

УДК 639.3.05

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТИЛЯПИИ НА ТЕХНИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕПЛЫХ ВОДАХ

Ю. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ
(Кафедра прудового рыбоводства)

В статье рассматриваются результаты работ с новым объектом отечественного рыбоводства — рыбами рода *Tilapia*, проводившихся на водоемах-охладителях ГРЭС и АЭС, а также в прудах, которые снабжались геотермальной водой. Представлены данные о продуктивности и жизнеспособности тилляпии 4 видов, особенностях ее воспроизводства, химическом составе мяса.

Одним из важных резервов увеличения производства рыбы на внутренних водоемах является широкое рыбохозяйственное использование теплых сбросных вод энергетических объектов и промышленных предприятий, а также вод геотермальных источников. Повышение эффективности рыбоводства на теплых водах приобретает все большее значение в связи с быстрым ростом числа и мощности энергетических объектов и соответствующим увеличением объема теплых сбросных вод. Это, в свою очередь, ведет к увеличению площади водоемов-охладителей и одновременно к существенному изменению их гидрологического, гидрохимического и биологического режимов. Отсюда возникает ряд проблем, в том числе проблема рационального использования водоемов-охладителей для целей рыбоводства.

Температура сбросных вод ГРЭС и АЭС превышает допустимые нормы. Даже в центральных районах страны летом в ряде водоемов-охладителей в отдельные периоды она достигает 40°.

Таким образом, температурный режим становится одним из основных факторов, лимитирующих изменения водных экосистем. Установлено, что в районе сброса теплых вод увеличиваются видовое разнообразие, численность и биомасса водорослей. Однако при температуре воды 30° и выше резко уменьшаются численность и биомасса фитопланктона, причем развиваются преимущественно синезеленые водоросли. Снижаются также численность и биомасса зоопланктона. Высокие температуры воздействуют и на рыбное сообщество водоемов-охладителей. Изменение температурного режима отрицательно сказывается на результатах воспроизводства различных видов рыб, что влияет на структуру сложившейся экосистемы. В итоге в ряде случаев водоемы становятся малопригодными для выращивания традиционных объектов отечественного рыбоводства (карпа и других видов рыб). Тепловая нагрузка на водоемы будет увеличиваться и дальше, и задача, как нам представляется, заключается в том, чтобы подобрать такие виды рыб, которые

смогли бы не только существовать в данных условиях, но и хорошо расти и развиваться.

Одним из перспективных объектов разведения на теплых водах являются рыбы, относящиеся к роду *Tilapia*, семейство Cichlidae. Эти рыбы обладают целым рядом ценных биологических особенностей и хозяйственных качеств. Привлекают внимание способность тилапий переносить высокие температуры воды, их всеядность, быстрый рост, легкость размножения, хорошее качество мяса, устойчивость ко многим распространенным заболеваниям. Тилапии отличаются повышенной пластичностью, что позволяет считать их особо ценными объектами интенсивного рыбоводства [3].

Имеются предложения о разделении рода *Tilapia* на два подрода в зависимости от особенностей размножения: *Tilapia*, размножающаяся на субстрате и охраняющая свое потомство, и *Sarotherodon*, инкубирующая икру в ротовой полости [6]. Большинство специалистов руководствуются родовым названием *Tilapia*. В статье используется принятая ранее классификация.

Из 70 видов тилапий 10—12 представляют особый интерес как перспективные объекты рыбоводства на теплых водах. Впервые в нашу страну тилапия была завезена в 1961 г. С 1971 г. на кафедре прудового рыбоводства Тимирязевской академии ведутся исследования с целью разработки технологии садкового, бассейнового и прудового методов содержания тилапии.

Методика

Объектом исследования являлись следующие виды тилапий: *T. mossambica*, *T. tascocerphala*, *T. maria* и *T. aurea*. Опыты проводили в садковых и бассейновых хозяйствах, расположенных на водоемах-охладителях Черепетской, Новорязанской, Приднепровской, Новочеркасской, Ставропольской, Невиномысской ГРЭС и Смоленской АЭС. С 1983 г. начаты работы в прудовом хозяйстве, снабжаемом геотермальной водой (объединение «Плодовощевод» Краснодарского края).

Изучали особенности гидрологического, гидрохимического и температурного режимов водоемов-охладителей, роста, развития, питания и размножения разных видов ти-

ляпий, отношение их к факторам внешней среды, кормовую базу.

Пробы воды для определения газового и солевого состава брали 3—5 раз в месяц, температуру воды измеряли ежедневно. Количество и видовой состав фито- и зоопланктона определяли счетно-весовым методом с использованием таблиц, разработанных Ф. Д. Мордухай-Болтовским [2], термоустойчивость — по методике, описанной Т. И. Привольным [4]. О росте рыбы судили по результатам контрольных ловов, которые проводили с периодичностью от 1 до 5 раз в месяц в зависимости от возраста рыбы и задач эксперимента. Влияние отдельных факторов среды на рост и развитие рыб изучали в 2-кратной повторности.

Условия кормления и содержания

Как уже отмечалось, тилапии — теплолюбивые рыбы, поэтому их можно выращивать при температуре воды выше 20°. Данные, характеризующие температурный режим водоемов-охладителей с мая по октябрь, представлены в табл. 1.

Температурный режим водоемов-охладителей, различающийся по годам в зависимости от погодных условий, в целом был удовлетворительным для роста и развития тилапии. Наиболее высокая средняя температура воды отмечена в водоеме-охладителе Ставропольской ГРЭС. Стабильным температурным режимом характеризовались пруды, снабжаемые геотермальной водой.

Гидрохимический режим водоемов-охладителей (содержание в воде кислорода, свободной углекислоты, железа, соединений азота и др.) заметно не отличался от такового в рыбоводных прудах. Так, содержание растворенного в воде кислорода, рН, перманганатная окисляемость

Температурный и гидрохимический режимы водоемов-охладителей

Год	Температура воды, °С			Количество градусо-дней	Кислород, мг/л	Окисляемость, мг О ₂ на 1 л	рН
	минимальная	максимальная	средняя				
Новочеркасская ГРЭС							
1981	23,0	36,0	27,2	4716	8,4±0,9	4,9±0,8	7,7±0,1
1982	24,0	32,0	28,9	5202	8,9±0,8	8,1±0,9	7,7±0,9
1983	21,0	33,0	28,0	5040	9,3±1,0	6,8±0,9	7,8±0,1
Пруды с геотермальной водой							
1984	26,0	33,0	30,3	5454	5,6±1,2	10,9±1,0	8,0±0,1
Ставропольская ГРЭС							
»	23,0	37,5	30,6	5508	7,5±0,8	3,3±0,6	8,8±0,1
1985	24,5	35,5	29,5	5310	8,4±0,9	6,7±0,9	7,8±0,1
Смоленская АЭС							
»	22,0	32,5	28,5	5130	7,2±0,9	10,3±1,1	7,8±0,1
Невиномысская ГРЭС							
»	19,5	27,5	23,5	4230	—	—	—

и другие показатели находились в пределах нормы (табл. 1). Только в прудах, снабжаемых геотермальной водой, содержание кислорода в отдельные периоды снижалось до критического уровня, что обусловлено почти полным отсутствием кислорода в источнике водоснабжения.

Кормовая база водоемов, как показали исследования, оказалась сравнительно бедной. Фитопланктон представлен относительно небольшим числом видов. Доминирующее положение занимали диатомовые и зеленые водоросли. Только в водоеме-охладителе Смоленской АЭС были хорошо развиты синезеленые водоросли. Биомасса фитопланктона составляла всего 0,3—1,45 мг/л. Видовой состав зоопланктона также не отличался большим разнообразием. Его численность и биомасса во всех исследуемых водоемах были незначительные. Так, биомасса зоопланктона в водоеме-охладителе Ставропольской ГРЭС составляла несколько миллиграммов на 1 л, а Новочеркасской ГРЭС — еще меньше.

Из-за недостатка естественной пищи, представленной главным образом фитопланктоном, зоопланктоном и детритом (не более 5—10 %), основу питания тилапии составляли дополнительно задаваемые корма, предназначенные для карпа и форели.

Воспроизводство тилапии

Тилапия отличается высокой плодовитостью, причем в тропиках она размножается в течение круглого года. В субтропиках нерестовый период связан с теплым временем года.

Тилапии достигают половой зрелости в возрасте 4—6 мес. Чем выше температура воды и лучше условия содержания, тем быстрее они созревают. Половозрелые рыбы способны давать потомство регулярно, через 30—45 дней, примерно так же, как и в естественных условиях.

У тилапий, инкубирующих икру в ротовой полости, икру и личинок могут вынашивать как самки (*T. mossambica*, *T. aurea*), так и самцы (*T. macrocephala*). Самка в зависимости от массы тела и возраста способна выметывать 500—1000 и более икринок. Инкубация длится 3—7 дней, ее продолжительность связана с температурой воды. Чем выше температура воды, тем быстрее проходит эмбриональное развитие и меньше продолжительность периода инкубации. Выход личинок, как правило, высокий (более 90 %). Через несколько дней родители начинают выпускать молодь изо рта. Личинки тилапии достаточно крупные и могут сразу питаться зоопланктоном, а также искусственными кормами (Эквизо, РГМ-6).

При сравнительном изучении двух наиболее перспективных видов тилапий (*T. mossambica* и *T. aurea*) не установлено заметных различий в особенностях их воспроизводства (табл. 2). Так, средний интервал между нерестами, прирост массы самок, абсолютная и относительная плодовитость у них существенно не различались. Как и у других видов рыб, по мере увеличения массы самок с возрастом абсолютная плодовитость росла, а относительная плодовитость после IV—V нереста сни-

Т а б л и ц а 2

Периодичность размножения и плодовитость тилапии

Показатель	Нерест				
	I	II	III	IV	V
<i>T. mossambica</i>					
Интервал между нерестом, сут		41	37	36	37
Масса рыбы в момент нереста, г	136,9	172,8	191,4	211,3	238,2
Абсолютная плодовитость, шт.	513±100	837 ±88	1101 ±97	1117 ±89	1140±85
Относительная плодовитость, шт/кг	3746 ±720	4851 ±440	5752 ±370	5313±450	4796 ±1600
<i>T. aurea</i>					
Интервал между нерестом, сут		48	47	40	39
Масса рыбы в момент нереста, г	146,7	174,7	194,0	227,3	253,1
Абсолютная плодовитость, шт.	548 ±120	800 ±130	922 ±98	1031 ±87	1086 ±94
Относительная плодовитость, шт/кг	3705±540	4569±590	4745± 1600	4540±230	4289 ±240

жалась. Тилапии легко размножаются как в прудах, так и в бассейнах и садках. Оптимальным является соотношение, когда на одного самца приходится 5—10 самок. При вынашивании икры самцом, например у *T. macrocephala*, к самке подсаживают 1—2 самцов.

Способность тилапий постоянно размножаться может привести к перенаселению водоемов и снижению их продуктивности. Причем у самок резко уменьшается прирост, и по живой массе они заметно уступают самцам. В связи с этим одной из важных проблем при разведении тилапий является получение потомства одного пола. Выращивание только самцов позволит заметно увеличить выход продукции и избежать перенаселения водоемов.

Существуют различные способы получения однополого потомства. Наиболее эффективно внутри- и межвидовое скрещивание. Например, при скрещивании *T. macrocephala* (♂)×*T. nilotica* (♀); *T. mossambica* (♂)×*T. nilotica* (♀); *T. hornorum* (♂)×*T. mossambica* (♀) потомство состоит из одних самцов [1].

Получение потомства одного пола возможно и путем использования гормонов — андрогенов и эстрогенов, которые вводят в корм или растворяют в воде. Опыты, проведенные на кафедре прудового рыбоводства ТСХА, показали, что введение в рацион тилапии 60 мг этилтестостерона на 1 кг корма в течение одного месяца позволяет получать более 81 % самцов.

**Рост и развитие тилапии
в зависимости от факторов внешней среды**

Температурный режим оказывает большое влияние на рост рыбы и использование дополнительно задаваемых кормов (табл. 3). Повышение температуры воды привело к значительному увеличению темпа роста молоди, в результате среднесуточный прирост ее оказался более чем в

два раза выше, существенно снизились затраты корма на единицу прироста.

Известно, что некоторые виды тилапий в соленой воде растут лучше, чем в пресной. Однако конкретные данные о влиянии солености на отдельные виды тилапий в литературе отсутствуют.

Нами была проведена серия опытов, в которых молодь трех видов тилапий выращивали при различной концентрации солей в воде — 10, 15 и 20‰. В качестве контроля использовали пресную воду. В табл. 4 представлены данные, полученные по двум сериям опытов, продолжительность каждого из них составила 30 дней.

Наиболее четко реагировала на повышение солености воды *T. maria*, что проявлялось в снижении темпа роста и выживаемости уже при солености 10 ‰. В то же время *T. mossambica* и *T. macrocephala* при указанной солености росли лучше, чем в пресной воде. Среднесуточный прирост у них увеличился почти вдвое. Повышение солености воды до 15 ‰ привело к гибели *T. maria*, однако скорость роста *T. macrocephala*

Таблица 3

Рост тилапий и использование кормов при различном температурном режиме

Показатель	t 27°		t 30°	
	<i>T. mossambica</i>	<i>T. macrocephala</i>	<i>T. mossambica</i>	<i>T. macrocephala</i>
Средняя масса рыбы, г:				
начало опыта	0,29	0,29	0,29	0,28
конец опыта	2,40	3,51	5,05	5,30
прирост, г	0,052	0,080	0,119	0,125
Выход рыбы, %	78,0	76,0	83,1	81,2
Затраты корма, кг на 1 кг прироста	5,7	6,4	3,8	2,9

Таблица 4

Результаты выращивания тилапии при различной концентрации солей в воде

Вид тилапии	Средняя масса рыбы, г		Среднесуточный прирост, мг	Выход рыбы, %
	начало опыта	конец опыта		
Пресная вода				
<i>T. mossambica</i>	1,03	3,01	66,0	96,0
<i>T. macrocephala</i>	1,05	3,12	69,0	94,0
<i>T. maria</i>	0,97	2,86	63,0	86,0
Концентрация солей в воде:				
10‰				
<i>T. mossambica</i>	1,03	4,27	107,0	98,0
<i>T. macrocephala</i>	1,05	4,88	128,0	92,0
<i>T. maria</i>	0,97	2,02	35,0	78,0
15 ‰				
<i>T. mossambica</i>	1,03	4,34	110,0	82,0
<i>T. macrocephala</i>	1,05	5,26	140,0	88,0
20‰				
<i>T. mossambica</i>	1,03	4,23	107,0	80,0
<i>T. macrocephala</i>	1,05	5,31	142,0	92,0

достоверно повысилась. Увеличение концентрации солей до 20 ‰ не оказало существенного влияния на рост тилапий исследуемых видов. Таким образом, выращивание *T. maria* более эффективно в пресной воде, а *T. mossambica* и *T. macrocephala* — при концентрации соли в воде 10—15 ‰ [5].

Существенное влияние на рост тилапий оказывает качество кормов и в первую очередь содержание в них протеина. В табл. 5 приведены результаты садкового выращивания тилапии при использовании комбикормов (К-112-15, РГЗК-1 и РГМ-6), различающихся по содержанию протеина. В комбикорме К-112-15, предназначен-

Результаты выращивания *T. mossambica* на разнокачественных кормах

Показатель	К-112-15	РГЗК-1	РГМ-6
Средняя масса рыбы при облове, г:			
♂	117,2±3,1	156,6±2,6	170,8±3,4
♀	75,0	98,0	102,0
Среднесуточный прирост, г	0,80	1,07	1,17
Выход рыбы, %	93,0	94,0	96,0
Получено рыбопродукции, кг/м ³	89,3	119,3	130,5

Примечание. Продолжительность периода выращивания 110 сут., средняя масса рыбы при посадке — 0,98 г.

ном для кормления карпа, содержание протеина составляет 23,9%, в РГЗК-1 — 30,5, а в РГМ-6, используемом для кормления форели, — 47,4 %.

Среднесуточный прирост оказался наибольшим у рыб, получавших комбикорм РГМ-6. Так, масса самцов этого варианта была на 8,9 и 45,2 % больше, чем у самцов, которым скармливали соответственно комбикорма К-112-15 и РГЗК-1. У самок разница по массе менее значительная — соответственно 4,1 и 36,0 %. Выход рыбы во всех вариантах опыта был достаточно высоким (более 90 %).

Оценивая результаты опытов, необходимо подчеркнуть, что потребность тилапии в питательных веществах в процессе роста меняется. Если на ранних этапах постэмбрионального развития потребность в протеине велика и его содержание в рационе должно составлять 35—40 %, то в дальнейшем она уменьшается, и уже в 4—6 мес доля протеина в кормах может быть снижена на 10—15 %, что не сказывается отрицательно на темпах роста и оплате корма. Поэтому представляется целесообразным дифференцированное кормление тилапии. На начальных этапах выращивания следует использовать высококачественные корма, содержащие 35—40 % протеина, в последующем постепенно снижая его уровень до 18—20 %. Это оправдано с биологической точки зрения и позволит улучшить экономические показатели выращивания рыбы.

Выращивание тилапии в условиях промышленного производства

Промышленное выращивание тилапии проводилось на базе садковых хозяйств, расположенных на водоемах-охладителях Ставропольской ГРЭС и Смоленской АЭС, а также в прудах с геотермальной водой (совхоз «Флодоовощевод» Краснодарского края).

В 1984 г. выращивали два вида тилапии — *T. mossambica* и *T. aukea* — в водоеме-охладителе Ставропольской ГРЭС при плотности посадки 1000 шт/м³. Продуктивные качества тилапии были высокие. Среднесуточный прирост у обоих видов превысил 1,5 г, что указывает на большие потенциальные возможности роста тилапии. За один вегетационный период была выращена товарная рыба при невысоких затратах кормов, которые составили менее 2,5 кг на 1 кг прироста.

В 1985 г. в садковых хозяйствах Ставропольской ГРЭС и Смоленской АЭС выращивались *T. mossambica* и *T. aukea*, а также их гибриды (табл. 6).

Наилучшие результаты в обоих хозяйствах получены при выращивании гибридов *T. mossambica* (♂) × *T. aukea* (♀). Несколько уступали им реципрокные гибриды. Наряду с высоким темпом роста гибриды отличались хорошим использованием кормов. На Ставропольской ГРЭС затраты корма составили 2,1 и 2,4 кг на 1 кг прироста. Лучшие показатели имела *T. aukea*. Следует отметить также высокую выживаемость ры-

Результаты сравнительного выращивания в садках *T. mossambica* и *T. aurea* и их гибридов

Вариант опыта	Масса рыбы, г		Средне-суточный прирост, г	Затраты корма, кг/кг	Получено рыбопродукции, кг/м ³
	при посадке	при облове			
Смоленская АЭС					
<i>T. mossambica</i>	0,37	154,9	1,54	3,4	150,2
<i>T. aurea</i>	0,35	188,2	1,88	3,2	184,4
<i>T. mossambica</i> (♂)× <i>T. aurea</i> (♀)	0,29	241,0	2,41	2,7	231,3
<i>T. aurea</i> (♀)× <i>T. mossambica</i> (♀)	0,33	191,1	1,91	2,9	185,4
Ставропольская ГРЭС					
<i>T. mossambica</i>	0,35	231,7	2,51	2,7	217,8
<i>T. aurea</i>	0,38	285,4	3,10	2,7	274,0
<i>T. mossambica</i> (♂)× <i>T. aurea</i> (♀)	0,31	337,3	3,66	2,1	320,3
<i>T. aurea</i> (♂)× <i>T. mossambica</i> (♀)	0,31	284,9	3,09	2,4	273,5

бы — 94—99 %. В результате с 1 м³ садка получено 270—320 кг рыбопродукции.

В объединении «Плодоовощевод» Краснодарского края геотермальная вода используется для обогрева теплиц. Вода на изливе имеет температуру 75—80°. Сухой остаток составляет около 1 г. Содержание хлоридов приближается к 250 мг/л, натрия и калия — к 330 мг/л. Реакция воды нейтральная (рН 7,0—7,1). Геотермальная вода, которая используется в рыбоводных прудах, предварительно смешивается с речной, для того чтобы снизить ее температуру.

T. mossambica выращивали в прудах при разных плотностях посадки. Исходя из полученных результатов (табл. 7) можно сделать вывод о больших потенциальных возможностях выращивания тилапии в прудах. Рыбопродуктивность прудов при ее выращивании составила 11,6—23,3 т/га, что значительно выше рыбопродуктивности, получаемой при прудовом выращивании карпа. Следует также отметить, что конечная масса рыбы при высоких плотностях посадки различалась незначительно.

Кормление рыбы проводилось зерноотходами, главным образом крупно дробленной кукурузой. На долю задаваемых кормов приходилось около 50 % рациона. Естественная пища, составляющая примерно половину рациона, была представлена главным образом детритом и в меньшей степени фито- и зоопланктоном. Можно предположить, что при использовании более качественных кормов и лучшем развитии естественной кормовой базы продуктивность могла быть еще выше.

Учитывая, что тилапия впервые в промышленных масштабах культивируется в нашей стране, была дана оценка ее пищевых качеств. По выходу мяса тилапия не уступает,

Таблица 7

Выращивание *T. mossambica* в прудах с геотермальной водой

Показатель	Плотность посадки, тыс. шт/га		
	52	104	208
Средняя масса рыбы при облове, г	123,8	114,6	119,0
Среднесуточный прирост, г	1,37	1,23	1,30
Выход рыбы, %	97,0	99,0	97,0
Рыбопродуктивность, т/га	6,4	11,6	23,3
Затраты корма, кг на 1 кг прироста	3,09	3,10	3,45

П р и м е ч а н и е. Средняя масса рыбы при посадке 34,5 г.

Таблица 8

Химический состав мяса тилапии и других видов рыб

Вид рыб	Содержание в мышцах, %			
	воды	белка	жира	зола
<i>T. mossambica</i>	76,9	18,7	1,2	1,2
<i>T. macrocephala</i>	75,1	21,5	1,6	1,5
<i>T. maria</i>	76,5	19,6	0,9	1,6
Щука	80,0	18,0	0,5	1,1
Карп	79,1	16,0	3,6	1,3
Форель	75,0	20,0	2,0	1,0

а в ряде случаев превосходит традиционные объекты рыбоводства.

По химическому составу мяса существенных различий между отдельными видами тилапии не выявлено. Мясо тилапии, как правило, нежирное (0,9—1,6 % жира), по содержанию белка близко к мясу форели (табл. 8).

Выводы

1. Оптимальной для размножения и выращивания тилапии является температура воды 25—35°.

2. Исследуемые виды тилапий характеризуются высокой жизнеспособностью и хорошими продуктивными качествами. При содержании тилапии в садках рыбопродукция превышала 200 кг на 1 м³, а при прудовом выращивании — 20 т на 1 га, выход рыбы составил 90—98 %.

3. Тилапии эффективно используют естественную кормовую базу и искусственные корма. Затраты корма при садковом ее содержании колебались от 2,1 до 3,4 кг на 1 кг прироста.

4. Тилапия является перспективным объектом разведения в теплых технических и естественных водах. Ее быстрее внедрение в производство позволит существенно повысить эффективность тепловодного рыбоводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бардач Дж., Дитер Дж., Макларни У. Аквакультура. — М.: Пищ. пром-сть, 1978. — 2. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна р. Дон. — Изв. ВНИОРХ, 1954, т. 34, с. 96—102. — 3. Привезенцев Ю. А. Тилапия в тепловодном рыбоводстве. — Рыбоводство и рыболовство, 1978, № 6, с. 10—12. — 4. Привольнее Т. И. Критические периоды в развитии рыб и их значение при акклиматизации. — Изв. ВНИОРХ, 1953, т. 32, с. 174—182. — 5. Соколов В. Б. Сравнительная рыбоводная и морфофизиологическая характеристика трех видов тилапии. — Автореф. канд. дис. М., 1983. — 6. Trewavas E. — Aquaculture, 1982, vol. 27, N 1, p. 79—81.

Статья поступила 9 октября 1986 г.

SUMMARY

The results of research work with the new object of native fish culture — fish of *Tilapia* genus, conducted in water reservoirs-coolers of steam and atomic power stations and in ponds provided with geothermal water are discussed in the paper. It is found that productivity and vitality of tiliapia kept in stews and in ponds were high with good food-conversion efficiency. The best results were obtained at crossing *T. mosambica* with *T. aurea*. The data on chemical composition of meat of three tilapia species are presented.