

A-29093

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

На правах рукописи

ЖИГИН Алексей Васильевич

УДК 639.3.05 : 639.21

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНОГО
КАРПА В УСТАНОВКЕ С ЗАМКНУТЫМ
ЦИКЛОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Специальность 06.02.04 — частная зоотехния, технология
производства продуктов животноводства

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

МОСКВА 1988

Карп-Разведение

Диссертация выполнена в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева и Научно-исследовательском химико-технологическом институте.

Научный руководитель — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Привезенцев Ю. А.

Официальные оппоненты — доктор биологических наук, профессор **Виноградов В. К.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ст. н. сотрудник **Чижов Н. И.**

Ведущее предприятие — Государственный Научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства.

Защита состоится « 5 » *декабря* 1988 г. в *15:30* часов на заседании специализированного совета Д 120.135.05 при Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

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

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ ТСХА.

Автореферат разослан « 3 » *ноября* 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного совета —
доцент



Калинина К. Н.



ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одним из важных резервов увеличения производства товарной рыбы является разработка новых индустриальных технологий рыбоводства, позволяющих выращивать рыбу круглогодично, независимо от природно-климатических условий в установках интенсивного выращивания рыбы с замкнутым циклом водоснабжения, которые, наряду с уменьшением количества потребляемой свежей воды, обеспечивают высокую рыбопродукцию, в тысячу раз превышающую рыбопродуктивность прудовых хозяйств. Реализация в народном хозяйстве технологии и установок интенсивного выращивания рыбы является источником быстрого выполнения Продовольственной программы.

Однако при осуществлении такого способа выращивания рыбы возникает целый ряд нерешенных задач, главной из которых является высокая себестоимость продукции. Разработка четких технологических принципов выращивания карпа (основного объекта тепловодного рыбоводства) в индустриальных установках с рациональным использованием кормов, технического кислорода, оптимизация температуры воды, при минимальных объемах аппаратов водооборотной системы является одной из актуальных задач, стоящих перед рыбоводами.

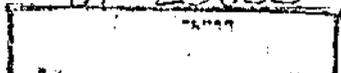
Цель и задачи работы. Целью настоящей работы являлась отработка основных технологических принципов выращивания товарного карпа в условиях оборотного водоснабжения; освоение и повышение эффективности индустриальной опытно-промышленной рыбоводной установки, создание технологии выращивания товарного карпа и на их базе разработка проекта промышленной рыбоводной установки.

При этом были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать влияние температурного режима на рост товарного карпа и эффективность использования кормов. Выявление оптимальной температуры воды.

2. Исследовать влияние кислородного режима на рост товарного

A-29093



карпа. Выявление оптимального уровня насыщения оборотной воды техническим кислородом.

3. Исследовать влияние способа раздачи кормов на гидрохимические показатели в бассейнах, рост товарного карпа и эффективность использования кормов.

4. Выявить закономерности и взаимное влияние процессов механической и биологической очистки воды и роста товарного карпа.

5. Разработать рациональную схему выращивания рыбы в бассейнах с ее последующей многократной реализацией в течение года.

Научная новизна. В результате проведенных исследований впервые комплексно изучены: влияние температурного фактора, кислородного режима, способа раздачи кормов, процессов водоочистки на рост товарного карпа в установке с замкнутым циклом водоснабжения. Предложена принципиально новая рациональная схема посадки рыбы в бассейны. Разработана новая надежная технология водоочистки и выращивания товарного карпа в установке с замкнутым циклом водоснабжения.

Практическое значение. В работе определены оптимальные температурный и кислородный режимы, способ раздачи кормов, условия сбалансированности процессов выращивания товарного карпа и водоочистки, разработана схема рационального использования рыбоводных бассейнов. Семилетней эксплуатацией доказана надежность технологии и аппаратов принципиально новой индустриальной установки выращивания товарного карпа. В результате создан проект рыбоводного комплекса производительностью 41 т товарного карпа в год.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на Всесоюзных семинарах (1964 и 1965 гг.) и на Всесоюзном совещании (1966 г.) ВНИИПРХ по рыбоводству в замкнутых системах, экспонировались на Всесоюзной выставке "Прогресс-85" (г.Сотский) и на Всесоюзной выставке НИИМ-87, где отмечены одной серебряной и двумя бронзовыми медалями ВДНХ СССР. Способ очистки оборотной воды и аппараты установки

патентуются в странах СЭВ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 статей, получено 3 авторских свидетельства на изобретения.

Объем работы. Диссертационная работа включает: введение, обзор литературы, методику и результаты исследований, материалы разработки и реализации технологического процесса, список использованной литературы, приложение. Материал изложен на 154 страницах машинописного текста, содержит 22 таблицы и 21 рисунок. Список литературы включает 339 источников, в том числе 67 иностранных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования по данной теме проводили в период с 1983 по 1987 гг. в подсобном рыбхозном хозяйстве Научно-исследовательского химико-технологического института (НИХТИ) г. Лобарцы. Рыбу выращивали в бассейнах емкостью 4 м³ каждой опытно-промышленной установки с замкнутым циклом водоснабжения.

Объектами исследования являлись сеголетки и головники карпа, завозимые из прудовых хозяйств Московской области.

Всего было поставлено пять опытов (табл. I). В первом опыте изучали влияние температуры воды на рост головников карпа. Рыбу выращивали в трех диапазонах температур: 24-26, 26-28 и 28-30°C. Плотность посадки во всех вариантах была одинакова и составляла 200 шт/м³. Кормили рыбу комбикормом марки РГМ-5В с использованием автокормушки "Рефлекс-ТСХА" (Лавровский В.В., 1981). Продолжительность опыта составила 150 дней.

Во втором опыте изучали влияние кислородного режима на рост сеголетков карпа. Рыбу выращивали при трех уровнях кислородного режима: 10±2,1, 14±2,3 и 18±2,3 мг/л. Плотность посадки во всех вариантах опыта составляла 150 шт/м³. Кормили рыбу комбикормом марки П14-1 с использованием автокормушек "Рефлекс-ТСХА". Продолжитель-

ность опыта составила 120 дней.

Таблица 1.

Схема опытов

№ опыта	Задачи опыта	Температура воды, °С	Кислородный режим, мг/л	Способ кормления	Процесс водочистки	Плотность посадки 156 шт/м ³
1.	Влияние температуры воды	24-26 26-28 28-30	13,1,1	"Рефлек-ТСХА"	Полный	200
2.	Влияние кислородного режима	26-28	10,2,1 14,2,3 18,2,3	"Рефлек-ТСХА"	Полный	150
3.	Влияние способа раздачи кормов	26-28	11,1,1,3	Вручную "Эвас" "Рефлек-ТСХА"	Полный	150
4.	Влияние процессов очистки	26-28	14,2,3	"Рефлек-ТСХА"	Полный без мех. очистки	200
					Пусковой Полный	200 150
5.	Влияние плотности посадки	26-28	14,2,3	"Рефлек-ТСХА"	Полный	Постоянная 200 Переменная 1318-81

В третьем опыте изучали влияние способа кормления на рост сеголеток и гидрохимические показатели. Рыбу кормили вручную по нормам ГосНИОРХ, с помощью кормораздатчика "Эвас" и автокормитки "Рефлек-ТСХА" по поедаемости. Использовали комбикорм марки РГМ-5В. Концентрация кислорода в оборотной воде поддерживалась на уровне 11,1,2 мг/л, температура - в диапазоне 26-28°С при плотности посадки зарпа 150 шт/м³.

В четвертом опыте изучали взаимосвязь влияния между процессами очистки воды и ростом сеголеток карпа. Рыбу выращивали в пусковой период процесса водочистки, при отсутствии первичной механической очистки воды, при отсутствии биологической очистки воды и в период

работы системы водоочистки по полной схеме. Плотность посадки в первых трех вариантах опыта составляла 200 шт/м^3 , в четвертом варианте 200 и 150 шт/м^3 . Продолжительность исследований составила от 20 до 120 дней в различных вариантах опыта. Кормление осуществлялось с использованием автокормушек "Рефлекс-ТСХА" комбикормом марки И14-1. Температура поддерживалась в диапазоне $26-28^\circ\text{C}$, а концентрация кислорода на уровне $14 \pm 2,3 \text{ мг/л}$.

В пятом опыте проводили выращивание карпа при постоянной плотности посадки 168 шт/м^3 и при переменной плотности посадки от 1318 до 81 шт/м^3 , сокращение которой происходило по мере увеличения средней массы рыбы путем последовательной рассадки ее в бассейны, освобождаемые от реализуемой товарной рыбы. При этом общая ихтиомасса в бассейнах изменялась от 41 до 82 кг/м^3 . Удельный расход кислорода составил 200 мг/кг в час, кормление осуществлялось комбикормом марки И2-80 с использованием автокормушек "Рефлекс-ТСХА".

В ходе исследований изучались: весовой рост, выживаемость, эффективность использования кормов, отношение рыбы к химическому составу воды. Кроме того определяли величину биомассы активного ила в основном аппарате биологической очистки - аэротенке-отстойнике.

Для изучения роста товарного карпа регулярно, раз в 10 дней проводили контрольные обловы. Из каждого варианта опыта для индивидуального взвешивания брали по 20% выращиваемой рыбы. Среднесуточный прирост определяли по формуле:

$$P = \frac{V_1 - V}{T_1 - T}$$

где P - среднесуточный прирост; V_1 - масса рыбы в конце периода; V - масса рыбы в начале периода; $T_1 - T$ - время периода.

Контроль за гидрохимическим режимом проводили экспрессно по кислороду, ежедневно по группе азота (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), окисляемости (по ХПК), активной реакции среды (рН) и углекислоте. Еже-

слично проводились анализы на жесткость, щелочность, хлориды, сульфаты, общее железо. В опытах по влиянию способа раздачи кормов и механической очистки воды на рост карпа ежедневно определяли концентрацию взвешенных веществ, а при исследовании взаимосвязи между процессами очистки воды и выращиванием карпа систематически (7 раз в течение 72 дней) определяли дозу ила в аэротенке-отстойнике. Анализы воды проводили по методикам Ю.Ю. Лурье (1984). Кроме того анализы кислорода дублировались кислородсмером КД-115 и автоматической записывающей станцией АС-Вода-ЮМ. Эта же станция круглосуточно дублировала контроль концентрации аммонийного азота и нитратов.

Температура воды в опытах поддерживалась автоматически на заданном уровне с помощью прибора ЭКД-247 и контролировалась круглосуточно станцией АС-Вода-ЮМ.

Экспериментальные данные обработаны биометрически (Кенуй М.Г., 1979; Лакин Г.Ф., 1980).

В ходе исследований собран и обработан следующий материал: взвешено рыб - 24800 экз., проведен анализ качества воды - 7600 проб, отобрано в аэротенке-отстойнике и проанализировано 42 пробы с определением дозы ила.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрохимический режим бассейнов

При выращивании рыбы в установках с многократным использованием оборотной воды ее качество по гидрохимическим показателям приобретает первостепенное значение. Одновременно качество оборотной воды, поступающей в рыбоводные бассейны, является главным показателем эффективности работы системы водоочистки, процессы которой тесно связаны с процессом выращивания рыбы, а объемы этой системы существенно влияют на рыбопродуктивность и экономическую эффективность всей установки.

Результаты исследований показали, что по всем основным показателям качество воды, поступающей в бассейны, было в рамках оптимальных концентраций (табл.2), кроме случаев, когда опыты были специально связаны с физико-химическими процессами, изменяющими гидрохимические показатели воды. Эти изменения будут представлены ниже при описании соответствующих опытов.

Таблица 2

Качество воды в рыбоводных бассейнах

Показатели	Результаты анализов	
	на входе в бассейны	на выходе из бассейнов
Растворенный кислород, мг/л	15,0±2,72	5,2±1,40
Аммонийный азот, мг/л	0,9±0,21	1,3±0,50
Нитриты, мг/л	0,5±0,10	0,5±0,10
Нитраты, мг/л	24,0±1,02	24,0±1,10
Окисляемость (по ХПК), мг/л	24,3±3,28	31,1±3,60
Углекислота, мг/л	10,5±3,34	21,2±3,40
Хлориды, мг/л	6,9±0,25	6,9±0,30
Сульфаты, мг/л	13,9±2,62	13,8±2,20
Жесткость, Н°	3,2±0,15	3,2±0,14
Щелочность, мг-экв./л	3,0±0,67	3,0±0,60
Активная реакция среды, pH	6,9±0,09	6,5±0,20
Взвешенные вещества, мг/л	5,3±1,97	12,3±6,20
Железо (общее), мг/л	0,7±0,07	0,7±0,07

Как видно из приведенной таблицы, гидрохимические показатели воды, поступающей в рыбоводные бассейны, являются относительно стабильными в течение всего цикла выращивания рыбы, несмотря на постепенное увеличение ихтиомассы и соответственно рост нагрузки на аппарат водоподготовки. Стабильность гидрохимических условий выращивания рыбы является большим преимуществом данной рыбоводной установки.

При прохождении воды через рыбоводные бассейны происходит значительное изменение гидрохимического режима. В воде, вытекающей из рыбоводных бассейнов, наблюдается резкое увеличение химического

потребления кислорода, концентрации аммонийного азота, углекислоты, взвешенных веществ, смещение активной реакции среды в кислую сторону и снижение уровня растворенного кислорода. Остальные исследуемые гидрохимические показатели практически не изменяются. При дальнейших исследованиях гидрохимического режима оборотной воды, нами обращалось особое внимание на динамику изменяющихся показателей.

Влияние на рост карпа температуры воды

При выращивании рыбы в установках с замкнутым циклом водоснабжения температура воды имеет особое значение, так как она влияет не только непосредственно на темп роста карпа, но и на эффективность использования технического кислорода, жизнедеятельность бактерий активного ила в аппаратах очистки, а через эти факторы - на качество оборотной воды и в итоге снова на темп роста карпа и следовательно, на экономическую эффективность его выращивания в установке.

Литературные данные по температурному оптимуму для выращивания карпа имеют широкий разброс от 23 до 30°C, хотя даже незначительные колебания температуры оказывают значительное воздействие на другие факторы среды и экономическую эффективность через затраты тепловой энергии. Поэтому потребовалось установить наиболее приемлемый диапазон температуры эффективного выращивания карпа в изучаемых условиях.

Выращивание годовиков карпа проводили в трех диапазонах температур: 24-26, 26-28 и 28-30°C (табл.3). Наибольшей средней массы карп достиг во втором диапазоне температур. Среднесуточный прирост в трех вариантах значительно различался и составил 2,65 г в первом диапазоне температур, 3,81 г - во втором и всего 2,09 г - в третьем диапазоне температур. Как видно из приведенной таблицы, увеличение температуры воды от 24-26°C до 26-28°C несколько (на 0,2 кг/кг) повышает сыпучесть корма. Однако это изменение незначительно, по сравнению с увеличением прироста суховещи и вполне оправдано. При

Результаты выращивания карпа при различных температурах

Показатели	Температура воды, °С		
	24-26	26-28	28-30
Средняя масса рыбы, г			
посадки	52,0±4,41	51,9±4,49	52,3±4,36
облов	450,1±46,44	622,3±72,20	365,2±50,81
Среднесуточный прирост, г/сут	2,65	3,80	2,09
Оплата корма, кг/кг	2,0	2,2	2,7
Отход рыбы, шт.	2	3	15

дальнейшем повышении температуры до 28-30°C рыбоводные показатели заметно ухудшаются, кроме того растут затраты тепловой энергии. Отмеченное выше снижение среднесуточного прироста сопровождается увеличением оплаты корма до 2,7 кг/кг и повышенным отходом рыбы (15 штук).

На основании полученных результатов можно заключить, что диапазон температур 26-28°C наиболее целесообразен при выращивании товарного карпа в установках, при этом достаточно эффективна и биологическая очистка воды.

Влияние на рост карпа кислородного режима

Для обеспечения благоприятного кислородного режима в рыбоводных бассейнах целесообразно использовать технический кислород, доводя его концентрацию в поступающей в бассейн воде до 10-20 мг/л, что позволяет в 2-5 раз увеличивать плотности посадки рыбы и соответственно снижать расход воды в 2-4 раза (Александровская А., Котляр О., 1979; Лавровский В., Капалин Н., 1982). Однако чрезмерный расход кислорода отрицательно сказывается на себестоимости продукции и может быть губителен для выращиваемого объекта.

Потребность карпа в кислороде очень сильно варьирует в зависимости от конкретных условий выращивания и колеблется при товарном выращивании от 100 до 600 мг/кг в час. Поэтому важно определить оп-

тимальный уровень кислородного режима рыбоводных бассейнов при выращивании карпа в установке с замкнутым циклом водоснабжения.

Выращивание сеголеток проводили при трех кислородных режимах: в первом варианте опыта $10 \pm 2,1$ мг/л, во втором варианте - $14 \pm 2,3$ мг/л и в третьем - $18 \pm 2,3$ мг/л в диапазоне температур $26-28^{\circ}\text{C}$. Результаты исследования приводятся в таблице 4.

Таблица 4

Результаты выращивания карпа при различных кислородных режимах

Показатели	Концентрация кислорода на входе в бассейн, мг/л		
	$10 \pm 2,1$	$14 \pm 2,3$	$18 \pm 2,3$
Средняя масса рыбы, г			
посадка	$39,2 \pm 3,6$	$39,1 \pm 3,4$	$38,9 \pm 3,4$
облов	$390,6 \pm 60,2$	$493,2 \pm 51,8$	$552,3 \pm 54,7$
Оплата корма, кг/кг	$2,7$	$2,1$	$2,2$
Отход рыбы, шт.	9	0	0

Наименьшей средней массы карп достиг в первом варианте опыта при концентрации кислорода в поступающей в бассейн воде $10 \pm 2,1$ мг/л. В двух других вариантах опыта, где концентрация кислорода в поступающей в бассейн воде составляла $14 \pm 2,3$ и $18 \pm 2,3$ мг/л, средняя масса карпа при облове была значительно выше. Хуже в первом варианте опыта оказалась и оплата корма, которая составила $2,7$ кг/кг против $2,1$ и $2,2$ кг/кг в двух других вариантах. Обращает на себя внимание небольшой отход сеголеток карпа в первом варианте.

Анализируя динамику среднесуточного прироста карпа (табл.5), можно заключить, что темп роста в течение первых 60 дней опыта был примерно одинаков во всех трех вариантах. Затем наметилось снижение среднесуточного прироста в двух первых вариантах опыта по сравнению с третьим. Различие в среднесуточных приростах, постепенно возникающее в процессе опыта, объясняется значительным изменением показателя удельного расхода кислорода (УРК) на единицу выращиваемой иктыо-

массы в единицу времени (табл.5). Интенсивность потребления кислорода при этом колебалась на уровне 150-180 мг/кг в час.

Таблица 5

Динамика удельного расхода кислорода (УРК) и среднесуточного прироста рыб

День опыта	Показатели	Концентрация кислорода на входе в бассейны, мг/л		
		10±2,1	14±2,3	18±2,3
I	УРК, мг/кг в час Среднесуточный прирост, г/сут.	1702 -	2383 -	3090 -
30	УРК, мг/кг в час Среднесуточный прирост, г/сут.	404 4,2	533 4,5	702 4,4
60	УРК, мг/кг в час Среднесуточный прирост, г/сут.	227 4,3	310 4,2	400 4,3
90	УРК, мг/кг в час Среднесуточный прирост, г/сут.	183 2,4	223 3,9	278 4,4
120	УРК, мг/кг в час Среднесуточный прирост, г/сут.	174 0,8	189 2,5	217 4,0

По мере роста массы рыбы во время опыта постепенно снижается УРК и на уровне около 200 мг/кг в час происходит снижение среднесуточного прироста, которое отмечено в первом варианте опыта на 90 день выращивания, во втором - на 120 день выращивания. В третьем варианте опыта УРК не опускался ниже 217 мг/кг в час и уровень среднесуточных приростов был стабилен.

Влияние на рост карпа способа раздачи кормов

В настоящее время не существует единого мнения о том, какие кормораздатчики (автоматические или биологические) наиболее целесообразно использовать для кормления рыбы в бассейнах, а в некоторых случаях кормление рыбы осуществляется вручную.

В установках с замкнутым циклом водоснабжения корма - главный источник загрязнения оборотной воды и основной источник затрат. Поэтому способ раздачи кормов здесь приобретает особое значение.

В опытах кормление осуществляли вручную, при помощи маятников-

вой автокормушки "Рефлекс-ТСХА" и автокормораздатчика "Эвос". Результаты опыта представлены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты выращивания карпа при разных способах кормления

Показатели	Способ раздачи корма		
	Вручную	"Рефлекс-ТСХА"	"Эвос"
Средняя масса рыбы, г			
посадка	23,4±2,5	22,2±2,3	22,5±2,4
облов	444,6±131,2	492,6±99,5	488,1±115,2
Среднесуточный прирост, г/сут.	3,51	3,92	3,88
Оплата корма, кг/кг	2,8	2,1	2,0
Отход рыбы, шт.	3	1	2
Энергопотребление	нет	нет	требуется

Наименьшей средней массы карп достиг при раздаче корма вручную. В двух вариантах опыта, где корма раздавались с использованием автокормушки "Рефлекс-ТСХА" и кормораздатчика "Эвос", получены сходные результаты по всем исследуемым показателям, значительно превышающие результаты первого варианта опыта. Среднесуточный прирост при кормлении вручную был равен 3,51 г против 3,92 и 3,88 г в двух других вариантах. Оплата корма при кормлении рыбы вручную составила 3,2 кг/кг, что в 1,5 раза выше, чем в опытах с использованием специальных устройств.

Большое влияние оказывал способ раздачи корма на гидрохимические показатели оборотной воды (табл.7).

Повышенная концентрация взвешенных веществ в выходящей из бассейна воде (34 мг/л) при ручной раздаче корма указывает на большие его потери. Эти взвеси, разлагаясь, выпалали дополнительное количество загрязнений по ХЕО, аммонийному азоту и свободной углекислоте и ухудшали кислородный режим бассейна. Гидрохимические показатели на выходе из двух других бассейнов оказались сходными между собой и

значительно лучше, чем в первом бассейне.

Таблица 7

Влияние способа раздачи кормов на гидрохимические показатели.

Показатели	На входе в бассейн	На выходе из бассейнов		
		Вручную	"Рефлек-ТСХА"	"Эвас"
Окисляемость (по ХПК), мг O ₂ /л	10,2±1,6	41,0±3,2	24,3±2,2	23,5±2,3
Аммонийный азот, мг/л	0,36±0,2	2,8±0,5	1,6±0,3	1,7±0,4
Свободная углекислота, мг/л	8,8±1,9	22,9±3,8	15,8±3,4	16,0±3,2
Езвешенные вещества, мг/л	6,0±2,1	34,0±8,2	12,0±6,2	11,9±5,8
Растворенный кислород, мг/л	11,1±1,2	3,8±0,9	5,2±1,1	5,4±1,2

При сравнении результатов использования автокормушки "Рефлек-ТСХА" и кормораздатчика "Эвас" необходимо отметить, что первое устройство в отличие от второго не требует энергозатрат, специального обслуживания, кабельных линий, постоянной регулярки программы кормления, предельно просто в изготовлении.

Взаимосвязь ихтиомассы, биомассы активного ила, процессов загрязнения и очистки оборотной воды

Сбалансированная взаимосвязь процессов выращивания рыбы и очистки оборотной воды в установках с замкнутым циклом водоснабжения - важнейшее условие их успешной эксплуатации. Важнейшие особенности этой взаимосвязи сводилось к двум этапам исследований: эксплуатация установки без биологической очистки воды и эксплуатации установки без первичной ступени механической очистки воды, которые сравнивались с режимом эксплуатации установки по полной схеме с использованием механической и биологической очистки воды.

Исследования показали, что при многократном использовании оборотной воды, очищаемой механическим методом без биологической очистки (табл.8), в ней происходит значительное накопление загрязняющих

веществ. В результате в первом варианте опыта среднесуточный прирост составил 1,6 г против 4,1 г во втором варианте и, как следствие, в первом варианте опыта средний вес сеголеток достиг всего 188,8±40,4 г, против 337,0±42,5 г во втором варианте. Кроме этого, при отсутствии биологической очистки воды в 2 раза возросла оплата корма. Обращает на себя внимание высокий отход рыбы (35 шт.), чего совершенно не наблюдалось во втором варианте опыта.

Таблица 8

Влияние биологической очистки воды на рост карпа

Показатели	Эксплуатация установки	
	без биоочистки	с биоочисткой
Средняя масса рыбы, г		
посадка	92,1±6,9	91,3±8,0
сблов	188,0±40,0	337,0±42,5
Среднесуточный прирост, г/сут.	1,6	4,1
Оплата корма, кг/кг	4,8	2,3
Отход рыбы, шт.	35	0

Аналогичные результаты получены при эксплуатации установки без первичной механической очистки воды, когда оборотная вода очищалась только биологическим методом (табл. 9). Хотя накопление загрязняющих веществ было менее интенсивным по сравнению с первым этапом исследования, среднесуточный прирост карпа в первом варианте опыта составил 2,7 г против 4,3 г во втором варианте. Соответственно и средняя масса карпа достигла в первом случае 231,4±48,1 г, а во втором - 293,6±39,9. Отмечено увеличение в 1,5 раза оплаты корма при очистке воды только биологическим методом.

Развитие и жизнедеятельность биомассы активного ила, которая очищает оборотную воду, характеризуется двумя основными этапами: пусковым периодом биологической очистки и основным периодом эксплуатации.

Результаты исследований показали, что в пусковой период эк-

Влияние первичной механической очистки воды на рост карпа

Показатели	Эксплуатация установки	
	без мех.очистки	с мех.очисткой
Средняя масса рыбы, г		
посадка	122,4±10,7	151,6±11,2
облов	231,4±42,1	293,6±39,9
Среднесуточный прирост, г/сут.	2,7	4,3
Оплата корма, кг/кг	3,2	2,2
Отход рыбы, гт.	0	0

сплуатации аппарата биологической очистки воды в нем происходит развитие и постепенная смена качественного и количественного состава биоценоза, активного ила, которое сопровождается рядом физико-химических процессов и изменениями гидрохимического режима оборотной воды (табл.10) с протеканием аммонификации и двух стадий нитрификации. Окончание этого периода отмечено на 25 день опыта.

Постепенное увеличение подачи очищаемой воды в аппарат биологической очистки с 30 до 100% от общего расхода, обеспечивает требуемое качество оборотной воды, подаваемой в бассейны, на протяжении всего пускового периода.

Таблица 10

Динамика соединений азота в пусковой период заротенки

День опыта	Концентрация, мг/л		
	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
1	слепы	следи	слепы
4	1,62	0,55	следи
7	2,54	1,12	0,11
9	0,31	3,00	2,10
13	слепы	1,33	3,52
20	слепы	0,73	6,99
25	слепы	0,30	6,97

В дальнейшем с ростом ихтиомассы в бассейнах установки происходит соответствующее увеличение дозы активного ила в заротенке-от-

стойниге (от 5,5 до 7,6 г/л при увеличении ихтиомассы от 400 до 1400 кг), а качество очищенной оборотной воды поддерживается на требуемом уровне.

Усовершенствование схемы выращивания карпа в установке

При традиционной эксплуатации установки рыбоводные бассейны зарыбляются посадочным материалом из расчета на получение максимальной ихтиомассы в конце периода выращивания. При этом большую часть времени объемы бассейнов, системы аэрации и очистки воды оказываются недогруженными по ихтиомассе. Реализация рыбы в этом случае производится два раза в год.

Нами разработана новая схема выращивания товарной рыбы с многократной ее реализацией в течение года в условиях, когда отсутствует возможность полициклического получения собственного посадочного материала, а завоз его можно осуществить только два раза в год. Схема заключается в том, что исходя из содержания растворенного кислорода и водородиона, рассчитывают максимально допустимое количество ихтиомассы в одном рыбоводном бассейне. Затем зарыбление установки проводят, помещая посадочный материал в один бассейн, предварительно освобожденный от товарной рыбы предыдущего цикла, в количестве, которое необходимо для последующего полного зарыбления восьми бассейнов. После этого плотность посадки карпа постепенно сокращают, последовательно рассаживая рыбу в один, два и четыре бассейна по мере удвоения ее массы, предварительно освобождая бассейны от товарного карпа предыдущего цикла выращивания. При этом общая ихтиомасса в бассейнах относительно постоянна, а количество рыбоводных бассейнов должно быть кратно восьми. Результаты выращивания карпа с постоянной и переменной плотностью посадки доказаны в таблице II.

Среднесуточные привесы в бассейнах с постоянной и переменной плотностью посадки практически не отличались и составили 3,0 и 2,9 г соответственно, а отход рыбы был незначителен. Отмечено неко-

Результаты выращивания карпа при различных схемах посадки

Показатели	Плотность посадки, шт/м ³	
	Постоянная 168	Переменная 1318-168
Средняя масса рыбы, г посадки облов	19,6±2,0 573,1±118,6	20,3±2,2 553,6±148,2
Среднесуточный прирост, г/сут.	3,0	2,9
Оплата корма, кг/кг	2,2	2,3
Отход рыбы, шт.	18	24

торое увеличение оплаты корма при выращивании рыбы в бассейне с переменной плотностью посадки и более широкий размах колебаний по массе в конце выращивания. Свидетельствует, что результат более высокой плотности посадки рыбы в начальный период выращивания (1318 шт/м³). Такое увеличение рассматриваемых показателей оправдано, поскольку из бассейна с переменной плотностью посадки ихтиомасса, полученная за период опыта составила 412 кг (или 206 кг/м³), против 171,9 кг (или 85,5 кг/м³) в бассейне с постоянной плотностью посадки.

Выводы

1. При выращивании товарного карпа в оригинальной установке с замкнутым циклом водоснабжения в диапазоне температур оборотной воды 26-28°C обеспечивается наиболее высокий темп роста карпа при минимуме затрат корма и технического кислорода. Повышение и доведение температуры по сравнению с указанным диапазоном, снижает темп роста карпа, а повышение температуры, кроме того, приводит к снижению процента выхода рыбы, увеличению затрат корма, кислорода и тепла.

2. Удельный расход кислорода на уровне 200 мг на 1 кг ихтиомассы карпа в час соответствует его кислородным потребностям (при уровне содержания кислорода на входе 1% насыщения) и обеспечивает высо-

кий темп роста рыбы при хорошей оплате корма и рациональном использовании кислорода. Снижение этого показателя замедляет темп роста карпа, повышает затраты кормов, а увеличение - ведет к перерасходу технического кислорода, не сказываясь на темпе роста карпа.

3. Кормление карпа на основе биохимического принципа с использованием маятниковых кормушек "Рефлекс-ТСХА" обеспечивает высокий темп роста карпа при экономном расходовании кормов и минимальных эксплуатационных затратах. Использование программных механических кормораздатчиков повышает эксплуатационные затраты, не улучшает других показателей эффективности кормления, а кормление вручную по нормам ведет к непроизводительным потерям кормов, ухудшению качества оборотной воды и снижению темпа роста карпа.

4. Комплексное использование первичной механической и последующей биологической очистки оборотной воды (по полной схеме) обеспечивает требуемое ее качество, наибольший темп роста рыбы и улучшает другие рыбоводные показатели. Отсутствие одного из видов очистки воды вызывает быстрое накопление загрязняющих веществ, ухудшение гидрохимического режима, снижение темпа роста карпа и остальных рыбоводных показателей, требует большого потребления подпиточной воды и, как следствие, большого расхода тепла.

5. Выход на рабочий режим эксплуатации аппаратов биочистки связан со значительными изменениями качественного и количественного состава биопленки активного ила и, соответственно с изменениями качества очищаемой воды и во избежание гибели рыбы, должен осуществляться постепенно по определенной программе.

6. Аппараты биологической очистки должны рассчитываться на максимальное содержание рыбы и работать с минимальными нагрузками по загрязнениям. Стабильно поддерживать несобойную величину биопленки, осуществляющего очистку воды от загрязнений, с саморегулирующей доской активного ила, по отношению к величине ихтиомассы и

среднему весу выращиваемой рыбы, и с удалением его избытка.

7. Выращивание рыбы при переменной плотности посадки с многократной ее реализацией позволяет увеличить рыбопродукцию установки в 1,3-1,5 раза.

Рекомендации производству

При осуществлении технологии выращивания карпа (от 70 до 500 г) в установках с замкнутой циклом водоснабжения рекомендуется:

1. Поддерживать температуру оборотной воды в диапазоне 26-28°C.
2. Обеспечивать удельный расход кислорода на уровне около 200 мг на 1 кг иктиомассы в час при его содержании на входе в бассейн около 170% насыщения от нормального.
3. Осуществлять кормление рыбы по бионическому принципу с помощью автокормушки "Рефлекс-ТСХА".
4. Использовать в комплексе первичную механическую очистку оборотной воды и последующую биологическую очистку.
5. Осуществлять постепенный ввод аппаратов биологической очистки воды путем последовательного увеличения подачи в них очищаемой воды из рыбоводных бассейнов с 30 до 100% от общего расхода, в течение 20-25 дней.
6. Поддерживать и регулировать величину позы активного ила по отношению к величине иктиомассы и среднему весу выращиваемой рыбы, путем саморегуляции в аэротенне-отстойнике с пористой плавающей загрузкой.
7. Зарыбление бассейнов сеголетками или головиками карпа следует осуществлять последовательно, рассаживая их (по мере увесения средней стучней массы) в другие бассейны с предварительной реализацией из них товарной рыбы предыдущего цикла выращивания, что обеспечивает полную загрузку рыбоводных бассейнов, стабильную нагрузку на аппараты очистки воды и многократную реализацию товарной продукции в течение всего года.

Практический выход работы

На основании проведенных исследований, разработанной технологии выращивания карпа, отработки аппаратов и в целом опытно-промышленной установки с замкнутым циклом водоснабжения, создан проект промышленного рыбоводного комплекса производительностью 31,5 тонны товарного карпа в год при традиционной схеме его посадки. При использовании новой схемы с переменной плотностью посадки карпа, производительность комплекса составит 40,9 тонны товарного карпа в год, что дает экономический эффект на сумму около 36,1 тыс. рублей в год.

Список основных опубликованных работ по теме диссертации

1. Заявка № 3660999/13 от 9.11.83. Способ очистки оборотной воды в рыбоводной установке. В.Н. Кореньков, А.В. Жигин, А.В. Калинин, А.А. Марченко (положительное решение ВНИИПЗ от 6.12.84).
2. Калинин А.В., Жигин А.В. Установка для выращивания товарной рыбы//Технология и оборудование сельскохозяйственного производства. Межотраслевой сборник ВНИИ. - 1984. - Вып.3.-С.10-11.
3. Безотказная работа, высокий выход продукции/Е.Кореньков, В.Лавровский, А.Жигин и др.//Рыбоводство и рыболовство.-1984.-№ 10.-С.7-8.
4. Жигин А., Светлакова Г., Тряхова Т. Токсикологическая оценка синтетических материалов в рыбоводных установках//Рыбоводство.-1985.-№ 4.-С.12-13.
5. Установка для выращивания товарной рыбы/Кореньков В.Н., Жигин А.В., Калинин А.В., Марченко А.А.//Рыбное хозяйство.-1985.-№ 8.-С.32-34.
6. Эффективность аппаратов очистки воды в рыбоводных установках/Кореньков В.Н., Жигин А.В., Калинин А.В., Марченко А.А.//Водоснабжение и санитарная техника.-1985.-№ 11.-С.18-20.

7. Жигин А.В. Влияние биологической очистки воды на рыбопродуктивность//Сб.науч.тр.ВНИИПРХ.-1985.-№ 46.-С.51-59.

8. Жигин А.В. Пусковой период аэротенка-отстойника в рыбоводной установке//Сб.науч.тр.ВНИИПРХ.-1985.-№ 46.-С.60-63.

9. Кореньков В.Н., Жигин А.В. Проект промышленной установки для интенсивного выращивания 30 тонн карпа в год//Тез.докл.Всес.совещ. по рыбководству в замкнутых системах (25-27 фев.).-М.,1986-С.10-11.

10. А.С.1344299 СССР, ЖИИ АОИКСИ/ОО, 63/04. Способ очистки воды при выращивании рыбы в замкнутой системе/В.Н.Кореньков, В.В.Лавровский, А.В. Жигин, А.В. Калинин (СССР) - № 4069271/28-13. Заявлено 20.05.85:Опубл.15.10.87.

11. Силонова В.И., Жигин А.В., Кореньков В.Н. Использование автоматической станции "Вода-10М" для контроля качества воды в рыбоводной установке//Передовой производственный опыт.-1987.-№5.-С.35-36.

12. Заявка № 4114583/26 от 10.09.86. Аэротенк с пористым наполнителем. В.Н. Кореньков, А.В. Калинин, А.А. Шенелев, А.В. Жигин (положительное решение ВНИИПРХ от 26.02.88).

Л-38547 24.X.88 г. Объем 1½ п. л. Зак. 2608 Тир. 100

Типография Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева
127550, Москва Н-550, Тимирязевская ул., 44