

✓  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

---

A-23305

На правах рукописи

Е. Е. ГУСЕВ

**Влияние тиамина на рост и развитие  
сеголетков карпа**

(06.551 — кормление с.-х. животных)

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

*Карп - Коричневый*

Работа выполнена на кафедре прудового рыбоводства Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Научный руководитель — доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РСФСР профессор **Ф. Г. Мартышев.**

Официальные оппоненты: **В. К. Дыман**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; **Г. Д. Поляков**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Ведущее учреждение (предприятие) — Институт зоологии и паразитологии АН Литовской ССР.

Автореферат разослан *«15» февраля* 1971 г.

Защита диссертации состоится *«22» марта* 1971 г. на заседании Ученого совета зоотехнического факультета Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Ваши отзывы и замечания по данному автореферату направляйте по адресу: г. Москва, А—8, ул. Тимирязевская, 49, Ученый совет ТСХА. Отзывы, заверенные печатью, просим высылать в двух экземплярах.

ХВ

...

Решение основной задачи, стоящей перед прудовым рыбоводством — удовлетворении все возрастающей потребности советского народа в самой высококачественной по своим вкусовым и питательным свойствам рыбе — живой и свежей, возможно только на основе комплексной интенсификации прудового рыбоводства.

Интенсификация (повышение плотности посадок, кормление антропогенными кормосмесями, внедрение садкового, лоткового, бассейнового и др. методов «стойлового» выращивания рыбы) неизбежно ведет к резкому сокращению доли полноценной естественной пищи или практически полному ее отсутствию в рационе рыб.

Применяемые в настоящее время в карповодстве корма зачастую не удовлетворяют физиологическим потребностям рыб из-за отсутствия, недостатка или неблагоприятного соотношения в них жизненно важных компонентов. Применение таких кормов ведет к плохому их усвоению, следовательно, и к перерасходу, неполному использованию потенций роста рыб, а нередко и к различным нарушениям физиологических процессов, приводящих к ухудшению результатов их выращивания.

Указанное обстоятельство послужило основной причиной развернувшихся как у нас в стране, так и за рубежом исследований по определению значимости отдельных аминокислот, витаминов, минеральных соединений и других веществ для рыб, в частности, для карпа. Конечной целью таких исследований должно быть создание и промышленное производство дешевых, биологически полноценных кормов, соответствующих физиологическим требованиям рыб.

Несмотря на очевидно решающую роль витаминов в обеспечении полноценности задаваемых кормов, поиски научно обоснованных нормативов, обеспечивающих оптимальное содержание в рационе всех необходимых карпу витаминов, начаты практически только в последние годы.

Витаминологические исследования на рыбах показали существенные отличия потребностей их в витаминах, а также симптомокомплексов авитаминозов от таковых у теплокровных животных, кроме того, отмечается огромное разнообразие в

синдромах одних и тех же авитаминозов у различных видов рыб (Н. Буров, 1938; Е. М. Маликова, 1957; З. И. Покровская, 1957; А. Л. Федорова, 1941; Н. Aoe et. al., 1967, 1968; I. E. Halver, 1957; Y. Hashimoto, 1953; Y. Hashimoto and T. Okaichi, 1968; S. Kitamura et. al., 1965, 1967; U. Lieder, 1965, 1966; N. Nicolaides and A. N. Woodall, 1962; C. Ogino, 1965, 1967; A. M. Phillips et. al., 1952; A. M. Phillips and D. R. Brockway, 1957; H. A. Poston, 1964; C. E. Smith, I. E. Halver, 1969; W. Steffens, 1969; A. N. Woodall et. al., 1964).

В нашей работе была поставлена задача выяснения значимости для сеголетков карпа витамина В<sub>1</sub> путем воспроизведения экспериментального В<sub>1</sub>-авитаминоза и контроля над изменениями выбранных биохимических и физиологических характеристик подопытных рыб. Определялось также влияние добавок кристаллического витамина В<sub>1</sub> в кормосмеси на рост и биохимические показатели сеголетков карпа.

Диссертация изложена на 107 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц, 7 рисунков, 1 фотографию. Она состоит из введения, трех глав:

Глава I. «Краткое обоснование темы».

Глава II. «Схема опыта, материал и методики исследований».

Глава III. «Собственные эксперименты и полученные результаты» и выводов. В перечень использованной литературы входят 214 работ советских и 79 работ зарубежных авторов.

I. Схема опыта, материал, методики

Экспериментальная часть работы была выполнена на прудовой ферме Учебно-опытного хозяйства ТСХА и в аквариальной кафедры прудового рыбоводства ТСХА. Подопытными рыбами служили сеголетки зеркального карпа с разбросанной по телу чешуей, полученные от неродственных производителей.

Первый этап работы выполнялся в течение вегетационного периода 1967 г. Восемь опытных групп сеголетков выращивались на двух различных кормовых смесях — № 1 и № 2 (табл. 1) как с добавками тиамин, так и без них (табл. 2).

Сеголетки содержались в плавучих сетчатых садках, представлявших собой деревянные каркасы размером 150×150×50 см, обтянутые мелкой металлической сеткой.

Одинаковая конструкция садков, равная плотность посадки рыб, незначительная начальная дифференцировка их по весу, размещение всех садков в одном пруду, предопределяли единообразие условий обитания рыб во всех вариантах опыта.

В течение этого этапа работы проводились наблюдения над влиянием добавок в корм кристаллического тиамин на рост и химический состав тела сеголетков карпа; а также велся контроль за термическим и гидрохимическим режимами воды.

Второй этап работы выполнялся в течение осенне-зимнего

Таблица 1

## Характеристика кормосмесей №№ 1 и 2

Компоненты смеси № 1 (в %)		Компоненты смеси № 2 (в %)	
Люпин дробленый	10	Люпин дробленый	30
Шрот подсолнечниковый	19	Шрот подсолнечниковый	30
Отходы куколки тутового шелкопряда	2	Отходы куколки тутового шелкопряда	10
Кукуруза дробленая	21	Кукуруза дробленая	10
Отруби пшеничные	18	Отруби пшеничные	12
Ячмень дробленый	30	Ячмень дробленый	8

## Химический состав кормосмесей (в %)

про- теин	жир	зола	угле- воды	вода	про- теин	жир	зола	угле- воды	вода
20,8	3,1	4,1	58,6	13,4	33,4	4,4	5,0	44,1	13,1

Таблица 2

## Схема опыта

Вариант	№№ групп	Тип скормливаемой смеси
<b>I этап</b>		
I опытный . . . . .	1	Кормосмесь № 1+тиамин (1 мг/г смеси)
	2	
II контрольный . . . . .	3	Кормосмесь № 1
	4	
III опытный . . . . .	5	Кормосмесь № 2+тиамин (1 мг/г смеси)
	6	
IV контрольный . . . . .	7	Кормосмесь № 2
	8	
<b>II этап</b>		
I контрольный . . . . .	1	Контрольная казеино-крахмальная диета
	2	
II опытный . . . . .	3	То же без тиамина
	4	
III опытный . . . . .	5	То же без тиамина+В <sub>1</sub> -антивита- мин
	6	
IV опытный . . . . .	6	То же с массовой дозой тиамина

периода 1968—1969 гг. Шесть опытных групп сеголетков содержались на казеино-крахмальной диете с различной концентрацией тиамина, а также с добавлением В<sub>1</sub>-антивитамина (табл. 2). В диете источником белка служил казеин, углеводов — картофельный крахмал, жира — нерафинированное под-

солнечное масло, служившее также источником эссенциальных жирных кислот (витамины F) и растворителем для жирорастворимых витаминов. В рацион входила солевая смесь из 12 компонентов, включавшая в себя как макро-, так и микроэлементы, а также комплекс жирно- и водорастворимых витаминов (16 компонентов)\*. Соотношение питательных веществ в опытных диетах (в %): протеин — 33,96; жир — 4,08; зола — 3,93; углеводы — 58,03.

Сеголетки содержались в аквариумах, что обеспечивало достаточную чистоту опыта, обусловленную отсутствием посторонних донаторов тиамина и созданием идентичных условий для рыб в различных вариантах эксперимента.

В течение второго этапа опыта проводились наблюдения над влиянием освобожденной от тиамина диеты и диет с различным содержанием тиамина на рост сеголетков, клинической картиной экспериментального атаминоза, исследовались биохимические и физиологические показатели подопытных рыб, а также велся контроль за термическим и гидрохимическим режимами воды.

При проведении работ были использованы следующие методики. Характеристику термического и гидрохимического режимов воды давали по результатам измерений и анализов, проведенных по методикам, рекомендованным в пособии Г. Д. Полякова (1950).

Промеры производились на мерной доске с точностью до 1 мм, взвешивание — на медицинских весах с точностью до 0,1 г. Коэффициент упитанности рассчитывался по формуле Фультона, модифицированной во ВНИИПРХе.

Химический состав тела сеголетков (содержание воды, протеина, жира, минеральных веществ) анализировали по методикам, описанным Н. А. Лукашик и В. А. Тащилиным (1965).

Определение цист(e)ина, лизина, гистидина, аргинина, глицина, треонина, метионина, валина, фенилаланина, (изо)лейцина в протеине подопытных рыб проводилось методом одномерной распределительной хроматографии на бумаге, триптофана — по методике Graham et. al. (1947) в модификации Л. И. Горожанкиной (1952).

Определение содержания в мышцах рыб бисульфитсвязывающих веществ (в пересчете на пировиноградную кислоту) велось по методике Банерджи и Харрис (по М. Л. Петрунькину и А. М. Петрунькиной, 1951).

Концентрация тиамина в тканях рыб определялась тиохромным методом на электрофлуорометре ЭФ-3. Источником фосфатазы при ферментативной обработке проб служил препарат из мицелия *Aspergillus oryzae* — «оризин».

\* Препараты витаминов и их производные были любезно предоставлены нам во Всесоюзном научно-исследовательском витаминном институте.

Активность фермента триаминазы измерялась по методике Р. Н. Татарской и др. (1954) на препаратах очищенных от пищевых масс кишечников сеголетков.

Для изучения гематологических показателей у сеголетков брали кровь из хвостовой вены по методу Н. В. Пучкова (1941). Определяли следующие показатели: концентрацию гемоглобина (в гемометре Сали), лейкоцитарную формулу крови, эритропоэтический ряд. Лейкоцитарная формула крови определялась по методике, описанной Г. Г. Голодец (1955). При установлении стадий зрелости эритроцитов использовали классификацию, предложенную И. Н. Остроумовой (1957). Мазки крови и отпечатки срезов почек фиксировались метиловым спиртом и окрашивались по Гимза-Романовскому.

Определение интенсивности потребления кислорода подопытными рыбами проводили по методике, описанной в руководстве под ред. Е. Н. Павловского (1961).

Освобождение казеина и крахмала от тиамина производили по методикам, применяемым для этих целей во ВНИВИ и в Институте питания АМН СССР.

Материалы, полученные в ходе исследования, обработаны биометрически.

## 2. Результаты исследований

### 1. Влияние тиамина на рост сеголетков карпа.

Во всех случаях результаты анализа весовых характеристик показали, что добавление тиамина в рацион не оказывает статистически достоверного роста стимулирующего действия. В табл. 3 приводятся результаты статистической обработки весовых показателей рыб в период второго этапа исследований, когда расхождения между средними весами рыб различных вариантов опыта были наибольшими.

Таблица 3

Весовые показатели подопытных рыб (январь м-ц)

Показатели Варианты	$M \pm m$	$\sigma$	$K_v, \%$	$d \pm md$	$t_d$	$t_{0.05}$
I	14,5 ± 0,73	3,34	23,0	—	—	—
II	14,0 ± 0,75	3,37	21,0	-0,5 ± 1,04	0,48	2,0
III	14,0 ± 0,58	2,84	17,7	-0,5 ± 0,93	0,54	2,0
IV	14,3 ± 0,81	3,81	20,6	-0,2 ± 1,09	0,18	2,0

Полученные данные согласуются с результатами исследований U. Lieder (1965) и H. Aoe et al. (1967), показавшими, что инъектирование карпа тиамином или добавление его в корм, не дает заметного весового эффекта.

### 2. Клинические симптомы экспериментального атиаминоза

сеголетков.

В ходе второго этапа исследования удалось воспроизвести состояние экспериментального атмиминоза у подопытных сеголетков карпа, содержащихся как на диете, лишенной тиамина, так и на диете, содержащей антивитамины. Если биохимические и физиологические нарушения, свидетельствующие о развивающемся атмиминозе, были свойственны всем подвергшимся анализам экземплярам сеголетков II и III вариантов опыта, то клинически выраженный симптомокомплекс атмиминоза наблюдался у 32,5% и 50,0% подопытных рыб II и III вариантов опыта, соответственно.

Первые экземпляры сеголетков, проявившие синдром атмиминоза, были отмечены спустя 98 суток после начала эксперимента. У рыб, внешне совершенно здоровых, наблюдалось резкое прекращение питания, через некоторое время наступал паралич плавников, грудные плавники были судорожно разведены в стороны и неподвижны. Отмечалось глубокое нарушение координации движений — находясь в толще воды, рыбы совершали беспорядочные перемещения при аномальных положениях тела (вертикальное или брюшком вверх). Часть рыб, после проявления упомянутых нарушений, временно возвращалась к нормальному состоянию; затем симптомы атмиминоза повторялись в более резкой форме.

Антиаминозным сеголеткам была свойственна повышенная раздражимость. Характерно проявлялась реакция испуга: рыба совершала резкий рывок в сторону, переходящий в быстрое движение по кругу, вслед за тем почти всегда наступало шоковое состояние.

После пребывания в толще воды в течение нескольких часов рыбы с симптомами полиневрита опускались ко дну, большинство таких сеголетков проявляло явную фотофобию. Отмечалось ослабление мышечной деятельности и сильное замедление дыхательных движений (до 3—4 в минуту), рыбы сваливались набок, время от времени наблюдалась дрожь хвостовой части тела. В таком состоянии сеголетки пребывали от 4 до 12 часов, после чего наступала смерть.

В<sub>1</sub>-авитаминозные сеголетки карпа были более чувствительны к недостатку растворенного в воде кислорода, нежели сеголетки контрольного варианта опыта. При аварийных ситуациях в системе воздухоподачи и прекращении распыления воздуха в воде у авитаминозных рыб быстро наступало учащение дыхательных движений, они металась по аквариуму; некоторые особи впадали в состояние шока.

Единственным (по нашим наблюдениям) внешним проявлением развивающегося В<sub>1</sub>-авитаминоза у сеголетков карпа является депигментация кожи, свойственная всем подопытным рыбам II и III вариантов опыта. Сеголетки контрольного ва-



рианта имели зеленовато-сизый цвет тела, в то время как авитаминозные рыбы приобрели светло-желтую окраску. Депигментация была хорошо заметной уже в середине третьего месяца опыта, т. е. задолго до проявления острых клинически выраженных симптомов полиневрита и сохранялась до завершения эксперимента.

### 3. Результаты биохимических исследований

Химический состав тела сеголетков карпа, получавших с кормом добавки тиамин, заметно отличался от состава тела контрольных рыб. Во всех случаях отмечено увеличение содержания в теле рыб, получавших добавки тиамина, сухого вещества, а в сухом веществе — количества жира.

В течение первого этапа исследования наибольшее накопление сухого вещества и жира отмечалось в теле сеголетков, получавших более богатую углеводами кормосмесь № 1 с добавками кристаллического тиамина. Осенью в теле таких сеголетков содержалось на 4,10—4,64% жира и на 2,49—3,27% сухого вещества больше, чем в теле рыб контрольных групп.

Результаты второго этапа исследования показали, что прекращение поступления тиамина с пищей и истощение его запасов в организме вызывает оводнение тканей рыб, а также резкое сокращение или прекращение синтеза жира. Влияние тиамина на белковый и минеральный обмен менее значительно.

Недостаток витамина В<sub>1</sub> ведет к нарушениям обменных процессов в организме, что находит свое отражение в накоплении продуктов неполного окисления питательных веществ, среди которых основное место занимает пировиноградная кислота. В опыте эти продукты нарушенного обмена веществ определялись в мышцах рыб суммарно и пересчитывались на количество пировиноградной кислоты. Результаты анализов показали, что у сеголетков карпа при В<sub>1</sub>-авитаминозе наблюдается значительное накопление пировиноградной кислоты в тканях, подтверждающее, что и в организме карпа одной из основных функций тиамина является участие в реакции окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты, содержание которой в мышцах рыб, получавших контрольную диету и диету с массивной дозой тиамина, составило 0,40—0,48 мг/г, а в мышцах авитаминозных рыб — 0,91—1,60 мг/г.

За время эксперимента имело место некоторое изменение аминокислотного состава протеина подопытных сеголетков карпа (табл. 4).

В течение эксперимента наблюдалась тенденция к снижению в протеине тела карпа суммы незаменимых аминокислот по всем вариантам опыта, но в неодинаковой степени. Нан-

большей суммой незаменимых аминокислот в протеине тела обладали сеголетки, потреблявшие контрольный рацион. Различия содержания отдельных аминокислот, за исключением содержания цистина и триптофана, между вариантами опыта: находятся в пределах точности примененного метода определения.

Таблица 4  
Аминокислотный состав протеина тела карпа (в %)

Аминокислота	Начало опыта	Окончание опыта (по вариантам)			
		I	II	III	IV
Цист(е)тин	1,4	1,1	0,9	0,8	1,2
Лизин *	8,3	7,8	7,6	7,5	7,6
Гистидин *	2,5	2,2	2,1	2,0	2,3
Аргинин *	5,5	5,3	5,2	5,3	5,5
Глицин	5,0	4,2	4,1	4,2	4,1
Треонин *	4,9	5,1	4,8	4,9	4,9
Метионин *	3,1	3,2	3,0	3,1	3,4
Валин *	6,2	5,9	5,5	5,4	5,7
Фенилаланин *	5,7	4,9	5,0	4,9	4,8
(Изо)лейцин	10,8	11,6	11,8	11,6	11,7
Триптофан *	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2
Сумма незаменимых аминокислот	48,2	47,2	46,1	45,8	47,1

\* Незаменимые аминокислоты.

Понижение содержания цистина наблюдается в протеине тела рыб всех вариантов и, по-видимому, обусловлено содержанием цистина в корме. Однако тот факт, что в протеине тела рыб, не получавших витамина В<sub>1</sub> с пищей или получавших антивитамин, содержится соответственно на 18,2 и 27,3% цистина меньше, чем в контроле, можно объяснить только специфическим действием дефицита тиамина. Содержание триптофана в протеине тела В<sub>1</sub>-авитаминозных рыб было ниже, чем в контроле, на 8,3%, что также может быть отнесено только к действию дефицита тиамина на обмен аминокислот.

В течение второго этапа опыта определялось содержание тиамин в мышцах и гепатопанкреасе подопытных сеголетков карпа. В табл. 5 приводятся полученные результаты.

При воспроизведении экспериментального атиаминоза количество витамина В<sub>1</sub>, содержащееся в мышцах сеголетков, постепенно уменьшается и к моменту проявления клинически выраженного симптомокомплекса у многих особей не улавливается примененным методом определения; в то же время в гепатопанкреасе таких рыб еще сохраняется определенное количество тиамин (обычно порядка 0,4—0,6 мкг/г). Из данных табл. 5 видно, что значения уровней содержания витамина В<sub>1</sub> довольно сильно варьируют у различных особей, причем ва-

Таблица 5

Динамика содержания тиамина в гепатопанкреасе и мышцах сеголетков  
карпа (мкг В/г сырой ткани)

Показатель Варианты	Начало опыта			Проявление авитаминоза						Завершение опыта					
	$M \pm m$	$\sigma$	$K_v$ (%)	$M \pm m$	$\sigma$	$K_v$ (%)	$d \pm md$	$td$	$t_{0.05}$	$M \pm m$	$\sigma$	$K_v$ (%)	$d \pm md$	$td$	$t_{0.05}$
I				$1,77 \pm 0,07$	0,32	18,1	—	—	—	$1,79 \pm 0,08$	0,39	22,0	—	—	—
				$0,59 \pm 0,05$	0,25	43,0				$0,66 \pm 0,06$	0,29	44,5			
II				$1,18 \pm 0,05$	0,24	20,0	$-0,50 \pm 0,086$	6,8	2,0	$0,88 \pm 0,07$	0,30	34,0	$-0,91 \pm 0,11$	8,5	2,0
	$1,62 \pm 0,06$	0,32	20,0	$0,19 \pm 0,02$	0,10	52,0	$0,40 \pm 0,057$	7,0		$0,05 \pm 0,007$	0,03	60,0	$0,61 \pm 0,06$	10,0	
III				$1,10 \pm 0,048$	0,15	14,6	$-0,77 \pm 0,084$	9,1	2,0	$0,61 \pm 0,04$	0,12	19,0	$-1,18 \pm 0,09$	13,0	2,0
	$0,53 \pm 0,05$	0,26	49,2	$0,11 \pm 0,032$	0,09	87,2	$0,48 \pm 0,062$	7,7		$0,05 \pm 0,01$	0,04	86,0	$0,61 \pm 0,06$	10,0	
IV				$1,94 \pm 0,159$	0,48	24,6	$0,17 \pm 0,173$	0,9	2,0	$1,94 \pm 0,13$	0,41	21,0	$0,15 \pm 0,15$	1,0	2,0
				$0,66 \pm 0,106$	0,32	48,4	$0,07 \pm 0,118$	0,6		$0,78 \pm 0,09$	0,30	38,2	$0,12 \pm 0,11$	1,1	

Примечание: в числителе характеристики по гепатопанкреасу, в знаменателе — по мышцам.

Динамика активности фермента тиаминазы подопытных сеголетков карпа  
(в мкг витамина В<sub>1</sub> расщепленных 1 г сырой ткани за 1 час)

Показатель Варианты	Начало опыта			Проявление авитаминоза						Завершение опыта					
	M±m	σ	K <sub>v</sub> (%)	M±m	σ	K <sub>v</sub> (%)	d±md	td	t <sub>0-95</sub>	M±m	σ	K <sub>v</sub> (%)	d±md	td	t <sub>0-95</sub>
I				35,37±0,95	2,97	8,4	—	—	—	36,93±0,52	1,66	4,5	—	—	—
II	34,71±0,60	1,92	5,5	34,36±0,48	1,49	4,3	-1,0±1,05	0,95	2,1	34,13±0,47	1,50	4,4	-2,8±0,70	4,0	2,1
III				34,71±0,64	1,97	5,6	-0,7±1,15	0,60	2,1	34,09±0,97	3,04	8,9	-2,8±1,10	2,5	2,1
IV				90,2±1,20	3,80	4,2	55,2±1,52	36,20	2,1	91,45±0,73	2,40	3,1	54,5±1,05	54,0	2,1

риации содержания тиамин в мышцах сеголетков гораздо шире, чем таковые для гепатопанкреаса.

Содержание тиамин в исследованных тканях уменьшалось в ходе опыта у сеголетков II и III вариантов, а у сеголетков I и VI вариантов осталось практически на том же уровне, что и в начале исследования.

Особый интерес представляют результаты исследований по содержанию витамина  $B_1$  в мышцах и гепатопанкреасе подопытных сеголетков карпа IV варианта опыта, где доза тиамин, вносимого в рацион рыб, в тысячи раз превышала дозу контрольной диеты; одной из целей постановки этого варианта опыта было определение «потолка насыщения» организма карпа тиаминном.

Статистическая обработка результатов анализов показала, что содержание тиамин  $B_1$  в гепатопанкреасе и мышцах сеголетков, содержащихся на диете с массивной дозой тиамин, достоверно не отличается от содержания тиамин  $B_1$  в соответствующих тканях рыб контрольного варианта опыта. Отсюда можно сделать вывод о том, что сеголетки карпа не способны к более или менее значительной аккумуляции тиамин в организме при наличии огромных доз тиамин в корме и уже содержание тиамин в рационе порядка 1 мкг/г практически обеспечивает «поголок насыщения» тиаминном  $B_1$  исследованных тканей рыб.

Одной из особенностей карповых рыб является наличие в их организме фермента тиаминазы, расщепляющего молекулу тиамин на два фрагмента — пиримидиновую и тiazоловую части. В начале опыта активность тиаминазы кишечника сеголетков карпа составляла 32,4—36,8 мкг  $B_1$  1 г ткани за 1 час. Динамика активности фермента представлена в табл. 6. Из приведенных показателей явствует, что активность тиаминазы была неодинаковой в различных вариантах опыта. Наиболее резко от контроля отличалась активность тиаминазы рыб IV варианта опыта, где анализы показали резкое увеличение активности фермента (до 88,6—95,3 мкг  $B_1$ /г час) у сеголетков, получавших массивную дозу тиамин. Так как содержание тиамин  $B_1$  в теле этих рыб не превышало показателей контроля, можно предполагать, что те большие количества тиамин  $B_1$ , которые поступали в организм этих рыб с кормом, выводились из организма и, возможно, в какой-то мере разрушались тиаминазой, активность которой резко возросла. Клинически выраженных явлений гипервитаминоза среди подопытных сеголетков карпа IV варианта опыта не отмечалось в течение всего времени эксперимента. Снижение активности тиаминазы у сеголетков II и III вариантов опыта по сравнению с контролем к концу эксперимента статистически достоверно, но в количественном выражении невелико.

#### 4. Физиологические показатели подопытных рыб

В ходе определения интенсивности потребления кислорода поведение помещенных в респирометры  $B_1$ -авитаминозных рыб на протяжении 2,5—3 часов опыта не отличалось от поведения контрольных сеголетков, помещенных в такие же сосуды. Но в дальнейшем отмечалось усиление двигательной активности авитаминозных рыб, они безостановочно металась в сосуде, дыхательные движения были очень учащенными, в то время, как поведение контрольных сеголетков оставалось таким же, как и в начале опыта. Измерения показали, что интенсивность потребления кислорода авитаминожными сеголетками карпа была намного выше (136—154 мл  $O_2$ /кгчас), нежели контрольными рыбами (112—116 мл  $O_2$ /кгчас); что, вероятно, и объясняет наблюдавшуюся в течение опыта большую требовательность авитаминозных рыб к количеству растворенного в воде кислорода.

Результаты гематологических исследований показали, что концентрации гемоглобина у рыб всех вариантов опыта находилась в пределах нормы. По величине концентрации гемоглобина сеголетки карпа, не получавшие с диетой тиамин или получавшие  $B_1$ -антивитамины, достоверно не отличались от контрольных сеголетков.

Интенсивность эритропоэза у подопытных карпов была различной. Наибольшее количество незрелых эритроцитов отмечено на отпечатках срезов почек рыб IV варианта опыта, потреблявших диету, перегруженную тиаминном — 46,0% (при 37,5—39,0% в контроле). У авитаминозных сеголетков активность кроветворения заметно понижена и на отпечатках срезов почек было лишь 11,6—13,5% (вариант II) и 13,7% (вариант III) незрелых клеток. Если на отпечатках срезов почек обнаружены клетки эритропоэтического ряда всех стадий зрелости, в периферической крови рыб найдены лишь более зрелые формы клеток — базофильные, полихроматофильные и зрелые эритроциты (в крови рыб IV варианта обнаружено 0,2% нормобластов). На мазках периферической крови между количеством зрелых и незрелых эритроцитов у рыб различных вариантов также заметно, хотя и менее ярко выраженное, различие. В периферической крови рыб I и IV вариантов содержание незрелых форм эритроцитов составляло соответственно 6,5—7,8% и 9,8%, а в крови рыб II и III вариантов — 3,9—5,6% и 5,8%.

Лейкоцитарная формула крови  $B_1$ -авитаминозных рыб резко отличалась от таковой у контрольных рыб. Если в контроле состав лейкоцитарной формулы находился в пределах нормы, то у сеголетков, не получавших с пищей тиамин или получавших антивитамины, констатировано уменьшение содержания лимфоцитов и резкое увеличение содержания моноцитов и по-

лимфоноядерных клеток. Содержание лимфоцитов в контроле 87,8—89,6%, в варианте II—58,1—59,8%, в варианте III—57,1%. Количество моноцитов повысилось у авитаминозных рыб в 4 с лишним раза против контроля, содержание полиморфоноядерных клеток — в 2—3 раза.

Наблюдаемые в вариантах II и III отклонения лейкоцитарной формулы крови рыб от нормы, по-видимому, свидетельствуют о патологических изменениях в организме рыб.

Статистическая обработка гематологических показателей подопытных сеголетков показала достоверность всех отмеченных выше различий между вариантами опыта.

### 5. О величине потребности сеголетков карпа в витамине В<sub>1</sub>

Потребность животных в тиамине не остается постоянной, а варьирует в зависимости от ряда факторов: температуры окружающей среды, возраста, состава рациона и т. д.

В результате наших опытов установлено, что «поролок насыщения» организма сеголетков карпа тиаминном, определенном в варианте с применением гипервитаминизированной диеты, практически обеспечивается уже уровнем содержания витамина В<sub>1</sub>, равным 0,7—1 мкг на 1 г корма (концентрация тиамина в диете контрольного варианта опыта). О достаточности такой дозы свидетельствует и низкое содержание в мышцах контрольных рыб бисульфитсвязывающих веществ, достоверно не отличающееся от такового в IV варианте опыта.

Следовательно, потребность сеголетков карпа в тиамине не выше упомянутых цифр. Принимая во внимание то, что тиамин из гранул корма вымывался уже через 1 час на 30%, через 3 часа — на 70%, а время поедаемости корма равнялось 2—3 часам, можно полагать, что потребность сеголетков в тиамине ниже 0,7 мкг витамина на 1 г корма. Это подтверждается тем фактом, что резервная группа рыб, потреблявшая корм, содержащий в 1 г 0,4—0,5 мкг витамина В<sub>1</sub>, еще не проявляла никаких признаков недостаточности тиамина.

Таким образом, результаты наблюдений, физиологических и биохимических исследований дают основание считать, что потребность сеголетков карпа в тиамине в условиях нашего опыта выражается десятками долями мкг на 1 г примененной диеты (не более 0,5—0,7 мкг В<sub>1</sub>/г корма).

### Выводы

1. Организм сеголетков карпа нуждается в поступлении с кормом витамина В<sub>1</sub>. Отсутствие этого витамина вызывает у рыб явления авитаминоза.

2. Сеголетки карпа, в отличие от теплокровных животных,

довольно устойчивы к отсутствию тиамин в диете, первые особи с клинически выраженными симптомами атнаминоза были отмечены спустя 98 суток после прекращения поступления тиамин с пищей.

3. В клинической картине В<sub>1</sub>-авитаминоза у сеголетков карпа доминируют явления полиневрита (нарушение координации движений, судороги, паралич).

4. Добавки тиамин в корм не оказывают заметного рост-стимулирующего действия на сеголетков карпа.

5. Сеголетки карпа не способны к аккумуляции тиамин при содержании массивных доз последнего в рационе.

6. Значительные перегрузки диеты сеголетков карпа тиамин не вызывают клинически выраженных симптомов гипертитаминоза.

7. Отсутствие тиамин в диете сеголетков ведет к изменению обмена веществ в организме, выражающимся в увеличении содержания в теле рыб продуктов неполного окисления питательных веществ, ухудшении аминокислотного состава протенина тела, уменьшении общего содержания протенина и жира, увеличении количества воды в организме. Наиболее заметное влияние тиамин оказывает на интенсивность жириноаккумуляции, которая резко понижается при отсутствии тиамин.

8. Отсутствие тиамин ведет к изменениям некоторых физиологических показателей рыб: угнетению интенсивности кроветворения, резкому изменению лейкоцитарной формулы крови, выражающемуся в уменьшении количества лимфоцитов и повышении содержания фагоцитирующих клеток; повышению в 1,3—1,4 раза интенсивности дыхания и, как следствие, более высокой чувствительности к дефициту растворенного в воде кислорода.

9. Ориентировочная потребность сеголетков карпа в тиамине, определенная в условиях нашего опыта — 0,5—0,7 мг В<sub>1</sub> на 1 кг примененной диеты.

10. При низком содержании жира в теле сеголетков карпа в конце вегетационного периода может быть рекомендован обогащенный углеводами и содержащий повышенное количество тиамин рацион. Это изменение рациона вызовет активизацию процессов жириноаккумуляции, т.к. тиамин; по нашим данным, является решающим фактором, обеспечивающим синтез жира в организме сеголетков карпа.

По диссертационной теме опубликованы следующие работы:

1. Влияние витамина В<sub>1</sub> (тиамин) на некоторые физиологические показатели сеголетков карпа. Доклады ТСХА, вып. 157, 1970.

2. Роль тиамин в организме сеголетков. Ж. «Рыбоводство и рыболовство» № 1, 1970.



ГУСЕВ: Евгений *Васильевич* *Евгеньевич*

---

Л 48153 11/II—71 г.      Объем 1 п. л.      Заказ 203.      Тираж 150

---

Типография Московской с.-х. академии имени К. А. Тимирязева  
Москва, А—8, Тимирязевская ул., 44

