

УДК 639.311.043.13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМА И РОСТ СЕГОЛЕТКОВ ТИЛЯПИЙ И КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Ю. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ, В. А. ВЛАСОВ
(Кафедра прудового рыбоводства)

Эффективность работы рыбоводных хозяйств, использующих теплые сбросные воды электростанций, в значительной мере определяется правильным подбором видов рыб, положительно реагирующих на сравнительно высокую температуру сбросных вод и хорошо оплачивающих корм. В этом плане весьма перспективны рыбы из рода тилляпий.

Как правило, повышение температуры воды до определенного уровня способствует ускорению темпа роста рыб. Но это возможно лишь при полном удовлетворении физиологической потребности рыб в пище и наличии благоприятных гидрохимических условий.

Наивысшая скорость роста у карпа, получавшего высокобелковый рацион, была при температуре воды 29—30°, а низкобелковый — при 26—27° [1]. Максимальные рост и суточный рацион у молоди тилляпий отмечены при температуре воды 31°, а наивысшая эффективность использования корма — при 25° [3].

Температура воды оказывает существенное влияние и на эффективность использования рыбами кормов. Снижение или повышение ее вызывает изменения объема рациона, полноты усвоения корма, а также распределения обменной энергии на поддерживающий и продуктивный обмен.

Скорость роста рыб снижается, если при повышении температуры воды объем рациона остается прежним. Это объясняется тем, что при более высокой температуре усиливается поддерживающий и ослабляется продуктивный обмен [6, 7].

Увеличение количества потребляемого корма выше оптимального уровня, так же как и его снижение при одинаковой температуре воды приводят к повышению затрат корма на единицу прироста рыб [3, 4]. Вместе с тем при избыточном кормлении рыб повышение температуры воды вызывает снижение затрат корма в результате увеличения его усвояемости [6].

Данная работа посвящена изучению влияния различной температуры воды на рост сеголетков тилляпий и карпа, а также на эффективность использования рыбами корма. Она является продолжением исследований, проводимых кафедрой прудового рыбоводства Тимирязевской академии в 1971—1977 гг. Объектом изучения является рыба, выращиваемая в садках, установленных в водоемах-охладителях Черепетской и Новорязанской ГРЭС.

Постановка опытов в аквариумах вызвана необходимостью проведения исследований в строго контролируемых условиях, которые позволили выявить некоторые закономерности роста и обмена веществ у изучаемых рыб при различной температуре воды.

Условия и методика исследования

Опыты проводили в 85-литровых аквариумах. Для очистки воды от экскрементов рыб аквариумы были оснащены эрлифтами с гравийными фильтрами, а для поддержания высокого содержания кислорода — микрокомпрессорами типа МК-2. Необходимая температура воды в аквариумах поддерживалась с помощью электронагревателей: в опыте 1 — 20 и 28°; в опыте 2 — 18; 22 и 26°.

Подопытный посадочный материал (сеголетки тилапий и карпа) получен от одних пар производителей, до опыта он выращивался отдельно по видам в аналогичных экологических условиях.

Перед посадкой на опыт рыбы были индивидуально помечены. Карпов метили посредством отсечки лучей различных плавников, а тилапий — методом введения под кожу краски, что позволило вести индивидуальный контроль за ростом и поведением рыб.

Опыт 1 проходил в 2 этапа, опыт 2 — в 3. В обоих опытах на первом, подготовительном, этапе рыба должна была адаптироваться к новым условиям обитания и к потреблению задаваемого корма. На втором этапе изучалось влияние различной температуры воды на интенсивность роста рыб и эффективность использования заданного корма. В опыте 2 на третьем этапе рыбу не кормили, что позволило установить интенсивность потери массы и различия в характере расходования питательных веществ тела рыб при разной температуре воды.

Кормили рыб ежедневно 5—6 раз в сутки, кроме воскресенья. Суточная дача корма колебалась от 4 до 6% от массы рыб в зависимости от температуры воды. Такой уровень кормления был принят за оптимальный на основании данных, полученных нами в предварительных опытах на сеголетках карпа. Рацион карпа и тилапий не различался. Кормили рыб гранулированным форелевым комбикормом, приготовленным на Вороновском комбикормовом заводе по рецепту ГосНИОРХ № 114-1. Состав комбикорма (%): ячмень — 21, рыбная мука — 45, мясо-костная мука — 13, кормовые дрожжи — 15, мелясса — 3. Каждый килограмм комбикорма обогащался 10 г витаминного премикса. Содержание протеина в комбикорме составляло 44,7%, жира — 10,6, углеводов — 21,7, минеральных веществ — 13,5%, среди витаминов были А₁, В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, В₁₂, К, Е, С и Д. Диаметр гранул 3,5 мм.

В процессе исследований вели наблюдения за поведением рыб и термическим режимом аквариумов. Контролировали изменения массы рыб в период выращивания и голодания. Определяли химический состав тела рыб в различные периоды опыта по методикам, описанным Н. А. Лукашиком и В. А. Тащиным [2]. Проводили расчеты эффективности использования комбикорма. Данные прироста массы рыб и их химического состава обработаны биометрически по Плохинскому [5].

Результаты исследования

Опыт 1 проводили в шести аквариумах с 15 декабря 1975 г. по 25 января 1976 г. на сеголетках тилапия мозамбика (*Tilapia mosambica* P.). Схема опыта представлена в табл. 1. В каждом аквариуме было по 10 рыб. Содержание кислорода в воде в течение опыта поддерживалось на уровне 4,5—8,5 мг/л, количество свободной углекислоты не превышало 0,7 мг/л. Другие показатели гидрохимического режима (рН, окисляемость, щелочность, общая жесткость, содержание сульфатов и хлоридов) в аквариумах были сходными и находились в пределах нормативных требований.

В 1-м варианте (t воды 20°, суточная дача корма 5% от массы рыб) за 30 дней выращивания масса тилапий возросла на 7,7—14,0%, среднесуточный прирост составил 44—55 мг. Следует отметить, что у более

мелких тилляпий 2-го аквариума темп роста был выше, чем у их сверстников из 1-го и 3-го аквариумов (табл. 1).

Во 2-м варианте (t воды 28° , суточная дача корма 6%) скорость роста рыб была значительно выше, чем в 1-м варианте: здесь масса тилляпий за тот же период выращивания увеличилась на 31,0—33,3%, среднесуточный прирост их составил 139—174 мг. Различия в среднесуточных приростах рыб этих вариантов высокодостоверны ($P < 0,001$).

Т а б л и ц а 1

Схема опыта 1 и его результаты

Показатель (n-10)	Вариант 1			Вариант 2		
	аквариумы					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	20	20	20	28	28	28
Суточная дача корма, % от массы рыб	5	5	5	6	6	6
Общая масса рыб, г:						
в начале опыта	150,4	93,4	132,1	108,2	128,3	98,0
в конце опыта	162,7	107,8	143,7	151,7	173,6	134,2
Увеличение массы рыб, %	7,7	14,0	8,0	33,3	31,3	31,0
Среднесуточные приросты одной рыбы, мг	47	55	44	167	174	139
Кормовой коэффициент	4,0	3,8	4,1	1,8	2,0	1,9

Тилляпии, выращиваемые при температуре воды 28° , более энергично потребляли задаваемый корм и эффективнее его использовали, что отразилось и на величине кормового коэффициента: во 2-м варианте он составил в среднем 1,9, в 1-м — 3,9.

Рыба, содержащаяся в аквариумах, где температура воды поддерживалась на уровне 20° , постоянно недоедала часть внесенного корма, что и привело к повышению кормового коэффициента. Вполне очевидно, что суточная дача корма для тилляпий при такой температуре воды должна быть значительно ниже.

Тилляпии, выращиваемые при разном температурном режиме, различались по относительной массе некоторых внутренних органов и химическому составу тела. У рыб 1-го варианта масса сердца составила 0,17%, печени — 4,5 и кишечника — 3,7%, у тилляпий 2-го варианта — соответственно 0,14; 2,8 и 2,9%. Более низкая относительная масса внутренних органов у рыб, выращенных при более высокой температуре воды, объясняется тем, что при интенсивном росте скорость прироста мускульной и костной ткани тела опережает скорость прироста внутренних органов.

Содержание воды в теле тилляпий во 2-м варианте составило 74,4%, протеина — 18,0, жира — 5,2 и минеральных веществ — 2,1%, в 1-м варианте содержание протеина было ниже (разница 1,1%), а жира выше (разница 1,0%).

На основании полученных результатов можно заключить, что для поддержания высоких среднесуточных приростов и эффективного использования корма сеголетков тилляпий необходимо выращивать в теплой воде при температуре, близкой к 28° . В условиях нечерноземной зоны СССР для этих целей можно с успехом использовать сбросные теплые воды энергетических объектов.

Опыт 2 проводили в 3 аквариумах со 2 января по 16 апреля 1977 г. Каждый аквариум посредством рамок, обтянутых капроновой сеткой диаметром 10 мм, был разделен пополам на 2 секции (а и б). В секциях а выращивали сеголетков карпа, а в секциях б — сеголетков тилляпий. При таком содержании оба вида рыб находились в одинаковых

термических и гидрохимических условиях. Это позволило изучить влияние различной температуры воды (18, 22 и 26°) на темп роста рыб, эффективность использования ими корма, а также установить затраты обменной энергии на поддержание жизненных функций рыб при абсолютном одинаковых абиотических и биотических условиях.

Содержание кислорода и свободной углекислоты в аквариумах было сходным. Первый показатель колебался в пределах 4,2—7,6 мг/л, второй не поднимался выше 14,7 мг/л, что говорит о вполне благоприятном газовом режиме для выращивания подопытных рыб.

Карпы и тилляпии с первых дней эксперимента охотно потребляли форелевый комбикорм, однако запланированную норму корма и в короткий срок (в течение 1—2 мин) они стали потреблять на 5-й день подготовительного периода. Отмечено, что тилляпии предпочитают захватывать плавающие гранулы комбикорма, нежели лежащие на дне аквариума. Карпы берут гранулы, находящиеся или в толще воды или на дне аквариума.

Рыбы, выращиваемые при более высокой температуре воды, отличались большей двигательной активностью и энергичнее потребляли задаваемый комбикорм. Особенно подвижны карпы.

При повышенной температуре воды ускорилось развитие тилляпий. Так, к концу выращивания тилляпии, содержащиеся в 3-м аквариуме при температуре воды 26°, имели характерную для взрослых особей окраску тела и плавников, чего нельзя сказать про рыбу в других аквариумах.

Данные табл. 2 показывают, что с повышением температуры воды и количества задаваемых кормов скорость роста карпов и особенно тилляпий увеличивалась. За 60 дней выращивания масса карпов, содержащихся при температурах воды 18, 22 и 26°, возрастала соответственно на 84,4; 119 и 130%. Среднесуточные приросты при температуре

Т а б л и ц а 2

Схема опыта 2 и его результаты

Показатель	Аквариумы					
	1а	2а	3а	1б	2б	3б
	карпы			тиляпии		
В период выращивания (10 января — 11 марта)						
Температура воды, °С	18	22	26	18	22	26
Суточная дача корма, % от массы рыб	4	5	6	4	5	6
Количество рыб, шт.	7	7	7	5	5	5
Общая масса рыб, г:						
в начале кормления	91,6	72,4	91,1	66,2	57,8	44,6
в конце кормления	167,1	159,2	209,3	97,7	138,0	150,1
Прирост массы рыб, г	75,5	86,8	118,2	31,5	80,2	105,5
Среднесуточные приросты одной рыбы, мг	180	207	281	94	240	352
Всего скормлено корма, г	151,0	182,6	264,0	140,0	167,4	200,1
Кормовой коэффициент	2,0	2,24	2,23	4,44	2,09	1,89
В период голодания (18 марта — 16 апреля)						
Температура воды, °С	18	22	26	18	22	26
Количество рыб, шт.	7	7	7	5	5	5
Общая масса рыб, г:						
перед голоданием	168,2	162,3	212,6	99,1	140,1	152,5
после голодания	155,9	145,2	190,7	96,2	132,5	142,7
Потеря массы, %	7,3	10,6	10,3	3,3	5,4	6,4
Среднесуточные потери массы рыб, мг	61	84	108	23	52	67
Затраты обменной энергии на поддержание жизни, %	25,3	28,8	27,8	19,6	17,8	16,0

воды 18° составили 180 мг, а при температуре 22 и 26° они были на 15,0 и 50,1% выше. У тилляпий за этот же период выращивания при температуре 18, 22 и 26° и тех же рационах масса увеличилась соответственно в 1,47; 2,39 и 3,37 раза, их среднесуточные приросты составляли 94; 240 и 352 мг.

Тилляпии по скорости роста уступали карпам лишь при температуре воды 18°, при двух других режимах они существенно их превосходили. Так, при температуре воды 26° среднесуточный прирост тилляпий был на 25,3% выше, чем у карпа. По-видимому, при более высокой температуре это различие было бы еще более значительным.

Таблица 3
Химический состав тела карпов (%)

Аквариум	Вода	Протеин	Жир	Минеральные вещества
Перед выращиванием (10 января)				
	75,0 ± 0,17	17,3 ± 0,10	4,8 ± 0,07	2,8 ± 0,02
После выращивания (11 марта)				
1а	74,0 ± 0,72	17,2 ± 0,13	5,8 ± 0,07	2,7 ± 0,04
2а	74,0 ± 0,37	17,0 ± 0,15	6,0 ± 0,06	2,8 ± 0,03
3а	73,5 ± 0,57	17,0 ± 0,20	6,4 ± 0,11	2,7 ± 0,02
После голодания (16 апреля)				
1а	74,9 ± 0,83	17,4 ± 0,07	4,7 ± 0,09	2,8 ± 0,03
2а	74,7 ± 0,51	17,2 ± 0,17	4,7 ± 0,05	2,9 ± 0,02
3а	74,2 ± 0,93	17,3 ± 0,13	4,9 ± 0,14	2,9 ± 0,02

Таблица 4
Среднесуточные потери массы и питательных веществ молодью карпа за период голодания

Аквариум	Массы	Протеина	Жира	Минеральных веществ
В мг				
1а	61	8,9	6,9	0,6
2а	84	13,9	17,1	0,8
3а	108	15,4	22,4	1,0
В мг на 1 кг массы рыбы				
1а	2641	385	302	25
2а	3818	585	779	39
3а	3737	536	729	34

Наблюдалась прямая коррелятивная связь между температурой воды и скоростью роста рыб, с одной стороны, и жиронакоплением — с другой (табл. 3). С повышением среднесуточных приростов у карпов увеличивалось отложение жира. У карпов, выращенных во 2-м и 3-м аквариумах, содержалось достоверно больше ($P=0,05$) жира в организме, чем у карпов из 1-го аквариума. По другим показателям химического состава тела карпов достоверных различий не обнаружено. В процессе роста карпов содержание воды и протеина в их теле снизилось, а количество жира возросло.

Одним из важных экономических показателей при выращивании рыбы являются затраты корма, которые в себестоимости товарной рыбы, выращенной в садках или бассейнах, занимают 60 и более процентов. Поэтому необходимо добиваться повышения эффективности использования кормов. В данном опыте карпы и тилляпии достаточно эффективно использовали форелевый комбикорм. Это обусловлено высокой питательностью данного комбикорма, кроме того, потери питательных веществ комбикорма в воде были сведены до минимума в результате многократного и нормированного кормления рыб. Исключение составил аквариум 1б, где корм полностью не поедался, поскольку тилляпии при данной температуре воды (18°) физиологически не могли потребить заданный объем корма.

При более высокой температуре тилляпии эффективнее использовали корм, чем карпы. Так, при температуре 26° кормовой коэффициент у первых составил 1,89, у последних — 2,23. Эффективность использования корма карпами при повышении температуры с 18 до 22° снижалась, а при дальнейшем повышении этот показатель не изменялся. Изменения величины кормового коэффициента в данном опыте связаны не только с влиянием температурного режима, но и с различиями в дозах корма.

Для того, чтобы установить влияние каждого фактора в отдельности на рост рыбы, после первого этапа выращивания ее еще 29 дней содержали в тех же аквариумах и при таких же температурах воды, но без пищи. Это дало возможность установить затраты энергии на поддержание жизненных функций у рыб.

В период голодания потери массы у карпов достигали 108 мг, у тилапий — 67 мг (табл. 2). Масса рыбы уменьшалась в прямой зависимости от температуры воды. Так, в пересчете на 1 кг массы при температуре воды 18° карпы ежедневно теряли 2,64 г, а при повышении температуры до 26° — 3,74 г, тилапии — 1,17 и 2,27 г. За 29 дней голодания масса карпов уменьшилась от 7,3 до 10,6%, а тилапий — от 3,9 до 6,4%.

Несмотря на то что у карпов, содержащихся при температуре 26°, абсолютные потери массы были наибольшие, в процентном отношении они теряли меньше, чем их сверстники из 2-го аквариума. Это обусловлено их большей индивидуальной массой.

На основании результатов химического анализа тела карпов рассчитан расход питательных и минеральных веществ за период голодания (табл. 4).

Данные табл. 4 показывают, что в период голодания карпы получали энергию в основном в результате расщепления запасных жиров и частично резервов белка. Особенно интенсивно жир расходовался у карпов, содержащихся при более высокой температуре. При температуре воды 18° с потерей каждые 100 г у карпов расходовалось 11,3 г жира, а при температуре 26° — 20,7 г. Расход минеральных веществ был незначительный, этот показатель находился в прямой зависимости от потери массы.

Различия в расходовании резервных питательных веществ в период голодания можно объяснить неодинаковой двигательной активностью рыб. Карпы на протяжении всего опыта были подвижнее, чем тилапии, у них поддерживался более высокий уровень основного обмена, а поэтому они больше расходовали энергии на поддержание жизненных функций.

Основываясь на показателях поддерживающего обмена, измеренного величиной среднесуточных потерь массы рыб в период голодания, и продуктивного обмена, определенного величиной среднесуточных приростов массы в период выращивания рыб, можно объяснить некоторые вопросы, связанные с различной эффективностью использования применяемого в опыте корма.

Очень важно, чтобы обменная энергия при выращивании рыбы расходовалась большей частью на продуктивный обмен, так как с повышением доли продуктивного обмена и уменьшением поддерживающей эффективности использования корма возрастает.

При выращивании карпов при температуре 18° на поддержание жизненных функций расходовалось 25,3% обменной энергии, при этом кормовой коэффициент равнялся 2. Карпам, выращиваемым при более высоких температурах, задавали больше корма, соответственно затраты обменной энергии на поддержание жизни у них были выше — 28,8 и 27,8%. Этим и обусловлен более высокий кормовой коэффициент у карпов во 2-м и 3-м аквариумах.

При выращивании тилапий в тех же условиях затраты обменной энергии у них были меньше (на 5,7—11,8%), чем у карпов. С повышением температуры воды до 26° и дачи кормов с 4 до 6% они снизились с 19,6 до 16,0%, при этом эффективность использования корма возросла и была выше, чем при выращивании карпа. Исключение составил 1-й аквариум, где кормовой коэффициент был высоким — 4,44, что связано с неполным поеданием корма при низкой температуре воды.

Таким образом, повышение температуры воды обуславливает увеличение затрат обменной энергии на поддержание жизненных функций рыб, что вызывает снижение эффективности использования корма.

Эффективность использования корма при увеличении температуры воды можно повысить, увеличивая дачу кормов до того уровня, при котором доля обменной энергии, идущей на продуктивный обмен, будет возрастать, а на поддерживающий — снижаться, о чем свидетельствуют результаты выращивания тилапий.

Выводы

1. Для интенсивного роста тилапий необходима более высокая температура воды, чем для карпа. Сеголетки тилапий опережают сеголетков карпа по скорости роста и оплате корма при температуре воды, превышающей 22°. При более низкой температуре лучшие показатели получены при выращивании карпов.

2. Увеличение скорости роста сеголетков карпа, обусловленное повышением температуры воды и дачи кормов, приводит к усиленному накоплению в организме рыб запасного жира.

3. В процессе голодания при температуре воды 18° сеголетки карпа намного быстрее расходуют жир, нежели белок. При повышении температуры расход белка возрастает.

4. Тилапии, выращиваемые при температуре 18—26°, затрачивают на поддержание жизненных функций значительно меньше обменной энергии, чем карпы.

5. При повышении температуры воды с 18 до 26° у сеголетков тилапий и карпа увеличиваются затраты обменной энергии на поддержание жизненных функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дикушникова Ф. С., Корнеев А. Н., Фарберов Б. Г. К вопросу об оптимизации температурного режима при выращивании карпа индустриальными методами. Тр. ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1976, т. 13, с. 13—20. — 2. Лукашик Н. А., Ташилин В. А. Зоотехнический анализ кормов. М., «Колос», 1965. — 3. Миронова Н. В. Изменения энергетического баланса тилапии в зависимости от температуры воды и рациона. «Вопр. ихтиол.», 1976, т. 16, вып. 1, с. 135—145. — 4. Остроумо-

ва И. Н. Зависимость усвояемости гранулированного корма от условий содержания и от суточных норм кормления двухлетков форели. «Изв. НИИоз. и реч. рыб. хоз-ва», 1976, т. 113, с. 2—67. — 5. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М., «Колос», 1969. — 6. Brett I. R., Higgs D. A. "J. Fish. Res. Board Canada", 1970, vol. 27, N 10, p. 36—41. — 7. Gerking S. D. "Joolodu", 1972, vol. 44, à 1, p. 113—118.

Статья поступила 23 марта 1978 г.

SUMMARY

Growing young *Tilapia* and carps under aquarian conditions at water temperature 18—28° allowed to establish that at temperature higher than 22° *Tilapia* surpass carps in the rate of growth and food conversion ratio; at lower temperature these characteristics were better in carp.

Carps spend more metabolic energy to maintain their life than *Tilapia*. At water temperature 18—26° and daily fodder rate not higher than 4—6% of their mass, carps spent 25.3—27.8% of metabolic energy, while *Tilapia* 19.6—16.0%.

Higher water temperature causes higher expenses of metabolic energy for maintaining vital functions in fish, which reduces the efficiency of fodder use.