

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Серия: Породы и одомашненные формы рыб

ПРИВЕЗЕНЦЕВ Ю.А.

Тилляпии

(СИСТЕМАТИКА, БИОЛОГИЯ, ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ)



Москва 2008

УДК . 639.3
ББК 47.2

ТИЛЯПИИ
(систематика, биология, хозяйственное использование)
— М.: ООО «Столичная типография», 2008. — 80 с.

Рецензенты: **Литвиненко А. И.**, директор ФГУП «Госрыбцентр», доктор биологических наук **Шумилина А. К.**, ведущий научный сотрудник лаборатории рыбоводства и кормления ФГНУ «ГосНИОРХ», кандидат биологических наук.

Работа подготовлена **Ю. А. Привезенцевым**, профессором кафедры аквакультуры Российского аграрного государственного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ—МСХА), доктором сельскохозяйственных наук.

Издание посвящено одному из интереснейших и широко используемых в последние десятилетия объекту мировой аквакультуры рыбам из семейства цихлид — тилапиям.

Представленная рукопись является обширной сводкой новейших данных по систематике тилапий и их биологическим особенностям. Большое место в работе отведено описанию современных технологий воспроизводства и выращивания этих видов рыб. Рассматриваются также вопросы кормления и особенности проведения селекционной работы. В приложении приводятся методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий рода «*Oreochromis*».

Работа предназначена для преподавателей, студентов и аспирантов сельскохозяйственных и рыбохозяйственных вузов, научных работников, руководителей и специалистов рыбоводных хозяйств.

Рассмотрена и одобрена на заседании секции животноводства Научно—технического совета Минсельхоза России (протокол №34 от 26.06.08 г.).

Ответственный за выпуск: **Шаляпин Г. П.**, начальник отдела товарного рыбоводства Департамента животноводства и племенного дела министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие мировой аквакультуры за последние десятилетия характеризуется значительным наращиванием объемов производства ценных в пищевом отношении видов рыб. По темпу прироста продукции одно из первых мест занимают тилапии.

Тропические рыбы тилапии — традиционный объект промысла и аквакультуры в странах Африки и Ближнего Востока, находящихся на территории их естественного ареала. В Египте выращиванием тилапии занимались более 2500 лет тому назад. Однако, несмотря на многовековую историю тилапиеводство сравнительно новое направление мировой аквакультуры. Только относительно недавно, начиная с 50-х годов прошлого столетия, ареал выращивания тилапии стал стремительно расширяться. В настоящее время тилапий культивируют более чем в 120 странах. Значительные успехи в акклиматизации и выращивании тилапии достигнуты в Китае, Японии, Южной Корее, странах Юго-Восточной Азии и Центральной Америке. Большой интерес к этим рыбам проявляют и в других регионах мира, включая развитые страны, где тилапия находит все большее признание у потребителей.

Все это привело к тому, что производство тилапии за последние годы росло исключительно быстрыми темпами. Если в 1981 г мировой вылов тилапии составил 434 тыс. т, в 1990 г — 803 тыс. т, то в 2004 г. он достиг 1,82 млн. т. По объему производства тилапии уступают только карповым рыбам. По мнению специалистов тилапии приобретают мировое значение в аквакультуре как наиболее ценные тепловодные рыбы. Об этом свидетельствует и большой объем информации, посвященной их биологии и технологии выращивания. Столь быстрое распространение тилапии в мировой аквакультуре и существенное увеличение ее производства связано с рядом ценных биологических особенностей и хозяйственно-полезных качеств, которыми обладают эти рыбы.

Тилапии отличаются широкими адаптационными возможностями. Они хорошо растут и легко размножаются как в пресной, так и соленой воде, устойчивы к дефициту кислорода и повышенному содержанию органики в воде, эффективно оплачивают задаваемые корма, что позволяет успешно выращивать их в специфичных условиях содержания (высоких плотностях посадки, постоянном водообмене, напряженном гидрохимическом режиме).

Нельзя не отметить и отличные пищевые достоинства этих рыб. Тилапии имеют вкусное белое мясо, нежирное, с высоким содержанием полноценного белка. Важным потребительским качеством является отсутствие в мясе мелких межмышечных косточек.

Значение тилапий не ограничивается их хозяйственной ценностью. Благодаря уникальным биологическим особенностям они являются прекрасным модельным объектом и широко используются в исследованиях, связанных с изучением эмбриологии, физиологии, биохимии и генетики рыб. Значительный интерес они представляют и как объект экологического мониторинга для тропических экосистем.

Первые попытки выращивания тилапии в нашей стране были предприняты в начале 60-х годов прошлого столетия. Завезенную в 1961 г. тилапию мозамбика выпустили в водоемы-охладители Краснодарской и Шахтинской ГРЭС, а также Электрогорской ГРЭС под Москвой. Использовалась она в последующие годы и как модельный объект при проведении биологических исследований (Миронова, 1969; Чмилевский, 2000).

На протяжении более трех десятилетий, начиная с 1969 года, на кафедре аквакультуры Российского Государственного аграрного университета — Московкой сельскохозяй-

ственной академии имени К. А. Тимирязева проводились комплексные исследования, целью которых являлось изучение возможностей использования тиляпий в отечественном рыбоводстве и разработка технологии их воспроизводства и выращивания. В ходе исследований были изучены биологические особенности и хозяйственно-полезные качества 9 видов тиляпий, относящихся к различным родам. Работа проводилась в аквариальной кафедры, а также на базе садковых и бассейновых рыбоводных хозяйств, расположенных на водоемах-охладителях энергетических объектов, в рыбоводных цехах с замкнутой системой водообеспечения, в прудах с геотермальной водой.

Выполненные исследования подтвердили высокие продуктивные качества тиляпий, относящихся к роду *Ogeochromis*, показали возможность их эффективного выращивания в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств России.

В настоящей книге автор стремился дать обзор современных сведений по различным разделам систематики, биологии и хозяйственного использования тиляпий. Наряду с литературными данными в монографии использованы результаты многолетних исследований, выполненных сотрудниками кафедры аквакультуры РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева совместно со специалистами рыбоводных хозяйств. Пользуясь случаем, хочу искренне поблагодарить моих коллег и учеников, принимавших активное участие в работе с новым объектом отечественного рыбоводства: О. И. Боронецкую, И. О. Глинкина, А. В. Жигина, В. И. Маркина, В. П. Панова, Т. Х. Плиеву, Г. А. Пулину, В. Н. Раденко, А. М. Фомичева, В. Н. Севрюкова, В. В. Семьянихина, В. Б. Соколова, А. С. Устинова и многих других.

Тиляпии являются новым объектом отечественной аквакультуры и некоторые из них не имеют русских названий. В монографии видовые латинские названия, данные по месту обитания этих рыб, характерным особенностям или по именам собственным, приведены в русской транскрипции.

Представляется, что эта книга может быть интересна и полезна студентам и аспирантам университетов, сельскохозяйственных и рыбохозяйственных вузов, ихтиологам и рыбоведам, а также широкому кругу любителей природы и животного мира.

Глава 1. СИСТЕМАТИКА ТИЛЯПИЙ

Тяляпии принадлежат к отряду окунеобразных (Perciformes), подотряду окуневидных (Percoidae), семейству цихловые (Cichlidae), подсемейству тяляпии (Tilapiae).

В состав семейства входят более 1500 видов тропических и субтропических рыб. Наиболее широко они распространены в тропических водах Южной и Центральной Америки, Африки, Юго-Восточной Азии и Индии. В бассейнах рек Амазонки и Ориноко, водоемах Африки, в том числе больших озерах Восточной Африки: Малави, Танганьика, Ньяса, Виктория, цихловые являются основными представителями местной ихтиофауны и главным объектом рыболовного промысла.

Возникновение семейства относится к меловому периоду, когда Африканский, Азиатский и Американский континенты были единым материком (Fryer, 1972).

Цихловые рыбы имеют огромное видовое разнообразие, множество переходных форм, большую вариабельность внутри вида из-за больших ареалов обитания, локальности отдельных районов распространения. Многие виды внутри родов легко скрещиваются и дают плодовитое потомство.

Рыб этого семейства отличает несколько характерных признаков: высокое, сжатое с боков тело, один длинный с большим количеством лучей плавник на спине, по одному носовому отверстию с каждой стороны головы, боковая линия прервана и состоит из двух частей, верхней и нижней.

Систематика цихловых рыб на протяжении последних десятилетий неоднократно уточнялась и детализировалась. Смитом (Smith, 1939) выделен род *Tilapia*, отличающийся большим разнообразием биологических признаков, высокой их вариабельностью. Тис (Thys, 1968) предложил разделить род тяляпия на 3 секции, включающие в свою очередь 17 подродов. Позднее Труэйвас (Trewavas, 1973) внесла изменения в классификацию тяляпий, выделив подсемейство *Tilapiae* и разделив его на 2 рода: *Tilapia* и *Sarotherodon*.

Дальнейшие фундаментальные исследования позволили Труэйвас уточнить систематический статус тяляпий (Trewavas, 1982). На основании филогенетических, зоогеографических, этологических и морфологических особенностей более 70 видов тяляпий подсемейства *Tilapiae* относят к 4 родам и 10 под родам (табл. 1).

В основу представленной классификации были положены особенности размножения, характер питания, морфологические показатели, биогеография тяляпий.

Классификация подсемейства Tilapiae

Род	Подрод	Типовой вид
Tilapia A. Smith, 1840	Tilapia A. Smith, 1840	T. sparrmanii
	Trewavasiasia This, 1968	T. guineensis
	Pelmatolapia This, 1968	T. mariae
	Heterotilapia Regan, 1920	T. buttikoferi
	Coptodon Gervais, 1853	T. zillii
	Dagetia This, 1968	T. rendalli
Sarotherodon Ruppell, 1852		S. melanotheron
Oreochromis Gunther, 1889	Oreochromis Gunther, 1894	O. hunteri
	Nyasalapia This, 1968	O. squamipinnis
	Alcolapia This, 1968	O. alcalicus
	Neotilapia Regan, 1920	O. tanganicae
Danakilia This, 1968		D. franchettii

Глава 2. ПРИНЦИПЫ И КРИТЕРИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ РОДОВ И ВИДОВ ТИЛЯПИЙ

2.1. Особенности размножения и развития тилапий рода *Tilapia*, *Sarotherodon* и *Oreochromis*

Одним из характерных признаков, определяющих принадлежность тилапий к тому или иному роду, является особенность их размножения.

У тилапий, относящихся к р. *Tilapia*, инкубация икры проходит на субстрате, а у тилапий р. *Sarotherodon* и *Oreochromis* в ротовой полости родителей. Их нерестовое поведение и особенности инкубации икры отличаются своей спецификой.

Род *Tilapia* имеет много общего с другими цихлидами, имеющими клейкую икру и откладывающими ее на субстрат. Родители проявляют заботу о потомстве, охраняя икру.

У тилапий р. *Sarotherodon* икра имеет только следы клейкости, а у тилапий р. *Oreochromis* она совсем отсутствует. У тилапий, принадлежащих к этим родам, инкубация икры проходит в ротовой полости самки (р. *Oreochromis*) или самки и самца (р. *Sarotherodon*).

Родители держат выклюнувшихся личинок во рту до начала их свободного плавания и перехода на внешнее питание. Перешедшие на плав личинки проявляют контактную реакцию с родителями на протяжении нескольких дней.

Существенные различия между тилапиями, относящимися к разным родам, наблюдаются по их морфологическим показателям и нерестовому поведению. У тилапий р. *Sarotherodon* и *Tilapia* половой диморфизм и дихроматизм отсутствуют или проявляются очень слабо. Для тилапий р. *Oreochromis* характерен сильный половой диморфизм и дихроматизм. Самцы у них значительно крупнее самок. Они интенсивно окрашены, имеют брачный наряд в виде цветовой каймы на спинном и хвостовом плавниках. У некоторых видов самцы имеют увеличенную челюсть. У половозрелых самцов появляется кисточка на генитальной папилле.

Тилапии р. *Sarotherodon* и *Tilapia* по крайней мере в ходе одного нереста моногамны, а тилапии р. *Oreochromis* полигамны.

У тилапий р. *Tilapia* наблюдается относительно продолжительный период подбора пар перед нерестом. После нереста пары остаются вместе, связанные заботой о потомстве. У тилапий р. *Sarotherodon* и *Oreochromis* этот период кратковременен. По окончании нереста после того как икра окажется в ротовой полости самца или самки, где она находится в безопасности, контакты между родителями прекращаются.

Заметные различия у тилапий, относящихся к разным родам, наблюдаются в размерах икры. Сравнительно некрупная икра у тилапий р. *Tilapia*. Так у тилапии Зилля (*T. zillii*) ее диаметр составляет 1,0–1,2 мм, у тилапии *Discolor* — около 2,1 мм (Whyte, 1975). Более крупную икру имеют тилапии, инкубирующие ее в ротовой полости. Например, у тилапии галилея (*S. galilaeus*) диаметр икры колеблется от 2,8 до 3,0 мм. Примерно те же размеры икры имеют и тилапии р. *Oreochromis*. Так у нильской тилапии (*O. niloticus*) диаметр икры колеблется от 2,8 до 4,3 мм. Размеры икры увеличиваются с возрастом и массой самки.

Наиболее высокой плодовитостью обладают виды, откладывающие икру на субстрат. Наименьшая плодовитость характерна для тилапий р. *Oreochromis*. Количество выметываемой икры возрастает по мере увеличения размеров самки и имеет обратную корреляцию с размерами икры.

2.2. Характер питания и трофические адаптации

Данные об особенностях питания тилапий в естественных условиях довольно противоречивы. Связано это с рядом причин, в том числе с видовой принадлежностью тилапий, особенностями кормовой базы водоемов, на которых проводились исследования, возрастом исследуемых рыб, их физиологическим состоянием.

Личинки большинства видов тилапий, переходящие на активное питание, предпочитают, в основном, мелкие формы фито- и зоопланктона, а также детрит. По мере роста рыб спектр их питания расширяется: у одних видов за счет использования крупных форм водорослей, у других значительное место в питании начинает занимать разлагающаяся водная растительность и бентос.

Большинство видов тилапий р. *Tilapia* являются фитофагами и питаются высшей водной растительностью (*T. zillii*, *T. rendalli*), причем тилапия Зилля потребляет макрофиты, которые не использует даже белый амур. Водную растительность поедают и некоторые виды тилапий р. *Oreochromis*. Однако большинство видов тилапий, относящихся к р. *Sarotherodon* и *Oreochromis*, питаются фитопланктоном. Важную роль в питании тилапий играет детрит. Способность тилапий эффективно использовать аминокислоты детрита обеспечивает высокий выход продукции (Bowen, 1984).

С характером питания тесно связано устройство челюстных и глоточных зубов и жаберного аппарата.

У тилапий р. *Tilapia* челюстные зубы наружного ряда, наиболее выдающиеся вперед, относительно крупные: участок челюстей длиной 1 мм несет не более 2 зубов, приспособленных для питания высшей водной растительностью. Мэзетмоид и сошник сочленены друг с другом. Средняя длина нижней глоточной кости 21,5–30,4 % длины головы. Жаберных тычинок на нижней части первой дуги 6–12.

У тилапий р. *Sarotherodon* челюстные зубы наружного ряда, наиболее выдающиеся вперед, мелкие (участок челюстей длиной 1 мм несет 3 и более зубов), приспособленные для питания фитопланктоном. Средняя длина нижней глоточной кости 27,5–43,5 % длины головы. Жаберных тычинок на нижней части первой дуги 13–28.

У тилапий р. *Oreochromis* челюстные зубы в наружном ряду двухвершинные, у старых особей — одновершинные. Средняя длина нижней глоточной кости 25,6–36,6 % длины головы. Исключением является голубая тилапия, у которой длина нижней глоточной кости достигает 38 %. Крупная нильская тилапия имеет несколько зубов на верхней глоточной кости. Жаберных тычинок 14–29.

Тилапии, откладывающие икру на субстрат и инкубирующие икру в ротовой полости, имеют существенные различия по ширине головы. Предглазничное расстояние у первых составляет 9,5–13,5 %, у вторых — 11,3–19,6 % длины тела. Наличие у тилапий р. *Oreochromis* и *Sarotherodon* объемной полости рта является приспособлением к пропуску большого количества воды, что обеспечивает оптимальные условия для инкубации икры и выдерживания личинок. Этот показатель используется при диагностике родовой принадлежности тилапий.

2.3. Другие структурные характеристики

Среди других структурных характеристик, используемых при идентификации тилапий, учитывается количество позвонков и чешуй в боковой линии. Наименьшее количество позвонков имеют тилапии р. *Tilapia* — 26–30 (среднее 28). У тилапий р. *Sarotherodon* — 26–31 (среднее 29), а у тилапий р. *Oreochromis* — 27–34 (среднее 30). Число чешуй в боковой линии обычно на 1–2 больше чем позвонков (табл. 2).

Таблица 2

Количество спинных позвонков у тилапий рода *Tilapia*, *Sarotherodon* и *Oreochromis*

	Количество позвонков								
	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Род <i>Tilapia</i>									
<i>guinasana</i>	17								
<i>sparmanii</i>	2	22	8						
<i>ruweti</i>	1	27	4						
<i>baloni</i>		3	17						
<i>busumana</i>	1	25	2						
<i>discolor</i>		2	8						
<i>guineensis</i>		2	36	1					
<i>camerunensis</i>			6						
<i>dageti</i>			6						
<i>zillii</i>		5	33	2					
<i>rendalli</i>			1	31	1				
<i>mariae</i>			3	9					
<i>cabrae</i>			1	18	1				
Род <i>Sarotherodon</i>									
<i>melanotheron</i>	10	25	1						
<i>heudelotii</i>		2	10	3					
<i>linnellii</i>				15					
<i>steinbachi</i>				7	8	1			
<i>galilaeus</i>		2	5	19	12	1			
<i>occidentalis</i>					5	3			
Род <i>Oreochromis</i>									
<i>niloticus</i>					7	47	5		
<i>vulcani</i>					2	20	6		
<i>esculentus</i>					2	2			
<i>aureus</i>				6	33	5			
<i>hunteri</i>						2	3	15	1
<i>pangani</i>							1	2	2
<i>niger</i>				9	23	1			
<i>hornorum</i>				8	18				
<i>mossambicus</i>			3	2	17	1			
<i>andersonii</i>					1	16	2		

Морфометрические показатели ряда видов тяляпий, завезенных в нашу страну, приведены в табл. 3. Схема измерения тяляпий представлена на рис. 1.

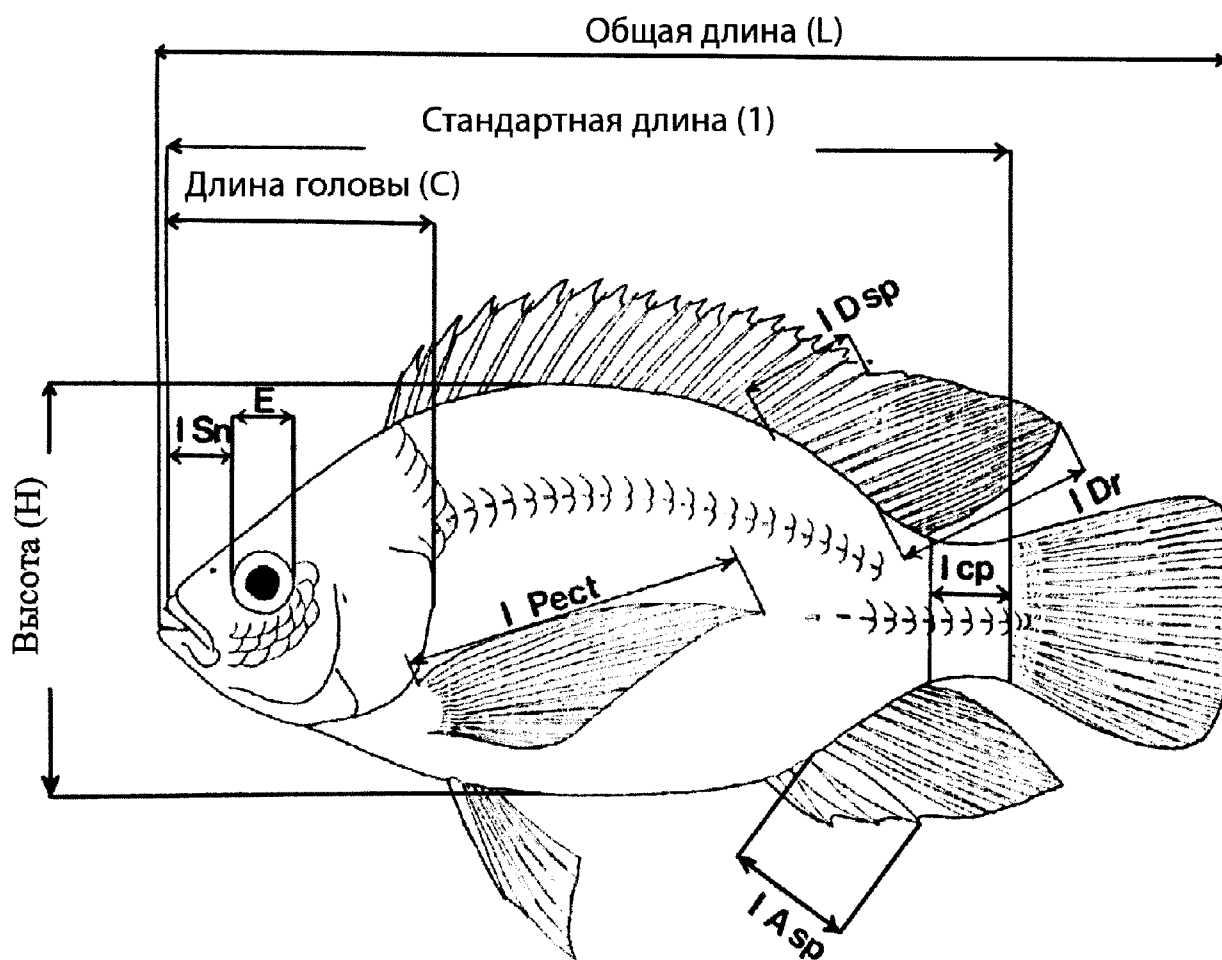


Рис. 1. Схема измерения тяляпий

l_{Sn} — предглазничное расстояние;

E — диаметр глаза;

l_{Pect} — длина грудного плавника;

$l_{D\ sp}$ — длина колючих лучей спинного плавника;

l_{Dr} — длина мягких лучей спинного плавника;

l_{cp} — длина хвостового стебля;

$l_{A\ sp}$ — длина жестких лучей анального плавника;

Таблица 3

Морфометрическая характеристика отдельных видов тиляпий

Показатели	p. <i>Tilapia</i>	p. <i>Sarotherodon</i>	p. <i>Oreochromis</i>		
	<i>T. zillii</i>	<i>S. melanoheron</i>	<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. hornorum</i>
Стандартная длина, мм	118,0	138,7	174,0	181,2	180,3
Пластические признаки (в % длины тела)					
Высота тела	34,9	36,6	39,5	38,1	40,3
Толщина тела	20,1	21,9	21,6	21,2	22,1
Обхват тела	88,9	91,9	96,3	96,7	98,8
Длина головы	32,2	35,2	31,5	32,4	33,6
Меристические признаки					
Число колючих лучей в спинном плавнике	15–16	16–17	16–17	14–16	16–17
Ветвистых лучей в спинном плавнике	12–13	11–12	11–12	12–14	11–12
Число ветвистых лучей в анальном плавнике	9–10	9–10	8–11	9–11	9–12
Число чешуй в боковых линиях	30–31	27–31	30–33	30–32	29–31
Число чешуй на щеке	3–4	2–3	2–3	2–3	2–3
Число жаберных тычинок на первой дуге	7–8	16–18	19–29	17–23	18–26

В последние годы в изучении рыб, в том числе тиляпий, наряду с традиционными методами морфометрического и биологического анализа все чаще применяют кариологические и биохимические методы исследований.

Определение числа хромосом у отдельных видов тиляпий стали проводить в 70–80-е годы прошлого столетия. Установлено, что у голубой и мозамбикской тиляпий — 44 хромосомы и по 44–50 хромосомных плеч, а у тиляпии *mariae* — 40 хромосом и 44–48 хромосомных плеч. В целом число хромосом у разных видов тиляпий варьирует незначительно. Диплоидное число хромосом составляет 44 (Kornfield, 1984).

Среди биохимических методов широкое распространение получил анализ электрофоретической подвижности белков.

Использование электрофоретических вариантов полиморфных белков позволяет идентифицировать отдельные виды, выявлять родственные связи между отдельными группами рыб, следить за изменениями, происходящими в процессе селекции или акклиматизации рыб. Необходимость использования этого метода связана и с тем, что многие виды тилапий легко скрещиваются между собой, что ведет к неконтролируемой гибридизации и потере чистоты исходных форм.

Изучение белковых фракций четырех видов тилапий дельты Нила (*T.zillii*, *S.galilaeus*, *O. niloticus*, *O. aureus*) показало существенные различия между тилапией Зилля и видами, инкубирующими икру в ротовой полости (Badawi, 1971). Исследования, проведенные в Израиле (Herzberg, 1978), позволили определить маркеры, отличающие нильскую и голубую тилапии и их гибридов.

На кафедре аквакультуры МСХА были выполнены исследования электрофоретических спектров белков сыворотки крови и мышц у тилапий, относящихся к различным родам (*T.mariae*, *S.melanotheron*, *O. aureus*, *O. mossambicus*), показавшие существенные различия в их фракционном составе. Результаты исследований позволили авторам сделать вывод, что эстеразы сыворотки крови и белых мышц представляют собой хорошо различаемую ферментную систему, которая в совокупности с белками крови и мышц может дать достоверную генетическую картину отдельных видов, линий тилапий и их гибридов (Глинкин, 1989).

Характерной особенностью тилапий является то, что их морфометрические признаки часто перекрываются и надежное определение видов возможно лишь при использовании всего комплекса признаков, в том числе зоогеографического аспекта (Lowe, 1958).

2.4. Биогеография

Естественным ареалом тилапий, относящихся к р. *Oreochromis*, являются, в основном, реки и озера Восточной и Центральной Африки (Нил, водоемы Ливана, Иордании, Израиля). Пределом распространения на Западе являются речные системы Анголы и Судана, на Юге- побережье Мозамбика.

Тилапии, относящиеся к р. *Sarotherodon*, обитают в эстуариях рек и прибрежных озерах Западной Африки от Заира до Сенегала. На юге их распространение ограничено Атласскими горами. Один вид (*S.galilaeus*) обитает в речной системе Нила и в Иордании.

Общая территория для тилапий р. *Sarotherodon* и *Oreochromis*: Судан (включая озеро Чад), Нил и водоемы Ливана.

Ареал распространения р. *Tilapia* совпадает во многом с р. *Sarotherodon* и частично с р. *Oreochromis*.

Глава 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИЛЯПИЙ рода OREOCHROMIS GUNTHER

В мировой аквакультуре наиболее широко используются тилапии, относящиеся кр. *Oreochromis*. Род включает 43 вида и подвида тилапий, в том числе такие широко используемые в аквакультуре виды как: нильская (*O. niloticus*), мозамбикская (*O. mossambicus*), голубая (*O. aureus*), занзибарская (*O. hornorum*) тилапии. В последние годы все большей популярностью пользуются полученные при их скрещивании межвидовые гибриды, имеющие красную окраску тела. На долю р. *Oreochromis* приходится более 90 % мирового производства тилапии. Тилапии, относящиеся к другим родам, имеют значительно меньшее хозяйственное значение. Так наиболее известные из них *T. rendalli* и *T. zillii* используются, главным образом, для контроля за водной растительностью.

Учитывая ведущую роль тилапий р. *Oreochromis* в мировой аквакультуре, представляется целесообразным дать более детальную их характеристику.

Для тилапий р. *Oreochromis* характерно довольно высокое, сжатое с боков тело, один длинный (до 34 лучей) спинной плавник с большим количеством жестких колючих лучей. В анальном плавнике 3–5 утолщенных колючек. Хвостовой плавник симметричный и веерообразный. Голова относительно короткая, но широкая. Рот большой, хорошо развитый. На челюстях в несколько рядов расположены короткие, расширенные кверху зубы. Зубы наружного ряда более крупные, двухвершинные, остальные мелкие и трехвершинные. Жаберные тычинки редуцированы до небольших бугорков. Боковая линия прервана и состоит из двух частей: верхней боковой и нижней хвостовой. Чешуя крупная, плотно сидящая, циклоидного или ктеноидного типа. Количество позвонков 25–33.

По продолжительности жизни (6–8 лет) тилапий относят к короткоцикловым рыбам. Но имеются сведения, что некоторые виды этого рода живут до 12 лет (Charman, 1992).

Данные об особенностях питания тилапий в естественных водоемах довольно противоречивы. Связано это с рядом причин, в том числе видовой принадлежностью тилапий, особенностями кормовой базы водоемов, на которых проводились исследования, возрастом исследуемых рыб, их физиологическим состоянием.

Характер питания тилапий, как и многих других видов рыб, в значительной степени определяется кормовой базой водоема, которая в свою очередь зависит от ряда факторов, в частности, плотности посадки рыбы, состава ихтиофауны, использования методов интенсификации.

Личинки большинства видов тилапий, переходящие на активное питание, предпочитают, в основном, мелкие формы фито- и зоопланктона, а также детрит (Раденко, Привезенцев, 2001).

Большинство исследователей, изучавших особенности питания тилапий в естественных водоемах, склоняются к мнению, что по характеру питания их можно отнести к эврифагам. Так нильская тилапия потребляет фито и зоопланктон, высшую водную растительность, бентические организмы, детрит, мелких рыб. Изучение содержимого желудков нильской тилапии, выращиваемой совместно с карпом, а также с белым и пестрым толстолобиками на рисовых полях Таиланда, показало, что основным источником пищи является детритный комплекс, состоящий из остатков перифитона (75%), водной растительности (17%) и рыб (5%). Растительный компонент рациона занимал второе (по объему) место, а животные организмы были представлены в незначительном количестве (Charman, 1994). По мнению ряда исследователей, изучавших питание мо-

замбикской тилапии в естественных пресных и солоноватых водоемах Явы, молодь этого вида всеядна, питается зоопланктоном, водорослями и перифитоном. Взрослые особи переходят на питание детритом (Kelly, 1956; Dendy, 1967). Имеются данные, указывающие на то, что мозамбикская тилапия хуже переваривает фитопланктон, чем голубая и нильская тилапии (Elhigzi, Larsson, 1996).

Важную роль в питании тилапий р. *Oreochromis* играет детрит. Способность тилапий эффективно использовать аминокислоты детрита обеспечивает высокий выход продукции (Bowen, 1984).

В опытах, проведенных на прудах, снабжаемых геотермальной водой (Краснодарский край), было установлено, что значительное место в питании мозамбикской и голубой тилапии занимает детрит. Его доля в питании молоди составляла 43,3–49,9 % содержимого кишечника. Существенное значение играла также водная растительность (31,4–52,4 %). В питании половозрелых особей на долю детрита приходилось от 49,9 до 87,7 % содержимого кишечника (Боронецкая, 1993).

Как уже отмечалось ранее, одним из характерных признаков, определяющих принадлежность тилапий к тому или иному роду, являются особенности их размножения и заботы о потомстве. Тилапии р. *Oreochromis* существенно отличаются от других родов по своим репродуктивным особенностям.

Половая зрелость у тилапий р. *Oreochromis* наступает рано, в возрасте до одного года. Сроки полового созревания различны для разных видов и даже для одного и того же вида, обитающего в различных по температурному режиму и кормовой базе водоемах. Наиболее раннее половое созревание характерно для мозамбикской тилапии, которая становится половозрелой уже в возрасте 2–6 месяцев. Так на Яве и Малакке в мелководных прудах с бедной кормовой базой нерест может проходить в возрасте 2–3 месяцев при длине самок 6–10 см и самцов 7–13 см (Elliot, 1955). В Шри Ланка 100 % самок были зрелыми в возрасте 5 месяцев при длине 28 см (De Silva et al., 1986). Более поздним половым созреванием отличается нильская тилапия, достигающая половой зрелости в возрасте 6–9 месяцев.

Тилапии способны нереститься с интервалом 3–6 недель. Число икрометаний при благоприятных условиях в тропиках может достигать до 16 в год.

В тропическом поясе размножение не имеет ярко выраженной сезонности и происходит многократно в течение всего года, в субтропиках на протяжении нескольких теплых месяцев, а на границе ареала обитания только несколько недель в году.

Для половозрелых особей характерен сильный половой диморфизм и дихроматизм.

Тилапии р. *Oreochromis* полигамны. В период размножения формируется семья (1 самец и 5–10 самок). Половозрелые самцы становятся очень агрессивными. Каждый из них занимает выбранную им территорию, охраняет ее, изгоняя слабых самцов. Более крупные и сильные самцы занимают наиболее удобную территорию. Чем крупнее половозрелые самцы, тем агрессивнее их поведение. Важную роль при формировании семьи и размножении играет социальная иерархия, характерная для этого рода. Эта система создает социальную устойчивость, минимизирует агрессивную реакцию внутри вида. Доминирующие самцы приобретают интенсивную окраску, имеют вогнутый профиль головы и гипертрофированные челюсти. Так самцы мозамбикской тилапии окрашиваются в интенсивный черный цвет за исключением белого пятна на нижней челюсти. Белая окраска нижней части головы играет важную функцию в стимулировании самок и синхронизации

пии нерестовой активности. Она используется самцом для показа агрессивности и сексуальности (Baerends, 1950).

В начале нерестового цикла самцы выбирают территорию и строят гнездо, расчищая на дне основание в виде небольшой ямы. Размер нерестового гнезда соответствует размеру рыбы и может иметь в диаметре 0,5–5 м при глубине 6–10 см (Hofstede, 1957). Гнезда достаточно удалены друг от друга и редко находятся в контакте между собой.

Размножение проходит в центре нерестовой территории. Для репродуктивного поведения характерна Т-позиция: самка во время нереста держится перпендикулярно к самцу, при этом ее голова расположена вблизи урогенитальной папиллы самца. Самка выметывает икру, самец выделяет сперму и самка забирает оплодотворенную икру в рот. Ряд исследователей считает, что самка забирает икру и сперму в рот и оплодотворение происходит в ее ротовой полости (Peters, 1967). Овулировавшая икра имеет грушевидную форму светло-желтого или коричневого цвета. После нереста самка с икрой в ротовой полости удаляется с нерестовой территории. Отнерестившихся особей нетрудно отличить по характерному подчелюстному мешку и периодическим «жующим» движениям челюстей, вследствие чего происходит перемешивание икры во рту. Инкубация икры и вынашивание личинок в ротовой полости, характерная для тилапий этого рода особенность, представляет идеальную защиту потомства от хищников и обеспечивает молоди при переходе на активное питание уменьшение энергетических затрат на поиски пищи, так как самка выпускает личинок на участках водоема хорошо насыщенных кислородом и богатых естественной пищей. Обычно это мелководная часть водоема с умеренным развитием мягкой водной растительности. Слизистая оболочка ротовой полости самки выделяет секрет, угнетающе действующий на развитие патогенной микрофлоры. Непрерывное перемешивание икры и личинок в ротовой полости способствует лучшей аэрации и более тесному контакту с секретом слизистой (Фам Мань Тьонг, 1970).

Выклев личинок в зависимости от температуры воды проходит на 3–5 день. В ротовой полости самки личинки находятся 10–14 дней. Только после рассасывания желточного мешка и перехода на свободное плавание самка выпускает их на волю. Но и после этого они находятся рядом с матерью и под ее охраной еще несколько дней. В целом продолжительность нерестового периода составляет у большинства видов 20–22 дня (Lombard, 1962; Russock, Schein, 1977).

Характеристика отдельных видов тилапий.

Нильская тилапия — *Oreochromis niloticus* (L, 1757).

Нильская тилапия является одним из самых популярных и широко используемых в мировой аквакультуре объектов разведения. Она может достигать массы 5 кг и по этому показателю является наиболее крупным представителем р. *Oreochromis*. По скорости роста, эффективности использования задаваемых кормов, хорошим товарным качествам она превосходит другие виды тилапий.

В нашу страну нильская тилапия была завезена из Республики Куба впервые в 1986 году и вторично в 1989 году.

Естественный ареал нильской тилапии — водоемы Восточной Африки. Встречается в реках: Нил, Нигер, Вольга, Гамбия; в бассейне озера Чад; озерах: Альберта, Эдварда, Рудольфа, Беринга, Танганьика. На Западе Африки — в Сенегале. Отдельные замкнутые популяции выделяются некоторыми авторами в самостоятельный вид, например, *O. volcani* озера Рудольфа в Кении.

По характеру питания нильская тилапия всеядна. Она потребляет низшую и высшую водную растительность, организмы бентоса, а также может питаться мелкой рыбой. Отличается высокой пластичностью по отношению к факторам внешней среды. В естественном ареале встречается как в пресных, так и соленых водах. Оптимальная для роста и развития температура 25–32 °С.

Нижний температурный порог 10–12 °С, верхний 38–40 °С. Устойчивость к низкой и высокой температуре может зависеть от географического происхождения. Так нильская тилапия из Египта, Ганы и Берега Слоновой Кости, выращенная в аналогичных условиях в течение года, была проверена на устойчивость к холоду, а также оценена по скорости роста. Результаты опыта показали, что для тилапии из Египта нижняя пороговая температура составила 10 °С, а наиболее высокая — 14 °С оказалась у тилапии из Ганы. Наибольшую скорость роста имела нильская тилапия из Египта (Khater, Smitherman, 1988).

В реке Нил тилапия созревает в 9–12 месяцев при массе 150–300 г. При интенсивном выращивании в рыбоводных установках с регулируемым температурным режимом половая зрелость наступает в возрасте 6–9 месяцев при массе рыбы 250–500 г.

В природных условиях для нильской тилапии характерны два ежегодных нерестовых сезона: первый, совпадающий с сезоном дождей (летом), он основной и второй — менее значительный, в феврале-марте (Babiker, 1986). Нильская тилапия, вероятно, наиболее агрессивный вид из р. *Oreochromis*. Крупные самцы практически ни с кем из других видов и внутри своего вида не уживаются.

От других видов нильскую тилапию можно отличить по ряду морфометрических показателей (табл. 3) и окраске тела. Половозрелые особи окрашены в серый цвет и имеют на туловище темные вертикальные (9–11) и две горизонтальные полосы. Хвостовой плавник закругленный, розовый с вертикальными темными полосами. На спинном и анальном плавниках имеются светлые пятна. Грудные плавники розовые. В отличие от других видов, включая голубую тилапию, не имеет красной или оранжевой окантовки спинного и хвостового плавника у нерестующих самцов (рис. 2).

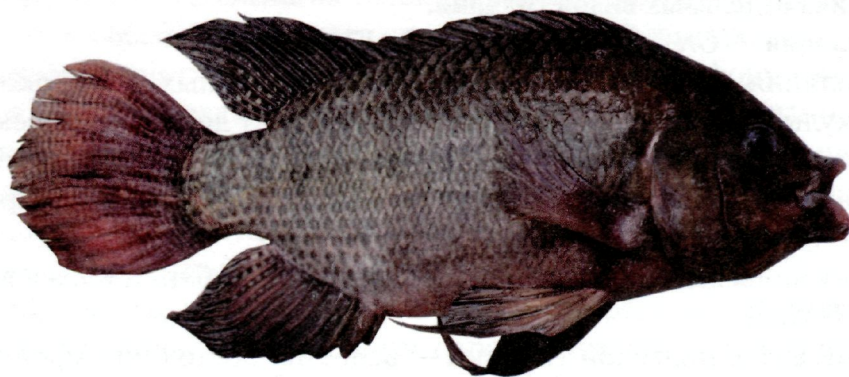


Рис. 2. Нильская тилапия (*O. niloticus*)
Голубая тилапия — *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864).

Естественный ареал голубой тиляпии — водоемы Африки от Сенегала до Чада, река Нил — от Каира до озер дельты, Ближний Восток (Иордания, Израиль). Завезена из Республики Куба в 1983 г. и вторично в 1989 г.

Один из самых холодоустойчивых видов. Широко используется в аквакультуре, в том числе в межвидовой гибридизации. По своим продуктивным качествам близка к нильской тиляпии.

Голубая тиляпия имеет голубое с сероватым оттенком туловище. Вертикальные полосы прерваны. Спинной и хвостовой плавники светло-серые с розовой или оранжевой каймой у самцов (рис. 3).



Рис. 3. Голубая тиляпия (*O. aureus*)

Мозамбикская тиляпия — *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852).

Мозамбикская тиляпия — один из наиболее широко распространенных видов. Естественный ареал — реки Восточной Африки от 11 до 27 градуса южной широты (Tette, Sena, Lumbo), побережье Мозамбика.

Мозамбикская тиляпия является первой, вывезенной за пределы естественного ареала. В 1939 г. ее завезли на Яву, а в дальнейшем она попала во многие тропические и субтропические страны. В нашу страну мозамбикскую тиляпию впервые завезли в 1961 году.

Мозамбикская тиляпия — относительно некрупный вид. Максимальная ее масса — 2830 г отмечена в 1967 г. в реке Умфули (Зимбабве). В аквакультуре в последние десятилетия к ней проявляется относительно небольшой интерес. Объясняется это отчасти невысокой скоростью роста по сравнению с другими видами этого рода. Раннее половое созревание тормозит рост половозрелых особей, а многократное размножение в течение круглого года приводит к перенаселению водоемов, что сказывается на условиях содержания и в первую очередь на кормовой базе водоемов. К тому же мозамбикская тиляпия меньше чем другие виды тиляпий востребована для реализации, что связано с черной окраской тела и внутренностей.

В то же время, отмеченная особенность биологии мозамбикской тиляпии — раннее половое созревание, многократное с небольшими интервалами размножение, открывает широкие возможности ее использования в качестве модельного объекта при проведении исследований в области экологии, генетики, физиологии рыб.

Типичным для мозамбикской тияляпии является темно-серое, у самцов черное туловище, наличие двух горизонтальных и 6–7 вертикальных темных полос. Самки и не активные самцы могут не иметь полос, но у них появляются 3–4 темных пятна на верхней боковой линии и 2–5 пятен на нижней боковой линии. У нерестующих самцов спинной и хвостовой плавники черные с красной каймой (рис. 4).



Рис. 4. Мозамбикская тияляпия (*O. mossambicus*)

Занзибарская тияляпия — *Oreochromis urolepis hornorum* (Norman, 1922)

Естественный ареал занзибарской тияляпии — реки Восточной Африки, впадающие в Индийский океан. Встречается в озере Занзибар. Завезена в 1986 г.

Вид теплолюбивый, плохо переносит температуру ниже 15 °С. Летальная температура 10–12 °С. Поведение мирное по отношению к другим видам. Является перспективным объектом для межвидовой гибридизации. В гибридном потомстве, полученном с использованием самцов тияляпии горнорум, преобладает мужское потомство.

Занзибарская тияляпия (чаще используется термин — тияляпия горнорум) имеет темное с оливковым оттенком туловище. Спинной плавник темный с красной или оранжевой каймой. Хвостовой плавник оранжевый до красного (рис. 5).

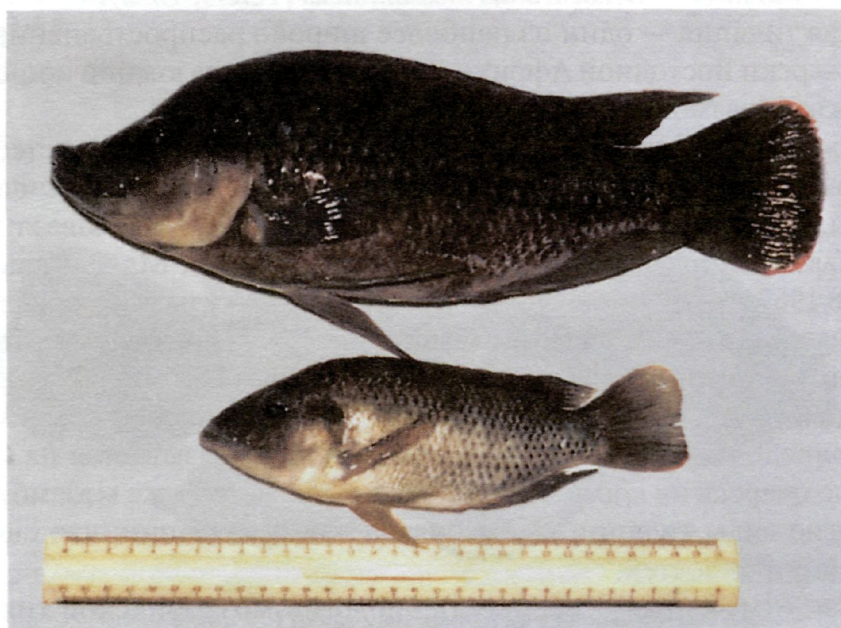


Рис. 5. Тияляпия горнорум (*O. hornorum*) самец и самка

Глава 4. ТИЛЯПИИ И ВНЕШНЯЯ СРЕДА

Одной из ценных биологических особенностей тилапий является их широкая экологическая пластичность, способность приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней среды. Тилапии выживают при низком содержании кислорода, растворенного в воде, широких колебаниях солености и концентрации водородных ионов (рН воды), повышенном содержании органики в воде.

4.1. Температурная устойчивость

Тилапии могут существовать в довольно широком диапазоне температур. Температурные границы для их нормальной жизнедеятельности лежат в пределах 25–33 °С, а критические 8–12 °С и 38–42 °С.

Литературные источники по температурной устойчивости отдельных видов тилапий весьма противоречивы. Объясняется это тем, что устойчивость рыб к той или иной температуре связана с рядом факторов, например, с возрастом и физиологическим состоянием, условиями содержания, предшествующими проведению опытов, соленостью воды и другими. Не всегда приводится методика постановки опытов, что затрудняет оценку результатов исследований.

Существуют межвидовые и возрастные отличия тилапий по отношению к высоким и низким температурам, диапазону оптимальных для размножения и выращивания температур.

Так большинство исследователей, работавших с мозамбикской тилапией, склонны к тому, что нижний температурный порог для нее находится на уровне 10 °С. В экспериментах, проведенных на прудах в Алабаме (США), было установлено, что нижним температурным порогом является температура 15,5 °С. При температуре 11–14 °С наблюдалась гибель отдельных экземпляров, а при 9 °С отмечался 100 % отход рыбы (Kelli, 1966).

В то же время по данным исследований, выполненных во Вьетнаме, летальная температура для мозамбикской тилапии наблюдалась на уровне 5–6 °С (Le Kuang Long, 1965). При выращивании в прудах Египта в зимний период мозамбикская тилапия погибала, когда температура на уровне 13 °С держалась на протяжении нескольких дней.

Одним из наиболее устойчивых к низкой температуре видов является голубая тилапия, погибающая при температуре 6–8 °С (Viola et al., 1988). Наибольшей устойчивостью к высоким температурам обладает *O. alcalicus grahami*, способная переносить повышение температуры до 42 °С (Сое, 1966).

Сравнительное испытание трех видов тилапий — нильской, голубой и горнорум показало, что голубая тилапия выдерживала снижение температуры до 6,7 °С, хотя 50 % рыб при этом теряла ориентацию. Нильская тилапия также показала хорошую устойчивость к низкой температуре (7,80 °С). Тилапия горнорум погибала при температуре 10 °С (Привезенцев, 1991).

Как показали исследования, выполненные в институте рыбного хозяйства и океанографии (Египет), рост тилапии, ее выживаемость и эффективность использования корма достоверно зависели от глубины прудов и температуры воды. Лучшие результаты были получены в прудах с глубиной 2–3 м при температуре выше 21 °С. При снижении темпе-

ратуры от 21 °С до 10 °С наблюдалось прекращение питания и увеличивающийся отход рыбы, связанный с грибковой инфекцией (El Sayed et al., 1996).

Одним из факторов, влияющих на устойчивость тилапий к экстремальным температурам, является температурный режим содержания рыбы в период адаптации перед воздействием высоких или низких температур. Так голубая тилапия, адаптированная к температуре 28 °С, погибала при снижении температуры до 11 °С, тогда как при адаптации к 18 °С отход рыбы начинался только при 9 °С (Stauffer et al., 1988).

По данным японских исследователей мозамбикская тилапия, адаптированная к температуре 20 °С в течение 20 дней, выживала в диапазоне температур от 10 °С до 35 °С, но быстро впадала в коллапс при 5 °С и 40 °С (Fujita et al., 1966).

Таким образом противоречия, имеющиеся в сообщениях разных авторов о критической верхней и нижней температуре для отдельных видов тилапий, связаны отчасти с различными условиями содержания рыбы в период адаптации.

Температурная устойчивость зависит также от солености воды. Показано, что у мозамбикской тилапии в пресной воде при температуре 11 °С холодовая кома была связана с уменьшением в плазме крови осмолярности и концентрации натрия и хлорид иона. При той же температуре и солености 5 г/л эти симптомы не наблюдались (Allanson, Bok and Wuk, 1971). По их наблюдениям в районах Южной Африки, где в зимний период бывает довольно холодно, тилапия встречается в основном в солоноватых водах побережья. Авторы приходят к выводу, что концентрация солей, растворенных в воде, влияет на величину пороговых температур. В опытах с мозамбикской тилапией при повышении солености до 15–20 г/л температурный порог понизился от 9,8 до 7,4 °С (Potts et al., 1967).

Анализ литературы показывает, что тилапии обитают в основном в водоемах с температурой воды выше 20 °С. В то же время есть виды, которые могут существовать и при более низкой температуре. Например, при температуре близкой к 10 °С выживают такие виды как тилапии Зилля (рис. 6), галилея (*S. galilaeus*) и голубая тилапия, обитающие на северной границе ареала (Сирия и Израиль), мозамбикская тилапия, тилапия спармани (*T. sparrmani*) и тилапия спилурус (*O. spilurus spilurus*) (рис. 7) на южной границе их распространения в Африке.

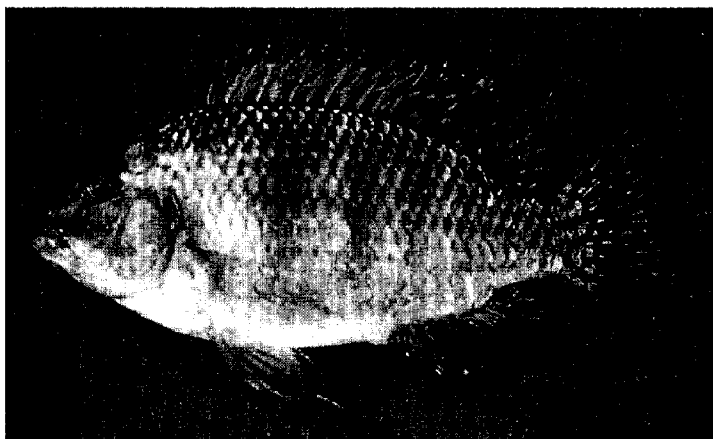


Рис. 6. Тилапия Зилля (*T. zillii*)

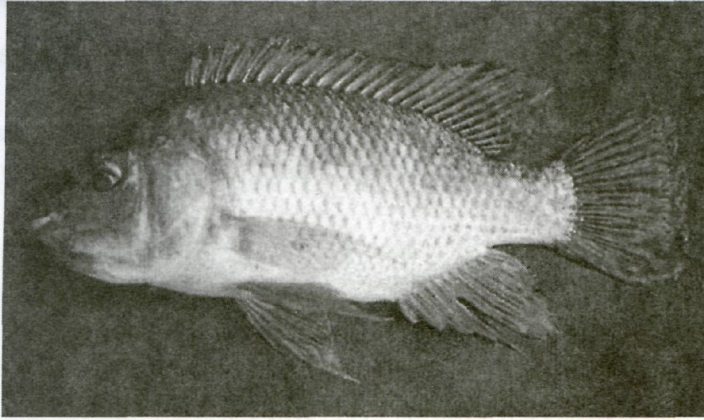


Рис. 7. Тилапия спилурус (*O. s. spilurus*)

Температура является одним из ведущих факторов, оказывающих влияние на развитие воспроизводительной системы рыб. Так понижение температуры до 20 °С при выращивании мозамбикской тилапии в возрасте от 15 до 30 суток значительно замедляло развитие гонад у подопытных рыб и оказывало влияние на их выживаемость. Наблюдалась задержка процессов размножения ППК и гониев. Отход личинок составил 14,4%, а при более длительном воздействии (20 суток) погибли все личинки (Чмилевский, Лаврова, 1990).

Температурные границы размножения вида и выживаемость на ранних стадиях развития являются одним из основных показателей, лимитирующих его ареал. Судя по литературным источникам и собственным данным, тилапии не нерестятся при температуре ниже 20 °С. Оптимальной для размножения является температура 28–30 °С (Rothbard, 1979; Привезенцев и др., 1985).

Отмеченная особенность биологии тилапий исключает возможность их выращивания в естественных водоемах и прудовых хозяйствах страны. Как показали исследования, потенциальной базой для выращивания тилапий являются садковые и бассейновые рыбоводные хозяйства на водоемах-охладителях, рыбоводные установки с замкнутой системой водообеспечения, где возможно поддержание температуры на любом заданном уровне, а также пруды с использованием геотермальной воды.

4.2. Солевая устойчивость

Одной из отличительных особенностей биологии тилапий является их способность переносить значительные колебания солености, размножаться и хорошо расти как в пресной, так и в солоноватой и соленой воде.

Предполагается, что тилапии имеют морское происхождение и их проникновение в пресную воду является вторичным. Этим может объясняться широкая эвригалинность многих видов тилапий (Myers, 1939; Chervinski, 1961). Одни из них живут в озерах и реках с пресной или слабо соленой водой. Другие обитают в водоемах, где соленость может быть очень высокой и в отдельные сезоны года значительно превышать соленость морской воды.

Анализ литературы показывает, что к наиболее солеустойчивым видам относятся мозамбикская тилапия, голубая тилапия, тилапия галилея, тилапия Зилля, черногорлая тилапия (*S. melanotheron*), тилапия горнорум (Fraer and Iles, 1972; Watanabe et. al., 1997;

Iwama et. al., 1997; Lahav, 1997). Высокая толерантность этих видов к морской воде объясняется их естественным обитанием в основном в эстуариях рек и прибрежных водах.

Тиялия галилея, обитающая в водоемах Израиля и Египта, растет и размножается в соленой воде. Она выносит прямую пересадку из пресной воды в воду с соленостью 19,5% (Chervinski, 1961).

Тиялия Зилля размножается в озере Карун (Египет) при солености от 10 до 26%. В Красном море этот вид обнаружен при солености 42,7% (Bayoumi, 1969).

В некоторых прибрежных лагунах Западной Африки, где в сезон дождей вода становится практически пресной, а в сухой сезон соленость возрастает до 72%, обитают тиялия горнорум и черногорлая тиялия (Assem, Hanke, 1979). С другой стороны есть отдельные виды тиялий, которые с трудом переносят даже относительно небольшое повышение солености. Например, тиялия спармани не переносит соленость выше 17%, а тиялия рендали (рис. 8) погибает при солености 13% (Morgan, 1972).

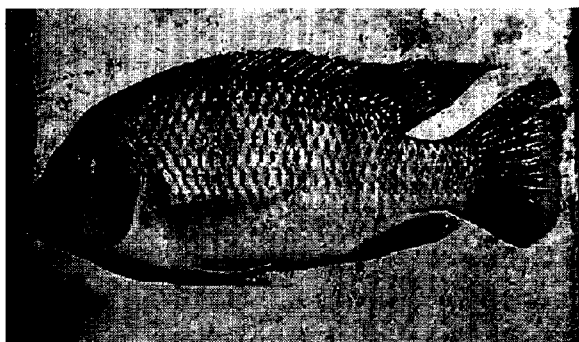


Рис. 8. Тиялия рендали (*T. rendalli*)

Значительное число работ, связанных с изучением солеустойчивости тиялий, выполнено на мозамбикской тиялии. Судя по большинству публикаций, мозамбикская тиялия выдерживает соленость до 35% (Clarke, 1973; Mainoye, 1982).

В отношении возможности размножения мозамбикской тиялии в морской воде существуют различные мнения. При исследовании влияния солености воды на количество выметанной икры, выживаемость и рост молоди было установлено, что показатели воспроизводства оказались более высокими при солености до 15%. При более высоких значениях солености они ухудшались (Watanabe, Tomoto, 1981). По данным других авторов выход молоди был более высоким при размножении мозамбикской тиялии в воде с соленостью 10% по сравнению с пресной и более соленой водой (Uchida and King, 1962). В то же время имеются сведения о том, что размножение мозамбикской тиялии возможно в морской воде с соленостью до 35% (Hoga and Pillay, 1962). Исследования, проведенные на Фиджи в прудах с морской водой, показали, что мозамбикская тиялия способна размножаться при солености 49% (Potts et. al., 1967). Повышенная соленость положительно сказывается на росте мозамбикской тиялии. В опыте по выращиванию мозамбикской тиялии в пресной, разбавленной морской воде (10%) и морской воде (33%) оказалось, что скорость роста рыб была одинаковой при солености 10 и 33% и достоверно превышала скорость роста рыб, содержащихся в пресной воде (Jurs et. al., 1984).

Большое внимание исследователей было уделено изучению солеустойчивости наиболее широко используемых в аквакультуре нильской и голубой тиялии, а также их гибридам. Оба вида обитают в озерах Египта с соленостью от 13 до 29%, а также в дельте Нила (Fraer and Iles, 1972).

Установлено, что голубая тилапия легко, без предварительной адаптации, переносит пересадку из пресной в соленую воду (23 %), а нильская тилапия в воду с соленостью 17,5 % (Coleman et. al., 1977). Имеются сведения, что нильская тилапия выносит прямую пересадку в воду с соленостью 21 % и в состоянии после ее адаптации выдерживать соленость до 53 % (Lotan, 1960).

Сведения по оптимальному уровню солености для воспроизводства и выращивания нильской и голубой тилапий весьма разноречивы. При выращивании голубой тилапии в пресной и солоноватой воде (10 %) различий по скорости роста не наблюдалось (Chervinski, 1966). Хороший рост был зафиксирован при солености 40 %, но при этом отмечалось поражение чешуйного покрова (Chervinski and Zorn, 1974). По сообщению других авторов более эффективный рост голубой тилапии наблюдался в воде с соленостью 10–15 %, а нильской тилапии при солености 5–10 % (Payne and Collins, 1983).

Голубая тилапия успешно размножалась при солености 4,3 % и 6 % (Perry and Avault, 1972; Chervinski, 1966). При исследовании влияния солености воды на плодовитость, выживаемость и рост молоди нильской тилапии установлено, что эти показатели были более высокими при солености до 15 %. При большей солености воды воспроизводительные качества заметно снижались.

Молодь нильской тилапии не переносит прямой пересадки из пресной воды в морскую до 45-ти дневного возраста. С возрастом солеустойчивость повышается и достигает максимума в возрасте 150 дней после выклева. Аналогичный результат был получен и на голубой тилапии (Watanabe, 1985). В опытах по искусственной инкубации икры нильской тилапии в пресной воде и воде с соленостью 5, 8 и 10 % лучший результат наблюдался в воде с соленостью 8 и 10 % (Привезенцев и др., 1996).

В исследованиях, выполненных на кафедре аквакультуры МСХА, молодь трех видов тилапий, относящихся к различным родам: мозамбикской (*p.Oreochromis*), черногорлой (*p.Sarotherodon*) и пятнистой тилапии (*p.Tilapia*), выращивали в воде с соленостью 10, 15, и 20 %. Контролем служила молодь, выращиваемая в пресной воде. Была отмечена неадекватная реакция разных видов на повышение солености воды. Установлено, что повышение солености отрицательно сказалось на росте пятнистой тилапии. Величина среднесуточного прироста при солености 10 % снизилась у нее вдвое. Два других вида положительно отреагировали на повышение солености воды. Среднесуточный прирост у них увеличился соответственно на 62–85 %. Дальнейшее увеличение солености до 15 % не отразилось на скорости роста мозамбикской тилапии. У черногорлой тилапии стабилизация среднесуточного прироста отмечена при солености 20 % (Соколов, 1983).

Высокой солеустойчивостью обладает гибридная красная тилапия, полученная в результате скрещивания мозамбикской и нильской тилапий. Она имела более высокую скорость роста в воде с соленостью 17 %, чем в пресной воде (Liao and Chang, 1983). Изучение пяти азиатских линий красной тилапии, выращиваемых в солоноватой и морской воде, показало преимущество Филиппинской линии в устойчивости к высокой солености воды (Romano-Equia, 1999).

В Израиле создан гибрид красной тилапии, обладающий повышенной солеустойчивостью и быстрым ростом. При выращивании в садках, установленных в Средиземном море (соленость 37 %), среднесуточный прирост гибрида массой 70–265 г составил 2,2 г. Рост останавливался при температуре ниже 20 °C (Lahav and Raanan, 1997).

Большой интерес представляют данные по влиянию колебаний солености воды на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди тилапии мозамбика. Резуль-

таты исследований показали, что молодь тилапии при переменных режимах солёности (от пресной до солёности 8 ‰) росла на 20–70 % быстрее, чем в пресной и солоноватой воде (5, 8 и 10 ‰). Отмечено улучшение физиологического состояния, снижение отхода рыбы, повышение эффективности использования пищи на рост (Мартынова, 2003).

4.3. Кислородная устойчивость

По сравнению с другими видами рыб, культивируемыми в умеренном поясе, тилапии обладают повышенной устойчивостью к дефициту кислорода, растворенного в воде.

Тилапии мозамбика и нилотика способны переносить кратковременное снижение содержания кислорода, растворенного в воде, до 0,1 мг/л (Maguyama, 1958; Magid and Babiker, 1975).

Высокая устойчивость тилапий к дефициту кислорода связывается с их способностью дышать в поверхностном слое воды. Причем установлено, что подобный способ дыхания не является признаком начала удушья, а представляет собой приспособление к преодолению плохих кислородных условий без потери рыбой активности (Kramer, 1982). В прудах, поверхность которых была покрыта ряской и возможность использования атмосферного кислорода затруднена, отмечался отход тилапии.

Потребность в кислороде зависит от температуры воды, возраста и размера рыбы, физиологической активности. Так стойкое увеличение потребности в кислороде наблюдается у рыб после их кормления, а также при снижении давления кислорода в воде. Исследования показали, что при оптимальной температуре дыхание мозамбикской тилапии не зависело от содержания кислорода, растворенного в воде, до тех пор пока его парциальное давление не упало до 32 % насыщения. Ниже этого уровня интенсивность обмена веществ начинает зависеть от содержания кислорода. При насыщении кислородом ниже 25 % скорость роста тилапии снижалась, а при 20 % насыщения, державшемся на протяжении двух-трех суток, наблюдалась гибель рыбы (Job, 1969; Rappoport et al., 1975).

Способность тилапии нилотика жить при низком содержании кислорода, растворенного в воде, объясняется ее способностью регулировать уровень его потребления. При стрессе потребление кислорода может возрасти до 150–300 %. Уровень кислорода 3 мг/л по мнению авторов является критическим при культивировании тилапии (Ross B., Ross L 1996).

При выращивании голубой тилапии в системе оборотного водоснабжения более быстрый рост отмечался в бассейнах с наибольшим содержанием кислорода 6,51 мг/л (77,5 % насыщения). Несколько ниже скорость роста была в бассейнах с содержанием кислорода 3,75 мг/л (44,6 % насыщения). Наименьшую скорость роста наблюдали при концентрации растворенного в воде кислорода — 2,63 мг/л (31,3 % насыщения) (Papoutsoglou, 1996).

Уровень потребления кислорода зависит и от солёности воды. У тилапии мозамбика, акклиматизированной в течение одного месяца к пресной, морской и гипергалинной (1,6 x солёность морской воды) воде, наблюдали следующий уровень потребления кислорода: в пресной воде — 177,2; в морской — 78,6; в гипергалинной — 195,4 мг/кг массы тела в час. Авторы делают вывод о том, что солёность морской воды больше всего удовлетворяет физиологическим потребностям мозамбикской тилапии (Iwama, Takemura, Takano, 1997).

Анализ литературы и результаты исследований, выполненных на кафедре аквакультуры МСХА, позволяют сделать вывод о том, что для нормального роста и развития тилляпий р. *Oreochromis* содержание растворенного в воде кислорода должно составлять не менее 4–6 мг/л.

4.4. Концентрация водородных ионов (рН)

Показатель рН воды один из наиболее важных факторов внешней среды, существенно влияющих на физиологическое состояние и продуктивные качества рыб (Брюхатова, 1937; Строганов, 1962).

Уровень рН воды в прудах подвержен значительным колебаниям в течение суток. Низкие значения рН обычно обусловлены наличием в воде растворенного углекислого газа, минеральных и органических кислот. Высокие значения рН связаны, в основном, с присутствием карбонатной гидроксильной группы. В период интенсивного цветения водорослей весь растворенный углекислый газ может быть потреблен растениями. В этом случае рН воды с недостаточной буферной емкостью достигает высоких значений. В условиях оборотных систем водообеспечения в результате микробиологических процессов, проходящих в биофильтрах, происходит снижение щелочности воды (Losordo, et al., 1998).

Как низкая, так и высокая концентрация водородных ионов отрицательно сказывается на рыбе, оказывая на нее как косвенный, так и прямой токсический эффект.

При низких значениях рН воды кроме первичного нарушения кислотно-щелочного равновесия и вторичного — ионного развивается тканевая гипоксия, вызванная аномалиями кровотока и газообмена в жабрах. По мнению В. Лукьяненко (1971) это является основной причиной гибели рыб при экстремально низких величинах рН воды.

При высоких значениях рН воды нарушается нормальное выделение аммония из организма вплоть до полного блокирования (при рН равном примерно 10,5). В результате в организме рыб проявляется эффект застоя, который ведет к самоотравлению. Кроме того в условиях повышенной рН воды происходит увеличение доли недиссоциированного аммиака, который также может вызвать отравление рыб (Steffens, 1981).

Согласно данным литературных источников и результатам собственных исследований можно сделать заключение, что устойчивость тилляпий к колебаниям водородного показателя выше, чем у многих других объектов аквакультуры. В то же время имеются видовые различия по устойчивости этих рыб к высокой кислотности или щелочности. Так в опытах, проведенных с молодью мозамбикской и нильской тилляпии, была отмечена неодинаковая реакция этих видов на изменение рН воды. У нильской тилляпии при переводе из нейтральной воды в бассейны с кислой водой (рН 4,5; 4,0 и 3,5) в плазме крови наблюдали существенное понижение уровня натрия. У мозамбикской тилляпии подобное снижение происходило лишь при рН 3,5. Через трое суток этот показатель стал расти и достиг прежнего уровня, что указывает на адаптацию организма. (Takashi, Fuminari, 1997). Во время нахождения в кислой среде у тилляпий значительно увеличивалась секреция пролактина. Это позволяет сделать вывод, что тилляпии способны адаптироваться к существованию в кислой воде благодаря контролю за утечкой натрия, происходящей через оболочки тела и частично через жабры (Feik et al., 1989).

Наиболее устойчивой к высоким значениям рН, вероятно, может считаться *O. alcalicus grahami*, обитающая в щелочных геотермальных источниках и водоемах, окружающих озеро Магади в Кении (рН 9,9–10,0). Этот вид тилапии отличается тем, что выделение азота у нее происходит в виде азота мочевины, которая выделяется в основном через жабры (80%) и частично с мочой и желчью (Wood et al., 1994; Wilke, Wood, 1996). Как отмечают исследователи, тилапия алкаликус может без неблагоприятных последствий переносить колебания рН от 5 до 11 (Bardach, Rither, McLarney, 1972).

Крайние значения рН воды в первую очередь негативно сказываются на ранних, наиболее чувствительных периодах развития рыб (Билько, Макиевский, 1987).

В опытах, выполненных на мальках и молоди нильской тилапии, выращиваемых на протяжении 60 суток при рН 4,0; 5,0 и 7,0, выживаемость была различной и составила у мальков соответственно 57,8; 82,2 и 84,5%. У молоди выход был выше — 86,6; 100 и 100% (Wanghead, Geater, Tansakue, 1985).

На кафедре аквакультуры МСХА были проведены исследования, целью которых являлось изучение влияния рН воды на физиологическое состояние и продуктивные показатели тилапии. Объектом исследования являлась гибридная красная тилапия (*O. mossambicus* × *O. niloticus*). Две возрастные группы: молодь (начальная масса 3 г) и товарная рыба (начальная масса 25 г) выращивались в условиях пяти диапазонов водородного показателя: рН 3,5–5,0; 5,0–6,7; 6,7–7,4; 7,4–8,2 и 8,2–9,5. Как показали исследования, рост и продуктивные качества тилапии в значительной степени были обусловлены уровнем рН воды. Наиболее сильное угнетающее действие на скорость роста рыбы оказала высокая щелочность воды. Затем по степени воздействия на рост была сильно кислая вода. Выживаемость рыб была равна или близка к 100% во всех вариантах опыта за исключением сильно кислых условий, где выход составил 83–85%. Как показали гематологические исследования, величина водородного показателя существенно повлияла на качественную характеристику крови тилапии. При крайних значениях рН воды отмечено увеличение количества эритроцитов и содержания гемоглобина, а также существенное увеличение патологических форм эритроцитов. При этом наблюдалось увеличение фагоцитирующих форм клеток белой крови и значительное снижение количества лейкоцитов, что приводило к ослаблению иммунитета рыб. Наблюдалось также повреждение жаберного эпителия и кожи (рис. 9). При проведении опыта по установлению предельных границ водородного показателя сублетальными оказались значения рН ниже 3,2 и выше 11,4 (Щербаков, 2000).

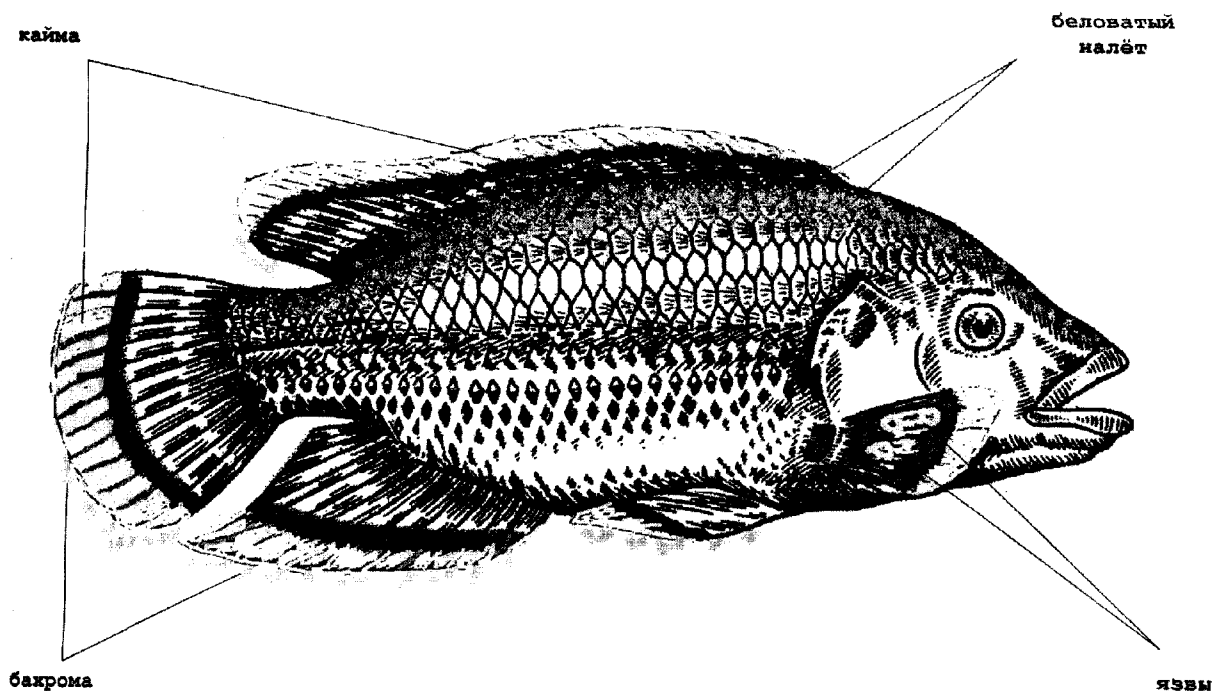


Рис. 9. Патологические изменения кожных покровов, вызванные воздействием низких значений рН (3.0)

Активная реакция среды оказывает существенное влияние на воздействие других абиотических и биотических факторов внешней среды. Так у мозамбикской тилапии в кислой воде (рН-4,0) наблюдалось снижение потребления кислорода и интенсивности обмена веществ (Dijk et al., 1993). При рН-9 у тилапий, искусственно зараженных *Streptococcus iniae*, уровень смертности был выше, чем в воде с более низким значением рН (Bowser et al., 1998).

Результаты исследований, выполненных за рубежом, и отечественный опыт выращивания тилапии показывают, что оптимальным для культивирования тилапий является диапазон значений рН воды в пределах 6,5–8,0.

4.5. Болезни

Тилапии обладают высокой резистентностью ко многим заболеваниям, присущим рыбам, и болеют меньше чем большинство других объектов аквакультуры.

За более чем три десятилетия нашей работы с тилапией в рыбоводных хозяйствах различного направления: прудовых, садковых и бассейновых, рыбоводных установках с замкнутым циклом водообеспечения не было отмечено ни одного случая ее массового заболевания. Наблюдавшийся одиночный отход рыбы был связан в основном с ухудшением условий содержания, например, резкой сменой температуры воды, низкой или высокой концентрацией водородных ионов, а также ее травматизацией.

Анализ зарубежной литературы также показывает, что появление тех или иных заболеваний в большинстве случаев связано с ухудшением факторов внешней среды. В неблагоприятных условиях, в том числе при резком снижении температуры воды, тилапии теряют

свою повышенную устойчивость к инфекциям и могут быть подвержены бактериальным, грибковым, а также паразитарным заболеваниям (Rakocy, 1989). В опытах, проведенных в институте океанографии и рыбного хозяйства (Каир, Египет), у нильской тилапии при температуре 10 °С наблюдался сильный стресс. Рыба перестала питаться, у нее отмечали развитие сапролегнии и высокую смертность (El Sayed, El Ghabashy, Al Amoudi, 1996).

Другие факторы внешней среды также оказывают влияние на устойчивость тилапии к заболеваниям. Например, при низком содержании кислорода в воде или повышенном содержании нитритов возрастала смертность гибридной тилапии (самка *O. niloticus* x самец *O. aureus*), инфицированной возбудителем стрептококковой инфекции — *Streptococcus* spp. Оба стресс фактора увеличивали смертность. Но наибольший отход наблюдали тогда, когда действовали одновременно оба фактора (Bunch, Bejerano, 1997).

В воде с соленостью 15 и 30 % смертность нильской тилапии от стрептококковой инфекции была выше, чем в пресной воде. При повышении температуры воды от 25 до 30 °С смертность снижалась (Chang et al., 1996).

Тилапии могут быть переносчиками заболеваний, вызываемых *Streptococcus iniae*, которыми болеют не только рыбы, но и человек. Впервые эта болезнь была зарегистрирована в США в начале девяностых годов. На одной из рыбоводных ферм Техаса наблюдали смертность гибридной тилапии. Внешние признаки ее у тилапии выражаются в потере ориентации, появлении пучеглазия, мутности роговицы, «сыпи» вокруг рта, анального отверстия и грудных плавников. Внутри тела накапливается жидкость, увеличиваются печень, селезенка и почки. У некоторых тилапий развивается эпикардит и миокардит. В плазме крови наблюдается присутствие бактерий (Perera et al., 1998). Как показали исследования, *Streptococcus iniae* может передаваться человеку от рыбы (Getchell et al., 1997). В 1995–1996 годах в Торонто было отмечено девять случаев этой болезни, которая вызывает у человека жар и воспаление лимфатических узлов. Применение лекарственных препаратов для лечения стрептококковой инфекции в большинстве случаев неэффективно. Однако с данным заболеванием можно успешно бороться путем вакцинации тилапий. Рыбы приобретают иммунитет примерно на 4 месяца (Bercovier et al., 1997). Развитие инфекции *Streptococcus iniae* может происходить не только в прудовых хозяйствах, но и при выращивании тилапии в условиях оборотной системы водообеспечения (Bowser et al., 1998).

В рыбоводных хозяйствах Египта на протяжении ряда лет наблюдалась массовая гибель нильской тилапии со следующими симптомами: потеря реакции на внешнее раздражение, потемнение кожного покрова, ерошение чешуи, отечность жабр, увеличение размера селезенки. Перед гибелью многие рыбы имели двустороннюю катаракту. Из крови и внутренних органов была выделена бактерия *Providencia rettgeri* (Faisali et al., 1989).

Тилапии могут быть подвержены заболеванию, вызванному моногией *Neibenedenia melleni* (Ogawo et al., 1995).

Возбудителем одного из заболеваний, которому подвержены тилапии, является трематода *Harporchis rumilio*. Болезнь отмечена в прудовых хозяйствах Восточной Африки. Промежуточным хозяином является моллюск *Melanoides tuberculata*. Болезнь может возникнуть при солености до 10%, однако уже при солености 7% продолжительность жизни церкарий значительно сокращается. При поражении большим количеством церкарий гибель мальков тилапий происходит в течение нескольких часов. Гистопатологи-

ческие исследования показали, что поражается скелетная мускулатура зараженной рыбы. Имеются сообщения, что болезнь может поражать и человека (Sommerville, 1982).

Тилапии также подвержены заболеванию, вызываемому бактерией *Aeromonas hydrophila*. В первую очередь инфекция поражает селезенку и печень (Cai, Huang, 1986). В Египте при выращивании тилапии в прудовых хозяйствах потери от этой болезни бывают очень высокими (Faisal et al., 1989).

При повышенном содержании органических веществ, связанном с интенсивным удобрением прудов навозом, у тилапий возможно развитие грибковых заболеваний. У рыб появляется ватный покров, наблюдается изъязвление плавников, кожи и мышц. Возможно поражение внутренних органов (Окаеме, Олуфемі, 1997).

Тилапии могут также болеть ихтиофтириозом в случае, если находятся в тяжелых стрессовых условиях (Constantino et al., 1997).

Несмотря на высокую устойчивость тилапий к ряду заболеваний необходим постоянный контроль за их состоянием, учитывая что ряд заболеваний могут передаваться от рыб человеку.

Глава 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИЛЯПИЙ В МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

5.1. Методы воспроизводства тилапий.

Биология размножения тилапий весьма специфична и значительно отличается от размножения традиционных объектов отечественного рыбоводства как по особенностям нерестового поведения, так и по срокам полового созревания, периодичности размножения, способам заботы о потомстве.

Заметные различия в особенностях размножения существуют и среди отдельных видов тилапий. Одни из них откладывают икру на субстрат, другие инкубируют икру в ротовой полости. Эти особенности, как отмечено выше, положены в основу классификации тилапий. Инкубация икры в ротовой полости представляет идеальную защиту от врагов, обеспечивая высокую сохранность икры и личинок.

Тилапии рано достигают половой зрелости. Возраст полового созревания зависит как от вида тилапии, так и от условий обитания. Разный температурный и гидрохимический режим, кормовая база и пищевая конкуренция обуславливают различные сроки достижения половой зрелости. В целом половая зрелость в оптимальных температурных границах наступает в возрасте до одного года. Самцы созревают быстрее самок, хотя небольшой процент самцов может созревать позже самок. Половые различия между самцами и самками наиболее отчетливо выражены у тилапий, относящихся к р. *Oreochromis*. Для половозрелых особей этого рода характерен сильный половой диморфизм и дихроматизм. Самцы в большинстве случаев растут быстрее, чем самки, поскольку женские особи во время вынашивания икры и личинок перестают питаться. По мнению ряда исследователей (Миронова, 1969; Шатуновский, 1980; Маркин, 1989) самки начинают отставать в росте еще до первого нереста, поскольку генеративный обмен у них требует значительного расхода ресурсов организма и поэтому тормозит соматический рост. Сравнительное изучение роста самцов и самок мозамбикской тилапии показало, что в возрасте до двух месяцев между ними не наблюдалось статистически достоверных различий. Начало отставания самок по темпу роста от самцов отмечено в возрасте трех месяцев, что совпадает с периодом онтогенеза, когда в яичнике появляются ооциты трофоплазматического роста (Ивойлов, 1988).

Тилапии легко размножаются как в естественных водоемах и прудах, так и в аквариумах, бассейнах и садках.

Для успешного размножения этих рыб важное значение имеет соотношение самцов и самок в нерестовых емкостях. Оптимальное соотношение самцов и самок, относящихся к разным родам при формировании маточных стад, будет различным. У тилапий р. *Oreochromis* оптимальное соотношение самцов и самок составляет 1:5–1:7. У тилапий р. *Sarotherodon* 2:1, а у тилапий, откладывающих икру на субстрат, 1:1.

Исследования, связанные с изучением оптимального соотношения самцов и самок нильской тилапии в нерестовом гнезде, выполненные на кафедре аквакультуры МСХА, показали, что отклонение от оптимального соотношения (1:5–1:7) отрицательно сказывается на результатах нереста. При уменьшении числа самок до 1–3 отмечены случаи, когда самец убивал или травмировал самок. Объясняется это тем, что самки не успевали подготовиться к нересту и их количества не хватало для удовлетворения половой агрессии

самца. При увеличении самок в гнезде до 9–11 особей часть из них не участвует в размножении, в результате создается эффект давления самок (не готовые к нересту самки мешают прохождению нереста, самец тратит много усилий на охрану нерестовой территории). Отмечено при этом, что увеличение числа самок в гнезде не сказывается положительно на увеличении выхода личинок (Бутаец, 1999).

По данным Ивойлова (1988) при содержании производителей мозамбикской тилапии с соотношением самцов и самок 1:4–1:6 относительная частота размножения самок была одинакова, тогда как этот же показатель у самцов во втором случае был достоверно выше. При увеличении соотношения до 1: 9–10 самки нерестились достоверно реже. Автор делает вывод, что при соотношении полов 1:4 недоиспользуются потенциальные репродуктивные возможности самцов, а при 1:9–10 — самок.

Продолжительность использования производителей в получении потомства определяется их репродуктивными показателями. Результаты многолетних исследований показали, что производителей нильской и голубой тилапии целесообразно использовать до 2–2,5 лет. Если рабочая плодовитость у самок нильской тилапии увеличивалась до 4-х летнего возраста, то такие показатели как оплодотворяемость икры и выход личинок достигли максимального значения у 2-х летних производителей и заметно снижались у самок старшего возраста (табл. 4).

Таблица 4

Репродуктивные качества самок нильской тилапии разного возраста

Возраст, мес.	Масса самок, г	Плодовитость		Масса икринки, мг	Оплодотворяемость, %	Выход личинок, %
		рабочая шт.	относит. шт./г			
6–12	115,6	289	2,5	2,9	89,4	84,5
12–24	278,6	808	2,9	3,5	97,1	94,5
24–36	535,3	910	1,7	4,1	92,1	89,2
36–48	710,1	994	1,4	4,3	80,0	75,2

Количество личинок, получаемых от самки за определенный период времени, например за год, зависит в значительной мере от цикличности прохождения нереста. Чем больше интервал времени между икрометанием, тем меньшее по численности потомство можно получить от самки (табл. 5). У нильской тилапии (это характерно и для других видов) наиболее короткий интервал между нерестами наблюдается у молодых самок.

С возрастом этот интервал увеличивается, что ведет к снижению общего количества икрометаний и соответственно к меньшему количеству икры и личинок, получаемых от самки.

Таблица 5

Годовая продукция самок нильской тилапии

Возраст, мес.	Количество нерестов	Количество икры, тыс. шт.	Количество личинок, тыс. шт.
6–12	6	1,73	1,31
12–24	15	12,12	11,12
24–36	8,7	7,92	6,50
36–48	6,8	6,75	4,90

5.1.1. Естественный нерест

В странах Африки и Ближнего Востока тилапии на протяжении многих тысячелетий являются основным объектом рыболовства. В то же время опыт их разведения и выращивания в контролируемых человеком условиях относительно невелик. Первые исследования по разведению и выращиванию тилапии в прудах были проведены в 20-е годы прошлого столетия в Кении (Balarin, 1984).

Тилапии по сравнению с другими объектами рыбоводства легко размножаются в естественных водоемах и прудах. У большинства видов нерест проходит в прибрежной зоне на глубине не более 1 м. Сезон размножения наступает при повышении температуры воды до 27–30 °С. Для разведения используют пруды площадью от 0,05 до 0,5 га. Пруды заливают водой за 2–3 дня до посадки рыбы на нерест.

При разведении тилапий р. *Oreochromis* на 0,1 га нерестового пруда высаживают 40–50 самок и 10–15 самцов. Половозрелые самцы становятся очень агрессивными. Наиболее крупные из них с высоким иерархическим статусом занимают более удобную территорию и изгоняют с нее других самцов и не готовых к нересту самок. Размеры нерестовой территории зависят от вида и размера самца. Постройкой гнезда занимается один самец. Гнездо представляет собой ямку глубиной 5–6 см и диаметром 15–30 см. Готовая к нересту самка откладывает икру в ямку и после ее оплодотворения самцом забирает в рот. После этого самка покидает нерестовую территорию и выбирает место в водоеме с наиболее благоприятными для молоди условиями — хорошим гидрохимическим режимом и богатое естественной пищей. Молодь периодически (через 13–19 суток) отлавливают, сортируют по генерациям и высаживают на выращивание в другие водоемы. В Индонезии нерестовые пруды располагают выше выростных. После прохождения нереста пруды спускают и молодь вместе с водой поступает в выростные пруды. При снижении температуры воды до 20–22 °С половая активность у тилапии снижается и размножение прекращается.

Воспроизводство тилапии в прудах не представляет особой сложности. Более того, одной из проблем, возникающих при естественном нересте, является перенаселение нерестовых водоемов молодь в результате регулярно проходящего с небольшим интервалом времени икрометания, что ведет к быстрому истощению естественной кормовой базы. Ухудшение условий содержания отрицательно сказывается на качестве полученного потомства и в конечном итоге на результатах выращивания товарной рыбы.

5.1.2. Заводской способ размножения

Успешная разработка индустриальных технологий рыбоводства, позволяющих проводить круглогодичное воспроизводство и выращивание различных видов рыб вне зависимости от климатических условий, открыла широкие возможности для культивирования новых для отечественного рыбоводства ценных видов рыб, в том числе и тилапий.

В последние годы разведение и выращивание тилапий в рыбоводных установках с замкнутым циклом водоснабжения, а также в садках и бассейнах, расположенных на водоемах — охладителях, широко применяется во многих странах.

Потомство тилапий в условиях индустриальных хозяйств можно получать как путем естественного нереста, проводимого в лотках или бассейнах с последующим отловом личинок, так и заводским способом воспроизводства. Искусственное осеменение икры

у тилипий не применяют и поэтому заводской способ заключается в том, что у самок отбирают оплодотворенную икру или эмбрионов и их инкубацию осуществляют в специальных аппаратах. Первые исследования, связанные с искусственной инкубацией икры рыб, инкубирующих икру во рту, были проведены в 1954 г. (Shaw and Aronson, 1954).

Технологический цикл заводского воспроизводства включает следующие этапы:

- преднерестовое содержание производителей;
- проведение нереста;
- инкубация икры и эмбрионов.

Для успешного проведения заводского воспроизводства необходимо соблюдать определенные правила по содержанию маточного стада в преднерестовый и нерестовый период.

В естественном ареале стимуляция нереста тилипий связана с сезонными изменениями природных условий, например, повышением температуры или началом сезона дождей. В этот период водоемы пополняются свежей, насыщенной кислородом дождевой водой. С берегов в водоем попадает большое количество органических и минеральных веществ, происходит интенсивное развитие фито — и зоопланктона, создаются благоприятные условия для роста молоди. Часто эти факторы совпадают и наступает пик сезона размножения.

В индустриальном рыбоводстве такими стимулирующими условиями могут быть качество водной среды: температура, содержание растворенного в воде кислорода и др. Особенно важную роль играет температурный режим в рыбоводных емкостях. Нерест у тилипий проходит наиболее интенсивно при температуре 28–31 °С. После прохождения нереста температуру воды необходимо снизить на 3–4 °С. Оптимальная температура в этот период 25–26 °С, допустимая 23–27 °С. Нарушение этого требования приводит к преждевременному созреванию и перезреванию икры. В результате происходит резорбция икры, нарушается синхронность созревания маточного стада. Оптимальное содержание кислорода, растворенного в воде, 5–8 мг/л. Важное значение имеет и плотность посадки производителей на преднерестовое содержание. В этот период самцов и самок содержат отдельно при плотности посадки не более 35–40 кг/м³.

Во время нереста, инкубации икры и выдерживания эмбрионов самки не питаются и сильно худеют. В то же время формирование новой порции икры требует значительных затрат питательных веществ. Учитывая это, не менее важным условием успешного проведения нереста является уровень кормления производителей в преднерестовый период. Отсутствие естественной пищи в рыбоводных емкостях при оборотном водообеспечении предъявляет особые требования к качеству задаваемых кормов. Как показали исследования, выполненные на кафедре аквакультуры МСХА, при кормлении только одним комбикормом самки имели невысокую плодовитость и давали икру низкого качества. Введение в рацион животных (мотыль, трубочник) и растительных добавок значительно улучшило репродуктивные показатели производителей (табл. 6). Отмечено также снижение интервала между нерестами (Бугаец, 1999).

Влияние уровня кормления на репродуктивные показатели нильской и красной тяляпии

Рацион	Нильская тяляпия		Красная тяляпия	
	плодовитость, шт.	оплодотворяемость, %	плодовитость, шт.	оплодотворяемость, %
Комбикорм РГМ-8 М	256,0	87,1	241,0	86,2
РГМ-8 М — 80 % Живой корм — 20 %	454,0	88,5	289,0	90,2
РГМ-8 М — 80 % Живой корм — 20 % Растительность — 20 %	497,0	91,3	386,0	96,1

Проведение нереста

При отборе производителей к очередному нерестовому туру обращают внимание на выраженность вторичных половых признаков и степень нагула производителей.

Процесс размножения тяляпии включает ряд последовательно идущих этапов:

- приспособление к новым условиям и устройство нерестовой территории — 3–4 суток;
- нерест — 1–2;
- инкубация икры в ротовой полости — 3–5;
- вынашивание эмбрионов — 4–5;
- охрана личинок — 2–3

В целом нерестовый цикл составляет обычно 14–18 суток.

При посадке на нерест необходимо поднять температуру в нерестовой емкости до 28–30 °С и заменить 1/3 объема воды на свежую воду. Это вызывает обычно резкое усиление половой активности и стабильное икрометание.

Для размножения тяляпий необходима определенная площадь. Она колеблется от 0,5 до 1,5 и более квадратных метров и зависит от размера самцов. Нерест проводят в стандартных лотках и бассейнах с площадью дна 3–6 м².

При проведении нереста применяют групповое содержание. В лоток помещают 3–4-х самцов и 18–20 самок.

При воспроизводстве тяляпий особое внимание обращают на качество самцов. Перед переводом в маточное стадо самцы должны пройти проверку на половую активность. Если через 5–7 суток все самки или 80 % из них вынашивают икру, самца переводят в основное стадо.

Учитывая агрессивность самцов, особенно в период устройства гнезда, рекомендуется заранее установить в лотках и бассейнах искусственные укрытия (обычно полиэтиленовые трубки, параллельно скрепленные между собой). Диаметр трубок должен обеспечивать свободное плавание самок и в то же время препятствовать заходу самцов.

Нерест длится обычно 5–15 минут. Отнерестившихся самок нетрудно отличить по характерному подчелюстному мешку и периодически «жующим» движениям челюстей.

В связи с тем, что нерест тилапий проходит не одновременно, в нерестовой емкости могут находиться личинки, перешедшие на активное питание, эмбрионы и икра на разных стадиях развития. Отлов и осмотр самок, отбор икры, эмбрионов и личинок проводят спустя 2–3 недели с момента посадки производителей на нерест. Отобранных икру, эмбрионов и личинок переносят в отдельные емкости, а самок и самцов в емкости для преднерестового содержания.

Описанный способ воспроизводства тилапии имеет ряд недостатков. Наличие в нерестовых емкостях различных по возрасту личинок не исключает хищничества со стороны старшей и более крупной молодежи и производителей. Естественный нерест не обеспечивает получение через регулярные промежутки времени достаточно большого количества личинок, однородных по возрасту и размерам (Balagin, Haller, 1983; Coche, 1978).

Для решения этой проблемы альтернативой может стать метод искусственного воспроизводства со стадии икринки.

Использование искусственной инкубации для воспроизводства личинок имеет ряд важных преимуществ. Этот метод позволяет получать большее количество личинок определенного возраста и размера, что является необходимым условием при индустриальной технологии выращивания рыбы, а также при проведении работ по гормональной реверсии пола, используемой для получения однополого потомства. При естественной инкубации пол малька может определиться в течение продолжительного периода родительской заботы.

Появляется возможность контроля за воспроизводительными качествами производителей. К тому же требуется меньшее количество производителей благодаря укороченному интервалу между нерестами. Искусственная инкубация позволяет получать молодь более высокого качества. В естественных условиях личинки после рассасывания желточного мешка еще несколько дней находятся в ротовой полости и лишь периодически выпускаются самкой. При искусственной инкубации они начинают потреблять корм сразу, как только переходят на экзогенное питание, что максимально реализует их потенциал роста.

Использование искусственной инкубации икры помимо перечисленных преимуществ приносит также существенную выгоду, позволяя уменьшить площадь инкубационного цеха.

На первых этапах исследований инкубация икры проводилась в конических аппаратах Вейса (объемом 8 л). Однако потери икры в ряде случаев были очень высокими (Rothbard, Hulata, 1980). В ходе исследований, направленных на совершенствование метода инкубации икры, была разработана инкубационная система, позволившая существенно улучшить результаты искусственной инкубации икры (Rana, 1986). Система включает инкубационный аппарат новой конструкции и блок водоподготовки, состоящий из ультрафиолетового облучателя и биофильтра (рис. 10).

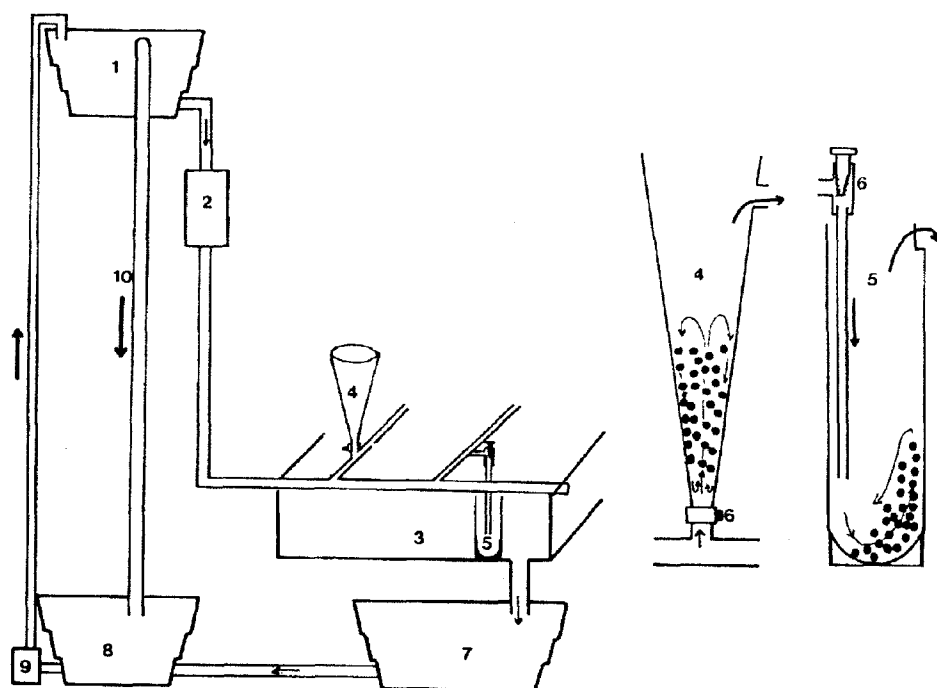


Рис. 10. Устройство двух типов инкубационных аппаратов

1. Бассейн с чистой водой. 2. Ультрафиолетовый стерилизатор.
3. Лоток для сбора воды и личинок. 4. Аппарат Вейса.
5. Усовершенствованный инкубационный аппарат.
6. Регулятор подачи воды. 7. Биофильтр. 8. Бассейн-отстойник.
9. Насос. 10. Труба для перелива воды.

Инкубационный аппарат Вейса и усовершенствованный аппарат были испытаны при инкубации партий икры, полученных от нильской и мозамбикской тяляпий в возрасте 0, 12, 24, 48 и 72 – часов. Схема исследований представлена на рис. 11.

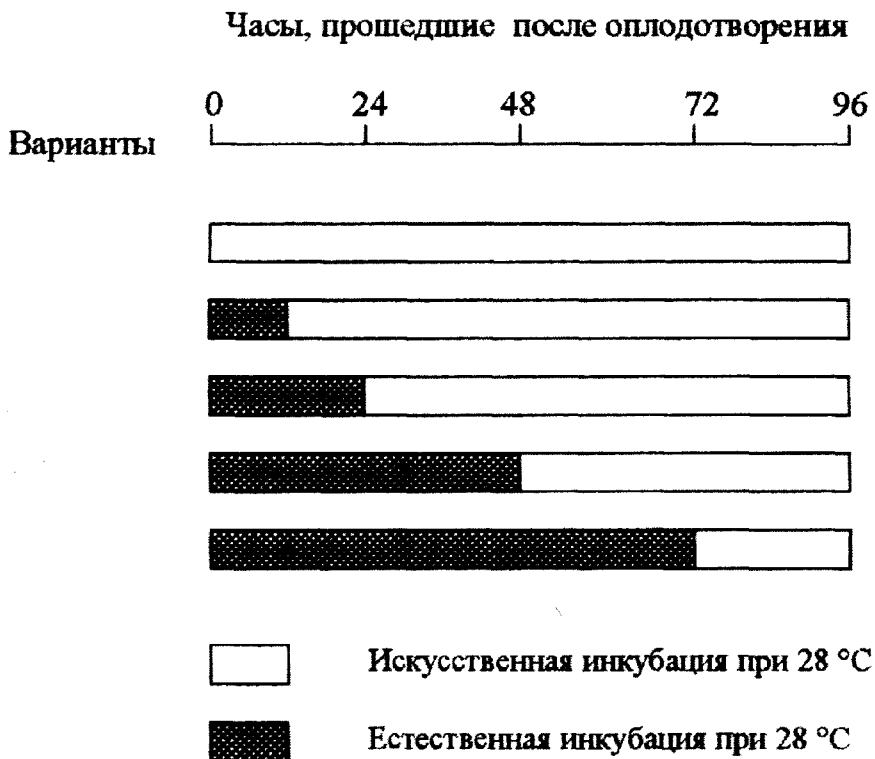


Рис. 11. Схема проведения исследований

Вылупление личинок происходило через 72–84 и 90–102 часа после оплодотворения по сравнению с 96–120 часами при естественной инкубации. Не было обнаружено достоверных различий между выходом и выживаемостью личинок у нильской и мозамбикской тилапии, а также между качеством личинок, полученных из икры разного возраста. Достоверное влияние на выход личинок и их выживаемость до перехода на активное питание оказал тип инкубатора. Показатель общей выживаемости с момента оплодотворения составил соответственно 60 и 85% для конического и вновь разработанного типа аппарата (табл. 7). Различия в характеристиках между этими инкубационными аппаратами можно отнести за счет разного характера взбалтывания икры. В аппаратах Вейса икра находилась в состоянии постоянной циркуляции. Конструкция инкубационных аппаратов с круглым дном позволяла регулировать поступление воды таким образом, что икринки могли некоторое время находиться в состоянии покоя. Таким образом было достигнуто снижение механического стрессового воздействия на икру и личинок. При инкубации в усовершенствованных аппаратах вылупление личинок наступало через 90–102 часа (температура воды 28 °С), при естественной инкубации через (96–120 часов). В аппаратах Вейса этот процесс проходил значительно быстрее (72–84 часа).

Сотрудниками кафедры аквакультуры МСХА изучены особенности инкубации икры и эмбрионов нильской тилапии при различной солености воды – 5, 8 и 10%. Контролем являлась пресная вода. Лучшие результаты получены при инкубации в 8% растворе соли (Привезенцев, 1991).

Результаты инкубации икры и выдерживания личинок в различных типах аппаратов

Тип аппарата	Длительность инкубации, ч	Выход личинок, %	Выживаемость личинок, %	Эффективность инкубации, %
Вейса	72–84	74,6	80,7	59,6
Усовершенствованный	90–102	91,6	92,3	84,5

5.1. 3. Методы получения однополого потомства

В аквакультуре процесс воспроизводства является одним из наиболее трудных технологических этапов. При культивировании тяляпий в прудах и естественных водоемах их размножение не представляет особых сложностей. Более того проблемой является раннее половое созревание рыбы и неконтролируемый, регулярно повторяющийся нерест. Указанная биологическая особенность тяляпий ведет к перенаселению водоема, усилению конкуренции в питании рыбы и в конечном итоге к снижению выхода рыбной продукции, ухудшению ее качества.

В практике рыбоводства используют различные методы, позволяющие уменьшить или исключить отрицательные последствия неконтролируемого размножения.

При выращивании тяляпии в крупных не спускных водоемах проводят систематический отлов рыбы, достигшей товарной массы (Hickling, 1960). Селективный облов проводят неводами, имеющими сетное полотно с определенными размерами ячеей. В водохранилищах Кубы, например, отлавливают тяляпию массой более 1 кг. Выход продукции с 1 га составляет 450–500 кг. Кормление рыбы в больших водохранилищах не проводят.

В странах тропического пояса как один из способов снизить отрицательное влияние перенаселения водоемов используют подсадку хищных рыб. В Юго-Восточной Азии совместно с тяляпией выращивают клариевого сома, угря, большеротого окуня, а также хищных рыб из семейства Cichlidae, например, *Serranochromis robustus* и *Hemichromis* ssp. Но этот способ не всегда дает положительные результаты и зависит от экологической ситуации, складывающейся в водоеме (Huet, 1970).

В последние десятилетия разработаны и другие приемы, в том числе изменение пола у рыб.

Регуляция пола у рыб может быть использована для решения разных селекционных и рыбохозяйственных задач. В первую очередь методы регуляции пола разрабатываются для получения особей какого-либо одного желаемого пола, представители которого имеют преимущественную хозяйственную ценность (Кирпичников, 1987).

Наиболее эффективным приемом, позволяющим контролировать ситуацию в рыбных емкостях, является выращивание однополого потомства. В тяляпиеводстве используют различные методы получения однополого потомства:

- ручная сортировка молоди;
- гибридизация;
- изменение пола путем воздействия гормонами;
- хромосомные манипуляции для производства стерильной молоди.

Перечисленные методы имеют своей основной целью отбор или получение самцов и их выращивание. В отличие от других видов рыб у тилапий, инкубирующих икру в ротовой полости, самцы растут значительно быстрее самок, достигают большей массы и обеспечивают более высокий выход продукции. Преимуществом однополой популяции самцов является также прекращение бесконтрольного размножения.

Ручная сортировка.

При ручной сортировке молоди на самцов и самок пол рыбы определяют по строению полового сосочка. У самцов половой сосочек имеет одно мочеполовое отверстие. Самка имеет на половом сосочке два отверстия, через одно выходит икра, через второе моча. Однако этот метод определения пола весьма трудоемкий и, кроме того, довольно сложный, требует соответствующего опыта. Для установления пола с достаточной достоверностью рыба должна иметь определенный минимальный размер. Оптимальной величиной для определения пола для большинства видов тилапий является масса рыбы 30–70 г. Если в область половой папиллы капнуть раствор метиленового голубого, половой сосочек лучше выделяется и определить пол становится легче. Чем раньше определен пол, тем лучше. Самок отбраковывают и выращивают отдельно или вообще не используют для дальнейшего выращивания.

Гибридизация

Несмотря на то, что тилапии культивируются очень давно, их гибридизация стала использоваться только в последние десятилетия. Тилапии рода *Oreochromis* легко скрещиваются между собой и дают плодовитое межвидовое гибридное потомство. Это открывает большие перспективы для их промышленного выращивания. В рыбоводстве и в тилапиеводстве, в частности, гетерозис является недостаточно используемым биотехническим резервом, широкое применение которого может значительно повысить экономическую эффективность отрасли.

Полностью мужское или преимущественно мужское потомство получают, в основном, в результате скрещивания, проводимого между отдельными видами тилапий. В ряде случаев высокий эффект гетерозиса наблюдается при скрещивании отдаленных популяций одного вида.

Одно из первых сообщений о получении межвидовых гибридов при скрещивании *O. niloticus* × *O. niger* и *O. niloticus* × *O. esculentus* и их описание появилось в конце 50-х годов (Lowe, 1958). Расширение научных исследований, посвященных гибридизации, привело к увеличению числа публикаций по затронутой проблеме. В них приводятся данные по 114 гибридам тилапий, полученным в результате внутри и межвидовых, а также межродовых скрещиваний (Chen, 1969; Pruginin et al., 1975; Schwartz, 1982; Wohlfarth and Wedekind, 1991).

Хиклинг первый описал гибридов, полученных при скрещивании самок мозамбикской тилапии с самцами тилапии горнорум, в результате которого было получено потомство, состоящее целиком из самцов (Hickling, 1960). В последующие годы в результате межвидовых скрещиваний получено еще несколько гибридных потомств, состоящих только из самцов или самок (табл. 8).

**Варианты скрещивания при получении однополого гибридного потомства
(по Pandian, Varadaraj, 1987)**

Варианты скрещивания		Гибрид 1-го поколения, %		Авторы
самцы	самки	самцы	самки	
<i>O. hornorum</i>	<i>O. mossambicus</i>	100	0	Hickling, 1960
<i>O. aureus</i>	<i>O. niloticus</i>	100	0	Fihelson, 1962
<i>O. variabilis</i>	<i>O. niloticus</i>	100	0	Welcomme, 1962
<i>O. hornorum</i>	<i>O. niloticus</i>	100	0	Pruginin, 1967
<i>O. macrochir</i>	<i>O. niloticus</i>	100	0	Lessent, 1968
<i>O. aureus x hornorum</i>	<i>O. niloticus</i>	100	0	Wohlfarth, 1983
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. spilurus</i>	0	100	Whitehead, 1960
<i>O. niloticus</i>	<i>O. leocustictus</i>	0	100	Pruginin, 1967
<i>O. niloticus</i>	<i>O. spilurus</i>	0	100	Pruginin, 1967
<i>O. vulcani</i>	<i>O. aureus</i>	0	100	Pruginin, 1975
<i>O. niloticus</i>	<i>O. mossambicus</i>	0	100	Chen, 1976
<i>O. hornorum</i>	<i>O. aureus</i>	0	100	Lee, 1979

В литературе имеются также сведения о получении полностью самцового потомства при скрещивании самцов *S. macrocephalus* с самками *O. niloticus* (Bardach, 1978), *O. mossambicus* x *O. niloticus* (Avault, 1967). Приведенные данные показывают, что одним из перспективных объектов в межвидовых скрещиваниях тяляпий рода *Oreochromis* является нильская тяляпия. Во многих случаях самки нильской тяляпии при скрещивании с самцами других видов дают 100% мужское потомство, а при использовании в скрещивании самцов нильской тяляпии в ряде вариантов получено гибридное потомство, полностью состоящее из самок.

Получение и выращивание однополого мужского потомства важно не только в плане экономики, повышения рентабельности выращивания рыбы, но и с точки зрения понимания механизма изменения пола у тяляпий.

У рыб известно два типа хромосомного определения пола: с мужской и женской гетерогаметностью. При мужской гетерогаметности самки имеют две одинаковые половые хромосомы (генотип XX), а самцы — две разные (генотип XY). При женской гетерогаметности наоборот разные половые хромосомы у самок (генотип ZW) и одинаковые у самцов (генотип ZZ). Таким образом, при мужской гетерогаметности пол будущего потомства будет определяться спермием, а при женской — яйцеклеткой. У тяляпий известны виды с мужской и женской гетерогаметностью.

Теоретическим и практическим вопросам гибридизации тяляпий посвящено много работ (Hickling, 1966; Pruginin, 1967; Avault and Shell, 1968). Хиклинг объяснял механизм полового детерминизма двумя типами половых хромосом у разных видов тяляпий. Возможно, что полностью мужское потомство получают тогда, когда гомогаметный самец одного вида скрещивается с гомогаметной самкой другого вида. В результате полностью мужская генерация также гомогенна, хотя и имеет два различных генотипа (табл. 9).

Таблица 9

Пример гомогаметности у разных видов тилапий

Генотип	Самка	Самец	Вид
1	XX	XY	<i>O. mossambicus</i> , <i>O. niloticus</i>
2	WZ	ZZ	<i>O. macrochir</i> , <i>O. aureus</i> , <i>O. urolepsis hornorum</i>

Гибридные гомогаметные самцы (ZZ) при скрещивании с гомогаметными самками (XX) будут иметь генотип XZ. Такие кроссы постоянно дают полностью мужское потомство (*O. mossambicus* x *O. urolepsis hornorum*; *O. niloticus* x *O. aureus*; *O. niloticus* x *O. macrochir*) (Hickling, 1960; Fishelson, 1969; Chen, 1969). Однако, подобные кроссы, полученные другими авторами, частично давали и небольшое количество самок (Pruginin et al., 1975; Hulata Y, Rothbard, 1983). Результаты ряда внутривидовых и межвидовых скрещиваний наводят на мысль, что отсутствие четкой квалификации полового соотношения в гибридном потомстве является показателем влияния других факторов, также участвующих в определении пола. Не исключается полигенное определение пола, включая гоносомные и аутосомные факторы (Lester et al., 1989).

Существенное влияние оказывают и факторы среды, в частности, температурный режим. При воздействии экстремальных температур на икру в потомстве увеличивается процент самцов (Mires, 1977).

На определение пола влияет и чистота вида. Так, например, гибридное потомство, полученное при скрещивании мозамбикской тилапии с тилапией горнорум или нильской тилапии с голубой тилапией, с трудом можно отличить от их родителей. Отсюда возникает опасность загрязнения чистопородного поголовья гибридами. Учитывая это, необходимо маточное поголовье содержать в отдельных емкостях, изолированно от гибридного потомства.

При проведении межвидовых скрещиваний часто наблюдается невысокий выход потомства. Отмечено, что понижение воспроизводительных качеств иногда связано с малой совместимостью отдельных видов или с особенностями самок отдельных популяций. Так, например, при скрещивании самок нильской тилапии, используемых в Израиле, и самок нильской тилапии, завезенных из Ганы, с одними и теми же самцами нильской тилапии частота нереста самок из Ганы была в 6 раз выше, чем у местных самок. Ввиду существующего большого разнообразия тилапий, отличающихся по своим воспроизводительным качествам, для повышения эффективности скрещивания необходимо проведение селекционной работы, направленной на отбор наиболее ценных популяций и линий.

В последние десятилетия все большей популярностью пользуется получение и выращивание тилапии с красной окраской тела. Связано это в основном с высоким потребительским спросом на тилапию, обладающую красным цветом (Pullin, 1982).

Генетическая изменчивость по окраске тела связана с мутациями генов, влияющих на синтез пигментов или на структуру пигментных клеток. Генетический анализ показал, что ряд типов окраски контролируется аутосомными генами (Катасонов, Черфас, 1986).

История выведения различных линий красной тилапии показывает, что они были получены в разных районах земного шара и различных вариантах скрещивания (Wohlfarth et al., 1983).

Впервые красная тилапия была получена на Тайване в 1968 г. в результате скрещивания нильской тилапии с мутантной мозамбикской тилапией. Выращивают красную тилапию как в морской, так и пресной воде. Причем в морской и солоноватой воде красная тилапия растет лучше, чем в пресной воде. Гибрид имеет интенсивную красную окраску тела и светлые внутренности. По своему вкусу красная тилапия сходна с морской рыбой *Chrysophrys major* из семейства Sparidae и высоко ценится потребителем. Мясо красной тилапии, выращенной в морской воде, используется для приготовления «Sachimi» (Liao and Chang, 1983). При анализе биологических и рыбоводных показателей гибридных линий (красная х альбиносная х нильская тилапия) около 80 % в потомстве составляла красная тилапия (Куо, 1988). Завезенная в Израиль тайванская красная тилапия, как показала исследования, не полностью наследует красный цвет. В потомстве встречаются особи с серой и бело-розовой окраской (Wohlfarth et al., 1990).

Филиппинская красная тилапия была получена в результате скрещивания мозамбикской тилапии с тилапией горнорум. Гибридные самки затем скрещивались с самцами нильской тилапии (Briggs, 1981) (рис. 12).

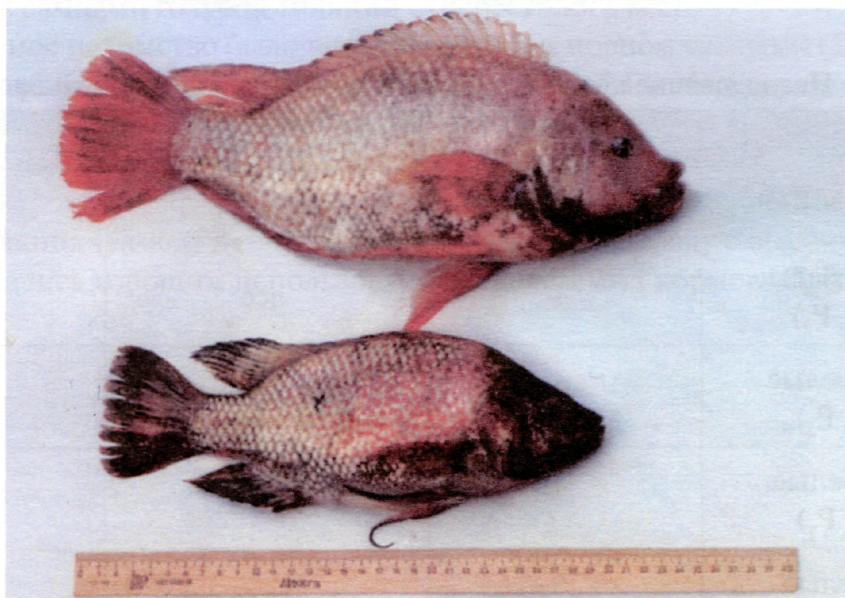


Рис. 12. Красная тилапия (наверху тайванская внизу филиппинская)

Полученное потомство различалось по цветовой гамме. Особи, имевшие красный цвет, отделялись от молоди с темной и белой окраской тела. По завершению селекции соотношение в потомстве особей с красной, темной и белой окраской составило приблизительно 5:4:1 (Pruginin, 1975).

В Израиле было проведено исследование, задачей которого являлось изучение наследования красной окраски на двух группах красной тилапии, различных по генотипу — Филиппинской и красной нильской тилапии, обитающей в озере Manzalla (Египет). Конечной целью исследования являлось создание модели получения полностью красной тилапии. Результаты опыта приведены в табл. 10.

Наследование красной окраски у двух линий красной тяляпии

Родители (самки x самцы)	Цвет потомства		
	Темный ($P_1 P_1$)	Красный ($P_1 P_2$)	Белый ($P_2 P_2$)
<i>O. niloticus</i> x белые ($P_1 P_2$) ($P_2 P_2$)	—	все	—
<i>O. aureus</i> x белые ($P_1 P_2$) ($P_2 P_2$)	—	все	—
Темные x белые ($P_1 P_2$) ($P_2 P_2$)	—	все	—
Белые x белые ($P_2 P_2$) ($P_2 P_2$)	—	56 %	44 %
Красные x белые ($P_1 P_2$) ($P_2 P_2$)	—	55 %	45 %

Полученные результаты показали, что используемые в опытах рыбы имели один локус с двумя кодоминантными аллелями ($P_1 P_1$ — темный «дикий» тип, $P_1 P_2$ — красный и $P_2 P_2$ — белый. Белый тип был альтернативой гомозиготы, когда спаривали его с диким типом и получали полностью красное потомство. Красная окраска очень разнообразна по интенсивности цвета, от темно — красного до оранжевого и розового. В этом трудности отличия белых рыб от светло — розовых, что затрудняет их отбор (Koren, Pruginin, Hulata, 1994).

В США выведена порода красной тяляпии под названием «Chery Snapper» (вишне-вый окунь). Исходными видами при создании этой породы являлись самцы тяляпии горнорум и самки мозамбикской тяляпии. Главной целью при проведении селекционной работы являлось повышение скорости роста, улучшение товарных качеств и получение окраски рыбы, привлекательной для покупателя. Самцы исходных форм тяляпии окрашены в черный цвет и не имеют спроса у потребителей. Особи новой породы тяляпии, обладающие вишнево-красной окраской, пользуются большой популярностью у потребителей (Halvorsen, 1986).

Наиболее широко гибридизация тяляпий используется в рыбоводстве Израиля. Большинство рыбоводных ферм страны выращивают гибридов, полученных при скрещивании самок нильской тяляпии с самцами голубой тяляпии. В гибридном потомстве (F_1) более 90 % приходится на долю самцов. Оба исходных вида характеризуются рядом ценных хозяйственно-полезных признаков и гибриды, полученные от них, отличаются быстрым ростом и высоким выходом съедобных частей, поздно созревают, устойчивы к низкой температуре, имеют серебристую или красную окраску тела. Плодовитость исходных видов и гибридов примерно сходная. В прудовых условиях самки производят ежегодно 3000—4000 шт. молоди. При скрещивании чистых видов отрицательным моментом является низкая плодовитость, связанная в какой-то степени с их несовместимостью. Высокая плодовитость наблюдается при возвратном скрещивании гибридов $F_1 \times F_1$ (Mires, 1985).

Ряд авторов отмечают не всегда успешное прохождение нереста между производителями разных видов. В опытах, проведенных в Египте, при скрещивании самок тяля-

пии нилотика с самцами голубой тилапией отнерестилось всего 17 % самок (Ахмед Салах, 1992). Полученное потомство было представлено в основном самцами (76 %).

В садковых рыбоводных хозяйствах Ставропольской ГРЭС и Смоленской АЭС проводилось сравнительное выращивание мозамбикской и голубой тилапии и реципрокных гибридов, полученных при их скрещивании (табл. 11).

Наилучшие результаты в обоих хозяйствах получены при выращивании гибридов мозамбикская тилапия (самец) х голубая тилапия (самка). Наряду с высоким темпом роста гибриды отличались хорошим использованием задаваемых кормов (Привезенцев, 1987).

Таблица 11

Результаты выращивания в садках мозамбикской и голубой тяляпий и их гибридов

Вариант выращивания	Масса рыбы, г		Среднесут. прирост, г	Затраты корма, кг/кг	Рыбопродукция кг/м ³
	посадка	облов			
Смоленская АЭС					
Т. мозамбика	0,37	154,9	1,54	3,4	150,2
Т. голубая	0,35	188,2	1,88	3,2	184,4
Т. моз. х Т. голубая	0,29	241,0	2,41	2,7	231,3
Т. голубая х Т. моз.	0,33	191,1	1,91	2,9	185,4
Ставропольская ГРЭС					
Т. мозамбика	0,35	231,7	2,51	2,7	217,8
Т. голубая	0,38	285,4	3,10	2,7	274,0
Т. моз. х Т. голубая	0,31	337,3	3,66	2,1	320,0
Т. голубая х Т. моз. самцы самки	0,31	284,9	3,09	2,4	273,5

На базе бассейнового рыбоводного цеха с оборотной системой водоснабжения (Новолипецкий металлургический комбинат) были изучены продуктивные качества красной, мозамбикской и голубой тяляпий и реципрокных гибридов, полученных при их скрещивании. Рыбу выращивали при плотности посадки 500 шт./м³ на протяжении 150 суток (табл. 12).

Лучшие рыбоводные показатели были отмечены у гибридов в вариантах скрещивания самок мозамбикской и голубой тяляпии с самцами красной тяляпии. Как показал анализ потомства, в указанных вариантах скрещивания наблюдалось явное смещение пола в сторону самцов, что и обеспечило более высокий выход рыбной продукции (Фомичев, 1991).

Таблица 12

Рыбоводные показатели тяляпий исходных видов и их реципрокных гибридов при товарном выращивании

Вариант выращивания	Соотношение полов самцы: самки	Масса рыбы, г				Выход рыбопродукции, кг/м ³
		посадка	облов	самцы	самки	
Тяляпии						
мозамбикская	56:44	16,7	146,9	190,7	91,1	73,5
голубая	58:42	13,8	211,7	286,8	108,0	105,9
красная	57:43	19,9	157,2	201,3	98,7	78,6
Гибриды						
М х К	62:38	16,8	240,7	317,1	116,0	120,4
К х М	53:47	17,9	164,4	235,8	103,0	63,4
М х Г	54:46	16,9	162,4	209,7	107,1	79,6
Г х М	51:49	15,1	219,3	311,2	123,0	109,6
Г х К	70:30	18,2	264,5	327,1	118,3	132,3
К х Г	56:44	17,5	173,8	224,1	109,8	77,3

Изменение пола путем воздействия гормонами

Одним из наиболее перспективных способов получения однополого потомства является гормональная инверсия пола. Если целью разведения является получение однополой женской популяции, то применяют эстрогены, если мужской — андрогены. Переопределение пола под влиянием мужского (тестостерона) и женского (эстрадиола) гормонов приводит иногда к полному превращению пола.

У тилапий, как правило, изменяют пол самок на самцов. Для получения фенотипической половой инверсии используют различные способы гормональной обработки: инъекцию гормона, содержание молоди в воде с добавлением спиртового раствора гормона и кормление гормонизированным кормом.

Наиболее отработанным и широко распространенным в тилапиеводстве методом является включение стероидных гормонов в задаваемый корм (Gale et al., 1982). Применение гормональных препаратов для получения однополого потомства довольно трудоемко и требует определенных практических навыков в работе с большим количеством молоди (Mires, 1977).

Корм, содержащий гормон, готовят заранее за 3–4 дня до начала кормления. Метилтестостерон или этинилтестостерон растворяют в 95 % этиловом спирте. Вначале готовят основной раствор, который содержит 3 мг гормона на мл. спирта. Дальше 20 мл основного раствора смешивают с 210 мл спирта и с 1 кг сухого корма. Смесь тщательно перемешивают в центрифуге и после этого несколько часов выдерживают на воздухе с целью испарения спирта. После приготовления корм хранят в холодильнике и скармливают его личинкам в соответствии с рекомендуемыми нормами (30–20 % от массы рыбы в первые дни, до 10–6 % в конце кормления). Используют высокобелковые комбикорма, например, стартовые корма для форели, канального сома или угря (Trombka and Avtalion, 1993).

У тилапий процесс развития воспроизводительной системы и превращения индифферентных половых клеток в мужские или женские половые клетки проходит на начальном этапе постэмбрионального развития личинок. Продолжительность этого этапа составляет 20–30 дней. Одновременное получение большого количества одновозрастных личинок, одинаковых по своим размерным показателям, возможно при заводском способе — инкубации икры и личинок в специальных аппаратах. После рассасывания желточного мешка личинок помещают в садки или бассейны. Использование корма, содержащего гормон, начинают сразу после перехода личинок на активное питание и заканчивают через три–четыре недели (Guerrero and Guerrero, 1976; Pandian and Varadaraj, 1987). Скармливание личинкам метилтестостерона или этинилтестостерона позволяет получать потомство, состоящее полностью из самцов.

Для получения женского потомства используются диэтилстилбестрол (ДЭБ) и этинилэстрадиол (ЭЭ). Проведены исследования по повышению эффективности перераспределения пола у мозамбикской тилапии и гибрида (самец *O. mossambicus* × самка *O. hornorum*). Для феминизации скармливали (ДЭБ) и (ЭЭ), добавляя в стартовый форелевый корм из расчета 10, 25, 50, 75, 100, 125 и 150 мг/кг корма. Корм задавали с момента перехода личинок на внешнее питание до 31-го суточного возраста. Отмечено, что получение однополого женского потомства достигнуто при дозах ДЭБ более 10 мг/кг и ЭЭ более 50 мг/кг. Критический период индукции феминизации — 1 неделя после вылушления (Rosenstein, Hulata, 1994).

Результаты гормонального воздействия на изменение пола у тяляпии, как показали исследования, зависят от типа и дозы стероидного гормона, вида и возраста тяляпии, условий ее содержания, а также от продолжительности гормонального воздействия на рыбу. До настоящего времени наиболее изучены такие факторы как доза гормона, уровень кормления и его продолжительность (табл. 13).

Таблица 13

**Эффективность применения метилтестостерона
при изменении пола у мозамбикской тяляпии**

Применяемая доза гормона, мг/кг корма	Уровень кормления % от массы	Норма потребления мг/кг рыбы	Соотношение, %		Отход, %	Масса молоди, мг
			самки	самцы		
Контроль	10	0	40	60	8	361±0,9
5	10	0,5	35	65	4	525±1,2
10	10	1,0	20	80	9	568±0,9
20	10	2,0	0	100	14	620±1,0
30	10	3,0	0	100	14	654±1,1
40	10	4,0	0	100	16	682±1,2
Контроль	20	0	40	60	6	497±1,2
5	20	1,0	15	85	6	608±1,3
10	20	2,0	0	100	8	694±1,3
20	20	4,0	0	100	14	742±1,4
30	20	6,0	0	100	15	791±1,4
40	20	8,0	0	100	26	782±1,5
Контроль	30	0	40	60	4	586±1,4
5	30	1,5	0	100	4	624±1,7
10	30	3,0	0	100	4	1068±2,1
20	30	6,0	0	100	10	965±2,1
30	30	9,0	0	100	20	803±1,6
40	30	12,0	0	100	22	742±1,2

Результаты опыта показали, что минимальное содержание гормона, обеспечивающего получение 100 % самцов, составило 1,5–3 мг/кг корма. Указанная эффективная доза гормона не только позволяла получать полностью мужское потомство, но и ускоряла рост молоди. Средняя масса молоди была на 39,6–71,8 % больше по сравнению с контролем. Использование более высокой дозы гормона сказывалось отрицательно на жизнеспособности личинок. С увеличением дозы гормона их отход заметно возрастал. Авторы отмечают, что определение минимальной эффективной дозы гормона индивидуально для каждого вида тяляпий (Pandian and Varadaraj, 1987).

Не менее важным фактором является и возраст молоди с начала ее кормления, а также сумма тепла, полученная рыбой с момента выклева. В исследованиях, выполненных в Таиланде, результаты кормления испытывали на молоди в возрасте 6, 17, 20 и 23 дней после выклева. Установлено, что 100 % мужское потомство было получено от 6-дневной молоди (рис. 13). Начало кормления в более позднем возрасте вело к снижению в потомстве мужских особей (Ponza, Little, Boothamjinda, 1995).

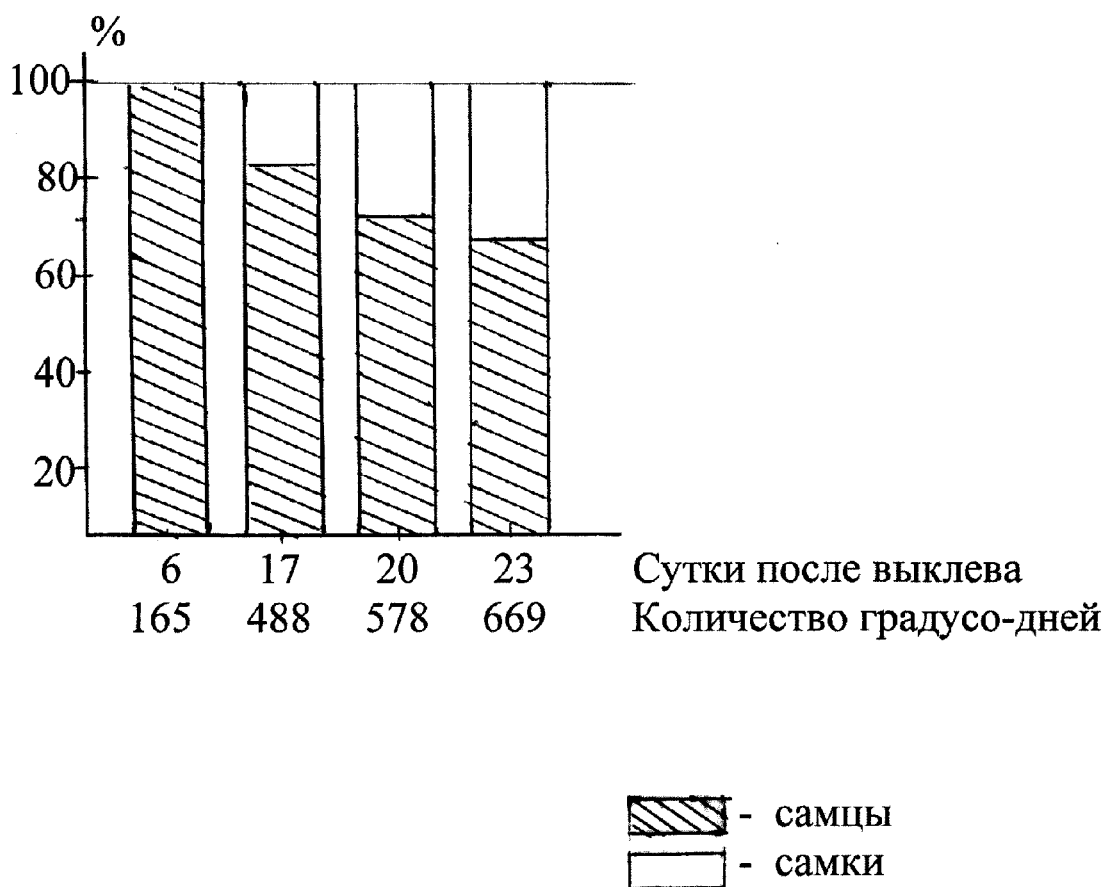


Рис. 13. Сроки проведения гормональной обработки и процент выхода самцов

Рекомендовано для изменения пола голубой тилапии использовать молодь длиной 9–11 мм при плотности посадки 2600 экз./куб. м. Доза гормона 60 мг/кг корма. Указанная доза обеспечивала получение 100 % самцов (Shelton et al., 1978). В опытах с нильской тилапией метилтестостерон добавляли в корм в количестве 10 и 40 мг/кг корма. В первом случае было получено 95 % самцов, во втором — 100 % самцов (Clemens, Insee, 1968). Генетические факторы, влияющие на пол, имеются у рыб и в аутосомах. Особенно четко сложное взаимодействие половых хромосом и аутосом проявляется у тилапий (Кирпичников, 1987).

Выращивание полностью самцового потомства все больше входит в практику рыбоводных хозяйств Юго-Восточной Азии. Превращение генетических самок в физических самцов является наиболее эффективным и надежным методом, имеющимся в распоряжении производителей товарной продукции. Учитывая, что при гормональной реверсии пола в ряде случаев отмечается наличие в потомстве самок, особое внимание уделяют контролю за технологией гормональной обработки личинок и качеству полученного потомства. Поэтому производство однополого мужского потомства сосредоточено, как правило, в крупных рыбоводниках, имеющих в своем штате высококвалифицированных специалистов. Так в Таиланде имеется несколько таких хозяйств, расположенных в разных провинциях. В рыбоводном хозяйстве «Ban Sang» производят около 5 млн. реверсированной молоди нильской тилапии в месяц с пиком продукции 9,3 млн. в августе месяце. Если в первый год работы в хозяйстве получали 91–99 % самцов, то в последующие годы полностью 100 % самцов (Bhujel et al., 1998). Контроль за качеством молоди проводят каждый месяц. Сертификат на молодь выдается, если самцы составляют не менее 99 %.

Цена на реверсируемую молодь в 3 раза выше, чем на обычную молодь. Как показывает опыт, выращивание самцового потомства является экономически очень выгодным.

В этом плане представляют интерес результаты исследований, выполненных в Южной Корее, где товарной считается тяляпия, достигшая массы 1 кг и более. Две группы молоди нильской тяляпии: 1-инверсированной и 2-обычной (контроль) выращивали параллельно в бассейнах с замкнутой системой водоснабжения. Соотношение самцов и самок в опытной группе было 100:0, а в контроле 43,5:56,5. Продолжительность опыта составила 56 недель. В конце выращивания самцы опытного варианта имели среднюю массу 1016 г, а самцы контрольного варианта 1086 г и по этому показателю достоверно не различались (рис. 14). Самки росли значительно хуже и их средняя масса составила 512 г, а средняя масса всей рыбы — 762 г. В результате выход рыбопродукции равнялся соответственно 134,8 и 104,5 кг/м³. Количество рыб, достигших товарных размеров, в опытной группе составило —78%, а в контроле —41%. Таким образом более половины выращенной рыбы в контрольном варианте не достигла товарной массы и не могла быть реализованной. Расчет экономической эффективности показал значительное преимущество использования самцового потомства. Стоимость выращенной рыбы в опытном варианте была в 2,4 раза больше, чем в контроле (Gil-Ha, Jae-Yoon, In-Bae, 1997).

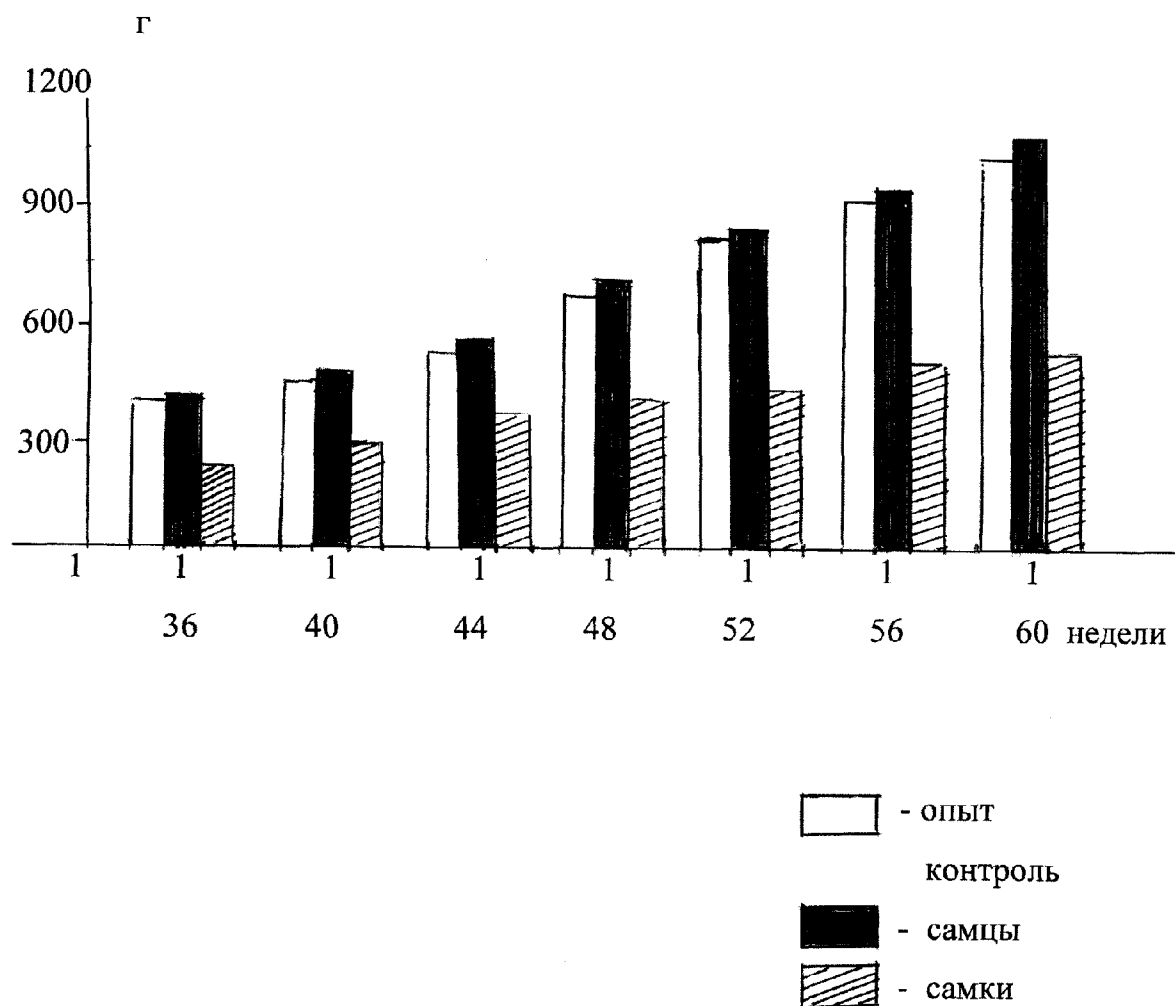


Рис. 14. Рост тяляпии в опыте и контроле

5.2. Технологии выращивания тилапии

Несмотря на то, что тилапия как объект промысла в странах Африки и Ближнего Востока известна очень давно, ее культивирование ведется сравнительно недавно. Первые опыты по контролируемому выращиванию тилапии в прудах были проведены в 20-х годах прошлого столетия в Кении. Но широкое распространение как объект аквакультуры тилапия получила после второй мировой войны. За прошедшие годы существенно изменились методы размножения и содержания тилапии. Появились новые интенсивные технологии ее воспроизводства и выращивания. Эти изменения связаны с рядом факторов: техническим прогрессом в рыбоводстве, наблюдаемом в последние десятилетия, повышенным спросом на тилапию, обладающую ценными пищевыми качествами. Не менее важным является и то, что тилапия стала объектом аквакультуры в странах умеренного климатического пояса, где ее выращивание в естественных водоемах практически исключается из-за низкой температуры в зимний период. Альтернативой является интенсивное выращивание тилапии в садках и бассейнах на теплых сбросных водах, а также в рыбоводных системах с регулируемыми условиями среды. В настоящее время тилапию выращивают практически во всех странах Африки, Юго-Восточной Азии, Китае, Японии, в странах Латинской Америки, в США и ряде европейских стран. По существу сформировано новое направление рыбоводства, аналогичное форелеводству или карповодству — тилапиеводство, характеризующееся своими технологическими приемами, связанными с биологическими особенностями этих рыб.

5.2.1. Выращивание тилапии в водоемах тропиков

Наиболее распространенным в Африке и странах Юго-Восточной Азии является пастбищный метод выращивания тилапии, при котором товарную продукцию получают, в основном, за счет использования естественных кормовых ресурсов водоемов.

Наибольший опыт культивирования тилапии накоплен при ее выращивании в прудах и других небольших по площади водоемах. Технология прудового выращивания является основной в странах тропического пояса, где климатические условия позволяют воспроизводить и выращивать тилапию в течение круглого года. Как правило, рыбу выращивают на естественной кормовой базе, применяя в качестве ведущего метода интенсификации удобрение прудов. Основной недостаток прудовой культуры — неконтролируемое размножение. Раннее половое созревание и регулярное размножение через небольшие интервалы времени ведет к перенаселению водоемов. В результате усилившейся конкуренции за пищу и снижения уровня естественной кормовой базы водоема только небольшой процент рыб достигает товарной массы. В смешанной разновозрастной популяции масса молоди составляет 65–70% от общей массы рыбы (Rakocy, 1989).

В разных странах используют различные методы, позволяющие снизить отрицательное влияние раннего полового созревания тилапии и связанного с этим перенаселения водоемов. В целом они сводятся к двум основным направлениям:

1. Выращивание смешанной половой популяции;
2. Выращивание монокультуры самцов.

При смешанной половой структуре потомство получают в небольших по площади нерестовых прудах (0,05–0,5 га). В пруд площадью 0,1 га сажают 25–30 самок и 10–15 самцов.

Чаще всего молодь подращивают в тех же прудах до массы 1–2 г, после чего пересаживают на товарное выращивание. Тяляпию обычно содержат при небольшой плотности посадки в соответствии с кормовой базой водоема, что обеспечивает быстрый рост. При плотности посадки молоди от 5 до 15 тыс./га при начальной массе 1 г за 4–5 месяцев выращивания тяляпия достигает товарной массы (200–220 г) и ее облавливают. Такие виды как тяляпии горнорум, мозамбикская и Зилля, достигающие половой зрелости очень рано (2–3 мес.), не подходят для смешанного выращивания. Обычно выращивают нильскую или голубую тяляпию, которые созревают в более позднем возрасте. Использование указанной технологии позволяет получать 2–3 урожая рыбы в год.

Естественная кормовая база прудов увеличивается при внесении минеральных удобрений и навоза. В основном используют фосфорные и в меньшей степени азотные минеральные удобрения. Органические удобрения (навоз и компост) применяются широко в странах Юго-Восточной Азии и в Африке. Норма внесения зависит от качества навоза, содержания растворенного в воде кислорода, температуры воды. Следует иметь в виду, что большая концентрация навоза на ложе прудов снижает содержание кислорода, ухудшает условия содержания рыбы.

В Египте нильская и голубая тяляпии являются основными объектами выращивания. Голубая тяляпия более устойчива к холоду, лучше переживает зимой и имеет преимущество при выращивании в прудовых хозяйствах дельты Нила. Считают, что по другим продукционным характеристикам эти виды сходны. В целом, как показали исследования, выполненные на экспериментальной прудовой базе Эль-Аббасса, при различных методах интенсификации — удобрении, кормлении, выход продукции составил в среднем 2590 кг/га — нильская тяляпия и 2320 кг/га — голубая тяляпия (разность статистически недостоверна). Однако при использовании только минеральных удобрений было получено 1455 и 1773 кг/га, а при удобрении и кормлении заметное преимущество имела нильская тяляпия 3725 и 2627 кг/га (Green and El Nagdy, 1996).

На Тайване тяляпию культивируют с начала 60-х годов прошлого столетия. За прошедшие годы площадь прудов для выращивания тяляпии значительно выросла, а ее производство увеличилось в 8 раз и превысило 100 тыс. т. Если на начальном этапе работ преобладала экстенсивная технология выращивания, то с 80-х годов широко применяются методы интенсификации. Тяляпию выращивают при высоких плотностях посадки с использованием гранулированных комбикормов и с техническим оснащением основных производственных процессов.

Больших успехов в производстве тяляпии добился Китай, на долю которого приходится около трети ее мирового производства. Выращивание тяляпии ведется в поликультуре, в основном, в прудовых хозяйствах.

На Филиппинах культивируют нильскую и мозамбикскую тяляпию. Первую выращивают в пресных водоемах, вторую — в солоноватых и соленых водах. Более 50 % продукции тяляпии приходится на долю прудовых хозяйств. Средняя продуктивность прудов около 6 т/га (Guegredo, 1980).

Тяляпию часто выращивают совместно с другими видами рыб, что позволяет более полно использовать естественную кормовую базу прудов и получать дополнительную продукцию, контролируя одновременно перенаселение водоема. В поликультуре используют комбинацию разных видов рыб, отличающихся по характеру питания, что позволяет увеличить выход продукции без применения дополнительного кормления. Эффективность выращивания в поликультуре определяется рациональным подбором отдельных

видов рыб и их количественным соотношением. Так выращивание в поликультуре белого и пестрого толстолобиков, белого амура, большеротого окуня и нильской тилапии позволило увеличить рыбопродуктивность ряда водохранилищ Кубы более чем в два раза, причем на долю тилапии приходилось около 40 % от общего улова (Богерук и др., 1981). Общее производство тилапии в стране превысило 16 тыс. т. (Diaz G. P., 1989).

Для регулирования численности тилапии в пруды подсаживают хищных рыб. В Юго-Восточной Азии наиболее широко используют клариевого сома, угря, большеротого окуня. Имеются данные, указывающие на то, что при совместном выращивании тилапии с толстолобиками и карпом, последний может потреблять личинок тилапии, разряжая численность рыбы и увеличивая рыбопродуктивность прудов (Spataru and Nopher, 1977).

Большое развитие в Юго-Восточной Азии получило использование водоемов для совместного выращивания креветки и тилапии. Молодь креветки массой 1–2 г высаживают в водоем при плотности посадки 8–72 тыс. шт./га. Но чаще используют плотность посадки около 16 тыс. шт./га. При указанной плотности посадки получают высокий выход креветки желательного размера (более 25 г) и продукции около (500 кг/га). Тилапию выращивают при плотности посадки 4,5–10,0 тыс. шт./га. При совместном выращивании тилапии и креветки заметно улучшаются условия содержания в водоеме, так как креветка поедает остатки кормов и продукты обмена рыбы.

В странах Юго-Восточной Азии и Латинской Америке популярно разведение тилапии на рисовых полях. Тилапия поедает сорняки и семена сорных растений, моллюсков, личинок рисового комара и других вредителей риса. В результате совместного выращивания повышается урожайность риса и получают дополнительную продукцию рыбы.

Успешная разработка методов получения однополого потомства привела к широкому использованию в практике рыбоводства выращивания только самцов. Монокультура самцов позволяет увеличить продолжительность товарного выращивания рыбы и использовать более высокие плотности посадки. В течение вегетационного сезона возможно получение рыбы массой 450 г и более при выходе рыбопродукции 4–6 т/га. Высокая экономическая эффективность выращивания однополой популяции тилапий способствует все большему распространению этой технологии во многих странах.

Так в Израиле, где тилапия и карп являются наиболее популярными видами рыб, на долю тилапии приходится около 40 % продукции прудовых хозяйств. При культивировании тилапии используют главным образом однополою мужскую популяцию. Выращивают в основном нильскую и голубую тилапию, а также красную тилапию. Товарной считается тилапия массой более 600 г (Pullin, 1993).

Прудовое выращивание тилапии в климатических условиях нашей страны возможно при использовании геотермальных вод. Ресурсы подземных теплых вод в стране огромны. Общие запасы термальных вод с температурой более 40 °С и минерализацией менее 10 г/л оцениваются в 4,3 млн. м³ в сутки (Боронецкая, 2001). Использование геотермальных вод в рыбоводстве позволяет увеличить продолжительность вегетационного периода, а в ряде случаев перейти на круглогодичное выращивание рыбы.

На протяжении ряда лет сотрудники кафедры аквакультуры МСХА проводили исследования по выращиванию тилапии в прудах, снабжаемых геотермальной водой Мостовского месторождения (Краснодарский край). Геотермальная вода имеет на выходе из скважины температуру 80 °С и минерализацию 1,0–1,2 г/л. Температурный режим прудов регулировали путем смешивания геотермальной воды с речной через пруд отстойник. Температура воды в прудах колебалась на протяжении года от 18 до 34 °С. Годовая

сумма тепла составила 9688–9810 градусодней. Объектом исследования являлись голубая и мозамбикская тилапии. Выращивание товарной тилапии проводили при плотности посадки от 25 до 75 тыс. шт./га (табл. 14). Результаты опыта показали, что при посадке на нагул молоди массой 15 г, возможно получение товарной рыбы средней массой более 200 г за 120–130 суток выращивания (Маркин, 1990., Боронецкая, 1993).

Таблица 14

Выращивание тилапии в прудах с геотермальной водой

Показатели	Т. мозамбикская			Т. голубая		
	Плотность посадки, тыс.шт./га					
	25	50	75	25	50	75
Ср. масса рыбы, г						
посадка		14,9			15,3	
облов	271	223	166	290	253	157
Среднесуточный прирост, г	2,1	1,7	1,2	2,3	2,0	1,2
Выживаемость, %	97,6	96,3	92,1	95,8	94,2	90,9
Затраты корма, кг/кг прироста	3,5	3,6	3,8	3,3	3,6	3,9
Выход рыбопродукции, т/га	6,2	9,9	10,3	6,6	11,2	9,7

5.2.2. Выращивание тилапии в садках и бассейнах

Выращивание тилапии в садках и бассейнах является хорошей альтернативой ее выращиванию в прудах, так как имеет ряд существенных преимуществ. Значительно сокращается потребность в земле и воде. При выращивании тилапии в садках и бассейнах неактуальна и проблема перенаселения рыбоводных емкостей. Большая возможность контроля и регулирования условий содержания рыбы (температуры, растворенного кислорода и других показателей качества воды) открывает возможность эффективного выращивания тилапии в регионах с недостаточным количеством тепла. Интенсивное выращивание тилапии при высоких плотностях посадки позволяет получать значительно больший выход продукции с единицы водной площади. Поэтому садковое и бассейновое выращивание тилапии получает все большее применение во многих странах.

Экономическая эффективность садкового и бассейнового выращивания тилапии, как показывает опыт стран Юго-Восточной Азии, значительно выше ее выращивания в прудах и естественных водоемах.

На Филиппинах базой для садковых рыбоводных хозяйства являются, в основном, озера и водохранилища. В садках и бассейнах выращивают более 40 тыс. т тилапии (Guerrero, 1996). Используются различные технологии. По традиционной технологии смешанную по полу тилапию выращивают в стационарных садках, имеющих различную площадь. Стенки садков изготавливают из местных материалов: бамбука или деревянных реек и обтягивают сетным полотном. Новая технология включает использование плавающих пластиковых садков, установленных на понтонах и имеющих объем 6 м³ (2 м х 2 м х

1,5 м). Выращивают, в основном, реверсированную тилапию, а также улучшенные линии нильской тилапии. Применение усовершенствованных садков и выращивание однополого самцового потомства позволило в два раза увеличить выход продукции с единицы площади (De Jesus, 1995).

В Таиланде практикуется комбинированное выращивание тилапии в прудах и установленных в них садках. Цель такой системы выращивания заключается в использовании отходов кормов, экскрементов и продуктов обмена, получаемых от тилапии, содержащейся в садках, на повышение уровня питания и рост тилапии, выращиваемой в пруду. Исследования проводились на прудах площадью по 313 м². В опыте использовали реверсированных самцов нильской тилапии. Плотность посадки в пруды составила 2 тилапии/м². В каждый пруд было поставлено от 1 до 4 садков. Плотность посадки тилапии в садки (4 м³) составила 50 шт./м³. Опыт продолжался в течение 90 дней. Рыба получала комбикорм с содержанием 30 % протеина. Наилучший результат был получен при установке 2-х садков на пруд. Среднесуточный прирост тилапии в садках составил 2,0–4,3 г. В прудах среднесуточный прирост колебался от 0,7 до 1,4 г и находился в прямой зависимости от числа установленных садков и количества корма, задаваемого в садки. Общая рыбопродуктивность, включая садки и пруды, при интегрированной системе составила 19,8 т/га/год. Не отмечено снижения качества воды при увеличении количества садков на пруд (Yang 1998).

Успешно развивается садковое выращивание тилапии в Индонезии. Так рыбоводная фирма «Nusantara» (о. Ява), созданная в 1988 г., производит более 4500 т тилапии. За 9 месяцев выращивания тилапия достигает массы 900 г. Продукция фирмы (филе тилапии) экспортируется в 15 стран, в т. ч. в США (Fish Farmer, 1997).

В нашей стране накоплен достаточно большой опыт выращивания тилапии в садках, установленных в водоемах-охладителях при ГРЭС и ТЭЦ. Исследования проводились в условиях промышленных садковых хозяйств, расположенных в разных регионах страны, на водоемах-охладителях: Черепетской, Новорязанской, Приднепровской, Новочеркасской, Краснодарской, Невинномысской, Ставропольской ГРЭС и Смоленской АЭС. Плотность посадки колебалась от 200 до 1500 шт./м³. Рыбу кормили гранулированным комбикормом различных рецептур с содержанием протеина от 24 до 38 %. Результаты выращивания выявили высокие продуктивные качества тилапий (табл. 15). За один вегетационный сезон (4–5 мес.) выращивания была получена товарная продукция при затратах корма 2,1–3,2 кг на 1 кг прироста рыбы (Привезенцев, 1987). В ходе проведения работ были изучены продуктивные качества 6 видов тилапий. Лучшие результаты показали голубая и красная тилапии.

Результаты выращивания тяляпии в садках

Садковое хозяйство	Продолжительность вырощ. сут	Масса рыбы, г		Скорость роста, г/сут.	Продукция, кг/м ³	Затраты корма, кг/кг
		начальная	конечная			
Черепетское	120	2,5	156,2	1,3	75,0	3,2
Новочеркасское	75	3,4	96,3	1,2	19,2	3,1
Приднепровское	120	0,2	190,6	1,6	38,1	2,9
Невинномысское	120	0,5	205,4	1,7	102,3	2,7
Ставропольское	92	0,4	285,4	3,1	274,0	2,1
Смоленское	100	0,4	188,2	1,9	184,4	2,2
Морские садки	135	9,4	337,8	2,9	168,9	2,9

Тяляпию также выращивали в садках, установленных в соленой воде (Азовское море). Судя по полученным результатам, тяляпия положительно реагировала на условия содержания, имела высокий темп роста и за 135 дней выращивания достигла массы более 300 г (Привезенцев, Соколов, Фомичев, Глинкин, 1989).

Опыты по совместному выращиванию в садках карпа и тяляпии показали, что в поликультуре возможно получение дополнительной продукции в размере 15–20%. Поедая обрастания на стенках садков и подбирая остатки кормов, тяляпия улучшает условия содержания карпа, а также способствует лучшему санитарному состоянию водоема.

5.2.3. Разведение и выращивание тяляпий в рыбоводных установках с замкнутой системой водоснабжения

Эффективность выращивания тяляпии в садках и бассейнах зависит от температурного режима водоемов. Поэтому в районах с недостаточным количеством тепла и низкими температурами в осенний и зимний периоды преимущество имеют рециркуляционные системы. Подобные установки обеспечивают полную независимость производственного процесса от природно-климатических условий и времени года.

Возможность регулирования условий содержания позволяет проводить круглогодичное выращивание любых видов рыб. Выращивание рыбы проводится при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные емкости. В результате существенно сокращается водопотребление и загрязнение естественных водоемов сбросными водами от рыбоводных предприятий. Выращивание рыбы в управляемых условиях позволяет максимально использовать ее потенциальные продуктивные качества.

В последние годы разведение и выращивание тяляпий в рыбоводных установках индустриального типа нашло широкое применение во многих странах мира, в том числе и в нашей стране.

В США основными объектами выращивания в бассейновых хозяйствах с замкнутым водоиспользованием являются нильская и голубая тяляпии, Флоридская и Тайванская красные тяляпии, а также гибриды, полученные при их скрещивании. Выбор этих объек-

тов связан с их высокими хозяйственно-полезными качествами. Разработана технологическая схема выращивания товарной тилапии (табл. 16). Большое внимание при реализации этой технологии уделяется строгому выполнению нормативных требований (Ракоцу, 1989).

Таблица 16

Плотность посадки и уровень кормления для различных размерных групп тилапии

Плотность посадки, шт./м ³	Масса рыбы, г	Скорость роста, г/сут.		Продолжит. периода, сут.	Уровень кормл., %
		посадка	облов		
8000	0,02	0,5–1	—	30	20–15
3200	0,5–1	5	—	30	15–10
1600	5	20	0,5	30	10–7
1000	20	50	1,0	30	7–4
500	50	100	1,5	30	4–3,5
200	100	250	2,5	50	3,5–1,5
100	250	450	3,0	70	1,5–1,0

В нашей стране выращивание тилапии в индустриальном рыбоводстве ведется с середины 80-х годов прошлого столетия. На базе опытно-промышленного рыбоводного цеха Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК) освоено воспроизводство и выращивание нескольких видов тилапий (рис. 15). В ходе предварительных исследований были изучены биологические особенности и хозяйственно-полезные качества четырех видов тилапий в условиях рыбоводной системы с замкнутой системы водообеспечения. Наилучшие результаты при выращивании в монокультуре показала нильская тилапия, а при совместном выращивании с карпом и осетровыми рыбами голубая тилапия. Выбор голубой тилапии в качестве объекта поликультуры связан с особенностями ее поведения и характером питания. Она менее агрессивна, чем нильская тилапия. Являясь отличным фильтратором, в условиях бассейнового содержания голубая тилапия имеет существенную пищевую нишу в виде взвешенных веществ (остатков корма, экскрементов, активного ила), а также биологических обрастаний стенок и дна бассейнов. Оптимальное соотношение карпа и тилапии при совместном выращивании составляет 5:1. Во избежание конкуренции в потреблении корма средняя масса карпа при посадке должна быть в два-три раза больше средней массы тилапии. Выход продукции при совместном выращивании повышался на 8–10 % без увеличения затрат кормов. При совместном содержании карпа и тилапии наблюдалось замедление полового созревания тилапии, что положительно повлияло на ее рост. Средняя масса самок голубой тилапии, выращенной в поликультуре, была на 19,5 % выше по сравнению с самками, культивируемыми в монокультуре. Выход тилапии стандартной массы в среднем по самцам и самкам также был более высоким (Устинов, 2005).



Рис. 15. Рыбоводный цех НЛМК

В условиях установки с замкнутым водообеспечением ТЭЦ-22 (Москва) в течение ряда лет проводили выращивание тяляпии в моно и поликультуре с другими видами рыб. Результаты выращивания четырех видов тяляпий показали преимущество нильской тяляпии. Среднесуточный прирост у нее составил 3,25 г. За пять месяцев выращивания нильская тяляпия достигла массы 509 г. Медленнее других росла мозамбикская тяляпия. Эффективным оказалось совместное выращивание сибирского осетра и нильской тяляпии (табл. 17).

Таблица 17

Выращивание сибирского осетра совместно с нильской тяляпией

Показатели	Поликультура			Монокультура осетр
	осетр	тяляпия	всего	
Продолжит. опыта, сут.	160	160		160
Количество рыбы: шт.	1500	238	1738	1500
%	86,3	13,7	100	100
Плотность посадки, шт./м ³	75	12	87	75
Средняя масса, г:				
посадка	157,3	52,4	—	157,3
облов	769,3	484,4	—	781,7
Среднесуточный прирост, г	3,8	2,7		3,9
Отход рыбы, %	18,3	3,4	16,3	19,8
Рыбопродукция, кг/м ³	47,1	5,6	52,7	47,0
Затраты корма, кг/кг	—	—	1,2	1,6

Темп роста осетра и другие его рыбоводные показатели в поли- и монокультуре были примерно одинаковыми. Однако получение дополнительной продукции за счет выращивания тилапии позволило увеличить общий выход продукции на 12 % по сравнению с монокультурой при одновременном снижении (на 25 %) кормовых затрат (Жигин, 2002).

Выращивание рыбы в УЗВ при отсутствии естественной пищи, высоких плотностях посадки предъявляет особые требования к качеству комбикормов, а также системе их применения в целом.

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ ТИЛЛЯПИИ

Успешная эксплуатация замкнутых систем при выращивании разных видов рыб возможна только при использовании высококачественных кормов, содержащих все необходимые питательные вещества в определенных пропорциях, которые полностью обеспечивают потребности рыбы. Помимо полноценного состава комбикорма должны иметь хорошую усвояемость, обеспечивать минимальное поступление в систему загрязнений в виде остатков кормов и экскрементов.

Личинки тилляпий могут потреблять искусственный корм, переходя на активное питание сразу после абсорбции желточного мешка. В связи с этим при промышленном выращивании необходимо знать потребности мальков и рыбы старшего возраста в энергии и протеине для обеспечения максимального роста.

Установлено, что личинки нильской тилляпии лучше росли при уровне протеина в корме 45 % (по сравнению с 30, 35 и 50 %) (El-Sayed, Teshima, 1992). Оптимальный уровень протеинов для личинок мозамбикской тилляпии, получавших пастообразные корма на основе продуктов микробиосинтеза, также составил 45 % (Скляров, Дюндик, 1995).

По мере роста рыб потребность в протеине уменьшается. Лучший рост мальков нильской и мозамбикской тилляпий наблюдался при содержании протеина 40 % (Kesamuga et al, 1982; Teshima et al, 1987; Wang et al, 1985).

Большинство исследователей считают, что оптимальное содержание протеина в кормах для более крупных тилляпий, выращиваемых для товарных целей, составляет 30–35 % (Viola, Arieli, 1982; Gur, 1997). Сопоставление полусинтетических рационов с уровнями протеинов от 20 до 45 % выявило преимущество корма с 35 % протеина, причем дальнейшее его повышение не только сказалось отрицательно на эффективности использования протеина в корме в целом, но и снижало темп роста (Менькин и др., 1993).

При определении потребности в протеине большое значение имеет энергопротеиновое отношение в комбикорме. Большинство исследователей сходятся во мнении, что энергетическая ценность рациона тилляпий должна составлять 350–400 ккал/100 г корма. Это показано как для личинок, так и для товарной нильской тилляпии при уровне протеина от 28 до 50 % (El Sayed, Teshima, 1992). Представляют интерес результаты исследования влияния уровня энергии на переваримость питательных веществ и рост нильской тилляпии. При содержании в опытных кормосмесях 33 % протеина и энергии от 4280 до 4860 ккал/кг оптимальный уровень энергии составил 4800 ккал/кг корма (Gaber, 2006). Как и при кормлении других видов рыб, снижение уровня протеина в используемых рационах должно сопровождаться снижением его энергетической ценности (Carneiro et al., 1981).

Определение потребности нильской тилляпии в аминокислотах показало, что корма для нее должны содержать (в % к массе корма): аргинина — 1,37, метионина—0,51, фенилаланина — 1,04, гистидина — 0,63, изолейцина — 1,12, лейцина — 1,35, лизина — 1,63, треонина — 0,99, валина — 1,26 и триптофана — 0,35 (Gaber, 2006). Несколько иные, более высокие значения оптимальных уровней трех незаменимых аминокислот — аргинина, лизина и треонина получены в исследованиях Odum, Ejike (1991).

Сведения, касающиеся потребностей тилляпий в липидах, весьма скудные. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о различии в метаболизме липидов у карпа и тилляпии. У тилляпии жир откладывается преимущественно в брюшной полости. При низких температурах мобилизация жира неизбежна. Содержание жира не влияет

на устойчивость тилапии к холоду (Viola et al., 1988). Чаще всего в литературе встречаются сведения о положительном опыте выращивания тилапии на комбикормах с содержанием 8–10 % липидов (Papoutsoglou, Voutsinos, 1988). В опытах с использованием тест-диет с содержанием липидов от 8 до 18 % за счет дополнительного внесения в кормосмеси от 2 до 10 % соевого масла максимальный рост отмечен на кормосмеси, содержащей 4 % соевого масла (12 % общих липидов). Результаты химического анализа указывают на высокую положительную корреляцию содержания липидов в теле с уровнем липидов в корме (Gaber, 2006).

Полагают, что липиды, входящие в состав комбикормов для тилапии, как и для других видов рыб должны отвечать определенным требованиям по жирнокислотному составу. Для тилапий незаменимой жирной кислотой является линоленовая (Kanasawa et al., 1985; Takeuchi et al., 1980). Показано, что добавление 5 % рыбьего жира в комбикорм (вместо птичьего жира) при общем уровне липидов 9 % обеспечивает получение продукции с высокими вкусовыми качествами и достаточно хорошей «лежкостью» (Viola, Arieli., 1982).

Что касается потребности тилапии в углеводах, минеральных веществах и витаминах, то они сходны с потребностями других видов рыб, культивируемых в рыбоводных хозяйствах. Для кормления тилапий с большим или меньшим успехом могут быть использованы коммерческие комбикорма для других видов рыб. В качестве подкормки рекомендуются продукты переработки зерновых, бобовых и масличных культур, различные отходы производства, например, рисовые отруби (Раденко, Привезенцев, 2001).

Результаты выращивания в значительной степени зависят от режима и нормы кормления. Тилапии имеют небольшой рудиментарный желудок, поэтому их следует кормить многократно в течение суток. В рыбоводной практике используют два способа внесения кормов в рыбоводные емкости. Более широко используется нормированное кормление, при котором рассчитывают норму кормления и режим внесения корма. Корм при этом задается вручную или при помощи автоматических кормораздатчиков, выдающих корма в нужном количестве и в заданном режиме.

При втором способе кормления, так называемом бионическом методе, рыба получает корм по потребности. Для этого используют различного рода автокормушки (Лавровский, 1987).

Опыт использования автокормушек при выращивании рыбы в прудах и садках указывает на высокую эффективность этого метода. Так при выращивании молоди голубой тилапии в садках корм задавали вручную и при помощи маятниковых автокормушек. Рыба, получавшая корм по потребности из автокормушек, в среднем имела массу на 72 % больше, чем при ручном кормлении. Затраты корма на прирост при кормлении из автокормушек составили 1,6 кг, а при ручном кормлении 2,3 кг (Лавровский, 1987).

Сведений об использовании бионического метода кормления при выращивании тилапии в УЗВ немного. В этом плане большой интерес представляют результаты исследований, выполненных на кафедре аквакультуры МСХА в установке с замкнутым циклом водообеспечения. Объектом исследования являлась гибридная тилапия (*O. niloticus* x *O. mossambicus*). Было изучено влияние способа кормления (использование автокормушек и многократное кормление вручную) на продуктивные показатели тилапии. Изучалось также влияние способа кормления на эффективность работы УЗВ. В варианте с использованием автокормушек тилапия имела среднюю массу на 13–20 % выше, чем при ручном кормлении. Отмечено снижение кормовых затрат на 15–31 %. Выход продукции оказался на 12–25 % больше. Преимущества бионического метода кормления по срав-

нению с ручным кормлением увеличивались с уменьшением водостойкости используемого корма. Использование бионического метода кормления позволило существенно улучшить гидрохимический режим в рыбоводных емкостях. Так концентрация кислорода в оборотной воде была на 4–13 % выше, величина БПК на 10–18 % ниже, снизилась также концентрация соединений азота (Завьялов, 2001).

Анализ литературы и результаты собственных исследований показывают, что тиялии как фито - и детритофаги являются важным элементом моно и поликультуры при выращивании в прудах, с одной стороны, и как всеядная, неприхотливая рыба — объектом интенсивного выращивания с другой. Следует разделять отношение к ним именно с этих позиций. При интенсивном выращивании в садках и бассейнах, несмотря на то что тиялии могут потреблять практически любые рыбные комбикорма, хорошие результаты могут быть получены лишь при соответствии качественных характеристик комбикормов пищевым потребностям тиялий, которые имеют определенные особенности в зависимости от вида. В общем, можно сказать, что тиялии нуждаются в довольно высоком содержании протеина в корме (не ниже 28–30 %) и уровне энергии 4600–4800 ккал/кг корма.

СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА

Стремительный рост производства тилапии, наблюдающийся в последние два десятилетия, связан в значительной мере с успехами, достигнутыми в области генетики и селекции тилапий. Большая часть продукции в тилапиеводстве приходится на отселекционированные линии тилапий и созданные на их основе высокопродуктивные гибриды, в т. ч. красной тилапии.

Широкое внедрение тилапий в отечественное рыбоводство, получение стабильно высоких результатов при их выращивании связано в первую очередь с целенаправленной селекционно-племенной работой. Опыт работы с тилапией показал, что ослабление или прекращение племенной работы с акклиматизированными видами тилапий может привести к дестабилизации генетической структуры и нежелательным сдвигам в их биологии. Поэтому перспективы успешного использования тилапий связаны с систематической селекционной работой, направленной на создание высокопродуктивных линий и пород среди культивируемых видов рыб и формированием на их основе крупных племенных маточных стад.

Учитывая специфику биологии тилапий и трудности, возникающие при идентификации отдельных видов, необходимо соблюдать строгий контроль за их воспроизводством и выращиванием. В связи с этим целесообразно ограничить количество видов тилапий, выращиваемых в промышленных хозяйствах. Наиболее предпочтительны для промышленной эксплуатации два быстрорастущих и поздно созревающих вида — нильская и голубая тилапии.

Одним из первых объектов селекционной работы, проводимой на кафедре аквакультуры МСХА, стала нильская тилапия. На начальном этапе работ были проведены комплексные исследования, основной задачей которых являлось уточнение адаптационных возможностей нильской тилапии по отношению к ряду параметров водной среды: температурному и кислородному режиму, рН, солености воды, а также плотности посадки и уровню кормления. Изучены особенности воспроизводства и продуктивные качества.

При выборе направления селекции основное внимание было уделено повышению приспособленности нильской тилапии к индустриальной технологии воспроизводства и выращивания, улучшению ее товарных качеств (рис. 16).

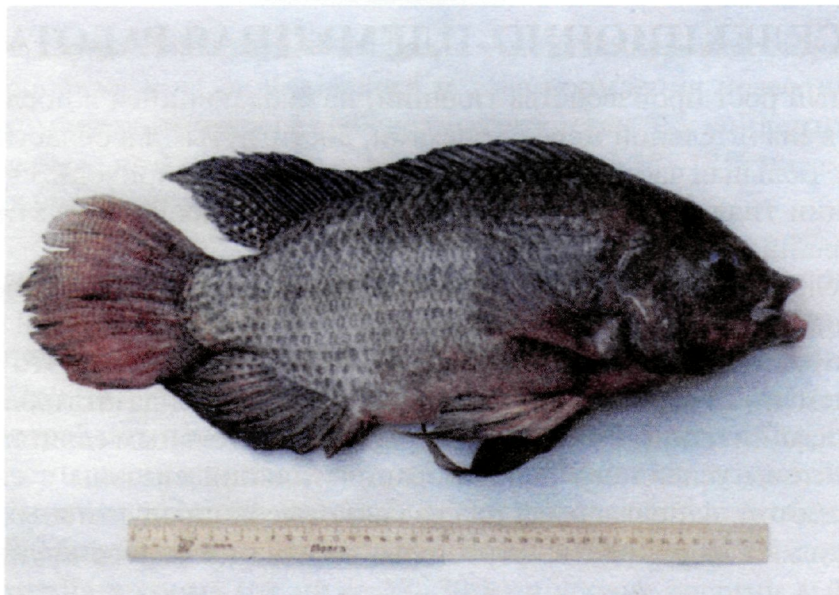


Рис. 16. Тилапия Тимирязевская

Проводившаяся на протяжении ряда лет селекционная работа завершилась созданием первой в стране породы нильской тилапии, получившей название «ТИМИРЯЗЕВСКАЯ». В 2002 г. тилапия «Тимирязевская» утверждена Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений и внесена в Государственный реестр селекционных достижений (41).

Результаты испытаний породы на хозяйственную полезность показали существенный селекционный прогресс по ряду продуктивных и репродуктивных признаков (табл. 18). Достоверно выросла величина среднесуточного прироста, средняя масса товарной рыбы и выход тушки. Улучшились репродуктивные качества, увеличилась рабочая и относительная плодовитость, повысился выход личинок на одну самку, что свидетельствует о повышении приспособленности породы к индустриальной технологии воспроизводства и выращивания (табл. 19).

Таблица 18

Характеристика тиляпии Тимирязевская по хозяйственно-полезным признакам

Показатели	Исходное стадо	VI поколение селекции
Продуктивные показатели		
Ср. масса рыбы, г	215±13,2	296±10,1
Среднесуточный прирост, г	1,3±0,1	1,9±0,1
Масса тушки, г	116,7±5,6	179±4,7
Выход товарной рыбы, %	94,1	97,8
Выход рыбопродукции, кг/м ³	90–110	120–150
Затраты корма, кг/кг прироста	2,5–2,9	1,8–2,3
Репродуктивные качества		
Ср. масса самок, г	174±8,0	218±10,2
Количество отнерестившихся самок, %	68,0	80,0
Плодовитость, шт. икринок		
рабочая	714±51,4	981±42,1
относительная	4,1±0,1	4,5±0,1
Выход личинок, %	74,9±1,9	83,0±2,1
Морфометрические показатели самок, индексы, %		
Обхвата тела	95,2±1,2	100,1±0,9
Высоты тела	38,0±0,8	40,4±0,6
Толщины тела	21,0±0,3	22,6±0,2
Длины головы	33,0±0,8	30,6±0,3

Тиляпия тимирязевская обладает хорошими потребительскими качествами. Выход тушки составляет в среднем у самцов 63–65 %, а у самок 58–60 %. Мясо имеет высокое содержание белка (19,1–19,5 %) и низкую жирность (1,9–2,3 %). Соотношение жира и белка составляет 1:6–1:7, что значительно шире чем, например, у карпа (1:2,7–1:3,7). Отмеченные особенности, а также отсутствие межмышечных косточек высоко оцениваются на потребительском рынке (табл. 20).

Таблица 19

Выход рыбы на отдельных этапах технологического цикла

Поколение селекции	Выход рыбы, %		
	мальки	молодь	товарная рыба
Исходное стадо	72–75	80–83	86–90
VI поколение	78–84	84–87	92–97

Пищевые качества тилапии Тимирязевская

Показатели	Самцы	Самки
Масса рыбы, г	300–340	240–260
Соотношение частей тела, %		
Порка	88,5	83,7
Внутренние органы	11,5	16,3
Тушка	64,0	59,0
Голова	15,5	17,6
Химический состав, %		
Вода	76,4	77,5
Сухое вещество	23,6	22,5
Белок	19,5	18,6
Липиды	2,3	1,9
Минеральные вещества	1,7	1,8
Содержание энергии, кДж./г	575,5	561,3

Результаты выращивания тилапии тимирязевская в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств подтвердили высокие продуктивные качества породы как при выращивании в монокультуре, так и при совместном содержании с другими видами рыб (каrpом, осетровыми, сомами).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Российская Федерация располагает большим потенциалом для развития рыбоводства во внутренних водоемах. Одним из перспективных направлений пресноводной аквакультуры является индустриальное рыбоводство, основанное на выращивании рыбы в садках и бассейнах с использованием теплых сбросных вод энергетических объектов, а также в установках с замкнутым циклом водообеспечения.

Возможность регулирования условий содержания в системах с замкнутым циклом водообеспечения позволяет проводить круглогодичное выращивание любых видов рыб вне зависимости от климатических условий, что открывает широкие возможности для культивирования новых для отечественного рыбоводства видов рыб, разведение которых в естественных водоемах лимитируется температурным режимом.

Эффективность работы индустриальных рыбоводных хозяйств определяется в значительной мере потребительской ценностью объектов разведения. Тилляпия занимает ведущие позиции в современной мировой аквакультуре. По темпу прироста продукции тилляпиеводство значительно превосходит другие направления аквакультуры, что связано с рядом ценных биологических особенностей и хозяйственно-полезных качеств тилляпий. Устойчивость тилляпий к неблагоприятным факторам среды позволяет успешно выращивать их в специфических условиях содержания: высоких плотностях посадки, постоянном водообмене, напряженном гидрохимическом режиме, отсутствии естественного корма. Особенности размножения тилляпий позволяют получать потомство в любые заданные сроки, что обеспечивает возможность полициклического производства продукции.

В результате выполнения многолетних комплексных исследований установлена возможная база культивирования тилляпий в нашей стране, определены наиболее перспективные для выращивания виды тилляпий, разработана технология воспроизводства и выращивания тилляпии в индустриальных рыбоводных хозяйствах. В ходе проведения исследований создана высокопродуктивная порода нильской тилляпии «Тимирязевская»

Анализ литературы, результаты выполненных исследований, а также опыт выращивания тилляпии в условиях отечественных индустриальных рыбоводных хозяйств показывают, что, являясь раносозревающими и быстро растущими рыбами, обладающими высокими товарными качествами, эффективно оплачиваемыми задаваемые корма, тилляпии могут стать ценными объектами индустриального рыбоводства. Их широкое использование позволит увеличить производство высококачественной рыбы, улучшить экономические показатели рыбоводных хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

- Ахмед Салах. Получение и промышленное выращивание однополрой молоди тяляпии. — Автореф. канд. дис., М., ТСХА, 1992.
- Бардач Дж., Ритер Дж., Макларни Ч. Аквакультура. — М.: Пищевая промышленность, 1978.
- Билько В. П. Влияние величины рН на икру рыб в период оплодотворения и на различных стадиях ее развития. — Гидробиол. журн., 1995. — т. 2.
- Богерук А. К., Камехо С., Уливер С. Опыт поликультурного выращивания рыбы в малом водохранилище республики Куба // Сб. н. трудов ВНИИПРХ. — 1981, № 31.
- Боронецкая О. И. Технология выращивания тяляпий в прудах с геотермальной водой. — Автореф. канд. дис., М., ТСХА, 1993.
- Боронецкая О. И. Использование геотермальных вод в интенсивной аквакультуре. // В сб. докл. Научно-прак конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». — Краснодар, 2001.
- Брюхатова А. Л. Влияние активной кислотности на прибавление веса карася и карпа в воде с малым содержанием солей Са и др. электролитов. // Уч. зап. МГУ, 1937, вып. 9.
- Бугаец С. А. Продуктивные и биологические особенности нильской и красной тяляпии и их реципрокных гибридов. — Автореф. канд. дис. М., ТСХА, 1999.
- Вракин В. Ф., Привезенцев Ю. А., Маркин В. И. Морфофизиологическое состояние внутренних органов тяляпии в онтогенезе. // Изв. ТСХА, 1987, № 4.
- Габер М. М. Рост тяляпии мозамбика и эффективность использования азота при различном уровне протеина в рационе. // Известия ТСХА, 1992, вып. 4.
- Глинкин И. О. Биохимические маркеры сыворотки крови и белых мышц трех видов тяляпий р. *Oreochromis* // Сб. н. тр. «Интенсивная технология в рыбоводстве». — М.; МСХА, 1989.
- Гомельский Б. И. Гормональное переопределение пола у рыб о возможности его применения в рыбоводстве. — М.: ВНИИПРХ, 1980, вып. 28.
- Жигин А. В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием. — Автореф. докт. дис. — М., МСХА, 2002.
- Завьялов А. П. Выращивание тяляпии в установке с замкнутым циклом водоснабжения при различных способах кормления. — Автореф. канд. дис. — М., МСХА, 2001.
- Ивлева И. В. Температура воды и скорость энергетического обмена у водных животных. — Киев, Наукова думка, 1981.
- Ивойлов А. А. Классификация и номенклатура тяляпий трибы *Tilapiini* (Cichlidae) // Вопр. Ихтиологии. — 1986, № 3
- Ивойлов А. А. Мухаметшина Е. Н., Пальвелев И. В. и др. Гибридная тяляпия — новый объект рыбоводства в тепловодных системах с замкнутым циклом водоснабжения. // Вестник Ленингр. Универ. Биол. — 1988. Вып. 1, № 3.
- Катасонов В. Я., Черфас Н. Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. — М.: Агропромиздат, 1986.
- Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. — Л.: Наука, 1987.
- Константинов А. С. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди рыб. // Изв. Академии наук. Серия биол. М., 1993, № 1.
- Кошелев Б. В. Экология размножения рыб. — М.: Наука, 1984.

Краюхин Б. В. Физиология пищеварения пресноводных костистых рыб. // Изд. АН СССР, М-Л, 1963.

Лаврентьева Н. М. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества голубой тилапии (*O. aeneus*) при выращивании в системе с замкнутым циклом водоснабжения. — Автореф. канд. дис. — М., РГАЗУ, 2002.

Лавровский В. В. Бионический метод кормления рыб. — М.: ЦНИИТЭ ИРХ, 1987.

Лавровский В. В., Завьялов А. П. Эффективность различных способов кормления при выращивании тилапии в установке с замкнутым циклом водоснабжения. // Изв. МСХА, 1999, вып. 4.

Лукьяненко В. И. Иммунобиология рыб. — М.: Пищевая промышленность 1971.

Магди М. А. Выращивание молоди тилапии мозамбика на комбикормах с различным уровнем протеина. — Автореф. канд. дис. — М., МСХА, 1992.

Маркин В. И. Разведение тилапии в прудах с геотермальной водой. // 4 Всесоюзное совещание по рыбохозяйств. использ. теплых вод. М., 1990.

Маркин В. И. Особенности репродуктивного цикла у тилапий. // Сб. н. тр. МСХА, 1995.

Мартынова В. В. Влияние колебаний солености на рост, энергетику и рыбоводные качества молоди рыб. — Автореф. канд. дис. — М., 2003.

Менькин В. К., Привезенцев Ю. А., Магди М. А. Влияние уровня протеина в рационе на рост и эффективность использования азота тилапией мозамбика. // Сб. н. тр. МСХА, 1993.

Миронова М. В. О биологии тилапии мозамбика в природных и лабораторных условиях. // Вопр. ихтиологии, 1969, т. 9.

Парфенов Ф. В. Морфофизиологические особенности красной тилапии, нильской тилапии и их реципрокных гибридов. — Автореф. канд. дис. — М., МСХА, 1998.

Плиева Т. Х., Лаврентьева Н. М. Разработка промышленной технологии подращивания личинок тилапии. // Материалы докл. научно-практ. конф. — Краснодар, 2001.

Плиева Т. Х., Лаврентьева Н. М. Оптимизация условий содержания объектов аквакультуры в рыбоводных хозяйствах. // Сб. трудов. — РГАЗУ, 2001.

Привезенцев Ю. А., Соколов В. Б., Маркин В. И. Рыбоводно-биологическая характеристика и особенности репродуктивного цикла тилапии. // В кн. Особен. репродукт. циклов рыб в водоемах разных широт. — М.: Наука, 1985.

Привезенцев Ю. А. Эффективность выращивания тилапии на технических и естественных теплых водах. // Изв. ТСХА, 1987, № 2.

Привезенцев Ю. А., Соколов В. Б., Фомичев А. М., Глинкин И. О. Опыт выращивания тилапии в морских садках на теплых водах. // Тез. Докл. Междун. симп. по совр. пробл. аквакультуры. — М.: ВНИРО, 1989.

Привезенцев Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство. М.: Агропромиздат, 1991.

Привезенцев Ю. А., Бугаец С. А., Плиева Т. Х. и др. Использование солоноватых и соленых вод для воспроизводства и выращивания тилапии. // Тез. докл. научн. конф. М.: ВНИРО, 1996.

Привезенцев Ю. А. Современное состояние и перспективы использования тилапий в рыбоводстве России. // Второй междун. симп. Ресурсосб. технол. в аквакультуре. — Краснодар, 1999.

Привезенцев Ю. А., Боронецкая О. И., Плиева Т. Х., Жигин А. В., Устинов А. С., Севрюков В. Н., Семьянихин В. В. Патент на селекционное достижение № 1952. Тяляпия ТИМИРЯЗЕВСКАЯ. Выдан по заявке № 9908158 с датой приоритета 20.11.2000.

Привезенцев Ю. А., Боронецкая О. И., Плиева Т. Х., Богерук А. К. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тяляпий рода *Oreochromis*. — М.: РГАУ-МСХА, 2006.

Раденко В. Н., Привезенцев Ю. А. Кормление и пищевые потребности тяляпий. // Рыбное хозяйство. Серия корма и кормление в аквакультуре. М., 2001.

Скляр В. Я., Дюндик О. Б. Корма для тяляпии. // Рыбоводство и рыболовство, 1995.

Соколов В. Б., Маркин В. И. Опыт выращивания тяляпии в садках в водоеме-охладителе. // Сб. Интенсификация прудового рыбоводства. М. 1982.

Соколов В. Б. Сравнительная рыбоводная и морфофизиологическая характеристика трех видов тяляпий (*O. mossambicus*, *S. macrocephalus*, *T. mariae*). — Автореф. канд. дис. — М., ТСХА, 1983.

Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. — Изд-во МГУ, 1962.

Устинов А. С. Технология совместного выращивания карпа и голубой тяляпии в индустриальном рыбоводстве. — Автореф. канд. дис. — М., МСХА, 2005.

Фам Мань Тьонг. Особенности вынашивания икры в ротовой полости у тяляпии мозамбика и методика ее искусственной инкубации. // М.: Докл. АН СССР, 1970, т. 191.

Фомичев А. М. Рыбохозяйственная характеристика реципрокных гибридов мозамбикской, голубой и красной тяляпии. // Изв. ТСХА, 1991, вып. 1.

Чмилевский Д. А., Лаврова Т. В. Влияние пониженной температуры на оогенез тяляпии *O. mossambicus* // Вопросы ихтиологии, 1990. Том 37 вып. 1.

Чмилевский Д. А. Оогенез рыб в норме и при экстремальных воздействиях. Автореф. докт. дис. — Санкт-Петербург, 2000.

Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ у морских рыб. — М.: Наука, 1980.

Щербаков Д. А. Рост и морфофизиологические показатели красной тяляпии, выращиваемой при различных значениях рН воды. — Автореф. канд. дис. — М., МСХА, 2000.

Abucay J., Mair G., Skibibinski D., 1999. // Aquaculture, — Vol. 173.- № 1—4

Allanson D. R., Bok A., Wyk N. 1971. // J. Fish Biol.- Vol.3.

Assem H. and Hanke W., 1979. // J. Comparative Biochemistry and Physiology.- № 64.

Avault J. W., 1967. // Zool. Rec.- Vol.101.

Avault J. W., Shell E. W., 1968. // FAO. Fish. Rep.- 44 (4).

Avtalion R., Pruginin Y., Rotbard S., 1975. // Bamidgeh.-Vol.27 (1).

Avtalion R., 1982. // International Center for Living Aquatic Resources Management, (ICLARM), Manila.

Babiker M. M., 1986. // Hydrobiologia.

Badawi H. K., 1971. // Mar. Biol. Berlin.-Vol. 8.

Baerends G. P., Baerends J. M., 1950. // Dehaviour. Suppl. —Vol.1.

Balarin J. D., Haller R., 1983. // Croom. Helm. Publishers, Westwise.

Balarin J. D., 1984. // Outlook Agr.

Bardach J. E., Ryther J. H., McLarney W. O., 1972. // Aquaculture — «Wiley-Interscience: New York».

Bayoumi A. R., 1969. // Mar. Biol.- № 3.

Bercovier H., Ghittino C., Deshang L., 1997. // Dev. Biol. Stand. —Vol. 90.

- Bhujel R., Turner W., Little D., 1998.//Fish Farmer.- № 5.
- Boulenger G. A., 1915.//Catalogue of freshwater fishes of Africa in British Museum of Natural History.-London.
- Bowen S. H., 1984.//Acta hydrochim. et. Hidrobiol. — Vol, 12.- № 1
- Briggs P., 1981.//Aquaculture Magazine.-Vol.7.
- Bunch E. C., Bejerano I., 1997.//Israeli Journal of Aquaculture.-Vol.49.
- Cai W., Huang Q, 1986.//J. Fish. Chine. — Vol.10.-№ 3.
- Carneiro D.J. et al., 1981,//Annals 2 nd Brazilian Symposium on aqua culture.
- Castor C. De Jesus., 1996.//ICLARM. Conf. Proc. —Philippines. — 41.
- Chang S. L., Plumb J. A., 1996.//Appl. Aquacult. — Vol.6.- № 1
- Chapman G., 1992.//ICLARM Conf. Proc-23.
- Chapman G., Fernando, C., 1994.//Aquaculture. — Vol. 123.
- Chen F., 1969.//Inst. Ver. Theor. Angew. Limnol. — Vol. 17.
- Chervinski J., 1961.//Bamidgeh. — № 13.
- Chervinski J., 1966.//Bamidgeh. — № 18.
- Chervinski J., Lahav M., 1976.//Bamidgeh. —№ 28.
- Chervinski J., Zorn M., 1974.//Aquaculture.- № 4.
- Clarke W. 1973.//General and Comparative Endocrinology. —Vol. 21.
- Clemens H. P., Inslee., 1968.//Trans. Am. Fish. Soc — Vol.97.- № 18
- Coche A., 1978.//FAO. Fish. Circ. —714.
- Coe M. J., 1966.//Acta. Trop. —Vol. 23.
- Coleman et al., 1977.//Journ. of Fish Biolodgy. — № 11.
- Constantino C. F. et al., 1997.//Veterinaria Mexico. — Vol. 28. — № 1.
- Dendy J.S., 1967.//Proc. World Symp. Warm-water pond fish culture. FAO Fisheries Rep.- № 44.- Vol.3.
- De Silva C. D., Premawansa S., Keembiyahetty C. N., 1986.//J. Fish Biol.- Vol.29. — № 2.
- Diaz G. et al., 1989.//Desarollo de la aquaculture in Cuba.- FAO, Roma.
- Dijk P.M., Thillart G. E., Wendelaar B., 1993.//Comp. Biochem. Physiol... C.- Vol.105.- № 3.
- Elhigzi F. A., Larrson P., 1996.//ICLARM Conf. Proc. — 41.
- Elliot E. 1955.//Nat. Hist. —Vol. 64.
- El-Sayed A. F., El-Ghobashy A., Al-Amoudi M., 1996.//Aquaculture Research.- Vol.27- № 9.
- El-Sayed A. M., Teshima S., 1992.//Aquaculture.-Vol.103.- 1.
- El-Zarka S., Shaheen A., Aleern A., —1970.//Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Cairo.- Vol.1.
- Faisal M., Popp W., Refai M.-1989.//Berliner und Munchener Wochen-Chrift.-Vol. 102.-№ 3.
- Fishelson L., 1969.//Fishermen Bull.: Haifa.-№ 4.
- Fitzgerald W.J., 1979.//Fish Farming Inter. Vol. 6 (1).
- Fraer G., Iles T. —1972.//T. F. H. Publ. Neptune City, New Jersey.
- Fujita K. et al., 1966.//Proc. Soc. Sist. Zool. — № 2.
- Gaber M. M.- 2002.//Egyptian Journal of Aquatic Biology.-№ 6.
- Gaber M. M. —2006.//Aquaculture Research, 2006.-Vol.37.
- Galman O., Avtalion R., 1986.//Technology Resource Center, Manila, Philippines. № 1.
- Getshell R. S, 1998.//Fish Farm. News.- Vol.6.
- Gil-Ha, Jae-Yoon-Jo.,1997.//National Fisheries Universiti of Pussan. Korea.

- Green B. W., Zeinab El Nagdy, 1996.//ICLARM. Conf. Proc. Philippines.
- Guerrero R. D., Guerrero L., 1975.//J. Biol. Vol. 4.- 129.
- Guerrero R. D., 1980.//Aquaculture.- Vol.20. — 3.
- Guerrero R., D., 1996.//World Aquaculture.-Vol. 27.
- Gur N., 1997.//Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh, — Vol.49.- 3.
- Halvorsen L, 1986//Aquaculture magazine.- 3–4.
- Herzberg A., 1978.//Aquaculture. —Vol.13.
- Hickling C., 1960.//J. Genet.-Vol. 57.
- Hickling C., 1966.//FAO. World symposium on warm water pond fish culture.
- Hofstede A. E., 1957.//FAO. Reports on Fisheries TA Rome.- 327.
- Hora S. L., Pilay T. V., 1962.//FAO. Fisheries biology technical report.- 14.
- Huet M., 1970.//New Books Ltd., London.
- Hulata Y., Rothbard S., 1983.//J. Fish Biol.- 13
- Iwama G. K., Takemura A., Takano K., 1997.//J. Fish Biol. —Vol.51.- 5.
- Job S., V., 1969.//Mar. Biol. Berl. —Vol.3.
- Jurs., Bittorf T., Vokler T., Wacke R., 1984.//Aquaculture.-Vol.40.- 2.
- Kanazawa A., Teshima S., Sakamoto, M., 1985.//Aquaculture.-Vol. 50.
- Kelly H. D., 1956.//Proc. Annu. Southeast. Assoc. Game Fish. Comm — № 10.
- Kesamura K. et al., 1982.//Bull. Fac. Agric. Univ. Japan.- Vol. 29.
- Khater A. A., Smitherman R. O., 1988.//Int. Simp. Tilapia aquaculture. Bangkok, Manila.
- Koren A., Pruginin Y., Hulata G., 1994.//Bamidgeh.- Vol. 46.
- Kornfield L.H, 1984.//Evolution. Genetics of Fishes. Publ. Corp. New York.
- Kramer D., McClure M., 1982.//Environ. Biol. Fishes.-Vol.7.-№ 1.
- Kuo C. V., 1984.//ICLARM. Newsett.
- Lahav E., Raanan Z., 1997.//Bamidgeh.-Vol.49.-№ 3.
- Lee J., 1979.//Auburn University. —Alabama. D. Dissertation.
- Lester L. J., Lawson K. S., Abella T. A., Palado M. S., 1989.
- Liao L., Chang Su-Lin., 1983.//Tungkang Marine Laboratortory.-Taiwan. № 49.
- Litl S., Siraj R., Smitherman D., 1994.//ICLARM. Conf. Proc.
- Lombard G. L., 1962.//Comm. Tech. Co-op. Afr.- № 63.
- Losordo T., Masser M., Rakocy J., 1998.//SPAC Publication.- № 451/998.
- Lotan R., 1960.//Bamidgeh.- 12.
- Lowe-McConnel R. H., 1958.//Rev. Zool. Sci.Afr. —Vol.57.
- Mainoya J., 1982.//J. Comparative Physiology.- Vol.146.
- Magid A., Babiker M., 1975.//Hydrobiologia.- Vol.46.
- Maruyama T., 1958.//Bull. Freshwater Fish. Tokyo.-Vol.8.
- Mires D., 1969.//Bamidgeh.- Vol.21.
- Mires D., 1977.//Bamidgeh.- Vol.29.
- Mires D., Amit Y., 1992.//Bamidgeh.- Vol.44.
- Morgan P., 1972.//Hydrobiologia.-Vol. 40.-№ 1.
- Myers G. S., 1939.//Stanford. Ichthyol. Bull.-№ 1.
- Odum O., Ejike C., 1991.//Acta Hydrobiol.-Vol.33.-№ 3–4.
- Ogawa K., Bondad M., Fukudome M., Wakabayashi, 1995.//Journ. Para-Sitol.- Vol. 81.-2.
- Okaeme A. N., Olufemi B. E., 1997.//Journal of aquaculture in tropics. Cal-Cuta.-Vol. 90.-№ 4.
- Pandian T., Varadaraj K., 1987.//Journal Current science.-Vol.56.-№ 8.

- Papoutsoglou G. A., Voutsinos G. A., 1988.//Aquaculture and Fisheries Management.-Vol.19
- Papoutsoglou G. A., 1996.//Aquacultural Engineering.-Vol.15.-№ 3.
- Payne A., Collins R., 1983.//Aquaculture.-Vol.6.-№ 11.
- Perrera R. P., Johnson S. K., Lewis D. N., 1997.//Aquaculture.- Vol.152.
- Perry W., Avault J., 1972.//Progressive Fish-Culture.-Vol.30.
- Peters H. M., 1967.//Internat. Revue der gesanen hidrobiol.- № 4.
- Pots W. T., Foster M/A., Rudy P/P/, 1967.//Journal Exp. Biol.- № 47.
- Pruginin Y., Rothbard S., Wohlfarth G., Halevy A., 1975.//Aquaculture.- Vol.6.-№ 11.
- Pruginin Y., Fishelson L., Koren A., 1998.//ICLARM. Manila.
- Pullin R. S., Lowe-McConnel, 1982.//ICLARM. Manila.
- Pullin R. S., 1988.//ICLARM. Manila.
- Rakocy J. E., 1989//SPAC. Publication. —№ 282.
- Rana K., 1986.//Agriculture and Fisheries Management.-Vol.17.
- Rappoport A., Sarig S., Marek M., 1975.//Bamidgeh.-Vol. 28.
- Romana-Eguia M. R., Eguia R. V., 1999.//Aquaculture.- Vol. 173, —№ 1/4.
- Rosenstein S., Hulata G., 1994.//Aquaculture and Fisheries Management —Vol.25, — № 1/4.
- Ross B., Ross L., 1996.//ICLARM. Conf. Proc. Philippines.
- Rothbard S., Pruginin Y., 1979.//Aquaculture.-Vol.6.
- Rothbard S., Hulata G., 1980.//Bamidgeh. Vol.32.
- Russoc H. J., Schein M. W., 1977.//Benaviour.-61.
- Sarig S., 1969.//FAO. Fish. Cult, Bull.
- Schwartz F., 1982.//Proc. International Symposium on Tilapia in Aquaculture: Nazareth.
- Shaw E. S., Aronson L. R., 1954.//Bull. Amer. mus. nat. hist.-103.
- Shelton W. et al., 1978.//American Fisheries Society. Auburn.
- Smith A., 1939.//Publ. by the Van Rickett Sciety, Cape Town.-Vol.11.
- Smith J. R., Pollin R. S., 1984.// «ICLARM Newslett».
- Smith G., 2002.//Fish Farmer.- 24.
- Sommerville C., 1982.//Journal Fish Dis.- Vol. 5.-№ 3.
- Spataru P., Hopher., 1977.//Aquaculture.-Vol.9.-№ 3.
- Stauffer J. R., Boltz J. M., Boltz S. E., 1988.//North American journal of Fisheries management. Lawrence KS.- Vol/8.-№ 3.
- Steffens W., 1981.//Deutsher Landwirtscaft-sverag: Berlin.
- Stickney R., 1986.//Progr. Fish Cult.- Vol.48, № 3.
- Takashi Y., Fuminari I.,//Natl. Res. Inst. Fish. Sci. Japan, № 9.
- Takeuchi L. et al., 1980,//Bull. Jap. Soc. Sci Fish.- Vol.46.
- Teshima S., Kanasawa A., Uchiyama Y., 1987.//Kagosshima Univ., Res. Center South Pacific.-Vol.36.
- Thys D., 1968.//Rev. Zool. Bot. Afric.
- Trewavas E., 1973.//Bull. Br. Mus. Nat. Hist.
- Trewavas E., 1982.//Aquaculture.-Vol. 27. № 1.
- Trombka D., Avtalion B., 1993.//Aquaculture. — 45, — № 1.
- Uchida R. N., King J. E., 1962,//Tilapia Fish Bull. —Vol. 62.
- Viola S., Arieli G., 1982.//Bamidgeh.- Vol. 34.-№ 2.
- Viola S., Arieli Y., Zomar G., 1988,//Aquaculture. —Vol.75.
- Wang K., Takeuchi T., Watanabe T., 1985.//Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.- Vol. 51.

- Wang J., et al., 1998.//Aquaculture. — Vol. 163.- № 1–2.
- Wanghead C., Geater A., Tansakul R., 1985.//The second International Symposium on Tilapia in aquaculture.-Bangkok.
- Watanabe W. Tomoto Y., 1981.//Proc. Jap. Acad.-Vol. 57.
- Watanabe W. O., Kuo C. M., Huang M. C., 1985//ICLARM Technical Reports 16. Manila. Philippines.
- Watanabe W. O., Burnett K. M., 1989.//J. World Aquaculture Soc.- Vol. 20.
- Watanabe W. O., Chan J. R., Smith S. J., Wicklund R. I., Olla B. L., 1996.//ICLARM. Conf. Proc.-41.
- Watanabe W., Kiron V., Satoh S., 1997.//Aquaculture. —Vol. 151.
- Whyte S. A., 1975.//J. Zool. Lond.-Vol. 176.
- Wilke M., Wood C., 1996.//Comp. Biochem. Physiol. —Vol. 113.-№ 4.
- Wohlfarth G., 1983.//Proceeding International Symposium on Tilapias in Aquaculture: Nazaret.
- Wood C., et al., 1994.//Exp. Biol.- Vol. 189.
- Yang Y., 1998.//Aquacultural Engineering.- Vol. 18.-№ 3.
- Yashouv A., 1969.//Bamidgeh.- Vol. 21.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий рода *Oreochromis*

В ходе многолетних исследований, выполненных сотрудниками кафедры аквакультуры РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева совместно со специалистами промышленных рыбоводных хозяйств, изучены биологические особенности и хозяйственно-полезные качества тилапий в новых экологических условиях. Исследования показали, что в наибольшей степени требованиям, предъявляемым к объектам промышленного рыбоводства, отвечают тилапии, относящиеся к роду *Oreochromis*. Полученные данные послужили основой для разработки нормативов по воспроизводству и выращиванию тилапий р. *Oreochromis* в условиях рыбоводных хозяйств с замкнутым циклом водообеспечения, а также садковых и бассейновых хозяйств на водоемах-охладителях энергетических объектов (Привезенцев Ю. А., Боронцовская О. И., Плиева Т. Х., Богерук А. К., 2006).

Технологический цикл производства тилапии включает следующие этапы:

- преднерестовое содержание производителей;
- проведение нереста;
- инкубация икры и эмбрионов;
- подращивание личинок;
- выращивание молоди;
- выращивание товарной рыбы.

Преднерестовое содержание производителей

Соблюдение определенных условий преднерестового содержания производителей может стать решающим фактором при их размножении. Особое условие — снижение температуры воды в рыбоводной емкости на 3–4 °С в первые две недели после предыдущего нереста. Оптимальная температура в этот период 25–26 °С. Нарушение этого требования приводит к преждевременному созреванию и перезреванию половых продуктов. В результате происходит резорбция икры и продолжительный выход самок из эксплуатации (Чмилевский, 2000). Нарушается синхронность созревания маточного стада. Не менее важный аспект этого технологического этапа — режим кормления производителей. В состав рациона желателен включать живые корма, а также свежие растительные компоненты, такие как капуста, морковь, ряска и др в количестве 10–15 %. Их использование позволяет повысить рабочую плодовитость, увеличить частоту нереста.

В преднерестовый период самцов и самок содержат отдельно. При отборе производителей к очередному нерестовому туру обращают внимание на выраженность вторичных половых признаков и степень нагула производителей.

Рыбоводно-биологические нормативы преднерестового содержания производителей

Система содержания	Раздельно по полу
Объем бассейна, м ³	не менее 3,0
Плотность посадки, кг/м ³	до 35
Температура воды, °С	
оптимальная	25–26
допустимая	23–27
Содержание кислорода на вытоке, мг/л	не менее 4
Марка корма	2–80; 16–80; РГМ 5 В
Среднесуточная норма кормления, % массы тела	3,0

Рыбоводно-биологические нормативы размножения тилапий

Для размножения используют лотки и бассейны различных марок. Продолжительность репродуктивного использования производителей 1,5–3 года.

Соотношение полов в группе (семье),	
самка: самец	5:1–7:1
Возраст производителей, мес.	10–48
Масса производителей, г	
самка	250 и более
самец	500–2500
Нерестовая площадь на одного самца, м ²	0,5–1,0
Продолжительность нерестового содержания, суток	21–25
Кратность использования производителей, раз/год	
самки	6–8
самцы	8–10
Количество отнерестившихся самок, %	75–80
Количество личинок за один тур, шт./самку	500–2000
Температура воды, °С	
оптимальная	27–30
допустимая	26–31
Содержание кислорода на вытоке, мг/л	не менее 5
Марка корма	16–80; РГМ 5 В

В связи с тем, что нерест тилапий проходит не одновременно, в нерестовой емкости могут находиться личинки, эмбрионы и икра на разных стадиях развития. При облове личинок пересаживают в емкости для подращивания, а икра и эмбрионы нуждаются в доинкубации и переносятся в инкубационные аппараты. Объем инкубационного аппарата 5–8 л. Загрузка икры или эмбрионов в один инкубационный аппарат до 50 тыс.шт.

Рыбоводно-биологические нормативы подращивания личинок тилляпии

Личинки, подращенные до массы 100 мг, способны активно потреблять искусственные корма, задаваемые в режиме самокормления из автокормушек. Подращивание проводят в лотках или бассейнах.

Температура воды, °С	
оптимальная	29–32
допустимая	27–35
Содержание кислорода на вытоке, мг/л	не менее 4
Плотность посадки, тыс. шт./м ³	20–25
Выживаемость, %	80–85
Продолжительность подращивания, сут.	15–20
Масса молоди, мг	
посадка	12–15
облов	не менее 100
Вид корма, %	
искусственный — марка РКС;	70
естественный-активный ил, артемия салина	30
Способ кормления	
	автокормушка
	ручной
Частота кормления, раз/сутки	12–48

Рыбоводно-биологические нормативы выращивания молоди до массы 10 г

Температура воды, °С	
оптимальная	28–30
допустимая	25–35
Содержание кислорода на вытоке, мг/л	не менее 3,5
Плотность посадки, тыс. шт./м ³	4–5
Выживаемость, %	85–90
Масса рыбы, г	
посадка	0,1
облов	не менее 10,0
Продолжительность выращивания, сут.	60
Рыбопродукция, кг/м ³	до 50
Марка корма	РКС; 12–80
Затраты корма, кг/кг прироста	1,5–1,8

Рыбоводно-биологические нормативы выращивания товарной тияпии до массы 300 г

Температура воды, °С	
оптимальная	27–29
допустимая	25–35
Содержание кислорода на вытоке, мг/л	не менее 3,5
Плотность посадки, шт./м ³	500–600
Выживаемость, %	90–95
Масса рыбы, г	
посадка	10
облов	не менее 300
Продолжительность выращивания, сут.	180
Рыбопродукция, кг/м ³	130–150
Марка корма	12–80; 16–80
Затраты корма, кг/кг	2–2,5

**Определение конечной массы тияпии при выращивании
в садках в зависимости от начальной массы рыбы
и продолжительности выращивания**

Начальная масса, г	Продолжительность выращивания, суток				
	60	90	120	150	180
Средняя масса рыбы, г					
100	250–300	350–400	450–500	600–700	800–900
50	180–210	250–300	350–400	450–500	600–700
25	100–120	180–210	250–300	350–400	450–500
15	50–60	100–120	180–210	250–300	350–400
5	25–30	50–60	100–120	180–210	250–300

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. СИСТЕМАТИКА ТИЛЯПИЙ.....	5
Глава 2. ПРИНЦИПЫ И КРИТЕРИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ РОДОВ И ВИДОВ ТИЛЯПИЙ	7
2.1. Особенности размножения и развития тилапий рода <i>Tilapia</i> , <i>Sarotherodon</i> и <i>Oreochromis</i>	7
2.2. Характер питания и трофические адаптации	8
2.3. Другие структурные характеристики	8
2.4. Биogeография	12
Глава 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИЛЯПИЙ рода <i>OREOCHROMIS GUNTHER</i>	13
Глава 4. ТИЛЯПИИ И ВНЕШНЯЯ СРЕДА	19
4.1. Температурная устойчивость.....	19
4.2. Солевая устойчивость.....	21
4.3. Кислородная устойчивость.....	24
4.4. Концентрация водородных ионов (рН).....	25
4.5. Болезни.....	27
Глава 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИЛЯПИЙ В МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ	30
5.1. Методы воспроизводства тилапий.....	30
5.1.1. Естественный нерест	32
5.1.2. Заводской способ размножения	32
Проведение нереста.....	34
5.1.3. Методы получения однополого потомства	38
5.2. Технологии выращивания тилапии.....	51
5.2.1. Выращивание тилапии в водоемах тропиков	51
5.2.2. Выращивание тилапии в садках и бассейнах.....	54
5.2.3. Разведение и выращивание тилапий в рыбоводных установках с замкнутой системой водоснабжения.....	56
КОРМА И КОРМЛЕНИЕ ТИЛЯПИИ.....	60
СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
ЛИТЕРАТУРА	68
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	75

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИВЕЗЕНЦЕВ Ю.А.

ТИЛЯПИИ
(СИСТЕМАТИКА, БИОЛОГИЯ, ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ)

Москва
2008

info@stoli-print.ru

Подписано в печать 02.09.09 Формат 60x84/8.
Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура шрифта «Newton С».
Печ. л.10,0 Тираж 500 экз.

Верстка и печать ООО «Столичная типография»,
109235, Москва, 1-й Курьяновский пр-д, д. 15, стр.8,10.

