

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВНИИПРХ)

На правах рукописи

КОРОЛЬКОВА МАРИНА СЕРГЕЕВНА

УДК 639.371.52:639.371.5:591.1(471.313)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИКУЛЬТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОВОДНЫХ
РЫБ И КАРПА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОГО ЦЕНТРА РОССИИ

03.00.10 - иктиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва 1994



Работа выполнена в секторе комбинированных технологий
Всероссийского научно-исследовательского института прудово-
вого рыбного хозяйства (ВНИИПРХ).

Научный руководитель - доктор биологических наук,
профессор
В.К.ВИНОГРАДОВ

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор
А.С.КОНСТАНТИНОВ,
кандидат биологических наук,
ст. науч. сотрудник
В.А.АКИМОВ

Ведущая организация - Росрыбхоз

Защита диссертации состоится "11" октября 1994 г.
в "11" час. на заседании специализированного Совета
Д 117.04.01 при Всероссийском научно-исследовательском
институте прудового рыбного хозяйства по адресу:
141821, Московская область, Дмитровский район, пос.Рибное.

Автореферат разослан "12" августа 1994 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Всероссийского научно-исследовательского института
прудового рыбного хозяйства.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат биологических наук

С.П.Тряпкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В прудовом рыбоводстве получение дополнительной товарной продукции без увеличения затрат кормов может быть достигнуто путем выращивания в прудах совместно с карпом растительноядных рыб. Использование растительноядных рыб позволяет непосредственно утилизировать значительную часть перичной продукции, образующейся в водоемах, и создавать чрезвычайно выгодную в биологическом и хозяйственном отношении экосистему, в которой товарная продукция получается уже на втором звене трофической цепи (Виноградов, 1985). Выбор объектов поликультуры для разных климатических зон определяется требованиями к температурному режиму и характером их питания (Виноградов, 1975; Воропаев, 1975).

В условиях умеренного климата (I-II зоны рыбоводства) получение высококачественного товарного карпа (массой не менее 600 г) и увеличение выхода продукции с единицы площади обеспечивается переводом хозяйств на трехлетний оборот или же путем использования крупного посадочного материала (массой выше 60 г). Одним из перспективных способов выращивания крупных сеголетков карпа является раннее получение личинок и их подращивание до массы 1 г на рыбозводных заводах с использованием теплых сбросных вод ТЭЦ, АЭС и установок с замкнутым циклом водообеспечения. При зарыблении взрослых прудов однограммовой молодью карпа в середине мая удлиняется период выращивания рыбы в прудах на 1-1,5 месяца, что позволяет получать сеголетков карпа массой 60-70 г при рыбопродуктивности до 3 т/га (Хворостьянов и др., 1987).

Применение комбинированной технологии (теплые воды - пруды) дает возможность получать товарную рыбу повышенной весовой категории (800 г и более) при высоком уровне рыбопродуктивности прудов (более 3 т/га) в режиме двухлетнего ведения хозяйства (Хворостьянов и др., 1988). Важным вопросом при использовании комбинированной технологии производства карпа является разработка методов ведения хозяйства в условиях поликультуры рыб, наиболее эффективно использующей продукционные возможности прудов. При зарыблении взрослых прудов однограммовой молодью карпа создается совершенно иные трофические связи объектов выращивания по сравнению с традиционной технологией.

Для условий средней полосы в качестве основного объекта поликультуры рекомендует гибрида пестрого и белого толстолобиков в связи с тем, что он в меньшей степени, по сравнению с пестрым

толстолобком, конкурирует с карпом в потреблении зоопланктона (Чертыхин, 1977). При выращивании крупных сеголетков карпа в монокультуре даже при плотности посадки от 50 до 70 тыс. шт./га граммовой молодки зоопланктона прудов используется карпом недостаточно. Биомасса зоопланктона при этом в течение всего вегетационного периода превышает 20 г/м³, а при максимумах достигает 40-65 г/м³ (Хворостянов и др., 1987). Высокие показатели количественного развития зоопланктона являются предпосылкой для введения в поликультуру при комбинированной технологии выращивания сеголетков карпа пестрого толстолобика. Использование белого толстолобика как объекта поликультуры обосновано его положительным влиянием на санитарное состояние прудов (Кляч, 1976).

При выращивании сеголетков с использованием комбинированной технологии к моменту посадки растительных рыб масса карпа достигает 25 г, т.е. превышает массу молодки растительных рыб, рекомендуемую для традиционной технологии (25 мг) в 1000 раз, поэтому возникла необходимость уточнения выходной массы подрощенной молодки растительных рыб при посадке в выростные пруды.

Использование поликультуры растительных рыб в условиях применения комбинированной технологии производства карпа потребовало уточнения ряда нормативно-технологических показателей. Выполнение эксперментальных исследований в данном направлении было поручено автору настоящей работы.

Цель и задачи. Целью наших исследований - оценить эффективность ведения прудового хозяйства на основе поликультуры растительных рыб при использовании комбинированной технологии производства товарного карпа в условиях Нечерноземного Центра России. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные вопросы:

- уточнить состав объектов поликультуры при использовании комбинированной технологии производства сеголетков карпа;
- определить расчетную исходную массу молодки растительных рыб при посадке в выростные пруды;
- уточнить состав поликультуры растительных рыб при выращивании товарной рыбы;
- оценить влияние различных видов растительных рыб на гидробиологический и гидробиологический режим прудов;
- провести сравнительный анализ влияния температуры на рост белого и пестрого толстолобиков и их гибрида;

- оценить эффективность функционирования экосистем выростных и нагульных прудов при использовании поликультуры растительноодных рыб и карпа.

Фактический материал. Представленные материалы являются составной частью исследований, осуществляемых во ВНИИПРХ по теме "Разработка технологии производства товарной рыбы в прудовых хозяйствах с использованием элементов индустриального рыбоводства (в условиях I-III зон рыбоводства)", № гос. регистрации ОI860I279I5.

Научная новизна. Дана оценка эффективности функционирования прудовой экосистемы по степени утилизации первичной продукции в конечном звене трофической цепи при выращивании карпа в поликультуре с растительноодными рыбами в выростных и нагульных прудах Средней полосы России. Определена зависимость величины коэффициента массонакопления у различных видов растительноодных рыб от температуры воды. На основе особенностей формирования естественной кормовой базы и трофических связей объектов культивирования, возникающих при использовании комбинированной технологии производства карпа, предложен метод выращивания рыбы на основе поликультуры при котором более эффективно используется продукционный потенциал прудов.

Практическое значение. Показана биологическая и рыбоводная целесообразность выращивания карпа с применением комбинированной технологии в поликультуре с растительноодными рыбами. Уточнены нормы посадки и исходная масса подрощенной молоди растительноодных рыб для зарыбления выростных прудов. Определен видовой состав поликультуры для выростных и нагульных прудов на основании полученных рыбоводных результатов и данных о влиянии температуры воды на рост толстолобиков. Полученные данные использовали при составлении "Технологии производства товарной рыбы комбинированными методами с использованием теплых вод энергообъектов и индустриальных установок (для I-III зон рыбоводства)" (1990).

Апробация работы. Результаты научных исследований, составляющих основу диссертации, обсуждались на коллоквиумах отдела прудового рыбоводства, отдела акклиматизации и разведения растительноодных рыб и новых объектов, на Ученых Советах ВНИИПРХ.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано II печатных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций.

В рукописи 139 страниц машинописного текста, 20 таблиц, 26 рисунков. Список литературы включает перечень 228 работ, из которых 39 на иностранных языках...

ГЛАВА I. ПОЛИКУЛЬТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ РЫБ И КАРПА В ПРУДАХ (Обзор литературы)

В главе представлена сводка литературных данных об использовании поликультуры карпа и растительных рыб в прудовых хозяйствах различных климатических зон страны. Приводятся характеристика питания белого амура, пестрого и белого толстолобиков и их гибридов. Дан анализ влияния разных видов растительных рыб на развитие кормовой базы и гидрохимический режим водоемов. Отмечена недостаточная изученность, а также противоречивость сведений о влиянии различных видов растительных рыб на карпа при совместном выращивании.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты выполнены в опытных прудах опорного пункта ВНИИПРХ в рыбхозе "Пара" Рязанской области (III зона рыбоводства). Объектами исследований служили личинки, сеголетки и двухлетки карпа (*Cyprinus carpio* L.), белого (*Micropterus dolomieu* var.) и пестрого (*M. dolomieu* var.) толстолобиков и их промышленного гибрида (пестрый толстолобик x белый толстолобик), белого амура (*Steleopterygion idella* (val.)).

Применяли обычные интенсификационные мероприятия: рыление ложа прудов, внесение органических и минеральных удобрений, негашеной и хлорной извести, кормление карпа. Для кормления сеголетков карпа применяли комбикорм рецептуры ВЭС-РХ с содержанием протеина 26-28%, товарного карпа кормили комбикормом рецепта ПК-Вр. Кормление проводили с помощью автокормушек "Рефлекс" при нормировании количества задаваемого комбикорма.

В течение вегетационного периода осуществляли контроль за гидрохимическим и гидробиологическим режимом прудов. Гидрохимические анализы выполняли согласно "Инструкции по химическому анализу воды прудов" (Евостерин и др., 1984). Ежедневно в 7, 13 и 19 часов измеряли температуру воды. Содержание растворенного кислорода и величину pH определяли гидрометром "И-7, Хорибр" (Вполим). Обработку гидробиологических проб проводили общеприня-

тymi методами (Акимова и др., 1980). Определение содержания хлорофилла "а" в планктоне проводили спектрофотометрическим методом. Содержание органического вещества в сестоне - окислением бихроматом калия (Методические рекомендации..., 1984). Для определения первичной продукции и деструкции планктона использовали метод измерения скорости фотосинтеза в воде, заключенной в склянки, в его кислородной модификации (Винберг, 1960). Отбор и обработку проб по питанию растительноядных рыб проводили по методике Е.В.Борущского (Методическое пособие..., 1974). Индексы избирация рассчитывали по В.С.Ивлеву (1955), степень сходства состава пищи - по А.А.Боригину (1952).

Ежедневно, в течение всего сезона выращивания проводили контрольные ловы рыб. Рыбопродукцию определяли по приросту обшей массы за сезон. Для изучения роста использовали данные по массе тела растительноядных рыб, полученные в условиях III зоны рыбоводства, за период с 1985 по 1990 гг. Для анализа закономерностей влияния ряда факторов внешней среды на рост толстолобиков использовали модель массонакопления (Баранов и др., 1979; Купинский, 1987). Расчеты проводили по формуле:

$$R_M = \frac{3 (M_K^{1/3} - M_0^{1/3})}{\Delta t}, \quad \text{где}$$

R_M - коэффициент скорости массонакопления,

M_K и M_0 - масса конечная и начальная.

Δt - время выращивания, сутки.

При оценке эффективности функционирования прудовых экосистем солнечную радиацию определяли по таблице В.Н.Борщева (1980), фотосинтетически активную радиацию (ФАР) принимали за 50% от суммарного излучения, с поправкой на облачность (Баранов, 1980). Чистую продукцию фитопланктона принимали равной 80% от валового фотосинтеза. Продукцию зоопланктона рассчитывали с использованием известных в литературе Р/В коэффициентов, продукцию личинок хируномид графическим методом, олигохет и других групп бентоса по Р/В коэффициентам (Методы определения продукции водных животных, 1968; Зайка, 1972; Владимиров, Тодераш, 1977; Камляк, 1979; Методическое пособие..., 1982).

¹ Для обеспечения возможности сравнения продукции разных трофических уровней полученные величины выражали в Джоулях. При этом энергетический эквивалент кислорода принимали равным 14,2 Дж/мг_О, калорийность сырого вещества тела организмов для асplanкны -

0,8 кДж/г, прочих колесраток - 1,76 кДж/г, ветвистоусых - 2,1 кДж/г, веслоногих - 2,5 кДж/г, олигохет - 4,18 кДж/г, хирономид - 2,63 кДж/г, личинок поденок - 3,83 кДж/г. Калорийность карпа рассчитана на основании биохимических показателей, растительных рыб - (Ворпаев, 1972).

Всего собрано и обработано 106 проб фитопланктона, по 164 пробы на определение органического вещества в sestone и концентрации хлорофилла "а" в микроводорослях, 501 определение первичной продукции и деструкции органического вещества, 120 кишечников толстолобиков, проведено по 305 измерений содержания растворенного в воде кислорода, pH, прозрачности воды, 250 определений биохимической скисляемости воды.

ГЛАВА III. ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРПА

Подрощенную в индустриальных условиях молодь карпа завозили 18 мая из Конаковского живорыбного завода (1988 г.), 1 и 27 июня из УЗВ пос. Рыбное (1989 г.). Зарыбление опытных прудов подрощенной молодь растительных рыб осуществляли в период с 27 июня по 7 июля. Личинок растительных рыб, завезенных из Краснодарского края, подращивали на месте в мальковых прудах.

При использовании комбинированного метода производства сеголетков карпа повышенных весовых кондиций важным является определение рациональной стартовой массы подрощенной молоди растительных рыб, обеспечивающей высокую выживаемость сеголетков. Известно, что молодь карпа при определенных условиях может потреблять личинок растительных рыб (Панов, Мотенкова, Чертихин, 1973; Панов, 1988). Отмечается, что для успешной "охоты" необходимо, чтобы масса карпа превышала массу жертвы в 30-50 раз. В наших опытах масса карпа к моменту посадки растительных рыб достигает 17,0-25,0 г, т.е. превышает массу молоди растительных рыб, рекомендуемую для традиционной технологии (25 мг) в 680-1000 раз.

В процессе исследований испытывали молодь растительных рыб различной исходной массы: 0,03, 0,08, 0,20-0,25 г. Плотность посадки рыбы была одинаковой во всех вариантах опыта: карп - 65,0, пестрый толстолобик или гибрид - 40,0, белый амур - 5 тыс. шт./га. Эксперименты показали, что выживаемость сеголетков карпа

в различных вариантах опыта составила 76,3-83,5 %, средняя масса 77,6-93,0 г. При зарыблении прудов молодь пестрого толстолобика стартовой массой 0,03 г, принятой за норматив при традиционной технологии выращивания посадочного материала, получены самые низкие показатели выживаемости (9,5 %). С увеличением начальной массы пестрого толстолобика до 0,08 г выживаемость возросла до 68,6 %. Самая высокая выживаемость 76,0-76,9 % получена при посадке молоди массой 0,25 г (пестрый толстолобик) и 0,20 г (гибрид толстолобиков). Выживаемость белого амура составила при посадочной массе 0,03 г 34,9%, при 0,20 г - 77,7-95,8 %. Из полученных данных следует, что выживаемость сеголетков растительноядных рыб повышается с увеличением стартовой массы молоди. Совершенно очевидно, что стартовая масса 0,20-0,25 г обеспечивает стабильный выход сеголетков растительноядных рыб всех видов. Схема опытов по выращиванию сеголетков при разновидовом составе поликультуры представлена в табл. I.

Таблица I
Выращивание сеголетков при разновидовом
составе поликультуры

Вариант	Вид рыб	Масса молоди, г	Посажено, г/м ²	Дата посадки	
I	Карп	1,50	65	18.05	
	Пестрый толстолобик	0,25	40	7.07	
	Белый амур	0,20	5	7.07	
II	Карп	1,50	65	18.05	
	Гибрид толстолобиков	0,20	40	5.07	
	Белый амур	0,20	5	5.07	
Контроль	Карп	1,50	65	18.05	
		1989 г.			
III	Карп	1,00	60	1.05	
		10,50		27.06	
	Белый толстолобик	0,26	80	1.07	
	Белый амур	0,54	5	3.07	
Контроль	Карп	1,00	60	1.05	
		10,50		27.06	

Условия выращивания. Гидрохимический и температурный режим.

За вегетационный период 1988 г. сумма тепла благоприятная для роста карпа (16°C и выше) составила 2469,2 градусодней (IIC дней), для растительноядных (20°C и выше) - II29,2 градусодней (48 дней), в сезон 1969 г. соответственно 2232,2 и IIII,2 градусодней (IOI и 50 дней). Практически в течение всего периода выращивания в контрольных прудах (монокультура карпа) бихроматная окисляемость и окисляемость органического вещества сестона были выше, чем в прудах с поликультурой, все виды растительноядных рыб-состофагов обеспечивали снижение содержания органического вещества в воде. Введение в поликультуру белого толстолобика способствовало повышению содержания растворенного в воде кислорода прудов.

Кормовая база. Ведущее место в планктонных фитоценозах по количеству видов занимали зеленые водоросли, на втором месте - сине-зеленые. Максимальная среднесезонная биомасса фитопланктона отмечена в контрольных прудах - 19,50 мг/л, минимальная - при поликультуре с гибридом толстолобиков - 8,73 мг/л. В варианте, где карпа выращивали с пестрым толстолобиком, среднесезонная биомасса составила 18,87 мг/л. Перед посадкой молоди растительноядных рыб биомасса микроводорослей в прудах составляла 25,0-28,9 мг/л, существенной разницы в качественном составе водорослей не выявлено. После посадки молоди растительноядных рыб снижается количество протококковых в 4,4-5,6 раза, увеличивается доля сине-зеленых и эвгленовых водорослей. Планктонные фитоценозы прудов с монокультурой являлись протококковыми, эти водоросли в среднем за сезон составляли 62,5% общей биомассы, поэтому в этих прудах отмечены наибольшие значения содержания хлорофилла "а" в микроводорослях - 70,63 мг/м³. В фитопланктоне прудов, где выращивали пестрого толстолобика, доминировали две группы водорослей - протококковые и эвгленовые (42,1 и 38,6 %), в варианте с гибридом толстолобиков - протококковые (23,4%), эвгленовые (24,6%) и сине-зеленые (24,1%). Несмотря на низкие значения биомассы фитопланктона в варианте с гибридом толстолобиков концентрация хлорофилла "а" в клетках водорослей в среднем за сезон составляла 61,76 мг/м³ и была выше, чем в прудах с пестрым толстолобиком (55,79 мг/м³). Первичная продукция фитопланктона в среднем за сезон во всех прудах имела близкие значения и составляла в контроле 3,54 Мдж/м², в вариантах с гибридом и пестрым толстолобиком соответственно 3,45 и 3,33 Мдж/м². В прудах с белым толстолобиком значения первичной продукции и концентрации хлорофилла "а"

в фитопланктоне были в 1,3 раза выше ($2,95 \text{ Мдж/м}^2$ и $40,40 \text{ мг/м}^3$), чем в контроле ($2,23 \text{ Мдж/м}^2$ и $32,55 \text{ мг/м}^3$). Полученные данные показывают, что толстолобики, особенно белый, интенсивно выедая фитопланктон, омолаживают его популяцию, что приводит к повышению концентрации хлорофилла "а" в клетках и повышает фотосинтетическую активность водорослей.

Зоопланктон прудов был представлен тремя группами организмов: *Glydoscaga*, *Copepoda*, *Rotatoria* и планктонными формами личинок хирономид. Уровень развития зоопланктона зависел от видового состава и плотности посадки выращиваемых в поликультуре рыб. Введение в поликультуру как пестрого толстолобика, так и гибрида толстолобиков привело к снижению биомассы зоопланктонных организмов в 2,3-1,8 раза за счет выедания ими мелких *Glydoscaga* и *Rotatoria*. Выращивание карпа с белым толстолобиком при высоких плотностях посадки (80 тыс. шт./га) также привело к уменьшению биомассы зоопланктона, что связано как с выеданием белым толстолобиком мелких зоопланктонов, так и подрывом их кормовой базы зоопланктона.

В экосистеме прудов важнейшую роль составляли личинки хирономид, на их долю приходилось 84,3-91,9 % общей биомассы. Единично встречались олигохеты, личинки двукрылых, ручейники, водяные пауки, кледи и клопы. Динамика численности и биомассы бентоса в опытных прудах зависела от циклов развития массовых видов личинок хирономид и интенсивности выедания их сеголетками карпа.

Питание толстолобиков. Спектр питания сеголетков пестрого толстолобика и гибрида толстолобиков был представлен всеми компонентами прудового экосистема - фитопланктоном, зоопланктоном и детритом. Основным пищевым компонентом являлся детрит, содержание которого в пищевом комке в среднем за сезон составляло у пестрого толстолобика 92,1%, у гибрида - 97,1%. Доля фитопланктона в питании пестрого толстолобика составляла в среднем 4,0%, гибрида толстолобиков - 21,7% от общего количества потребленного фитопланктона. Индексы наполнения кишечника в течение сезона изменялись у пестрого толстолобика от 1109,2 до 351,8 ‰, у гибрида толстолобиков в среднем эта величина была в 1,3 раза ниже (892,3-190,2 ‰). Сравнение величин индексов избирания показало, что как пестрый толстолобик, так и гибрид толстолобиков отдавали предпочтение в фитопланктоне сине-зеленым водорослям, в зоопланктоне - мелким *Glydoscaga*. Таким образом, спектры питания сеголетков пестрого толстолобика и гибрида толстолобиков

были сходными.

Рыбоводные результаты. Данные выращивания сеголетков при разновидовом составе поликультуры представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты выращивания сеголетков при разновидовом составе поликультуры

Вариант	Вид рыб	Выход, %	Конечная масса, г	Продуктивность, т/га		Затраты корма	
				по видам	общая	на карпа	на всю рыбу
1988 год							
I	Карп	82,1	85,2	4,47	5,61	2,39	1,9
	ПТ	76,0	34,2	1,04			
	БА	77,7	24,9	0,10			
II	Карп	77,7	87,3	4,33	5,39	2,48	2,0
	Гибрид	76,9	30,1	0,93			
	БА	82,4	29,7	0,12			
Конт-роль	Карп	76,3	88,0	4,29	4,29	2,44	-
1989 год							
III	Карп	64,6	78,0	2,99	3,66	1,90	1,6
	БТ	83,5	8,5	0,55			
	БА	85,2	29,5	0,12			
Конт-роль	Карп	44,4	83,8	1,97	1,97	2,30	-

Примечание: ПТ- пестрый толстолобик, БТ- белый толстолобик, БА- белый амур.

Результаты выращивания карпа в различных вариантах опыта 1988 года были сходными, рыбопродуктивность находилась в пределах 4,3-4,5 т/га. Средняя масса сеголетков изменялась незначительно - от 85,2 до 88,0 г при низких затратах корма (2,4-2,5). Близкие результаты получены также по сеголеткам гибрида и пестрого толстолобика: рыбопродуктивность 0,93-1,04 т/га. Средняя масса сеголетков превышала нормативную для данной зоны рыбоводства и составляла у пестрого толстолобика 34,2 г, у гибрида - 30,1 г при выживаемости 76,0-76,9 %. Средняя масса сеголетков белого амура в различных прудах колебалась от 24,9 до 29,7 г, а выживаемость - от 77,7 до 82,4 %.

Условия выращивания сеголетков в 1989 году были менее благо-

приятными (мелководные пруды, более поздняя посадка и низкое качество молоди карпа), что в итоге привело к увеличению отхода за период выращивания на 13-32 % и снижению рыбопродуктивности в 1,4-2,1 раза по сравнению с предшествующим сезоном. В прудах с поликультурой получены лучшие показатели выживаемости сеголетков карпа (в 1,5 раза выше, чем при монокультуре).

Средняя масса белого толстолобика при высокой плотности посадки (80 тыс.шт./га) не достигла стандартной и составила всего 8,5 г. Сеголетки белого толстолобика в III-IV зонах рыбоводства достигают массы близкой к стандартной при плотности посадки не более 20-23 тыс.шт./га при благоприятном температурном режиме (Ефимова и др., 1985). Рыбопродуктивность в прудах при поликультуре с белым толстолобиком составила 3,66 т/га при низких затратах корма 1,6 (на всю рыбу).

Приведенные данные показывают, что выращивание сеголетков карпа по комбинированной технологии в поликультуре с растительноядными рыбами позволяет повысить рыбопродуктивность выростных прудов на 1,10-1,87 т/га, т.е. в 1,3-1,8 раза. Сравнение полученных результатов с рыбоводными нормативами, принятыми для прудовых хозяйств III зоны рыбоводства (Рыбоводно-биологические нормы..., 1985) показывает, что применение разработанной нами технологии выращивания посадочного материала позволяет увеличить общую рыбопродуктивность выростных прудов в 2,4-2,7 раза.

ГЛАВА IV. ВЫРАЩИВАНИЕ ДВУХЛЕТКОВ КАРПА В ПОЛИКУЛЬТУРЕ С РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫМИ РЫБАМИ

Схема проведения опытов. Зарыбление опытных прудов осуществляли 27 апреля годовиками карпа и растительноядных рыб. Выращивали двухлетков при плотности посадки карпа 5,0 тыс.шт./га, пестрого, белого толстолобиков и их гибрида - 1,0 тыс.шт./га, белого амура - 0,2 тыс.шт./га. Начальная масса карпа составляла 80,0 г, толстолобиков - 25,0 г, белого амура - 27,0 г. Опыты проводились в двойной повторности.

Условия выращивания. Гидрохимический и температурный режим. Температурный режим для выращивания товарной рыбы был благоприятным. Среднемесячные показатели температуры воды составили в мае 17°C, в июне-августе 22,0-23,6°C. Сумма тепла для роста карпа (16°C и выше) составила 2011,2 градусодней (105 дней), для растительноядных рыб (20°C и выше) - 1726,7 градусодней (74 дня) при общей продолжительности выращивания 114 дней. Среднесезонная

температура воды 21,1°C. Основные гидрохимические показатели воды были в пределах рыбоводных норм.

Кормовая база. Фитопланктон прудов был представлен 91 видом. Наибольшее видовое разнообразие отмечено у зеленых, в частности протококковых водорослей (32% от общего числа видов). Близкие среднесезонные величины биомассы фитопланктона наблюдались в прудах, где в качестве объектов поликультуры выращивали гибрида толстолобиков (23,96 мг/л) и пестрого толстолобика (23,35 мг/л), минимальные в варианте с белым толстолобиком (21,78 мг/л). Протококковые водоросли преобладали во всех опытных прудах и составляли 62,1-67,2 % от общей биомассы фитопланктона. На сине-зеленые водоросли приходилось 6,4% в прудах с пестрым и 11,0% в прудах с белым толстолобиком, в варианте с гибридом они составляли всего 3,3%. Значительного развития в прудах достигали злеленные водоросли (8,4-15,4 %). В прудах с пестрым толстолобиком 3,6% от общей биомассы фитопланктона приходилось на диатомовые водоросли.

Наибольшие величины сезонной продукции фитопланктона - 4,75 Мдж/м² и содержания хлорофилла "а" в микроводорослях - 38,53 мг/м³ выявлены в прудах с пестрым толстолобиком, в вариантах с гибридом толстолобиков и белым толстолобиком эти значения были довольно близкими и соответственно составляли 4,02 и 4,03 Мдж/м², 36,80 и 36,41 мг/м³. Более высокую сезонную первичную продукцию и концентрацию хлорофилла "а" в клетках водорослей в прудах с пестрым толстолобиком можно объяснить массовым развитием протококковых водорослей (до 53,14 мг/л), которые обладают высокой продукционной активностью. Окисляемость взвешенного органического вещества (ВОВ) sestона имела минимальные значения в прудах с белым толстолобиком - 16,61 мг/л, в варианте с пестрым толстолобиком в 1,4 раза выше (23,57 мг/л). В прудах с гибридом толстолобиков она составляла 20,55 мг/л.

Зоопланктон прудов был представлен тремя группами организмов: *Cladocera*, *Copepoda*, *Rotatoria*. Количественные показатели развития зоопланктона определялись видом выращиваемых в прудах растительноядных рыб. Минимальные биомассы были в прудах с пестрым толстолобиком, максимальные - при выращивании белого толстолобика, что объясняется спецификой питания указанных видов рыб. Период достаточной обеспеченности зоопланктонной пищей (биомасса 10,0 г/м³ и выше) для пестрого толстолобика составил 50 дней (с 16 мая по 3 июля), для гибрида толстолобиков 58 дней (с 7 мая по 3 июля). В варианте с белым толстолобиком высокие биомассы

зоопланктона были практически в течение всего вегетационного периода, что свидетельствует о недоиспользовании зоопланктонных организмов при данном виде поликультуры. Уровень развития зоопланктона в прудах всех вариантов определяли ветвистоусые ракообразные (60,2-74,9 %), биомасса которых в среднем за сезон по вариантам составляла: с пестрым толстолобиком - 5,3, гибридом толстолобиков - 9,9, белым толстолобиком - 15,5 г/м³. Биомасса коловраток была сравнительно ниже и равнялась 2,7-3,8 г/м³ или 13,0-31,8 %. В процентном отношении ее величины были минимальные в прудах с белым толстолобиком, в питании которого коловратки занимали значительное место. Веслоногие ракообразные играли в зоопланктоне прудов несущественную роль. Их среднесезонная биомасса изменялась от 0,7 до 2,5 г/м³ или 8,0-12,2 % от общей.

Характерной особенностью зообентоса во всех прудах являлось небольшое видовое разнообразие. Основную биомассу бентических организмов составляли личинки хирономид (12 видов), единично встречались олигохеты, водяные клещи, пауки, личинки поденок. Среднесезонные биомассы бентоса характеризуются крайне низкими величинами - 0,31-0,84 г/м², особенно в прудах с пестрым толстолобиком и гибридом толстолобиков, которые на втором году жизни потребляют планктонные стадии личинок хирономид.

Изучение кормовой базы прудов показало, что вид выращиваемых в поликультуре с карпом растительноядных рыб оказывает существенное влияние на все компоненты экосистемы.

Питание толстолобиков. Спектр питания толстолобиков включает фитопланктон (протококковые, вольвоксовые, десмидиевые, эвгленовые, диатомовые, сине-зеленые водоросли), зоопланктон (Cladocera, Copepoda, Rotatoria, планктонные стадии личинок Chironomidae) и детрит. Значительная доля содержимого кишечника двухлетков приходилась на минеральное вещество, которое в среднем за сезон составляло 33,3-43,9 % пищевого комка. Детрит в кишечниках толстолобиков присутствовал в течение всего вегетационного периода и в среднем за сезон в питании гибрида толстолобиков составил 93,3%, белого и пестрого толстолобиков соответственно 88,4 и 86,3 %. На долю фитопланктона у белого толстолобика приходилось 46,7%, у гибрида - 13,7%, у пестрого толстолобика - 3,4% от общего количества потребленного фито- и зоопланктона. Существенно отличался видовой состав водорослей: в питании белого толстолобика преобладали протококковые водоросли (52,7%), у гибрида и пестрого толстолобика доминирующей группой потребляемого фитопланкто-

на являлись сине-зеленые (58,2 и 71,4 %). Значительную часть в питании белого толстолобика составляли диатомовые водоросли (до 52,9%) (рис. I а).

У всех видов толстолобиков значительная доля потребляемых зоопланктонных организмов приходилась на мелкие cladocera (38,8-69,3 %). Белый толстолобик потреблял наибольшее количество коловраток - 57,2%, у пестрого толстолобика они составляли всего лишь 9,4%, у гибрида - 16,5%. Большое значение в питании пестрого толстолобика играли мелкие планктонные формы личинок хирономид - 40,4% (рис. I б). Самые высокие индексы наполнения кишечника отмечены в середине июня. В среднем за сезон у белого толстолобика величина индекса наполнения кишечника была наибольшей - 555,5‰, у пестрого толстолобика наименьшей - 307,0‰, у гибрида она занимала промежуточное значение - 466,6‰.

Значения индексов избирания показали, что в фитопланктоне белый толстолобик отдавал предпочтение диатомовым водорослям, гибрид - сине-зеленым, пестрый толстолобик - как сине-зеленым, так и вольвоксовым. Среди зоопланктонных организмов белый толстолобик избирал коловраток, гибрид и пестрый толстолобик - мелких ветвистоусых ракообразных.

Все изложенное позволяет сделать вывод, что толстолобики и их гибридная форма обладают широкой пластичностью в питании и в случае недостатка или отсутствия фито- и зоопланктона могут переходить на питание детритом.

Рыбоводные результаты. Результаты выращивания товарной рыбы при различном видовом составе поликультуры представлены в табл. 3. Рыбоводные показатели по карпу получены довольно близкими во всех вариантах опыта, выживаемость - 91,3-93,3 %, средняя масса - 821,4-862,0 г и рыбопродуктивность 3,35-3,62 т/га. При выращивании карпа в монокультуре рыбопродуктивность составила 2,74-3,02 т/га, что в среднем в 1,2 раза ниже по сравнению с результатами, полученными в поликультуре с растительноядными рыбами.

Выживаемость всех видов растительноядных рыб была высокой (85%). Рост отдельных видов растительноядных рыб различен. Средняя масса пестрого толстолобика достигла 463,0 г, гибрида толстолобиков - 448,4 г и белого толстолобика - 316,1 г. Рыбопродуктивность за счет пестрого толстолобика и гибрида оказалась соответственно на 0,12-0,09 т/га выше, чем у белого толстолобика (0,41-0,38 т/га против 0,29 т/га). Рыбопродуктивность за счет белого амура во всех вариантах составила около 0,1 т/га.

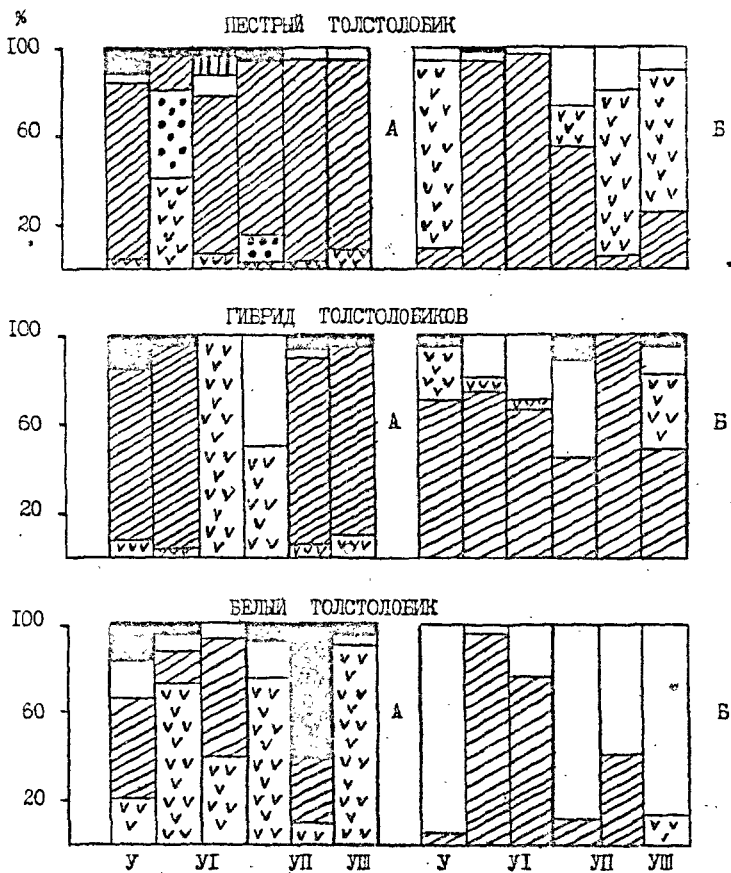
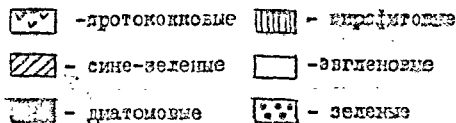


Рис. 1. Процентное соотношение основных групп фитопланктона /А/ и зоопланктона /Б/ в питании двулетников толстолобиков.

Фитопланктон:



Зоопланктон:

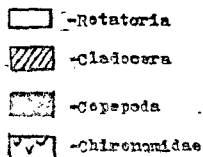


Таблица 3
 Результаты выращивания двухлетков

Вид рыб	Выживаемость, %	Конечная масса, г	Рыбопродукция, т/га		Затраты корма	
			по видам	общая	на карпа	на всю рыбу
Карп	93,1	862,0	3,62			
Пестрый толстолобик	93,3	463,1	0,41	4,14	3,07	2,68
Белый амур	100,0	583,3	0,11			
Карп	91,3	821,4	3,35			
Гибрид толстолобик	88,9	448,4	0,38	3,83	3,15	2,75
Белый амур	94,4	594,4	0,10			
Карп	93,3	846,3	3,55			
Белый толстолобик	100,0	316,1	0,29	3,93	2,93	2,64
Белый амур	100,0	463,8	0,09			

Более высокий темп роста и рыбопродуктивность пестрого толстолобика и гибрида толстолобиков указывает на преимущество выращивания двухлетков карпа с одним из двух видов толстолобиков. Белый толстолобик из-за недостатка тепла не достигает товарной массы за два года в условиях умеренного климата, поэтому он является перспективным объектом поликультуры в режиме трехлетнего выращивания.

В результате проведенной работы получены высокие рыбоводные показатели. Общая рыбопродуктивность при выращивании двухлетков в поликультуре составила 3,83-4,14 т/га, что в 2,6-2,9 раза превышает нормативные показатели для выращивания товарной рыбы в условиях III зоны рыбоводства (Рыбоводно-биологические нормативы... 1985), при низких затратах корма - 2,64-2,75 (на всю рыбу), 2,93-3,15 (на карпе).

ГЛАВА V. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЯДА ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА РОСТ ТОЛСТОЛОБИКОВ

Основными факторами, влияющими на скорость массонакопления, помимо фактора массы тела, принимаются внутренние свойства объекта - генетические, а также экологические условия. В рамках наших исследований экологический коэффициент рассматривали как произведение двух факторов, влияющих на рост - температурный и кормовый.

Расчет траекторий роста, представленных на рис. 2, проводили при лимитировании только температурного режима. Полученные результаты показали, что при низких показателях температуры воды ($14,4-14,7^{\circ}\text{C}$) значения коэффициента скорости массонакопления у всех видов толстолобиков были отрицательными. Наибольшее влияние температура воды оказывала на рост белого толстолобика, меньше на пестрого толстолобика. До уровня 16°C темп роста гибрида толстолобиков был близок к белому толстолобику, при повышении температуры с 16 до 23°C гибрид толстолобиков занимал промежуточное положение между двумя исходными видами. При более высоких значениях температуры воды (23°C и выше) рост гибрида приближается к росту пестрого толстолобика.

Вычленив из экологического коэффициента температурный фактор условно получили степень комфортности условий "по кормообеспеченности". Только у белого толстолобика была отмечена связь роста, отраженная через степень комфортности "по кормообеспеченности" с биомассой микроводорослей. Ухудшению условий роста белого толстолобика, как правило, предшествовало падение Схл. "а", и, как следствие этого, биомассы фитопланктона. Величина снижения комфортности условий по росту белого толстолобика составила примерно 40%. Степень комфортности у гибрида толстолобиков и пестрого толстолобика в течение сезона выращивания колебалась незначительно и имела значения близкие к 1,0, очевидно эти виды обладают более высокой пластичностью питания и переход на другие корма в достаточной степени присутствующие в водоеме в данное время, не оказывает влияния на скорость роста рыбы.

ГЛАВА VI. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМЕ РЫБОВОДНОГО ПРУДА

В рыбоводных прудах с применением интенсификационных мероприятий (удобрение, мелиорация, кормление и др.) создается благоприятные условия для развития фитопланктона, который в процессе фотосинтеза усваивает солнечную энергию и трансформирует ее в энергию органических (пищевых) веществ и свободного кислорода. Последующие этапы продукционного процесса сопровождаются трансформацией образованного органического вещества гетеротрофными организмами, в том числе и рыбой.

Необходимость оценки эффективности функционирования прудовых экосистем по степени утилизации первичной продукции в последующих звеньях трофической цепи особенно очевидна при выращивании

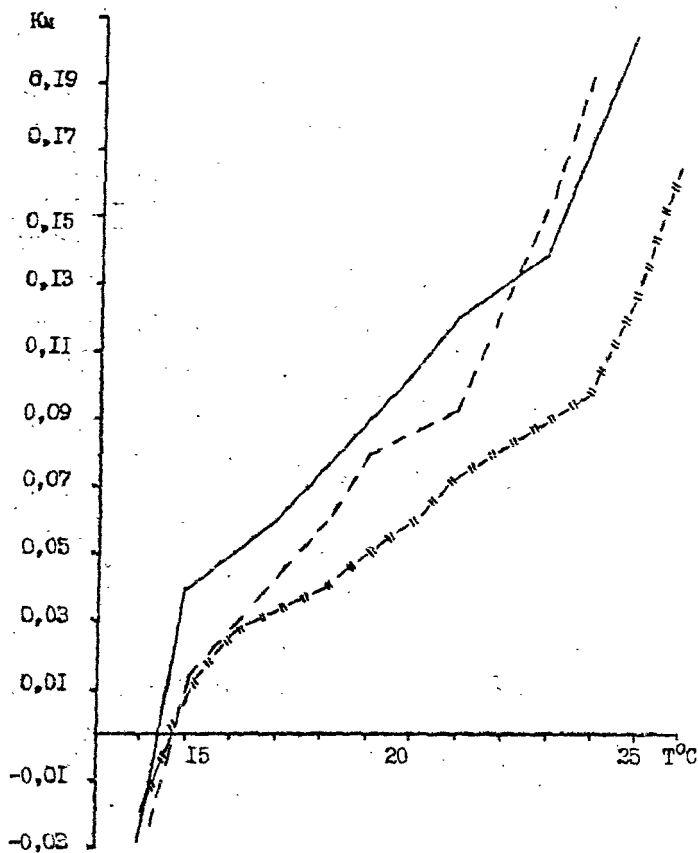


Рис. 2. Зависимость коэффициента массонакопления /K_m/ от температуры воды /T°С/ у различных видов толстолобиков.

- толстолобик
- пестрый толстолобик
- - - - гибридный толстолобик
- - - - белый толстолобик

карпа в поликультуре с растительноядными рыбами. Поток энергии на различных трофических уровнях пищевой цепи в выростных и нагульных прудах представлен в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика отдельных звеньев пищевой цепи и поток энергии, проходящий через экосистему пруда

Показатели	Выростные пруды					Нагульные пруды		
	карп ПТ БА	карп гибрид БА	карп	карп БТ БА	карп	карп ПТ БА	карп гибрид БА	карп БТ БА
B	Дж/м^2							
$P_{\text{Ф}}$	791	791	791	717	717	773	773	773
$P_{\text{З}}$	2,66	2,76	2,84	2,36	1,78	3,20	3,22	3,22
$P_{\text{Б}}$	0,92	1,17	1,20	0,96	1,42	0,54	0,88	0,84
$P_{\text{К}}$	0,23	0,14	0,19	0,05	0,08	0,10	0,16	0,33
$P_{\text{Ря}}$	0,49	0,39	0,43	0,65	0,26	0,43	0,34	0,54
$P_{\text{Р}}$	0,36	0,36	-	0,22	-	0,28	0,27	0,24
$P_{\text{Р}}$	0,85	0,75	0,43	0,87	0,26	0,71	0,61	0,78
B	$\%$							
$P_{\text{Ф}}/P_{\text{Ф}}$	0,34	0,35	0,36	0,33	0,25	0,49	0,42	0,42
$P_{\text{З}}/P_{\text{З}}$	18,4	14,1	15,1	27,5	14,6	11,3	10,6	16,8
$P_{\text{К}}/P_{\text{З}}+P_{\text{Б}}$	42,6	29,8	30,9	64,4	17,3	67,2	32,7	45,2
$P_{\text{Ря}}/P_{\text{Ф}}$	0,11	0,09	0,05	0,12	0,04	0,09	0,08	0,10
$P_{\text{Р}}/P_{\text{Ф}}$	32,0	27,2	15,1	36,9	14,6	18,7	18,9	24,2

Примечание: $P_{\text{Ф}}$ - продукция фитопланктона, $P_{\text{З}}$ - продукция зоопланктона, $P_{\text{Б}}$ - продукция бентоса, $P_{\text{К}}$ - продукция карпа, $P_{\text{Ря}}$ - продукция растительноядных рыб, $P_{\text{Р}}$ - продукция всей рыбы.
ПТ - пестрый толстолобик, БТ - белый толстолобик, БА - белый амур.

Значения отношений величин рыбопродукции к первичной продукции показывают, что в выростных прудах с поликультурой растительноядных рыб и карпа рыбой утилизируется 27,2-36,9 % энергии, заключенной в органическом веществе фитопланктона, что в 1,8-2,5 раза выше, чем при монокультуре карпа. Наибольшая эффективность функционирования экосистемы выростных прудов, как на первом, так и на втором уровне трофической цепи, отмечена в варианте с белым

толстолобиком. В прудах с пестрым толстолобиком и гибридом эти показатели несколько ниже.

Утилизация естественной кормовой базы второго звена трофической цепи была наибольшей в нагульных прудах с пестрым толстолобиком и составила 67,2%. Степень утилизации продукции фитопланктона рыбой в нагульных прудах с белым толстолобиком была наибольшей — 24,2%, что в 1,3 раза выше, чем при поликультуре с пестрым толстолобиком и гибридом. В этих вариантах рыбой утилизировалось 16,7–18,9 % энергии, заключенной в первом звене трофической цепи.

При выращивании товарной рыбы, также как и при выращивании сеголетков, отмечено положительное влияние белого толстолобика на карпа, продукция последнего в прудах этих вариантов в 1,3–2,5 раза выше.

Утилизация фитопланктоном солнечной энергии составила в выростных прудах 0,25–0,36 %, в нагульных — 0,42–0,49 %. Эффективность использования солнечной энергии рыбой в выростных прудах с поликультурой растительноядных рыб составила 0,09–0,12 % ФАР, что в 1,8–3,0 раза выше в сравнении с монокультурой карпа (0,04–0,05 %). Наибольшая утилизация солнечной энергии отмечена в прудах с белым толстолобиком. В нагульных прудах процент утилизации солнечной энергии также выше в варианте с белым толстолобиком — 0,10%, при поликультуре с пестрым толстолобиком и гибридом он составил соответственно 0,09–0,08 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе экспериментальных исследований по оценке эффективности ведения прудовых хозяйств на основе поликультуры растительноядных рыб и карпа в условиях Нечерноземного Центра России при использовании комбинированной технологии уточнен состав поликультуры, определена рациональная исходная масса молоди растительноядных рыб, дана оценка влияния различных видов на формирование естественной кормовой базы и гидрохимический режим прудов. Рассчитана эффективность функционирования экосистем выростных и нагульных прудов при использовании поликультуры растительноядных рыб и карпа. Установлено, что применение комбинированной технологии производства карпа в поликультуре с растительноядными рыбами позволяет более полно реализовать продукционный потенциал прудов, увеличивая рыбопродуктивность выростных прудов в 2,4–2,7, нагульных — в 2,6–2,9 раза.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие

основные выводы и практические рекомендации:

1. Введение растительноядных рыб-сестофагов в поликультуру оказывает существенное влияние на гидрохимический режим и формирование естественной кормовой базы прудов. При этом значительно снижается количество органического вещества в воде, улучшается кислородный режим, изменяется качественный и количественный состав фито- и зоопланктона. Потребляя фитопланктон, зоопланктон и детрит, растительноядные рыбы трансформируют продукцию последних в ихтиомассу и обеспечивают существенное повышение рыбопродуктивности прудов.

2. Растительноядные рыбы используют все компоненты прудового сестона. Важное значение в питании толстолобиков и их гибрида играет детрит, удельный вес которого в пищевом комке составляет в среднем за сезон у сеголетков 92,1-97,1 %, у двухлетков - 86,3-93,3 %.

3. Сравнительный анализ влияния температуры воды на рост толстолобиков показал, что в условиях умеренного климата (III зона рыбоводства) пестрый толстолобик более полно реализует свой продукционный потенциал, чем белый, которому требуется большее количество тепла, гибрид толстолобиков по этому показателю занимает промежуточное положение. Выращивание белого толстолобика до товарной массы в условиях умеренного климата возможно при трехлетнем режиме выращивания.

4. Для оценки эффективности видового состава поликультуры, прогнозирования роста и конечной массы толстолобиков и их гибридной формы в хозяйствах Средней полосы целесообразно использовать данные зависимости величины коэффициента массонакопления различных видов растительноядных рыб от температуры воды.

5. Выращивание растительноядных рыб в поликультуре с карпом в условиях Нечерноземного Центра России позволяет увеличить эффективность использования продукции первого звена трофической цепи в виростных прудах в 1,8-2,5 раза, в нагульных - в 1,4-1,8 раза в сравнении с монокультурой карпа. Наибольшая утилизация солнечной энергии и энергии фитопланктона отмечена при введении в состав поликультуры белого толстолобика.

6. При комбинированной технологии производства посадочного материала карпа в качестве объектов поликультуры в условиях умеренного климата целесообразно использовать как пестрого толстолобика, так и его гибридную форму. При этом за счет растительноядных рыб может быть получена дополнительная рыбопродуктивность

более 1,0 т/га при общей рыбопродуктивности прудов более 5,0 т/га без увеличения затрат кормов и удобрений.

7. Стабильные результаты по выживаемости сеголетков растительноядных рыб при использовании комбинированной технологии производства посадочного материала карпа могут быть обеспечены при зарыблении выростных прудов молодь растительноядных рыб массой не менее 0,2 г.

8. При выращивании двухлетков карпа в поликультуре с растительноядными рыбами (пестрый толстолобик или его гибридная форма, белый амур) в условиях умеренного климата можно получить за их счет дополнительной продукции до 0,4 т/га при общей рыбопродуктивности около 4,0 т/га без увеличения затрат кормов и удобрений.

Работы, опубликованные по теме диссертации

1. Садигова Б.Я., Овинникова В.В., Хворостьянов М.Ю., Богатырева В.М., Дихуеникова Ф.С., Королькова М.С. Роль растительноядных рыб, выращиваемых в поликультуре с карпом, в процессе самоочищения выростных прудов // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1986.- Вып. 41.- С. 54-61.

2. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г., Овинникова В.В., Хворостьянов М.Ю., Королькова М.С. Пути повышения качества рыбопосадочного материала // Современное состояние и перспективы развития прудового рыбоводства / Тез. докл. Всесоюз. совещ.- М.: ВНИИПРХ, 1987.- С. 25-27.

3. Ефимова Е.Н., Першина И.Ф., Овинникова В.В., Королькова М.С. Применение разновозрастной поликультуры рыб в условиях умеренного климата // Вопросы интенсификации товарного рыбоводства / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1987.- Вып. 51.- С. 153-160.

4. Хворостьянов М.Ю., Ефимова Е.Н., Овинникова В.В., Першина И.Ф., Королькова М.С. Выращивание сеголетков карпа повышенных весовых кондиций // Вопросы интенсификации товарного рыбоводства / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1987.- Вып. 51.- С. 161-168.

5. Хворостьянов М.Ю., Фрисза Е.Н., Овинникова В.В., Першина И.Ф., Королькова М.С. Улучшается рост рыбы, повышается продуктивность водоемов // Рыбное хозяйство.- 1989.- № 5.- С. 58-60.

6. Ефимова Е.Н., Овинникова В.В., Першина И.Ф., Королькова М.С. Пути повышения продуктивности выростных прудов в условиях умеренного климата // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1990.- Вып. 60.- С. 40-44.

7. Королькова М.С., Овинникова В.В., Першина И.Ф., Ефимова Е.Н. Определение посадочной массы растительноядных рыб при выращивании крупных сеголетков карпа // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1990.- Вып. 60.- С. 44-49.

8. Хворостьянов М.Д., Леккина В.Д., Ефимова Е.Н., Федорченко В.И., Овинникова В.В., Першина И.Ф., Королькова М.С. и др. Технология производства товарной рыбы комбинированными методами с использованием теплых вод энергообъектов и промышленных установок (для I-II зон рыбоводства).- М.: ВНИИПРХ, 1990.

9. Овинникова В.В., Королькова М.С., Першина И.Ф., Ефимова Е.Н. Видовой состав растительноядных рыб при выращивании крупных сеголетков карпа // Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1991.- Вып. 61.- С. 89-95.

10. Королькова М.С., Овинникова В.В., Воронков Л.А. Состав поликультуры при производстве товарного карпа массой более 600 г при двухлетней выращивании // Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1991.- С. 95-102.

11. Ефимова Е.Н., Овинникова В.В., Хворостьянов М.Д., Богатирева В.М., Королькова М.С. Совершенствование технологии выращивания рыбопосадочного материала // Рыбное хозяйство.- 1992.- № 11-12.- С. 24-27.