

УДК 639.3.043

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ КОРМЛЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТИЛЯПИИ (*TILAPIA SP.*) В УСТАНОВКЕ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В. В. ЛАВРОВСКИЙ, А. П. ЗАВЬЯЛОВ

(Кафедра рыбоводства)

На базе экспериментальной установки с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) проведены сравнительные испытания 2 типов кормления рыб (*Tilapia sp.*) — ручного по поедаемости и из маятниковых автокормушек «Рефлекс — ТСХА» — по потребности. Изучен кислородный режим и другие гидрохимические показатели в установке. Показаны преимущества кормления молоди тилляпии из автокормушек. Рассчитана величина суточных рационов.

В нашей стране все большее значение приобретают промышленные методы разведения рыбы, в число которых входит и выращивание рыбы бассейновым методом, в садках, с использованием теплых сбросных вод энергообъектов, в оборотных системах и установках с замкнутым циклом водоснабжения. При выращивании рыбы данными методами важнейшей задачей становится обеспечение культивируемых объектов сбалансированными полнорационными искусственными кормосмесями, обеспечивающими их нормальный рост и развитие. В настоящее время наибольшее распространение в промышленном рыбоводстве получили гранулированные комбикорма различных рецептур, изготовляемые с применением новых технологий

(микрокапсулирование, экструзия, стабилизация жиров антиоксидантами), полностью обеспечивающие пищевые потребности выращиваемой рыбы [4].

Не менее важным является выбор способа внесения кормов в системы с культивируемыми гидробионтами. Здесь существуют 2 принципиально различных подхода: нормированное кормление и кормление по потребности (волю). Первый способ включает разработку норм кормления и режима внесения кормов, осуществляется путем применения автоматических кормораздатчиков, выдающих корм в пужном количестве и в заданном программой режиме.

Кормление рыбы по потребности достигается использованием автокормушек различной

конструкции, при этом рыба постоянно имеет доступ к корму и в любой момент может удовлетворить свои пищевые потребности. К преимуществам автокормушек относится обеспечение рыбы возможности круглосуточного питания в соответствии с ее физиологическими ритмами, а также очень незначительное вымывание питательных веществ из корма, так как при данном способе кормления время его контакта с водой обычно нечислится секундами [3]. Существует несколько конструкций автокормушек, наиболее удачной из них является маятниковая автокормушка «Рефлексе» конструкции ТСХА (авт. свид. № 1237158), обладающая рядом преимуществ, к числу которых относятся высокая надежность, простота изготовления и точность регулировки.

Наиболее интенсивным методом индустриального рыбоводства является выращивание рыбы в установках с замкнутым циклом водоснабжения (при плотностях посадки 50—250 кг/м<sup>3</sup>), позволяющее обеспечить наивысшую скорость роста рыбы по сравнению со всеми остальными технологиями. К тому же независимость от условий внешней среды позволяет выращивать в УЗВ практически любые виды гидробионтов в разных климатических зонах.

В качестве объекта выращивания в УЗВ можно использовать обычного карпа. Однако желательно отдавать предпочтение более ценным видам рыб. Одним из них по праву можно считать тилапию, широко распространен-

ную в странах с теплым климатом. К ее преимуществам можно отнести высокую скорость роста, нетребовательность к гидрохимическим условиям и качеству корма, высокую стрессустойчивость и хорошие вкусовые качества. К тому же особенности размножения тилапий позволяют получать собственный посадочный материал без особых затруднений.

Из способов кормления рыбы в УЗВ в нашей стране наибольшее распространение получило многократное кормление вручную или при помощи кормораздатчиков. Кроме этого на некоторых установках весьма успешно применяется автокормление рыбы. Однако в литературе практически отсутствуют данные об эффективности автокормления рыбы в УЗВ, о его влиянии на скорость роста рыбы и гидрохимический режим установок. Поэтому целью данной работы явилось изучение влияния различных типов кормления на рыбоводно-биологические и гидрохимические показатели при выращивании тилапии в УЗВ.

### Методика

Исследования проводили на кафедре рыбоводства ТСХА, в опытной установке с замкнутым циклом водоснабжения. Основные характеристики установки следующие:

- общий объем установки, м<sup>3</sup> — 1,7;
- объем рыбоводных емкостей, м<sup>3</sup> — 1,0 (0,25×4);
- объем блоков очистки, м<sup>3</sup> — 0,7;
- объем загрузки биофильтра, м<sup>3</sup> — 0,35;

максимальная нагрузка ихтиомассы, кг — до 30;

скорость водообмена, м/ч — 60—80;

расход воздуха на аэрацию, л/мин — 35—40;

ежесуточная подпитка, % от общего объема — 2,5—3,0;

потребление электроэнергии, кВт/ч:

без обогрева — 0,07;

с обогревом — 0,65.

Объектом исследования служила молодь тилапии (*Oreochromis sp.*). Для опыта были сформированы 2 группы, по 80 шт. в каждой, длительность опыта — 140 дней. Исходная масса рыбы составляла 6,7 г, выращивание продолжалось до достижения его товарной массы 200 г.

Под каждую группу использованы по 2 бассейна, емкостью 0,25 м<sup>3</sup> каждый. Рыбу 1-й группы кормили при помощи маятниковых автокормушек «Рефлекс» вволю, 2-й (контрольной) — вручную, по поедаемости, многократно в течение 8 ч. Для кормления применяли плавающий экструдированный комбикорм фирмы «Рговіті» (протеин — 28%, жир — 8%), отличающийся высокой водостойкостью. Три раза в сутки при помощи оксиметра определяли содержание кислорода в воде каждого из бассейнов, а также температуру и рН воды в установке; один раз в 48 ч — содержание соединений азота (аммоний, нитраты) — фотоэлектрокалориметрическим методом. Контрольные обловы проводили 1 раз в 10 дней, для контрольного взвешивания использовали 50—100% рыбы из каждой группы. Во время опыта никаких заболеваний у рыбы зафиксировано не было.

## Результаты

На протяжении всего опыта качество воды в бассейнах было оптимальным (табл. 1). При увеличении нагрузки ихтиомассы на систему наблюдалось плавное повышение концентрации аммония и нитритов, а также снижение величины рН, что объясняется накоплением нитратов в циркулирующей воде (уровень подпитки системы свежей водой не менялся в течение всего опыта). В первый месяц работы установки произошло резкое падение рН (с 8,2 до 6,6), затем этот показатель стабилизировался на уровне 6,5—6,4. Суточные колебания рН не превышали 0,2—0,25 ед. Отмечено некоторое закисление воды на биофильтре (на 0,2—0,3 ед.) при значениях рН в системе от 6,6 и ниже и защелачивание ее в рыбобоводных бассейнах, что согласуется с данными других авторов [5]. Количество аммонийного и нитритного азота было одинаковым во всех точках системы, что связано с достаточно высокой скоростью водообмена. Суточные колебания концентраций соединений азота не превышали 25—30%.

При выращивании тилапии оптимальной является температура 26—30° С. Однако при высоких плотностях посадки и без применения оксигенации воды при указанной температуре трудно обеспечить оптимальный кислородный режим в системе.

В нашем опыте при повышении температуры с 26 до 27° С отмечалось снижение концентрации растворенного кислорода в 1,6—1,8 раза, а при увеличении температуры с 24 до 26° С количество кислорода снижалось только

Таблица 1

Показатели качества воды в установке				
Сутки	Температура, °С	pH	Аммоний, мг/л	Нитриты, мг/л
1-10	24,7	8,2	Следы	Следы
11-20	24,2	7,7	— » —	— » —
21-30	25,0	6,6	— » —	0,05
31-40	24,0	6,6	0,2	0,06
41-50	24,7	6,5	0,4	0,06
51-60	25,6	6,5	0,7	0,07
61-70	22,9	6,5	1,0	0,08
71-80	26,2	6,5	1,2	0,10
81-90	25,4	6,6	1,5	0,10
91-100	25,9	6,5	1,7	0,09
101-110	25,1	6,5	1,6	0,11
111-120	24,6	6,4	1,8	0,10
121-130	24,9	6,4	2,1	0,12
131-140	24,7	6,4	2,3	0,11
Норматив	—	6,0-8,0	до 4	до 0,3

Таблица 2

Кислородный режим установки				
Сутки	Концентрация O <sub>2</sub> , мг/л		Автокормление, % к контролю	Нагрузка иктiomассы на систему (в % от максимальной)
	автокормление	контроль (ручное кормление)		
1-10	5,7	6,1	-7,0	5,8
11-20	5,5	5,5	-0,7	8,8
21-30	5,2	5,4	-3,7	16,1
31-40	5,2	5,4	-3,7	18,9
41-50	4,6	4,7	-2,1	24,7
51-60	5,0	4,9	+2,0	31,8
61-70	5,6	5,7	-1,8	38,8
71-80	4,3	4,2	+2,3	51,1
81-90	4,1	4,0	+2,5	63,5
91-100	4,1	3,9	+5,1	73,7
101-110	4,3	4,0	+7,6	80,8
111-120	5,3	4,6	+14,9	85,7
121-130	5,2	4,4	+18,1	91,2
131-140	5,0	4,2	+20,3	96,6

в 1,2—1,3 раза. Поэтому для проведения опыта был выбран температурный диапазон 24—26°С. При такой температуре для содержания 1 кг тилляпин (средней

массой 100—200 г) на аэрацию требуется воздуха 1,3—1,5 л/мин.

Данные о кислородном режиме УЗВ (табл. 2) свидетельствуют о том, что при малых нагрузках

ихтиомассы на систему более благоприятный кислородный режим обеспечивает ручное кормление, при возрастании нагрузки до 50% и более от максимальной преимущественно переходит к автокормлению. При больших нагрузках (90—95%) эта разница достигает 18—20%.

Следует отметить высокую устойчивость тилипии к пониженному содержанию кислорода в воде (по некоторым данным легальная концентрация — 0,05 мг/л). В течение опыта дважды возникали аварийные ситуации, при которых тилипия по 6—8 ч находилась в воде с содержанием кислорода 0,2—0,25 мг/л, при этом

отход рыбы отсутствовал. Питаться из автокормушек тилипия перестает при концентрации кислорода 1,3—1,4 мг/л (при температуре 24—26° С).

Судя по основным рыбоводным показателям (табл. 3) скорость роста тилипии во время опыта была хорошей (индивидуальный среднесуточный прирост в среднем по группе — 1,6 г). Суточный прирост ихтиомассы в системе составил в среднем 256 г/м<sup>3</sup>, что является приемлемым показателем для УЗВ [1], несмотря на относительно невысокую плотность посадки рыбы. Средняя нагрузка по корму составила 300—310 г/м<sup>3</sup>·сут.

Таблица 3

Рыбоводные показатели выращивания тилипии

Показатель	Автокормление	Контроль (ручное кормление)	Автокормление, % к контролю
Масса рыбы при посадке, г	10,2	0	
Масса рыбы при облове, г	200,8	178,6	+12
Выход продукции, кг	16,1	14,3	+13
Выход продукции, кг/м <sup>3</sup>	32,2	28,6	+13
Отход, %	0	0	0
Среднесуточный прирост:			
г	1,71	1,49	+15
%	1,79	1,60	+12
Суточный прирост, г/м <sup>3</sup>	274	239	+15
Расход корма, кг	15,4	14,4	+10
Суточный рацион, %	1,53	1,58	-3
Кормовой коэффициент	1,1	1,3	-15

Рыба опытной группы превосходила контрольную по массе тела на 13%, а по величине среднесуточного прироста — на 15%. Интересен тот факт, что величина суточных рационов в опытной группе ниже, чем в контроле, на 3%, несмотря на то, что рыба этой группы могла питаться (и питалась) 24 ч в сутки, а контроль-

ной — только 8 ч в сутки. Затраты корма на единицу прироста у рыбы опытной группы на 15% ниже, чем в контроле. Это можно объяснить не только потерями корма от размывания при ручном кормлении (у плавающих экструдированных кормов они невелики), но и тем, что при использовании автокормушек рыба

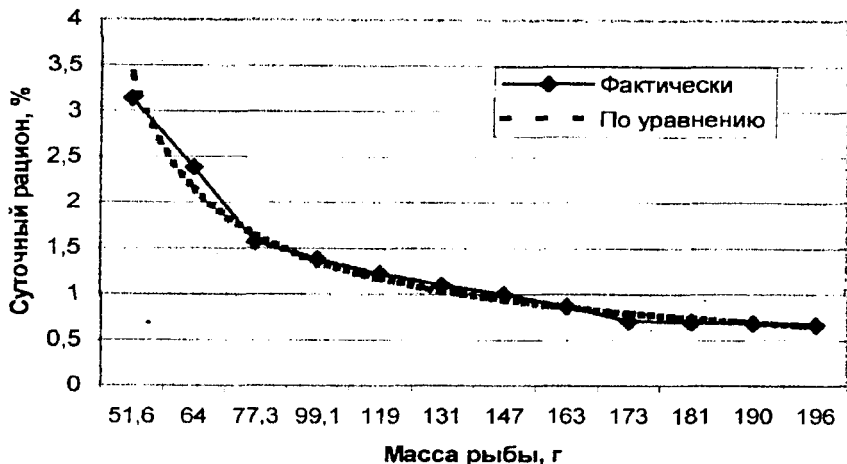
получает возможность питаться в соответствии со своими биологическими ритмами. Последнее, по данным некоторых авторов [6], способствует росту рыбы и снижению затрат корма на прирост.

Представляет также интерес определение величин суточных рационов при выращивании тляпин при умеренных температурах, так как нормы кормления для нее детально еще не разработаны. Автокормушки являются удобным инструментом для изучения суточных рационов рыбы [2], так как количество получаемого рыбой корма полностью соответствует ее физиологическим потребностям. Объединив данные по двум опытным группам рыбы, выращенной при автокормлении, получаем следующие результаты: величина суточных рационов тляпин хорошо описывается уравнением степенной регрессии вида:  $P = 33,7 m^{-0,66}$ , где  $P$  — величина суточного рациона,  $m$  — масса рыбы, г (рисунк).

Уравнение действительно для диапазона температур 24—26° С. Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) — 0,97. На основании этого можем рекомендовать следующие нормы кормления тляпин:

Масса рыбы, г	Суточный рацион, % массы рыбы
10	7,4
20	4,7
30	3,6
50	2,5
75	2,0
100	1,6
125	1,4
150	1,2
175	1,1
200	0,9

Следует отметить, что данные суточные рационы рассчитаны для комбикормов, специально применяемых в индустриальном рыбоводстве. При использовании кормов в прудовом рыбоводстве эти нормы могут быть значительно увеличены.



Суточные рационы тляпин

Как показала проведенная в конце опыта дегустация, тилляпия, выращенная в УЗВ, обладает высокими вкусовыми качествами. Ее мясо в отличие от некоторых других видов рыб не имеет специфического запаха и прискуса комбикорма даже при отсутствии голодной выдержки перед приготовлением.

### Выводы

1. Для содержания 1 кг тилляпии (средней массой 100—200 г) в УЗВ расход воздуха составляет 1,3—1,5 л/мин, а требуемый объем загрузки (керамзит в погружном биофильтре) — 0,01 м<sup>3</sup>.

2. Выращивание тилляпии в УЗВ малой мощности при плотности посадки до 35 кг/м<sup>3</sup> позволяет получать среднесуточный прирост ихтиомассы 250—260 г/м<sup>3</sup> и поддерживать кормовую нагрузку на систему на уровне 300—310 г/м<sup>3</sup>·сут.

3. Использование автокормления при выращивании тилляпии в УЗВ позволяет повысить содержание кислорода в воде на 18—20%, уменьшить скорость роста рыбы на 13—15% и выход продукции — на 20%.

4. Величина суточных рационов тилляпии при автокормлении на 3% ниже, а затраты корма на прирост на 15% меньше, чем при кормлении вручную.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Искорнев Н. А.* Хозяйства могут быть рентабельными. — Сб. науч. тр. ВНИИПРХ, № 64, Москва, 1991, с. 16—17. — 2. *Лавровский В. В.* Бионический метод кормления рыб. ЦНИИТЭИРХ. — Рыбное хозяйство, 1987, вып. 4, с. 23. — 3. *Лавровский В. В.* Бионика в рыбоводстве. Первый конгресс ихтиологов России. Тез. докл. Москва, ВНИРО, 1997, с. 286. — 4. *Остроумова И. Н.* Высококачественные корма — условие эффективного воспроизводства. — Рыбоводство и рыболовство, 1966, № 2, с. 22—24. — 5. *Умелев В. Л., Мухамедшина Е. Р., Попов Э. И., Меленцова Ю. А.* Работа рыбоводной установки с оборотным водоснабжением без блока денитрификации. — Сб. науч. тр. ВНИИПРХ, № 55, Москва, 1988, с. 27—34. — 6. *Noeske T. A., Spieler R. S.* Am. Fish Soc., 1984, vol. 113, № 4, p. 540—549.

*Статья поступила 14 апреля  
1999 г.*