

A-32505

На правах рукописи

ЗАВЬЯЛОВ Александр Петрович

**ВЫРАЩИВАНИЕ ТИЛЯПИИ В УСТАНОВКЕ
С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ КОРМЛЕНИЯ**

Специальность 06.02.04 – Частная зоотехния, технология
производства продуктов животноводства

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

МОСКВА, 2001

Работа выполнена в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева.

Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор **В.В. Лавровский**.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор **В.Н. Раденко**; доктор биологических наук **А.Ю. Киселев**.

Ведущая организация – Всероссийский научно – исследовательский институт ирригационного рыбоводства.

Защита состоится . . . *9 апреля* 2001 г.
в *16⁰⁰* ч. на заседании диссертационного совета Д 220.043.07.
в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева.

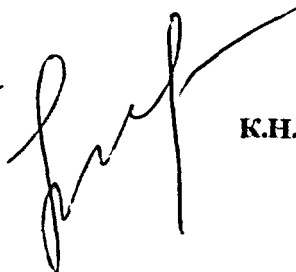
Адрес: 127550, Москва, И-550, ул. Тимирязевская, 49.

Ученый совет МСХА.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ МСХА.

Автор *февраль* 2001 г.

директор
диссертационного совета –
подпись



К.Н. Калинина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. В России, как и в ряде других развитых стран, все большее значение приобретают индустриальные методы разведения объектов аквакультуры, в число которых входит выращивание рыбы в садках и бассейнах с использованием теплых сбросных вод энергообъектов, в оборотных системах и установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ).

Наиболее интенсивным из вышеназванных методов культивирования рыбы является ее выращивание в УЗВ при плотностях посадки 50–250 кг/м³. Мировая практика показывает, что при использовании данной технологии достигается максимальная скорость роста рыбы при минимальных энергетических и кормовых затратах. При этом обеспечивается независимость производства от условий внешней среды, появляется возможность оптимизации гидрохимического режима для выращивания практически любых видов гидробионтов.

В настоящее время экономически целесообразно выращивание в УЗВ либо посадочного материала рыб, либо товарной продукции рыб ценных пород (осетровые, лососевые, угри, канальный сом, тилапии и т. д.). Одним из перспективных объектов культивирования в УЗВ можно по праву считать различные виды тилапий. К их преимуществам можно отнести высокую скорость роста, нетребовательность к гидрохимическому режиму и качеству кормов, высокую стрессоустойчивость и хорошие вкусовые качества.

При культивировании рыбы в установках с замкнутым циклом водоснабжения важнейшей задачей становится обеспечение выращиваемых объектов сбалансированными полнорационными искусственными кормосмесями, обеспечивающими их нормальный рост и развитие. В настоящее время наибольшее распространение в индустриальном рыбоводстве получили гранулированные комбикорма различных рецептур, полностью обеспечивающие пищевые потребности выращиваемой рыбы.

Не менее важным является выбор способа внесения кормов в системы с культивируемыми гидробионтами. Здесь существуют два принципиально различных подхода: нормированное кормление и кормление по потребности, вволю. Первый способ, включающий разработку норм кормления и режима внесения кормов, осуществляется путем кормления рыбы вручную или при помощи автоматических кормораздатчиков, выдающих корм в нужном коли-

ЦЕНТРАЛЬНАЯ
НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
Моск. с.-л.-ск. хоз. академии
им. К. А. Тимирязева
Инв. № _____

1

A 32505

честве и в заданном программой режиме Кормление рыбы по потребности, называемое также бионическим методом кормления (В В Лавровский, 1987), достигается использованием автокормушек различной конструкции

Преимущества бионического метода кормления при выращивании рыбы в прудах и садках изучены достаточно хорошо, однако в литературе отсутствуют данные об эффективности данного метода кормления при выращивании рыбы в УЗВ Также практически полностью отсутствуют сведения о применении бионического метода кормления при культивировании тилапий

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы явилось комплексное изучение влияния способа раздачи корма на рыбоводно-биологические показатели при выращивании тилапии в установке с замкнутым циклом водоснабжения Для достижения намеченной цели были поставлены следующие задачи провести выращивание товарной тилапии в УЗВ с использованием различных способов раздачи корма (использование автокормушек и многократное кормление вручную), при этом изучить

- влияние способов раздачи корма на скорость роста тилапий,
- величину суточных рационов и затрат корма на прирост,
- морфометрические и морфофизиологические показатели,
- товарные качества продукции,
- гидрохимический режим УЗВ,
- суточные изменения гидрохимического режима УЗВ

Кроме этого, предстояло определить максимальную нагрузку ихтиомассы на УЗВ при использовании различных способов раздачи корма, а также изучить суточные ритмы питания тилапии и определить их зависимость от факторов внешней среды

Научная новизна. Впервые изучено влияние способа раздачи корма на рыбоводно-биологические показатели выращивания тилапии в УЗВ Показаны преимущества бионического метода кормления по сравнению с многократным ручным кормлением

Изучено влияние способа раздачи корма на гидрохимический режим УЗВ и эффективность работы блоков очистки

Исследованы суточные ритмы питания тилапии в УЗВ, определена их зависимость от факторов внешней среды.

Разработано автоматическое устройство и способ регистрации суточных ритмов питания рыбы.

Практическая значимость. Результаты исследований по изучению влияния способа раздачи корма на эффективность культивирования тилапии в УЗВ могут быть использованы при разработке и совершенствовании промышленных технологий выращивания тилапии. Созданное устройство для автоматической регистрации суточных ритмов питания рыбы может быть использовано в исследовательской работе и учебном процессе.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались на международной научно-практической конференции «Экологические проблемы животноводства и экологически безопасные технологии производства продуктов питания» (Дубровицы, 1998), на втором международном симпозиуме «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (Краснодар, 1999), на научных конференциях молодых ученых ТСХА (Москва, 1999, 2000 г).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 129 страницах машинописного текста, состоит из введения, шести глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Работа содержит 27 таблиц, 29 рисунков. Список литературы включает 154 наименования, в том числе 57 на иностранных языках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 1998–2000 г.г. в лаборатории кафедры рыбоводства Московской с–х академии им. К.А. Тимирязева, в опытной установке с замкнутым циклом водоснабжения, общим объемом 1,8 м³ (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики опытной УЗВ

Показатель	Опыт 1	Опыты 2 и 3
Общий объем установки, м ³		1 8
Объем рыбоводных емкостей м ³		1 0
Объем блоков очистки м ³		0 8
Объем загрузки биофильтра м ³		0,30
Расход воздуха на аэрацию, л/мин		35-40
Расход электроэнергии, кВт/ч без обогрева с обогревом		0,05 0 65
Ежесуточная подпитка, м ³ % от объема установки	0,05 3	0,085 5
Скорость водоробмена, мин	60	140
Время удержания воды мин в первичном отстойнике в биофильтре во вторичном отстойнике	5 30 8	12 70 19

В состав установки входили 4 рыбоводных бассейна, изготовленных из органического стекла, объемом по 0,25 м³ (рис 1), оборудованные маятниковыми автокормушками «Рефлекс» с емкостью бункера 0 45 кг гранулированного корма. Блок очистки включал первичный и вторичный отстойники, механический фильтр (фильтрующий элемент – листовый синтипон) и погружной биофильтр с загрузкой из керамзита, оборудованный эрлифтной системой принудительной циркуляции воды. Кроме того, в состав опытной УЗВ входили циркуляционный насос, электроводонагреватели с терморегуляторами, суммарной мощностью 600 Вт, и пеноотделительная колонка. Аэрацию осуществляли при помощи воздушного компрессора, производительностью 40 л/мин.

В ходе исследований провели три цикла выращивания рыбы. В качестве объекта выращивания использовали гибридную теляпию (*O. Niloticus* × *O. Mossambicus*). Схема опытов представлена в табл 2.

Главной целью первого опыта было изучение влияния способа раздачи корма на рыбоводные показатели выращивания теляпии, на ее морфометрические и морфофизиологические показатели, а также на товарные качества полученной продукции. Основной задачей, которую преследовали при проведении второго и третьего опытов, являлось изучение гидрохимического режима опытной УЗВ и определение максимальных нагрузок икhtiомассы на

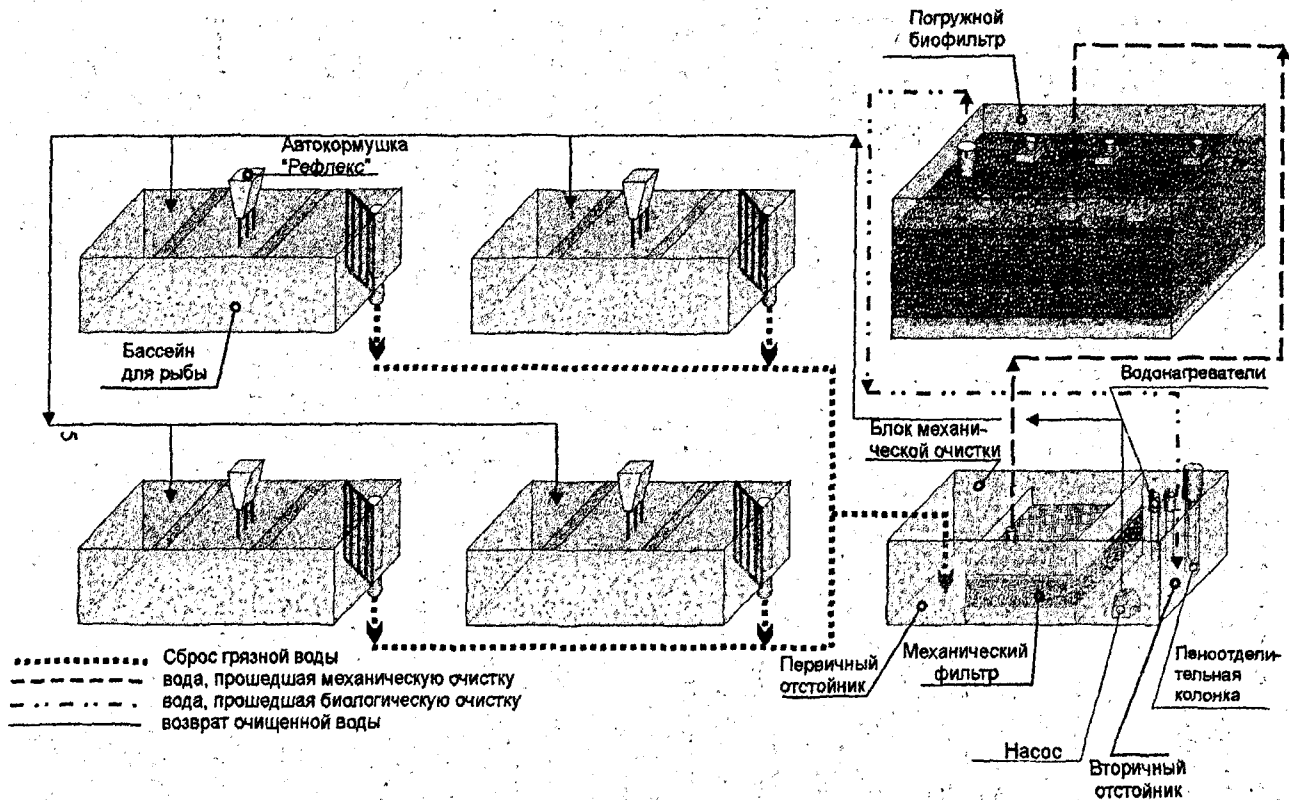


Рис. 1. Общий вид опытной УЗВ

систему при использовании различных способов раздачи корма. Кроме того, в течение первого опыта были проведены исследования суточных ритмов питания тилапии, выращиваемой с использованием автокормушек.

Таблица 2

Схема опытов

Показатель	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Продолжительность опыта, сут	140	160	150
Начальная масса рыбы, г	10,2	9,2	9,3
Плотность посадки, шт/м ³	160	200	200
Температура воды, °С	24 – 26	24 – 26	24 – 26
Используемый комбикорм	«Дельта-22»	«Аквагровер СР-6»	
Способ раздачи корма	50% автокормушки, 50% - вручную	из автокормушек	вручную, 6–8 раз в сутки в течение 8 часов

Контроль за гидрохимическим режимом УЗВ осуществляли на протяжении всего периода исследований. Температуру и pH воды измеряли ежедневно, концентрацию кислорода – три раза в сутки, во всех рыбоводных емкостях, а также на вытоке и втоке в блок очистки. Величину БПК₅ и концентрацию соединений азота (аммоний, нитриты, нитраты) определяли 1 раз в 48 ч на вытоке и втоке в блок очистки, а также в одном из рыбоводных бассейнов, имеющем наибольшую нагрузку ихтиомассы. Все измерения проводили по общепринятым методикам (Ю. А. Привезенцев, 1972).

Контрольные обловы проводили 1 раз в 10 дней, для контрольного взвешивания использовали 50–100 % от количества рыбы в каждом из бассейнов.

Экстерьерные показатели определяли в конце каждого опыта у всей выращенной рыбы. Для полной анатомической разделки тела рыб использовали по 20 экз. тилапии из каждой опытной группы. Определения проводили по общепринятым методикам (И. Ф. Правдин, 1966, В. С. Смирнов и др., 1972). Также определяли химический состав мышц тилапии: содержание в них влаги, жира, сухого обезжиренного вещества и золы.

Для изучения суточных ритмов питания тилапии использовали оригинальное устройство (рис. 2) собственной конструкции (А. П. Завьялов, В. В. Лавровский, С. Б. Мустаев, 2000).

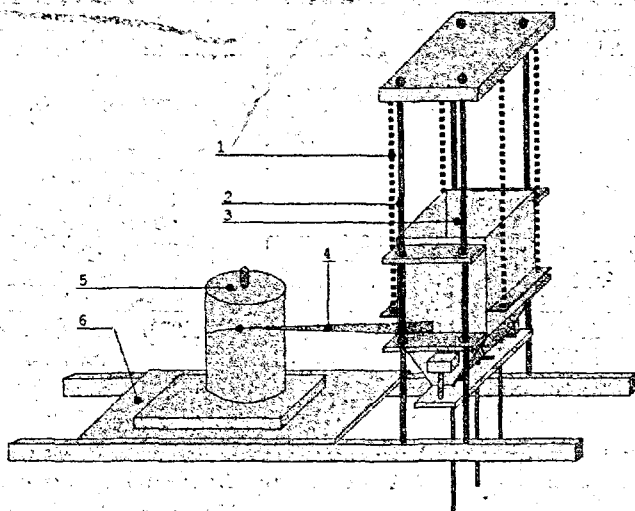


Рис. 2. Устройство для регистрации суточных ритмов питания рыбы

1. упругие элементы;
2. направляющие;
3. автокормушка «Рефлекс»;
4. перо самописца;
5. барабан с часовым механизмом;
6. стойка.

Период наблюдений за суточными ритмами питания тилапии длился 90 суток. С метеостанции ТСХА, находящейся на расстоянии полукилометра от места проведения опытов, были получены сведения о величинах атмосферного давления, а также направления и скорости ветра за весь период наблюдений. Регистрация данных производилась 8 раз в сутки, с 3-х часовыми интервалами.

Всего за период проведения экспериментов был выполнен следующий объем исследований (табл. 3).

Таблица 3

Объем выполненных исследований

Показатели	Количество
Температурный режим	470 измерений
Гидрохимический режим	
концентрация кислорода	9200 измерений
pH	940 измерений
БПК ₅	700 определений
аммоний	700 определений
нитриты	700 определений
нитраты	200 определений
Масса рыб и их экстерьерные показатели	2200 измерений
Морфометрические показатели	1440 измерений
Химический состав тела рыб	120 проб
Регистрация суточных ритмов питания тилляпии	непрерывно 90 суток
Обработано метеонаблюдений	1600

Математическая и статистическая обработка полученных результатов выполнена в программных пакетах «Microsoft Excel 8 0» и «Statistica for Windows 5 0». При анализе суточных ритмов питания рыбы использовали электронные базы данных «Microsoft access 8 0». Биометрическую обработку проводили по общепринятым методикам (Н А Плохинский, 1970, Г Ф Лакин, 1973) Уровень достоверности во всех случаях принимали равным 95 %

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние способа кормления на рыбоводно-биологические показатели выращиваемой тилляпии

Важнейшим показателем, определяющим эффективность культивирования рыбы в УЗВ, является ее скорость роста. Динамика роста тилляпии, выращиваемой при различных способах раздачи корма, представлена на рис 3. Конечная масса тилляпии, выращенной с использованием автокормушек, была на 12–20 % выше, чем в вариантах с ручным кормлением. Различия в скорости роста рыбы также были значительными и достигали 22 % (табл 4). При этом, различия в скорости роста рыбы в опыте 1 меньше, чем в опытах 2 и 3. Это связано со значительными изменениями гидрохимического режима УЗВ во втором и третьем опытах, а также с несколько большей (на 25 %) плотностью посадки рыбы. Следует отметить, что использование в экспериментах половозрелой рыбы привело к значительным колебаниям скорости ее роста в течение выращивания.

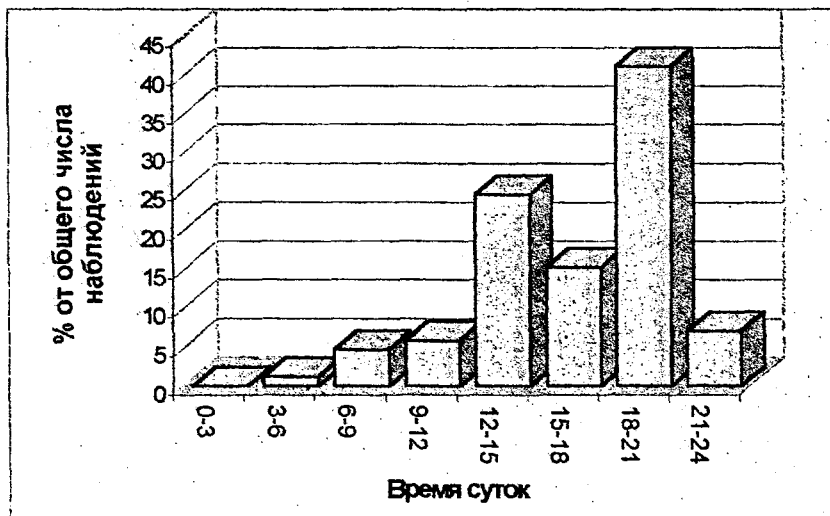


Рис. 3. Динамика роста тилапии

РК* – здесь и далее – ручное кормление

АК** – здесь и далее – автокормление

Таблица 4

Основные рыбоводные показатели выращивания тилапии

Показатель	АК, опыт 1	РК, опыт 1	АК, опыт 2	РК, опыт 3
Средняя масса рыбы, г	200,8	178,6	200,5	160,4
Суточный прирост, г	1,36	1,20	1,20	1,00
Коэффициент массонакопления	0,079	0,074	0,070	0,065
Суточный рацион, %	1,53	1,58	1,70	1,85
Затраты корма, кг/кг прироста	1,12	1,29	0,93	1,21
Выход продукции, кг/м ³	32,1	28,6	40,1	32,1
Прирост икhtiомассы г/м ³ ×сут.	218	192	240	200
Кормовая нагрузка на УЗВ, г/м ³ ×сут.	300	310	217	219

Некоторой неожиданностью явилось то, что величина суточных рационов тилапии при использовании автокормушек была на 3–9% ниже, чем при ручном кормлении, хотя в первом случае рыба имела доступ к корму в течение 24-х часов в сутки, а во втором – только 8 часов в сутки. Очевидно, уменьшение потребления корма тилапией произошло за счет сокращения его потерь при использовании автокормушек, а также за счет предоставления рыбе возможности питаться в соответствии с ее биоритмами, что также приводит к экономии корма (B.W. Abault, 1985).

Использование автокормушек позволило значительно (на 15–30%) снизить величину кормовых затрат по сравнению с ручным кормлением. Причем, различия между ручным кормлением и автокормлением увеличивались по мере снижения водостойкости используемого корма. Выяснилось также, что применение для кормления рыбы комбикорма «Дельта-22» с высоким содержанием протеина и жира (42% и 22% соответственно) повысило величину кормовых затрат. Это произошло несмотря на то, что его водостойкость была намного выше, чем у корма «Аквагроуер СР-6» (сырой протеин – 35%; сырой жир – 6%), показавшего лучшие результаты.

Величина суточных рационов тилапии определялась в основном средней массой рыбы и температурой воды, кормовые затраты также зависели от массы тилапии, увеличиваясь по мере ее роста. Гидрохимический режим УЗВ не оказывал заметного влияния на потребление корма тилапией и скорость ее роста до тех пор, пока величины гидрохимических параметров соответствовали технологическим нормативам. Когда же значения отдельных показателей (обычно концентрации растворенного кислорода) выходили за рамки нормативов, они становились основными факторами, лимитирующими пищевую активность рыбы.

Анализ экстерьера выращенной рыбы показал, что способ кормления не оказывает достоверного влияния на телосложение тилапий. Различия по индексам телосложения были незначительны – не более 2,3%. Величина промеров у тилапии, выращенной с использованием автокормушек, была на 2,7–11,5 % выше, чем при ручном кормлении, что объяснялось различиями в средней массе рыбы.

Анализ соотношения частей тела тилапии также почти не выявил достоверных различий. У рыбы, выращенной с применением автокормушек, отно-

сительная масса чешуи, кожи, осевого скелета, головы, жабр, плавников и внутренних органов была несколько ниже, чем при ручном кормлении (табл. 5). Относительная масса мускулатуры, напротив, была выше в варианте с автокормлением. Это привело к тому, что по выходу тушки были получены достоверные различия (4,5%) между вариантами с ручным и автокормлением.

Таблица 5

Соотношение частей тела тилапии (% к массе тела)

Показатель	Контроль (ручное кормление)	Автокормление	Автокормление ± % к контролю
порка	84,4±0,42	85,3±0,47	+1,0
тушка	48,7±0,48	50,9±0,43	+4,5 *
чешуя	2,8±0,08	2,7±0,07	-2,3
кожа	5,0±0,17	4,9±0,15	-1,6
мышцы	45,4±0,87	47,2±0,91	+3,9
осевой скелет	10,9±0,28	10,6±0,21	-2,3
плавники	3,0±0,08	2,9±0,07	-3,2
голова	14,3±0,68	14,1±0,54	-1,3
жабры	3,0±0,11	2,9±0,10	-3,1
внутренние органы	15,6±0,47	14,7±0,33	-5,8

* – разность достоверна

Гораздо сильнее способ раздачи корма повлиял на относительную массу внутренних органов тилапии (табл. 6.). У рыбы, выращенной с использованием автокормушек, наблюдали достоверное снижение массы и длины желудочно-кишечного тракта, причем величина различий составляла 9–12%. Это может быть объяснено снижением нагрузки на органы пищеварения тилапии в варианте с автокормлением, вызванное лучшей обеспеченностью кормом. Кроме различий в размерах желудочно-кишечного тракта, способ кормления оказал достоверное влияние на содержание внутреннего жира в теле тилапии. В варианте с ручным кормлением коэффициент жирности был на 17 % выше, что можно объяснить периодическим переизбытком корма рыбой этой группы, а также ритмом питания, не соответствующим собственным биоритмам тилапии.

Таблица 6

Индексы внутренних органов тилапии

Показатель	Контроль (ручное кормление)	Автокормление	Автокормление ± % к контролю
сердце, ‰	0,89±0,078	0,93±0,076	+4,5
печень, %	2,19±0,193	2,27±0,17	+3,7
селезенка, ‰	0,50±0,231	0,55±0,229	+10,1
желудочно-кишечный тракт, %	1,96±0,092	1,72±0,103	-12,3 *
почки, ‰	1,70±0,062	1,66±0,051	-2,4
гонады, %	0,99±0,324	1,04±0,276	+5,1
коэффициент жирно- сти, %	4,51±0,376	3,75±0,252	-17,0 *
относительная длина кишечника, ед.	5,37±0,180	4,89±0,137	-8,9 *

* – разность достоверна

Проведенная в конце опытов дегустация показала высокие вкусовые качества выращенной рыбы. Мясо тилапии обладало хорошим вкусом и ароматом, не обнаруживало запаха и привкуса комбикорма, который часто присутствует у других видов рыб, выращенных в УЗВ. Способ кормления не оказал влияния на гастрономические достоинства рыбы, отличить мясо тилапии, выращенной с использованием автокормушек от рыбы, выращенной при ручном кормлении, было невозможно.

Химический состав мышц тилапии подтвердил высокую пищевую ценность рыб. В мясе тилапии содержалось 27,7–27,9 % сухого вещества, 2,3–2,5% жира, около 2,5–2,6% золы. Достоверных различий в химическом составе мышц тилапий, выращенных с использованием различных способов кормления, обнаружено не было.

Влияние способа кормления на гидрохимический режим УЗВ. Способ кормления оказал значительное влияние на гидрохимический режим опытной УЗВ. При изучении суточных изменений гидрохимического режима выяснилось, что использование автокормушек позволило значительно сократить амплитуду суточных колебаний величин гидрохимических параметров. Например, амплитуда колебаний концентрации кислорода в варианте с ручным

кормлением составляла 220 %, а в варианте с автокормлением эта величина была равна 150 % (рис. 4). Аналогичную картину наблюдали в отношении величины БПК₅ и концентрации загрязнений азотной группы. Значительных суточных изменений величины рН и концентрации нитратов в оборотной воде отмечено не было.

Основным фактором, влияющим на суточную ритмику гидрохимического режима УЗВ, явился режим выдачи корма рыбе. При этом было отмечено, что интенсивность внесения корма в УЗВ при использовании автокормушек не оказывала столь сильного влияния на гидрохимический режим установки, как в случае с ручным кормлением.

Выяснилось также, что при увеличении нагрузки по ихтиомассе и корму на систему пропорционально изменяются преимущественно абсолютные значения величин гидрохимических параметров, а характер их суточной ритмики и амплитуда колебаний остаются практически постоянными. Причем эта закономерность соблюдается только при отсутствии изменений в режиме выдачи корма рыбе.

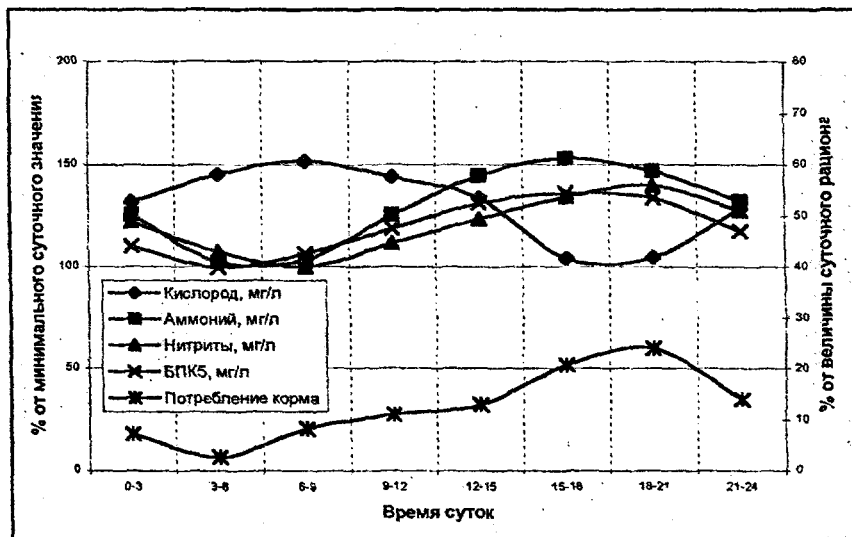


Рис. 4. Суточные колебания гидрохимических параметров воды УЗВ при использовании бионического метода кормления тилапии.

Сокращение потерь корма при использовании автокормушек позволило существенно улучшить гидрохимический режим опытной УЗВ. Например, средняя суточная концентрация кислорода в варианте с автокормлением была на 4–13% выше, чем при аналогичной нагрузке ихтиомассы в варианте с ручным кормлением, причем различия увеличивались по мере роста нагрузки на УЗВ. Еще большие различия наблюдали в величинах минимальных суточных концентраций кислорода. Здесь преимущество автокормления составляло от 17 до 28 %, что объясняется значительным сокращением амплитуды суточных колебаний кислородного режима при использовании автокормушек.

Такую же картину наблюдали в отношении величины БПК₅, концентрации аммония и нитритов в оборотной воде.

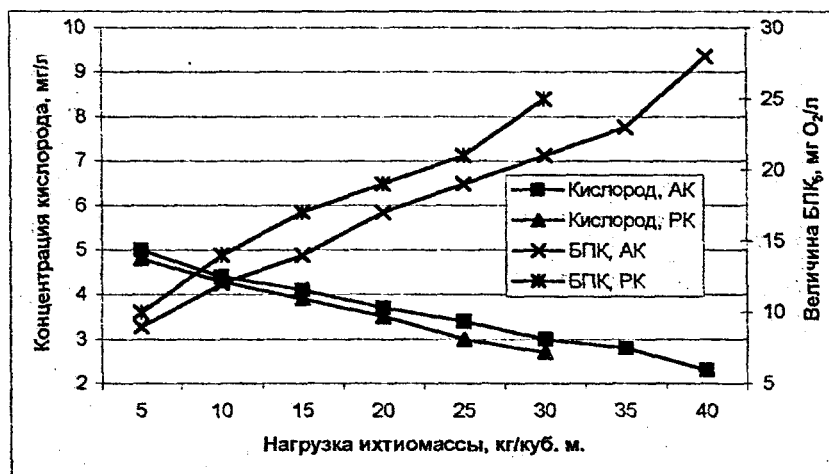


Рис. 5. Влияние способа кормления на величину БПК₅ и концентрацию аммония в оборотной воде.

Средняя суточная величина БПК₅ при использовании автокормушек была на 10–18% ниже, чем в вариантах с ручным кормлением (рис. 5); различия в максимальных суточных значениях составляли 17–28%. Следует отметить, что величина БПК₅ в большей мере зависела от кормовой нагрузки на УЗВ, а не от общей массы рыбы в системе. Значения этого показателя в ходе опытов не превышали 35 мгО/л. Концентрация аммония в оборотной воде составляла 01–3,6 мгN/л, нитритов – 0,02–0,20 мгN/л. При использовании автокормушек

средняя суточная концентрация аммония и нитритов была меньше на 4–13%, различия в максимальной суточной концентрации составили 8–20%.

Влияние способа кормления на концентрацию нитратов в оборотной воде было выражено слабее, чем на концентрацию остальных загрязнений азотной группы (рис. 6).

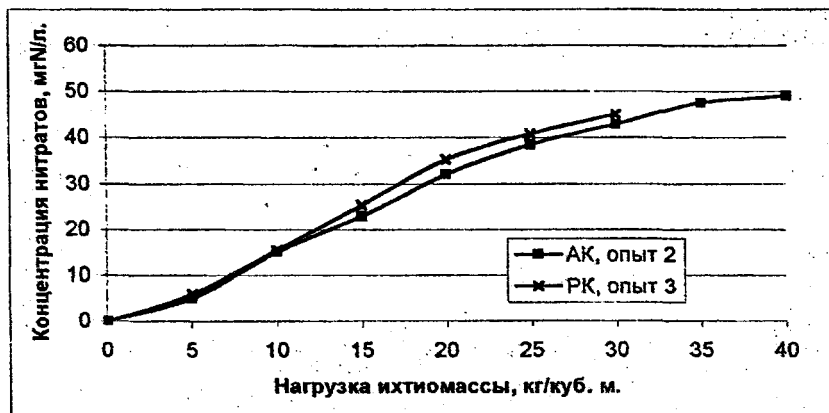


Рис. 6. Влияние способа кормления на концентрацию нитратов в воде.

Величина различий по этому показателю между ручным кормлением и автотормлением не превышала 2–10 %. Концентрация нитратов в оборотной воде соответствовала технологическим нормативам и не превышала 50 мгN/л.

Что касается величины рН, то способ кормления не оказал на нее никакого влияния. Во всех опытах, после достижения нагрузки иктомассы на УЗВ 10 кг/м³ и более, рН стабилизировалась на уровне 6,8–7,0. При этом наблюдали некоторое закисление воды в рыбоводных бассейнах (на 0,1–0,3 ед.) и ее защелачивание в блоке биологической очистки.

Анализ эффективности работы блока биологической очистки УЗВ показал, что она практически не зависела от используемого способа кормления рыбы. Эффект очистки по БПК₅ составлял 36–44%, по аммонии – 56–63%, нитритам – 45–52%. Выяснилось, что большое влияние на эффективность работы биофильтра оказал его кислородный режим. При падении концентрации

кислорода на вытоке из биофильтра до 2,0–2,4 мг/л резко снижался эффект очистки. Например, при уменьшении концентрации кислорода с 2,0 до 1,5 мг/л эффективность работы биофильтра по БПК₅ снижалась в 1,5 раза, по аммонию – в 1,7 раза (рис. 7).

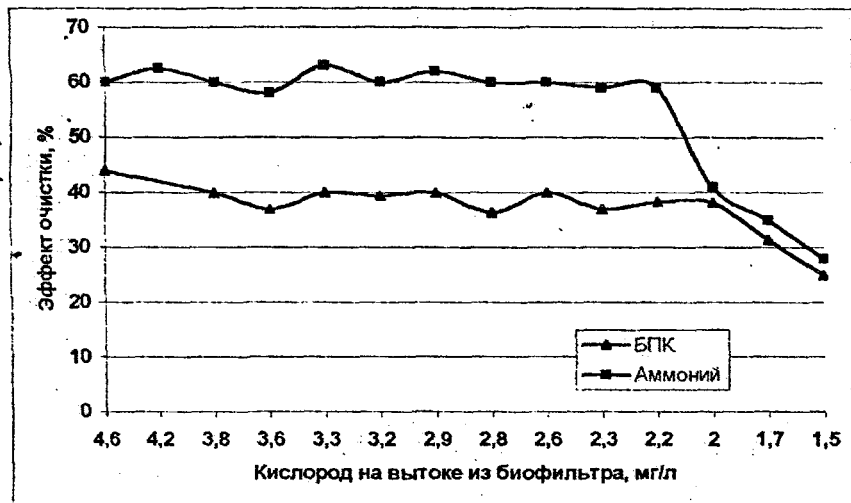


Рис. 7. Влияние кислородного режима биофильтра на эффект очистки по БПК₅ и аммонию.

Были проведены опыты по установлению максимальной нагрузки икhtiомассы на УЗВ при использовании ручного кормления и автокормления. В варианте с ручным кормлением максимальная нагрузка икhtiомассы, при которой гидрохимический режим УЗВ не оказывает влияния на потребление корма и скорость роста тилляпии, составила 28,4 кг/м³. При использовании автокормушек удалось достичь нагрузки 34,7 кг/м³, то есть на 22% больше. При анализе гидрохимического режима выяснилось, что основным фактором, лимитирующим величину максимальной нагрузки на УЗВ, является концентрация растворенного кислорода. Исследования показали, что при падении средней суточной концентрации кислорода до 2,8 мг/л и минимальной суточной концентрации до 2,0–2,1 мг/л, потребление корма и скорость роста тилляпии значительно снижаются.

Изучение суточных ритмов питания тилляпии При выращивании тилляпии с использованием автокормушек были проведены опыты по изучению суточных ритмов питания рыбы. Выяснилось, что интенсивность питания тилляпии плавно увеличивается в интервале 6–21 ч и уменьшается в период 21ч–6 ч. При этом, суточную дозу корма тилляпия потребляет неравномерно – 1/3 в первой половине суток и 2/3 – во второй половине (рис 8). В ночные часы рыба потребляла не более 16–20 % корма.

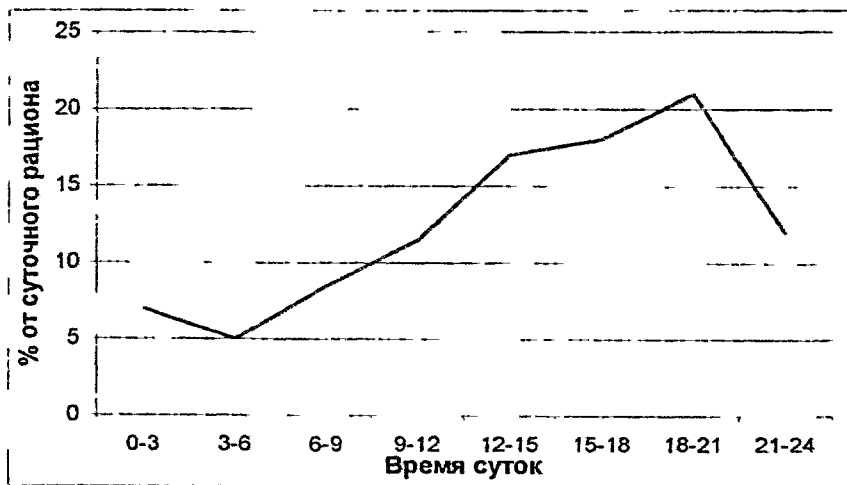


Рис. 8. Усредненный суточный ритм питания тилляпии.

Корреляционный анализ показал, что ритмика питания рыбы не зависела от суточных ритмов изменения гидрохимического режима УЗВ. Это можно объяснить тем, что качество воды при проведении опыта было оптимальным и не могло оказать влияния на пищевую активность рыбы.

Был проведен анализ периодов повышенной пищевой активности тилляпии. Периодом повышенной пищевой активности рыбы мы считали любой 3-х часовой интервал, за который тилляпия потребляла не менее 20% корма от величины суточного рациона. Низкой интенсивности периода пищевой актив-

ности соответствовало потребление 20,0–24,9% корма, средней – 25,0–29,9%, высокой – 30,0–34,9%, очень высокой – 35% и более от величины суточного рациона. Исследования показали, что для тилапии в основном характерны периоды пищевой активности низкой интенсивности, на долю которых приходится около 80% от их общего количества. Очевидно, это вызвано тем, что тилапия имеет небольшой желудок, объем которого лимитирует потребление больших количеств корма за сравнительно короткий промежуток времени.

Длительность периодов пищевой активности тилапии не была постоянной. Мы регистрировали как трехчасовые, так и шести, девяти и даже 12-часовые периоды активности (рис. 9).

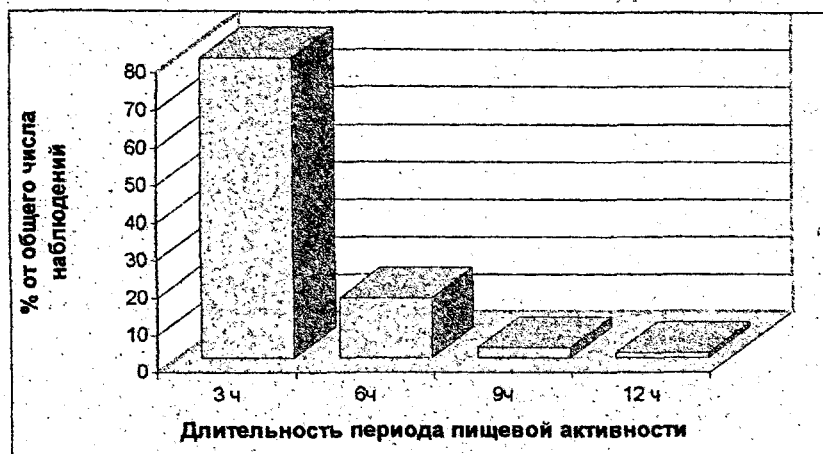


Рис. 9. Длительность периодов пищевой активности тилапии.

Количество периодов повышенной пищевой активности рыбы в течение суток также изменялось. В большинстве случаев (62%) наблюдали один период пищевой активности, но также имели место дни с двумя (32%) и тремя периодами (2%), а также дни без выраженных периодов активности (4%).

Интервалы между периодами активности в пределах суток составляли в основном 3 часа (82% наблюдений), намного реже – 6 часов (12%), еще реже – 12 часов (6%).

Интересные результаты были получены при анализе распределения периодов пищевой активности тилапии по времени возникновения в течение суток.

(рис 10) Две трети периодов активности приходилось на временные интервалы 18–21 ч (41%) и 12–15 ч (25%), на ночные часы приходилось в общей сложности менее 10% от общего количества периодов пищевой активности, а на период после 12 ч дня – почти 90% периодов активности. В период 0–3 ч не было зарегистрировано ни одного периода активности рыбы

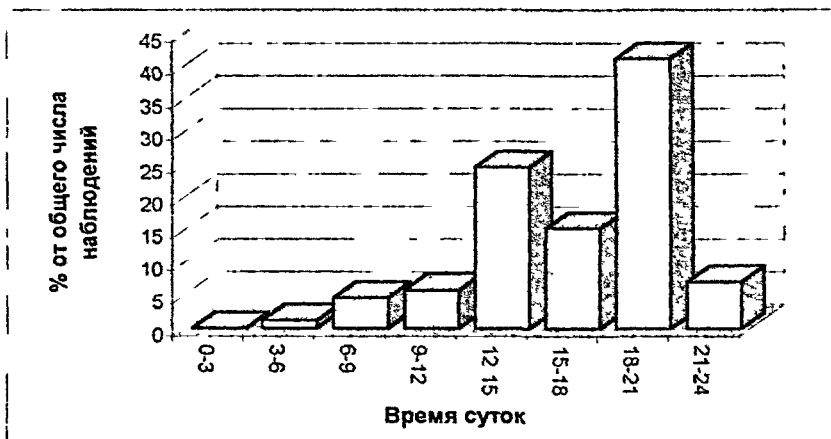


Рис 10. Распределение периодов пищевой активности по времени суток.

Сравнительный анализ показал, что суточные ритмы питания тилапии в июне и июле значительно различались (табл. 7)

Таблица 7

Изменения суточных ритмов питания тилапии по месяцам

Время суток	Потребление корма, %		Разница между июлем и июнем
	Июнь	Июль	
0-3	7,5±0,99	6,5±1,14	- 1,0
3-6	6,5±0,71	3,7±0,75	- 2,8 *
6-9	10,3±1,27	6,0±0,92	- 4,3 *
9-12	13,3±1,26	12,3±0,88	- 1,0
12-15	17,0±1,14	16,8±1,29	- 0,2
15-18	14,7±1,09	19,9±1,06	+ 5,2 *
18-21	19,1±1,74	21,9±1,62	+ 2,8
21-24	12,3±1,21	13,6±1,62	+ 1,3

* - различия достоверны

В июле в утренние часы тилапия потребляла меньше корма, зато во временном интервале 15–18 ч ее пищевая активность значительно возросла. Распределение периодов пищевой активности по времени суток также изменилось. Если в июне около 20% от их общего количества фиксировали в первой половине суток, то в июле 100% периодов пищевой активности отмечали после 12 ч дня, причем более половины их приходилось на временной интервал 18–21 ч.

При анализе влияния метеоусловий на суточные ритмы питания тилапии выяснилось, что из всех исследуемых метеорологических факторов определенное влияние на ритмы питания рыбы оказало только изменение атмосферного давления, причем именно интенсивность изменения, а не абсолютная величина показателя (табл. 8).

Таблица 8.

Изменение пищевой активности тилапии
в зависимости от изменений атмосферного давления

Показатель	+ 1 мБар **	+ 2 мБар	+ 3 и бо- лее мБар	- 1 мБар	- 2 мБар	- 3 и бо- лее мБар
Изменение ин- тенсивности питания, % *	-1,5±3,9	-6,0±5,1	-21,0±6,5	-3,5±3,0	-11,5±5,6	-22,9±5,8
Количество «+» реакций, %	48,9	40,6	2,0	46,0	33,5	0,0
Количество «-» реакций, %	51,1	59,4	98,0	54,0	66,5	100,0
% от общего числа периодов пищевой активности.	24,7	5,0	0	18,1	3,9	0

* - по сравнению с периодами стабильного давления;

** - здесь и далее – за трехчасовой интервал.

Так, при изменении давления в любую сторону на 1 мБар за трехчасовой период количество «+» реакций (увеличение пищевой активности) и «-» реакций (уменьшение пищевой активности) было примерно одинаковым. При изменении давления на 2 мБар преобладают «-» реакции, а при падении или росте давления на 3 мБар (1 мБар/ч) и более, «-» реакции становятся практически стопроцентными. Причем на падение давления тилапия во всех случа-

ях реагирует сильнее, чем на его рост. Периоды пищевой активности тилапии также зависели от изменений атмосферного давления. Подавляющее большинство их (91%) возникало в моменты, когда изменения давления отсутствовали, или не превышали 1 мБар за 3 часа, около 9% – при изменении давления на 2 мБар, при еще больших изменениях давления периоды повышенной пищевой активности не возникали.

Что касается величины суточных рационов тилапии, то от изменения метеоусловий она практически не зависела. В дни проведения контрольных обловов потребление корма тилапией уменьшалось в среднем на 9,7%, зато на следующие сутки пищевая активность тилапии увеличивалась на 11,3%.

Влияние способа кормления на экономическую эффективность выращивания тилапии в УЗВ. Использование автокормушек позволило значительно повысить экономическую эффективность выращивания тилапии, по сравнению с ручным кормлением. За счет увеличения скорости роста рыбы в вариантах с автокормушками значительно снизился удельный расход воды и электроэнергии в расчете на единицу продукции. Затраты труда сократились почти вдвое, значительно снизились кормовые затраты (табл. 9).

Таблица 9

Влияние способа кормления на величину затрат, необходимых для производства 1 кг продукции.

Показатель	АК, опыт 1	РК, опыт 1	АК, опыт 2	РК, опыт 3
Посадочный материал кг	0 05	0 06	0 05	0 06
Электроэнергия кВт/ч	25 5	29 3	23 3	28 0
Вода м ³	0 23	0 26	0 35	0 43
Корм кг	1,12	1,29	0 93	1 21
Затраты труда чел ×ч	1 15	2 1	1 0	2 0

Снижение величины затрат, необходимых для производства единицы продукции, привело к значительному снижению ее себестоимости. Себестоимость 1 кг тилапии в вариантах с автокормлением была на 18–30,5% ниже, чем при использовании ручного кормления. Причем различия в себестоимости продукции были существенно выше при использовании корма с низкой водостойкостью и применении большей плотности посадки рыбы.

ВЫВОДЫ

1. Использование бионического метода кормления при выращивании тилапии в установке с замкнутым циклом водоснабжения позволило увеличить выход продукции на 12–25%, повысить скорость роста рыбы на 13–20% при снижении величины кормовых затрат на 15–31%. Преимущества бионического метода кормления, по сравнению с ручным кормлением, увеличивались, с уменьшением водостойкости используемого корма.
2. Потребление корма тилапией в вариантах с автокормушками было на 3–9 % ниже, по сравнению с рыбой, выращенной при использовании многократного ручного кормления. Гидрохимический режим УЗВ при его соответствии технологическим нормативам не оказывал влияния на потребление корма и скорость роста тилапии.
3. Тип кормления не оказал существенного влияния на экстерьерные показатели, химический состав мышц и вкусовые качества тилапии, выращенной в УЗВ. При питании из автокормушек у тилапии снижалась относительная масса и длина желудочно-кишечного тракта, а также количество полостного жира, по сравнению с рыбой, выращенной при ручном кормлении.
4. При использовании бионического метода кормления на 25–30 % уменьшилась амплитуда суточных колебаний гидрохимических параметров УЗВ, снизилось влияние на них режима внесения корма. Использование бионического метода кормления позволило повысить концентрацию кислорода в оборотной воде на 4–13 %, снизить величину БПК₅ на 10–18 %, уменьшить концентрацию аммония на 4–13 %, и нитритов на 9–11 %, по сравнению с ручным кормлением. Кроме того, использование автокормушек позволило увеличить максимальную нагрузку иктиомассы на УЗВ на 22 %
5. Способ раздачи корма не оказал существенного влияния на концентрацию нитратов, величину рН воды и эффективность работы блока биологической очистки. При снижении концентрации кислорода на выходе из биофильтра до 2,4–2,0 мг/л и менее существенно тормозились процессы аммонификации и нитрификации.

- 6 Основным фактором, лимитирующим нагрузку на УЗВ являлась концентрация растворенного кислорода. Значительное снижение скорости роста и потребления корма тилапией наблюдали при падении средней суточной концентрации кислорода ниже 2,8 мг/л и минимальной суточной концентрации ниже 2,1–2,0 мг/л
- 7 При питании из автокормушек суточный рацион тилапия потребляла неравномерно около 1/3 – в первой половине суток, оставшиеся 2/3 – во второй половине суток. Для тилапии в основном характерны периоды пищевой активности низкой интенсивности, длительностью 3 часа, с трехчасовыми интервалами между ними в течение суток, их количество может быть от 0 до 3
- 8 При соответствии принятым технологическим нормативам гидрохимические параметры среды не являлись факторами, лимитирующими пищевую активность рыбы. В дни проведения контрольных обловов тилапия потребляла в среднем на 9,7 % меньше корма, зато на следующие сутки пищевая активность рыбы существенно возрастала.
- 9 Из исследованных факторов внешней среды определенное влияние на суточные ритмы питания тилапии оказала интенсивность изменения атмосферного давления. Реагировать на его изменение рыба начинала при величине изменений 2/3 мБар/ч и проявляла практически 100 % отрицательную реакцию при падении или росте давления со скоростью 1 мБар/ч и более
- 10 Использование бионического метода кормления при выращивании тилапии в УЗВ позволило не только увеличить выход продукции, но и снизить ее себестоимость на 18–30 %. Снижение себестоимости произошло в основном за счет сокращения расхода корма и затрат труда. Кроме того, снизились удельные затраты воды, электроэнергии и посадочного материала.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Рекомендуется использование бионического метода кормления при выращивании тилапии в установках с замкнутым циклом водоснабжения

В дни проведения контрольных обловов, при использовании ручного кормления, суточную норму комбикорма необходимо снижать на 10 %.

При многоразовом ручном кормлении тилапии суточную дозу корма следует вносить по следующей схеме: одну треть – до 12 ч дня, две трети – после 12 часов.

При переходе от ручного к бионическому методу кормления максимальная нагрузка на УЗВ может быть увеличена примерно на 20 %. Этого можно добиться как за счет увеличения плотности посадки, так и за счет выращивания более крупной рыбы.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Завьялов А.П., Лавровский В.В. Экологически чистые рыбоводные системы с замкнутым водоснабжением. // Тезисы докладов междунауч. конф. «Эколого-генетические проблемы животноводства и экологически безопасные технологии производства продуктов питания», Дубровицы, 1998, с. 102-103.
2. Завьялов А.П., Лавровский В.В. Эффективность различных способов кормления при выращивании тилапии в установке с замкнутым циклом водоснабжения. // Известия ТСХА, 1999, вып. 4, с. 167 – 173.
3. Завьялов А.П., Лавровский В.В. Влияние типа кормления на морфофизиологические показатели тилапии, выращенной в установке с замкнутым циклом водоснабжения. // Материалы докладов 2-го международного симпозиума «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре», Краснодар, 1999, с. 123.
4. Лавровский В.В., Завьялов А.П. Рыбоводная установка. // Рыбоводство и рыболовство, 1999, № 2, с. 13.
5. Завьялов А.П., Лавровский В.В., Мустаев С.Б. Способ и устройство для изучения суточных ритмов питания рыб. // Вопросы ихтиологии, 2000, том 40, №1, с. 124 – 127.
6. Mustaev S., D. Chtcherbakov, A. Zavyalov, and V. Vlasov. A new principle of organisms cultivation, including aquatic animals. – International conference “Aqua 2000”, Nice, France, 2000, p. 155.

Объем 1 1/2 п. л.

Заказ 79

Тираж 100

Типография издательства МСХА
127550, Москва, И-550, Тимирязевская ул., 44

