минерального премикса. Введение в состав Эквизо 1% минерального премикса, содержащего сульфаты магния, цинка, марганца и меди, ускорило рост личинок и улучшило их рыбопродуктивно-биологические показатели, особенно при 29°C. Личинки, выращенные на Эквизо МПГ на 16-е сутки превосходили контрольных по массе на 16% при 25°C и на 42% при 29°C (рис. 2,3), а также имели более высокую выживаемость: 77,8% против 56,9% при 25°C и 67,8% против 40,0% при 29°C. Снижение вариабельности по массе и длине

по сравнению с контролем отмечено только при 29°C. Упитанность

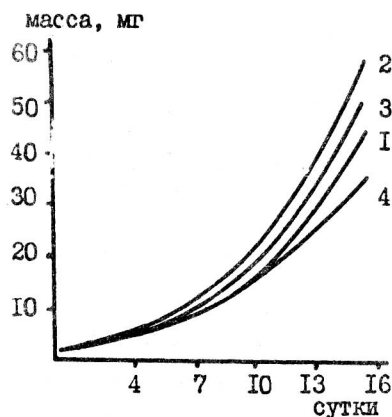


Рис.2 Рост личинок карпа на корме Эквизо с добавлением минерального премикса. Температура 25°C. 1-Эквизо, 2-Эквизо МП1, 3-Эквизо МП2, 4-Эквизо МП4.

личинок на Эквизо МП1 была одинакова с контролем при 25°C и превышала контроль при 29°C. При 25°C личинки на Эквизо МП1 имели более высокую жирность, чем в контроле; при 29°C различий не отмечено. Ускорение роста и повышение выживаемости личинок на Эквизо МП1 способствовало увеличению их общей ихтиомассы: при 25°C на 19-е сутки она составила 180% от контроля, а при 29°C на 13-е сутки - 252% от контроля.

Дальнейшее увеличение дозы премикса до 2% не привело к ускорению роста или улучшению показателей личинок (рис. 2,3). При 25°C различия по массе между личинками в опыте и контроле составили на 16-е сутки 10%, а при 29°C - 44%. При 25°C личинки на

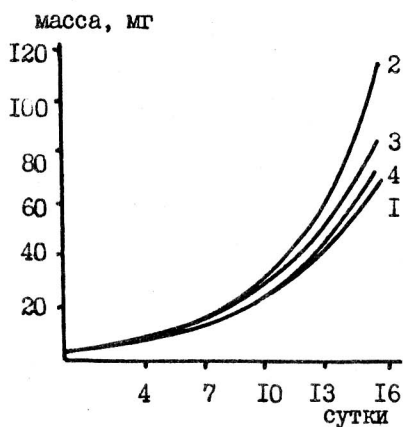


Рис.3 Рост личинок карпа на корме Эквизо с добавлением минерального премикса. Температура 29°C. 1-Эквизо, 2-Эквизо МП1, 3-Эквизо МП2, 4-Эквизо МП4.

Эквизо МП2 имели более высокую вариабельность по массе и длине; при 29°C упитанность, жирность и вариабельность личинок по

массе и длине не отличалась от контрольной. Выживаемость при обеих температурах была выше контрольной (65,5% при 25°C и 77,8% при 29°C). Общая ихтиомасса личинок на Эквизо МП2 составила при 25°C на 19-е сутки 116% от контроля, при 29°C на 13-е сутки - 221% от контроля.

Увеличение дозы премикса до 4% привело к торможению роста личинок (рис. 2,3), снижению их выживаемости и повышению вариабельности по массе и длине. При 25°C личинки в этом варианте опыта росли медленнее, чем в контроле, и имели самую высокую вариабельность по массе и длине и самую низкую выживаемость (35,1%). При 29°C рост личинок на Эквизо МП4 мало отличался от контроля, но был хуже, чем при дозах премикса 1 и 2%. Вариабельность личинок по массе и длине при 29°C была одинаковой с контролем. Снижение темпа роста и выживаемости личинок привело к тому, что их общая ихтиомасса составила при 25°C на 19-е сутки 48,6% от контроля, а при 29°C на 13-е сутки - 139%.

Таким образом, оптимальной дозой минеральных веществ, вносимых в стартовый корм, является доза, содержащаяся в 1% минерального премикса. При введении ее в стартовый корм как при 25°C, так и при 29°C наблюдается максимальное ускорение роста, повышение выживаемости и общей ихтиомассы личинок, улучшение всех их показателей по сравнению как с Эквизо без премикса, так и с кормами, содержащими 2 и 4% премикса. По-видимому, введение в Эквизо оптимальной дозы минеральных веществ приводит к активизации у личинок биосинтетических процессов, особенно при высокой температуре воды (29°C). Увеличение дозы минеральных веществ сверх оптимальной приводит к обратным процессам, что сказывается на росте и выживаемости личинок. Такое влияние минеральных веществ на обмен веществ у карпа стар-

ших возрастных групп отмечено ранее (Романенко и др., 1976, 1977, 1981; Евтушенко, 1979, 1980, 1985; Евтушенко и др., 1984а, б).

Рост личинок карпа на корме Эквизо с добавлением лактата кальция. Введение в Эквизо лактата кальция в количестве 1% не оказало значительного влияния на рост личинок (рис. 4): при 25°C их масса превышала массу контрольных на 10%, а при 29°C - на 13%. Выживаемость личинок в опыте была выше, чем в контроле как при 25°C (74,9%), так и при 29°C (65,4%).

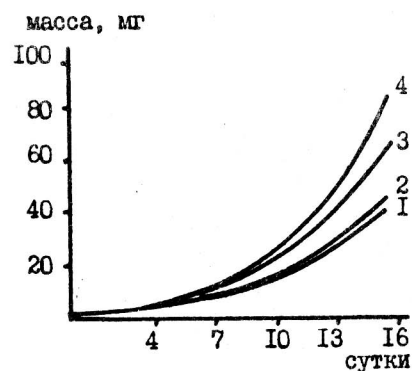


Рис. 4 Рост личинок карпа на корме Эквизо (1-25°C, 3-29°C) и Эквизо с добавлением лактата кальция (2-25°C, 4-29°C).

Такой эффект пищевого кальция объясняется, по-видимому, его свойствами неспецифического адаптогена (Цирюльская, Люкшина, 1981), способствующего повышению выживаемости личинок. В то же время высокое содержание кальция в воде Черепетского рыбхоза (72 мг/л) позволяет личинкам удовлетворять основные потребности в нем за счет сорбции из воды.

Рост личинок карпа на корме с добавлением доступного соединения фосфора. Добавление в Эквизо 1% KH_2PO_4 оказало значительное влияние на рост (рис. 5) и морфо-физиологические показатели личинок карпа, особенно при 29°C. Так, если при 25°C на 16-е сутки личинки в опыте имели массу на 20% большую, чем

в контроле, и одинаковые жирность и упитанность, а также вариабельность по массе и длине, то при 29°C масса личинок в опыте была на 47% больше, чем в контроле, а вариабельность по массе и длине - значительно ниже. Выживаемость личинок как при 25°C, так и при 29°C была значительно выше чем в контроле: 80,0% против 56,9% при 25°C и 84,8% против 40,4% при 29°C.

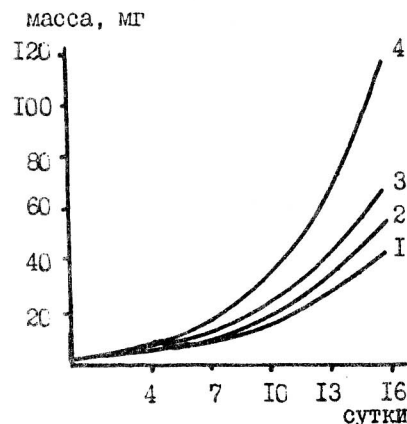


Рис. 5 Рост личинок карпа на корме Эквизо (1-25°C, 3-29°C) и Эквизо с добавлением 1% KH_2PO_4 (2-25°C, 4-29°C).

Ускорение роста и повышение выживаемости личинок привело к значительному увеличению их общей ихтиомассы: она составила при 25°C на 19-е сутки 140% от контроля, а при 29°C на 13-е сутки - 310% от контроля. Таким образом, несмотря на высокое содержание фосфора в Эквизо, включение доступного соединения этого элемента в виде KH_2PO_4 в состав стартового корма приводит к значительному ускорению роста, повышению выживаемости и улучшению морфо-физиологических показателей личинок карпа.

Эффективность действия на рост личинок стимулирующих добавок в зависимости от температуры воды. Стимулирующее действие различных добавок сильнее проявляется при высокой температуре воды, оптимальной для роста личинок карпа (28-30°C), чем при более низкой (24-25°C). Так, добавление в состав Эквизо 1% минерального премикса привело к ускорению роста личинок на 42% при 29°C и на 16% - при 25°C, добавление доступного фосфора - соответственно на 47% и 20%, замена ферментализата

БВК ферментализатором гаприна - на 80% и 9%. Снижение вариабельности по ряду показателей в случае добавления в корм минеральных веществ отмечено только при высокой (29°C) температуре воды. В то же время введение в состав корма веществ, не оказывающих стимулирующего воздействия, не влияет на рост ни при высокой, ни при более низкой температуре воды.

Выращивание личинок карпа на корме Эквизо с добавлением доступного соединения фосфора в производственных условиях. Производственное выращивание личинок карпа на корме Эквизо Ф проводили в Черепетском рыбхозе (г. Суворов Тульской обл.) при средней температуре воды 26,6°C. На 21-е сутки выращивания масса личинок, получавших Эквизо Ф, была (в среднем по 8 лоткам) на 20% выше, чем масса личинок, получавших Эквизо (145 мг против 120 мг). Личинки на Эквизо Ф имели более высокую, чем в контроле, выживаемость (93,4% против 78,4%). Общее число личинок, выращенных с применением Эквизо Ф, составило 186 тыс. шт.

Таким образом, введение в состав Эквизо минеральных веществ в доступной форме способствовало ускорению роста личинок карпа, повышению их выживаемости и улучшению некоторых показателей, что свидетельствует о низкой доступности для личинок минеральных веществ, содержащихся в корме. Наиболее эффективно введение минеральных добавок при высокой (28-30°C) температуре выращивания личинок.

ГЛАВА У. СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕЛЕ ЛИЧИНОК КАРПА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ИСКУССТВЕННЫХ СТАРТОВЫХ КОРМАХ.

Кальций. Содержание кальция в теле личинок карпа увеличивается по мере их роста от 0,9-1,0 до 3,0-3,4 мг/г сырой массы. При этом накопление его в теле личинок, питавшихся разными кормами, происходит сходным образом. Более быстрое накопление

кальция наблюдается при кормлении личинок зоопланктоном. Снижение содержания кальция в теле наблюдается у личинок, получавших Эквизо с дозой премикса 4%, в остальных случаях различий не отмечено. Зависимость удельного содержания кальция в теле личинок (y) от их массы (m) описывается уравнением:

$$y = \frac{\lg m}{0,251 + 0,218 \lg m}$$

Анализ его показывает, что наиболее быстро удельное содержание кальция в теле личинок возрастает на ранних этапах развития - до массы 10-15 мг, что связано с окостенением скелета, наблюдаемым на тотальных препаратах.

Фосфор. Содержание фосфора определяли только в конце опыта у личинок, получавших корма Эквизо, Эквизо К, Эквизо Ф и зоопланктон. Оно составило для личинок на Эквизо 4,2±0,24 мг/г сырой массы при 25°C и 5,5±0,11 мг/г при 29°C. Добавление в Эквизо лактата кальция и $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_4$ способствовало увеличению содержания фосфора в теле личинок при 25°C, но не при 29°C. При кормлении личинок зоопланктоном они содержали в теле больше фосфора по сравнению с Эквизо при 25°C и меньше при 29°C. Содержание фосфора в теле личинок обнаружило значительную зависимость от состава корма и температуры воды. Очевидно фосфор, содержащийся в Эквизо, более доступен при введении в корм лактата кальция. Увеличение содержания фосфора в корме приводит к его накоплению при более низкой температуре.

Магний. Содержание магния в теле личинок карпа мало зависит от состава корма и температуры воды. По мере роста личинок оно возрастает от 0,17 мг/г сырой массы до 0,25-0,32 мг/г. Зависимость удельного содержания магния в теле личинок (y) от их массы (m) описывается уравнением:

$$y = \frac{\lg m}{0,683 + 3,054 \lg m}$$

Наиболее активно накопление магния протекает на ранних этапах развития личинок, что связано с развитием и окостенением скелета и накоплением в нем этого элемента.

Цинк. Содержание цинка в теле личинок мало зависит от температуры воды и состава используемого корма. В момент перехода на активное питание оно составляет 0,03-0,06 мг/г сырой массы, сразу после перехода возрастает до 0,07-0,09 мг/г и затем остается на этом уровне. При кормлении живым кормом содержание цинка в теле личинок как при 25°C, так и при 29°C несколько меньше, чем при кормлении Эквизо.

Марганец. Содержание марганца в теле личинок карпа в конце опыта составило 3,6-14,0 мкг/г сырой массы и было подвержено некоторым колебаниям, однако выявить какую-либо зависимость этой величины от температуры и состава корма не удалось.

Медь. Содержание меди в теле личинок составляет от 1,2 до 3,7 мкг/г сырой массы, причем оно несколько выше у личинок, которых кормили искусственными кормами. Медь накапливается в теле личинок при повышенном содержании ее в корме и более низкой температуре воды (24-25°C). При кормлении Эквизо ПГ, содержащим в 3 раза больше меди, чем Эквизо, содержание меди в теле личинок при 24°C составило 6,2 мкг/г против 2,7 мкг/г в контроле, а при 29°C различий не отмечено. Увеличение дозы премикса, содержащего медь, в корме Эквизо приводит к увеличению содержания меди в теле личинок, выращенных при 25°C, с 2,1 до 3,1 мкг/г сырой массы ($p < 0,01$).

Таким образом, содержание минеральных элементов в теле личинок карпа (за исключением фосфора и меди) не зависит от

температуры воды и состава корма. Иногда наблюдается накопление некоторых элементов в теле личинок при кормлении их искусственным кормом по сравнению с зоопланктоном. Во всех случаях содержание минеральных веществ в теле личинок находится в пределах биологических и санитарных норм.

ГЛАВА VI. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КОРМА НА ПОЯВЛЕНИЕ ИСКРИВЛЕННЫХ РЕБЕР У МОЛОДИ КАРПА ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ.

Факторы, связанные с несовершенством корма и условий выращивания считают одной из причин возникновения скелетных аномалий у рыб (Takashima, 1979; Komada, 1979, 1980; Newsome, Piron, 1982). Другой причиной считается высокая температура воды (Татарко, 1977). При массовом выращивании молоди карпа на теплых водах отмечено появление искривленных ребер - нарушений скелета, встречающихся при кормлении как живым, так и искусственным кормом, и не приводящее к появлению видимых нарушений и снижению темпа роста. Для выяснения факторов, влияющих на их появление, методом двухфакторного дисперсионного анализа было оценено влияние температуры воды (24-25°C и 29°C), характера корма (живой и искусственный) и наличия в корме доступного соединения кальция (лактат) и фосфора (KH_2PO_4).

Искривленные ребра встречались у молоди карпа во всех вариантах опыта. Кормление искусственным кормом способствует повышению числа искривленных ребер у мальков по сравнению с мальками, питавшимися зоопланктоном, особенно при 29°C. Добавление в искусственный корм фосфора (KH_2PO_4) снижает долю искривленных ребер у мальков, особенно при 29°C, а добавление кальция (лактат) не оказывает влияния. Высокая температура воды сильно влияет на увеличение числа искривленных ребер у мальков. Кроме того, высокая доля остаточного варьирования свидетельствует

вует о наличии других факторов, влияющих на появление скелетных аномалий. Таким образом, высокая температура воды и недостаток или недоступность фосфора из кормов являются важными факторами, влияющими на появление скелетных аномалий у молоди карпа.

ВЫВОДЫ

1. Минеральный состав искусственных стартовых кормов типа Эквизо отличается от минерального состава живого корма - зоопланктона и личинок хирономид. Искусственные стартовые корма содержат меньше, чем зоопланктон, кальция и марганца, но больше цинка и меди.

2. Белковые продукты микробиального синтеза богаты микроэлементами и являются основным источником цинка, марганца и меди в стартовых кормах типа Эквизо. Основным источником кальция в этих кормах является рыбная мука, а магний и фосфор достаточно равномерно распределены между ней и продуктами микробиосинтеза. Пшеничная мука бедна всеми минеральными веществами.

3. Удельное содержание кальция и магния в теле молоди карпа возрастает, начиная с момента перехода на активное питание вплоть до достижения массы 500 мг, но особенно быстро - на ранних этапах развития (до массы 10 мг). Зависимость удельного содержания кальция и магния в теле личинок (y) от массы (m) достаточно хорошо описывается уравнением вида:

$$y = \frac{lg m}{a + b lg m}$$

4. Содержание кальция, магния, цинка и марганца в теле личинок карпа мало зависит от состава применяемого корма и температуры воды. Фосфор имеет тенденцию к накоплению в теле личинок при добавлении его в корм и более низкой температуре во-

ды (25°C). Медь накапливается в теле личинок из корма с повышенным ее содержанием, причем накопление выражено сильнее при более низкой температуре воды (25°C).

5. Введение в состав искусственного стартового корма Эквизо премикса, содержащего сульфаты магния, цинка, марганца и меди, оказывает, в зависимости от дозы, различное влияние на личинок карпа. Оптимальной дозой является 100 мг магния, 7 мг цинка, по 1 мг марганца и меди на 1 кг корма. В этом случае отмечено ускорение роста личинок, снижение вариабельности их размеров и повышение выживаемости. Увеличение дозы минеральных веществ сверх оптимальной приводит к торможению роста, увеличению вариабельности размеров, снижению выживаемости и упитанности, а также к снижению содержания кальция в теле личинок.

6. Добавление в стартовый корм 1% лактата кальция не оказывает существенного влияния на рост и вариабельность размеров личинок, а также на аккумуляцию кальция в их теле, но способствует повышению выживаемости личинок как при более низкой, так и при более высокой температуре воды.

7. Добавление в состав Эквизо легкорастворимого соединения фосфора (KH_2PO_4) в количестве 1% резко ускоряет рост и значительно повышает выживаемость личинок, снижает их вариабельность по массе и длине, а также способствует снижению общей жирности личинок.

8. Стимулирующее действие минеральных добавок в стартовый корм сильнее проявляется при высокой температуре воды (29°C) и гораздо слабее или не проявляется совсем - при более низких температурах (24-25°C).

9. Применение в составе искусственного стартового корма ферментализата гаприна, содержащего значительно больше меди, чем

ферментализат БВК, приводит к трехкратному увеличению содержания этого элемента в корме и накоплению в теле личинок, особенно при более низкой температуре (24°C). Однако величина содержания меди в теле личинок в этом случае не выходит за пределы санитарных норм в тканях рыб.

Ю. Искривление ребер без видимых внешних изменений формы тела является одной из распространенных скелетных аномалий у личинок карпа на теплых водах при кормлении их как живым, так и искусственным кормом, но искусственный корм способствует увеличению числа искривленных ребер. Сильным фактором, приводящим к появлению искривленных ребер у молоди карпа, является высокая температура воды.

II. Минеральный состав искусственного стартового корма может оказывать влияние на появление скелетных аномалий у личинок карпа. Введение в состав Эквизо фосфора в доступной форме способствует снижению числа искривленных ребер у личинок, особенно при высокой температуре воды. Добавление в Эквизо лактата кальция не влияет на появление искривленных ребер у молоди карпа.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

I. На основании проведенных экспериментов и производственной проверки рекомендуется включать в состав Эквизо однозамещенный фосфат калия (KH_2PO_4) в количестве 1% от массы корма для ускорения роста, снижения вариабельности размеров и повышения выживаемости личинок.

2. Искусственные стартовые корма типа Эквизо, содержащие добавки различных минеральных веществ, рекомендуется применять при высокой температуре воды (28-30°C), так как в этом случае наблюдается максимальный стимулирующий эффект добавок на рост и выживаемость личинок.

3. При промышленном освоении производства ферментализата гаприна он может быть использован в составе искусственных стартовых кормов типа Эквизо для ускорения роста личинок.

4. Зависимость динамики накопления кальция и магния в теле личинок и мальков карпа от их массы, полученная на большом объеме материала, может служить критерием оценки нормально протекающего обмена этих элементов у ранней молоди карпа в условиях высоких температур.

5. Для изучения развития хрящевого скелета у личинок и ранней молоди карпа на тотальных препаратах рекомендуется использовать усовершенствованную нами методику окраски хрящевой ткани слабым раствором альцианового синего на жидкости Серра, позволяющую избежать образования синего фона на препаратах и получить более четкое окрашивание хряща.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

I. Аршавский Д.С. Усовершенствование методики окраски хрящевых тканей молоди рыб альциановым синим на тотальных препаратах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1983. - Вып. 194. - С. 116.

2. Аршавский Д.С. Искривление ребер у молоди карпа, выращиваемой на теплых водах, под влиянием температуры и корма // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1983. - Вып. 206. - С. 107-109.

3. Аршавский Д.С. Накопление кальция личинками карпа при кормлении их искусственным и живым кормом // Проблемы рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Северо-Запада Европейской части СССР: Тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. - Петрозаводск: Б.и., 1984. - С. 84-86.

4. Аршавский Д.С. Содержание цинка, марганца и меди в теле молоди карпа, выращенной на корме Эквизо // Тез. докл. VI Всесоюз. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб. - Вильнюс:

Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР, 1985. - С. 453-454.

5. Штерман Л.Я., Аршавский Д.С. О возможности сорбции калия молоцью кижуча и семги // Тез. докл. VI Всесоюзн. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб. - Вильнюс: Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР, 1985. - С. 273.

6. Аршавский Д.С. Введение доступного фосфора в стартовый корм для личинок карпа. - Док. во ВНИИТЭИСХ 07.07.86, № 282. - 6 с.

7. Аршавский Д.С. Рост и физиологические показатели личинок карпа, выращенных на стартовом корме Эквизо с добавлением минерального премикса при разных температурах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1986. - Вып. 246. - С. 24-30.

8. Аршавский Д.С. Влияние минерального состава искусственного стартового корма на появление скелетных аномалий у молоди карпа в условиях теплых вод // Тез. докл. 3 Всесоюзн. совещ. по рыбохоз. использованию теплых вод. - М.; Б.и., 1986. - С. 7-9.

9. Аршавский Д.С. Влияние добавки легкодоступного фосфора в стартовый корм Эквизо на рост и некоторые показатели личинок карпа // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1986. - Вып. 247. - С.

10. Остроумова И.Н., Аршавский Д.С., Иванов Д.И. Включение ферментализата гаприна в стартовые корма для личинок карпа // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1986. - Вып. 257. - С.

11. Аршавский Д.С., Штерман Л.Я. Особенности обмена калия у молоди лососевых рыб // Эколого-физиологические исследования промысловых рыб Северного бассейна. - Л.: Наука, 1986. - С.

Подп. к печати 28.10.86 г. Зак. 26/1. Тир. 100 экз. Бесплатно

Отпечатано на ротапринте Гипрорыбфлота
190000, Ленинград, ул. Фоголя, 18-20