

49 11 92

МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

На правах рукописи

ВЛАСОВ Валентин Алексеевич

УДК 639.215.2 : 639.311

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАРПА

Специальность 06.02.04 — частная зоотехния,
технология производства продуктов животноводства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

МОСКВА 1992

Работа выполнена на кафедре прудового рыбоводства Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (ТСХА).

Научный консультант — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Ю. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор А. Н. КАНИДЬЕВ; доктор биологических наук, профессор Ю. Н. ШАМБЕРЕВ; доктор биологических наук Н. И. МАСЛОВА.

Ведущее предприятие — Херсонский сельскохозяйственный институт.

Защита диссертации состоится «7» декабря 1992 г.

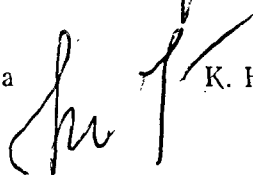
в 14 часов на заседании специализированного совета Д-120.35.05 Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. кор 16

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

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ТСХА.

Автореферат разослан «3» ноября 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета



К. Н. КАЛИНИНА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Развитие прудового рыбоводства в стране сдерживается из-за недостатка высококачественного посадочного материала. Совершенствование технологии производства рыбопосадочного материала имеет первостепенное значение для дальнейшего увеличения продукции рыбоводства. Ф. Г. Мартышев (1970) указывал, что в рыбоводной науке едва ли есть разделы менее разработанные (если не сказать — совсем не разработанные), чем методы выращивания молодняка. С тех пор прошло два десятилетия. Имеются определенные достижения в увеличении производства рыбопосадочного материала, но диспропорция между объемом производства молоди и потребностями современного товарного рыбоводства сохраняется.

Причиной такого положения являются как неудовлетворительное состояние племенного дела и методов разведения в карповодстве, так и несовершенство технологии выращивания и зимовки рыбопосадочного материала.

Несмотря на то, что в данном направлении проведено достаточно много исследований как отечественными, так и зарубежными учеными (Кузема А. И., 1953; Кирпичников В. С., 1967; Головинская К. А., 1969; Иванова З. А., 1973; Канидьеv А. Н. и др., 1978; Halver J. E., 1979; Томпленко В. Г., 1979; Федоров В. Д., Гильманов Т. Г., 1980; Жукинский В. Н., 1985; Привезенцев А. Ю. и др., 1985; Стеффенс В., 1985; Боброва Ю. П., 1986; Смит Л., 1986; Щербина М. А., 1973, 1987; Лавровский В. В., 1987; Катасонов В. Я. и др., 1989), разработка достаточно совершенной технологии выращивания посадочного материала карпа до сих пор не закончена. Остаются спорными или малоизученными многие принципиально важные вопросы, касающиеся методов получения молоди, полноценного и нормированного ее кормления, а также влияния факторов среды на рост рыб и их физиолого-биохимическое состояние.

Цель и задачи исследований. Основной целью работы являлось изучение племенных и продуктивных качеств карпов-производителей различного происхождения и эффективность их использования при чистопородном разведении и

промышленном скрещивании, установление оптимальных параметров условий выращивания (температуры, содержания в воде кислорода, рН воды, степени минерализации воды, светового режима) и рационального кормления молоди карпа.

В задачи исследований входило:

— установление влияния бонитировочного класса производителей карпа на качество потомства, а также эффективности использования промышленного скрещивания в карповодстве в условиях прудового рыбоводства Ставрополья;

— изучение роста рыб и использование корма в зависимости от температуры воды и концентрации в ней кислорода;

— выяснение адаптивных возможностей карпа к изменениям рН воды и установление его оптимальных, толерантных и летальных значений;

— определение минерального состава костяка рыб и их роста в зависимости от степени минерализации воды;

— изучение световых режимов при выращивании карпа в искусственных условиях;

— изучение протениновой и энергетической питательности кормосмесей, определение оптимального энергопротеинового отношения для сеголеток карпа;

— изучение роста рыб и эффективности использования корма в зависимости от метода его подготовки и кратности кормления;

— разработка суточных норм кормления сеголеток карпа, выращиваемых в прудах и их производственные испытания.

Научная новизна. На основе 20-летних исследований разработана концепция повышения интенсификации выращивания посадочного материала карпа в современном прудовом рыбоводстве России, базирующаяся на принципах интеграции действия перспективных методов разведения, улучшения условий среды и рационального кормления рыбы. При этом установлен и теоретически обоснован ряд новых положений и закономерностей:

— впервые проведены комплексные исследования по вопросам, составляющим основу технологии выращивания сеголеток карпа и позволившим выявить ряд закономерностей роста, развития и эффективности использования корма в зависимости от изменяющихся условий среды выращивания рыбы;

— выявлена наилучшая сочетаемость производителей карпа различного происхождения для использования в промышленном скрещивании в зоне Северного Кавказа;

— разработана бонитировочная шкала для оценки производителей ставропольского карпа, данные которой использованы при разработке инструкции по бонитировке карпов для различных регионов страны;

— установлены оптимальные, толерантные и летальные границы рН воды при выращивании сеголеток карпа; выявлена зависимость интенсивности роста рыб, потребление ими корма и значениями рН воды;

— изучены световые режимы при подращивании личинок карпа в условиях инкубационно-малкового цеха и выращивания в бассейнах установки с замкнутым циклом водоснабжения, научно обоснована возможность их применения и эффективность использования;

— установлена скорость обновления белков печени, селезенки, мышц и костяка карпа с использованием меченого азота — ^{15}N при различных объемах рациона и температуре воды;

— определен оптимум энергопротеннового отношения для кормосмесей, используемых для выращивания сеголеток карпа, выявлена возможность использования в кормлении карпа растительных кормовых липидов;

— получены новые данные о величине обмена на уровне поддержания жизни карпа; определены показатели затрат валовой, переваримой и чистой энергии на эти нужды;

— установлены закономерности изменения макро- и микроминерального состава костной ткани карпа в онтогенезе, выращиваемых в различных условиях;

— выявлены определенные зависимости и закономерности, которые легли в основу разработки нормированного кормления сеголеток карпа в прудах.

Практическая ценность работы. Разработана концепция интенсификации выращивания посадочного материала карпа в современном прудовом рыбоводстве, базирующаяся на комплексном действии племенной работы, улучшении основных абнотических факторов и рационального кормления рыбы.

Установлены критерии и разработана шкала комплексной оценки производительности карпа, выявлены наилучшие варианты промышленного скрещивания для условий прудового рыбоводства Северного Кавказа.

Выявлены и уточнены оптимальные параметры среды выращивания, а также протенновой и энергетической питательности кормов для сеголеток карпа.

Разработаны нормы кормления сеголеток карпа при выращивании в прудах с учетом изменяющихся показателей: масса рыб, температура воды, концентрация растворенного в воде кислорода, рН воды, кратность кормления, калорийность и тип корма.

Апробация работы. Результаты научных исследований, составляющих основу диссертации, были доложены и обсуждены на научных конференциях Московской сельскохозяй-

ственной академии им. К. А. Тимирязева (Москва, 1972—1990); совещаниях координационного совета по решению научно-технического задания 15.01 и секции прудового рыбоводства отделения животноводства ВАСХНИЛ (Москва, 1975, 1978, 1986); на семинарах ВДНХ для рыбоводов (Москва, 1975, 1977, 1984); краевом совещании по методам интенсификации прудового рыбоводства в колхозах и совхозах Ставрополья (Александровск, 1982); Всесоюзном научно-методическом совещании «Нормирование кормления и оценка питательности кормов в товарном рыбоводстве» (Киев, 1982); VIII Всесоюзной научной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Петрозаводск, 1992).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 46 научных статьях. Изданы рекомендации по рациональному использованию кормов при выращивании сеголеток карпа в выростных прудах и водоемах комплексного назначения.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 389 страницах машинописного текста, иллюстрирована 110 таблицами и 20 рисунками. Состоит из введения, 5 глав, выводов и рекомендаций. Список использованных источников содержит 513 работ, в том числе 102 на иностранных языках.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные и полевые исследования проведены в период 1971—1991 гг. на прудах учебно-опытного рыбоводного хозяйства и в аквариальной кафедры прудового рыбоводства ТСХА, а также в 8 рыбхозах, рыбсовхозах и колхозах различных областей России. Материалом исследований служили производители, икра, личинки, сеголетки и годовики карпа. Изучение генотипических особенностей производителей и промышленное скрещивание проводили на карпах 4—7-летнего возраста ставропольского и молдавского происхождения. Исследования по изучению влияния факторов среды и кормления на рост, физиологическое состояние рыб и использование корма проведены на молоди среднерусского карпа. Общая схема исследований представлена на рисунке 1, а их объем — в таблице I.

Подопытных сеголеток метили подрезанием плавников, а производителей с использованием холодноводорастворимых активных красителей по методикам М. Н. Мельниковой (1971), В. Я. Катасонова и Ю. П. Мамонтова (1974). Рост подопытных сеголеток изучали путем проведения контрольных ловов через каждые 10—15 дней и личинок через 2—5 дней. Из каждого варианта опыта для определения среднесуточных приростов массы взвешивали по 3—5% общего количества рыб, выращиваемых в прудах, и всю рыбу, выращиваемую в аквариумах. Изменчивость роста устанавливали



Рис. 1. Схема исследований

Объем выполненных исследований

Наименование исследований	Количество
Физико-химические показатели среды	2450 определений
Гидробиологические исследования прудов	482 пробы
Измерение, взвешивание рыб (личинки-производители)	27670 экз.
Опыты по азотному обмену	62 опыта
Обновление белков тканей и органов рыб с использованием меченого азота (^{15}N)	32 пробы
Интенсивность потребления кислорода рыбами	26 опытов
Расходование энергии на поддержание жизни сеголеток карпа	11 опытов
Химический состав тела рыб	1456 проб
Аминокислотный состав белков мышц и тела рыб	72 пробы
Жирнокислотный состав липидов тела рыб и кормов	12 проб
Минеральный состав чешуи и осевого костяка разновозрастного карпа и других рыб	156 анализов
Гематологические показатели сеголеток и годовиков карпа	426 анализов
Фракционный состав белков сыворотки крови сеголеток и годовиков карпа	27 проб
Биохимический полиморфизм белков сыворотки крови производителей карпа	67 анализов
Эмбриональное развитие икры и морфогенез личиночной стадии развития карпа	3244 определений
Морфологический состав тела рыб	1142 определения
Переваримость корма у сеголеток карпа	96 проб
Потери питательных веществ кормов в пруду	16 опытов
Производственная проверка разработанных рекомендаций в рыбоводных прудовых хозяйствах четырех рыбоводных зонах страны	8 хозяйств

путем индивидуального взвешивания 100—150 особей на электрических весах ВЛК-500. Линейный рост определяли методом измерения рыб (Правдин И. Ф., 1966).

Качество половых продуктов производителей и полученной от них молоди оценивали по следующим показателям: характеру нереста, качеству икры (масса и диаметр икринки, размер перивителлинового пространства и диаметр желтка, плотность и оплодотворяемость), скорости роста молоди, характеристике морфогенеза, выходу личинок после подраживания (Шмальгаузен И. И., 1935; Васнецов В. В., 1953; Жукинский Н. В., 1965 и др.).

Биохимический полиморфизм по двум наиболее изученным у карпа системам (трансферринам и эстеразам) исследовали методом дискэлектрофореза проб сыворотки крови карпа в полиакриламидном геле (Московкин Л. И. и др., 1973; Трувеллер К. А. и др., 1973).

Разделение белков сыворотки крови на фракции проводили методом электрофореза на фильтровальной бумаге в аппаратах с горизонтальной камерой. Разгонка проведена в вероналовом буфере (рН 8,6).

Химический состав тела рыб определяли по методикам, описанным Н. А. Лукашик и В. А. Тащиным (1965). Аминокислотный состав белка тела рыб, а также протейна кормов определен методом нисходящей хроматографии по Бодэ в модификации Т. С. Пасхиной (1959). Жирнокислотный состав липидов тела рыб определяли на газожидкостном хроматографе фирмы «Хьюлетт-Паккард 5840». Липиды из целой рыбы экстрагировали смесью хлороформ-метанол (2:1 по объему) в соответствии с методикой Т. Folch (1957).

Физиологическое состояние рыб оценивали по ряду гематологических показателей — количеству гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, лейкоцитарной формуле и объему крови. Кровь у рыб брали пастеровской пипеткой из полости сердца. Концентрацию гемоглобина, количество эритроцитов определяли по методике Г. Г. Голодец (1955), морфологический состав белой крови изучали по методикам П. А. Коржуева (1964), И. Н. Остроумовой (1957) и Н. А. Головиной, И. Д. Тромбницкого (1989). Концентрацию сывороточных белков проводили по методике Л. И. Слуцкого (1964).

Для характеристики белкового обмена изучали азотистый баланс организма на основании балансовых опытов. Постановка и обработка полученного в опыте материала проведена по методике Г. С. Карзинкина и М. Н. Кривобок (1962). Исследования по интенсивности обновления белков мышц, печени, селезенки, почек и костяка сеголеток карпа проводили с использованием меченого азота (^{15}N). Для этих целей использовали корм, в протейне которого содержался меченый азот. По интенсивности его накопления в период кормления и потерь во время голодания судили о степени метаболизма азота в организме карпа. Концентрацию меченого азота определяли спектральным методом на масспектрометре МИ-1305.

Стандартный уровень обмена у карпа изучали по методике Н. С. Строганова (1962). Для этих целей использовали респирометры. Определение потребностей в чистой энергии на поддержание жизни рыб проводили по методике, описанной Э. Кремpton, Л. Харрис (1972) и М. А. Щербиной (1985).

Определение переваримости питательных веществ кормов у рыб осуществляли по методике М. А. Щербины (1971), а при установлении переваримости только сухого вещества корма — по методике В. Г. Игловикова и др. (1971).

При изучении минерального обмена особое внимание было обращено на минеральный состав осевого скелета и

чешуи рыб. Концентрацию в золе кальция определяли по Д. Я. Слуцкому, фосфора — по С. Н. Боданскому (Слуцкий Д. Я., 1978), магния — путем набора реактивов «Биотест» фирмы «Реанал». Анализ микроэлементов проводили методом атомной абсорбции и спектрофотометрии на приборе ААС-3.

В процессе исследований, определяя физико-химические и гидробиологические параметры среды, использовали методы, принятые в рыбохозяйственной практике (Липин А. П., 1959; Поляков Г. Д., 1950; Привезенцев Ю. А., 1973; Лурье Ю. Ю., 1984; Бессонов Н. М., Привезенцев Ю. А., 1987).

Результаты экспериментальных данных обработаны вариационно-статистическим методом, а также методом дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов с использованием ЭВМ. Статистическая обработка данных проведена по стандартным методикам Н. А. Плохинского (1969, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Влияние генотипических особенностей производителей карпа на качество потомства

Повышение интенсификации карповодства обуславливает потребность в увеличении производства высококачественного рыбопосадочного материала за счет улучшения племенных качеств маточных стад и использования промышленного скрещивания.

В условиях Северного Кавказа (на примере рыбсовхоза «Ставропольский») проведены исследования по использованию промышленного скрещивания между местными ставропольскими карпами и карпами, завезенными из Молдавии. Завезенные из Молдавии производители характеризовались лучшими экстерьерными показателями. Электрофоретические исследования показали, что полиморфизм трансферринов контролируется четырьмя аллелями — А, В, С, Д. Молдавские карпы отличались от местных меньшей частотой встречаемости аллеля А и большей — С. Однако наиболее существенные различия между этими группами отмечены по электрофоретической подвижности быстрых эстераз. В сыворотке крови молдавских карпов обнаружены в зоне ЭСТ-1 фракции с подвижностью 1,06, 1,12 и 1,18, которые не выявлены у местных карпов (рис. 2). Данные электрофоретических исследований дают возможность утверждать, что эти два стада карпа имеют различное происхождение и позволяют предвидеть при их скрещивании эффект гетерозиса.

Результаты нерестовой кампании 1979 г. показали, что генотип производителей и их сочетаемость при воспроизвод-

стве оказывает существенное влияние на качество потомства. По сравнению с местными молдавские производители карпа, обладающие более ценными наследственными свойствами и выращенные в лучших условиях, характеризовались более высоким качеством половых продуктов. От одного гнезда молдавских производителей получено на 79% больше личинок, обладающих высокой энергией роста в период выращивания в нерестовых прудах, чем от местных. Вместе с тем, скрещивание молдавских самок с местными самцами карпа позволило получить сравнительно высокие показатели по оплодотворяемости икры, фактической плодовитости и энергии роста молоди в личиночной стадии развития, что свидетельствует о проявлении эффекта гетерозиса в раннем онтогенезе. Дальнейшее выращивание помесной молоди в выростных прудах обеспечило повышение рыбопродуктивности прудов на 2,7 ц/га (на 33%) и средней массы сеголеток на 11,8 г (на 21%). Различий по использованию корма между помесной молодью и молодью, полученной от местных производителей карпа, не отмечено. Сеголетки, полученные от производителей молдавского происхождения, затрачивали на 1 кг прироста массы тела на 20% больше корма. Очевидно, более высокие затраты корма на рост сеголеток молдавского происхождения обусловлены меньшим потреблением естественной пищи.

В 1982—1983 гг. проведены исследования по выявлению комбинационной способности местных и молдавских производителей карпа, выращенных в условиях рыбосовхоза «Ставропольский» из молоди генерации 1979 г. Впервые нерестующие (1982 г.) молдавские самки уступали местным по абсолютному показателю массы гонад и морфологическим показателям икры. Однако по относительной величине рабочей плодовитости превосходили их. Молдавские самцы характеризовались более высокой концентрацией спермиев в эякуляте. Выключившиеся помесные личинки в первые 10 дней развития опережали своих сверстников, полученных в «чистоте», по среднесуточным приростам массы и удельной скорости роста. Молодь, полученная в «чистоте» от молдавских производителей, характеризовалась высокой скоростью морфогенеза. Данные нерестовой кампании 1983 г., проведенной как в естественных условиях, так и в инкубационном цехе (табл. 2), согласуются с результатами, полученными в предыдущем году. Вместе с тем, результаты по воспроизводству молдавского карпа в «чистоте» были выше в 1983 г., так как производители нерестились второй раз и, соответственно, имели более качественные половые продукты. Выход помесных личинок из нерестовых прудов от 1 гнезда производителей при скрещивании местных самок карпа с молдавскими самцами

Таблица 2

Результаты воспроизводства карпа (1983 г.)

Показатель	Варианты спаривания и скрещивания			
	молдавские самки X молдавские самцы	ставропольские самки X ставропольские самцы	ставропольские самки X молдавские самцы	молдавские самки X ставропольские самцы
В нерестовых прудах				
Средняя масса икринок, мг	1,85 ± 0,02	2,29 ± 0,04	2,25 ± 0,04	1,86 ± 0,03
Оплодотворяемость, %	63,2	66,5	82,1	76,3
Средняя масса личинок, мг	13,4 ± 0,01	16,2 ± 0,03	22,7 ± 0,02	17,5 ± 0,03
Получено личинок, млн. шт.	2,9	8,4	2,5	8,7
Плодовитость, тыс. шт.	72,5	158,5	179,3	131,3
Заводской метод воспроизводства				
Средняя масса икринок, мг	1,26 ± 0,03	—	1,28 ± 0,02	—
Средняя масса набухших икринок, мг	2,48 ± 0,02	—	2,42 ± 0,03	—
Оплодотворяемость, %	77,2	—	82,6	—
Получено личинок, млн. шт.	1,2	—	87,5	—
Средняя масса личинок, мг	1,71 ± 0,03	—	1,86 ± 0,04	—
Плодовитость, тыс. шт.	162,6	—	194,0	—

составил 179 тыс. шт., тогда как в других вариантах значительно меньше. При скрещивании молдавских самок с местными самцами карпа отмечены более низкие результаты по сравнению с реципрокным. Заводской метод воспроизводства карпа также показал преимущество промышленного скрещивания.

Высококачественный рыболопосадочный материал карпа можно получить только от высококлассных производителей. В племенной работе наиболее простая форма отбора животных, это отбор по экстерьеру и продуктивности (по фенотипу). При работе над совершенствованием маточного поголовья ставропольского карпа нами была разработана бонитировочная шкала, так как единой системы бонитировочной оценки производителей карпа по всем зонам страны не существует. В качестве критериев шкалы использованы показатели массы рыб, индексов экстерьера, а также направленности се-

лекции (повышение плодовитости, мясности, эффективности использования корма).

По результатам бонитировки 569 производителей карпа (1979 г.) к 1-му классу отнесено 4,4%, ко 2 — 29,7%, остальные отнесены к 3-му классу и браку. Высокая вариабельность морфологических признаков свидетельствует о большой гетерогенности стада, что обусловлено беспланируемым скрещиванием завезенных из различных хозяйств страны производителей и низким уровнем племенной работы в предшествующий период. Производители 1-го класса существенно превосходили производителей 2 и 3 классов по показателям живой массы и индексам телосложения (за исключением индекса толщины тела). Самки 1 класса имели более высокие показатели экстерьера (индекс прогонистости — 2,75; индекс большеголовости — 20,5%; индекс обхвата тела — 92,5%; индекс толщины тела — 20,3% и коэффициент упитанности — 3,27) по сравнению с самцами этого же класса.

Исследования выявили, что между бонитировочным классом производителей и показателями их плодовитости и оплодотворяемости икры имеется тесная связь. Фактическая плодовитость самок I класса была на 83—113%, второго — на 28—44%, а оплодотворяемость икры на 9—21% и 9—13% выше по сравнению с третьим классом. Таким образом, оправдалось правило: «хорошее с хорошим дает лучшее».

Результаты двух нерестовых кампаний и выращивания сеголеток в прудах показали, что качество производителей оказывает существенное влияние на развитие потомства. Молодь, полученная от производителей второго и, в особенности, первого классов, имела значительно лучшие показатели по скорости морфогенеза и роста в первые 9 дней выращивания в нерестовых прудах по сравнению со сверстниками от производителей более низкого класса. На последующих этапах выращивания в этих прудах генотипическое влияние на развитие молоди ослабевает, так как усиливается роль паратипических факторов ввиду изменения плотности выращивания личинок и обеспеченности их пищей. При создании одинаковых экологических условий при выращивании в выростных прудах снова проявилось влияние наследственных признаков на рост и развитие сеголеток (табл. 3). Наиболее высокой скоростью роста отличались сеголетки, полученные от производителей первого класса. Эти сеголетки имели преимущество в живой массе на 4,6—12,3% в 1979 г. и на 29,8—39,2% в 1980 г. по сравнению со сверстниками из других групп. Аналогичная зависимость отмечена по выходу рыб из прудов. В результате более высоких показателей скорости роста рыб и их выживаемости рыбопродуктивность выростных прудов, в которых выращивали сеголеток, полученных от производи-

Рыбоводные результаты при использовании производителей ставропольского карпа различного класса

Показатель	Класс производителей		
	1	2	3
1979 г.			
Средняя масса самок, кг	4,94	4,87	4,63
Фактическая плодовитость одной самки, тыс. шт. личинок	80,0	48,0	37,6
К среднему по хозяйству, %	295	123	96
Средняя масса сеголеток, г	24,6±1,0**	23,5±0,89	21,9±0,9
Выход рыб из пруда, %	77,3	74,0	70,7
Рыбопродуктивность, ц/га	14,3	12,9	11,7
Затраты корма, кг/кг	1,78	1,85	2,06
1980 г.			
Средняя масса самок, кг	5,87	5,61	5,84
Фактическая плодовитость одной самки, тыс. шт. личинок	275,0	216,7	150,0
К среднему по хозяйству, %	423	339	231
Средняя масса сеголеток, г	23,1±0,9***	17,8±0,7	16,6±0,9
Выход рыб из пруда, %	84,0	83,9	83,1
Рыбопродуктивность, ц/га	5,8	4,5	4,1
Затраты корма, кг/кг	1,65	1,80	2,42

Примечание. В этой и последующих таблицах одной звездочкой обозначена достоверность разности при $P < 0,05$; двумя — $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

телей 1-го класса, была на 10,8—22,2% в 1979 г. и на 28,8—41,0% в 1980 г. выше по сравнению с прудами, где выращивались другие группы рыб. Полученная от производителей 1 класса молодь характеризовалась высокой двигательной и поисковой пищевой активностью, она более эффективно оплачивала корм. Осенью эта молодь имела лучшие показатели индекса прогонистости и коэффициента упитанности. Они содержали в своем организме 6,8—8,4% жира (на сырое вещество), тогда как у их сверстников из других групп этот показатель был на 26 и 43% меньше.

2. Влияние основных абиотических факторов на выращивание посадочного материала карпа

Данные литературных источников свидетельствуют о том, что факторы внешней среды, изменяющиеся в пределах диапазона приспособляемости, ограничивают развитие рыб, а при выходе за его пределы тормозят развитие организмов или приводят к летальному исходу (Даждо Р., 1975; Федоров В. Д., Гильманов Т. Г., 1980; Щербина М. А., 1984; Смит Л. С., 1986; Остроумова И. Н., 1988; Яржомбек А. А., 1988).

Наиболее сильное влияние на рост сеголеток карпа, обменные процессы и использование корма оказывает температура воды, как один из главенствующих абиотических факторов. Сеголетки, выращиваемые на ограниченных по объему рационах, интенсивнее растут и эффективнее используют корм при более низкой температуре воды. Это объясняется тем, что на поддержание жизни карпа (ср. массой 5—12 г) при температуре 21° требуется рацион величиной 0,58% к массе рыбы, или 101 кДж валовой, 60 кДж переваримой энергии на 1 кг рыбы в сутки (табл. 4). При температуре 25 и 28° затраты энергии на эти нужды возрастают в 1,6 и 2,0 раза. Подтверждением этой зависимости являются показатели расходования энергии при голодании. Расход чистой энергии в период голодания карпа при температуре 21° составил 20,4 кДж/кг в сутки, а при 25 и 28° они увеличились соответственно в 1,9 и 3,2 раза. Однако, при кормлении вволю, наивысшие показатели скорости роста карпа и эффективности использования корма можно получить только при высоких температурах воды (27—29°), так как доля продуктивной

Таблица 4

Показатели затрат энергии на поддержание жизни сеголеток карпа

Объем рациона, % к массе рыбы	Потребление энергии, кДж/кг·сут.		Рацион для поддержания жизни, % к массе рыбы	Затраты энергии на поддержание жизни, кДж/кг·сут.		
	валовой	переваримой		валовой	переваримой	чистой
Температура воды 21°						
0	0	0	—	—	—	20,4
0,5	88	52	—	88	52	5,1
1,0	175	104	0,58	101	60	—
1,25	219	130	0,58	101	60	—
2,0	350	208	0,58	101	60	—
Температура воды 25°						
0	0	0	—	—	—	34,3
0,75	131	78	—	131	78	4,2
1,0	175	104	0,89	156	93	—
1,75	306	182	0,89	156	93	—
2,0	350	208	0,89	156	93	—
Температура воды 28°						
0	0	0	—	—	—	65,5
1,0	175	104	—	175	104	5,5
1,25	219	130	1,18	204	121	—
1,75	306	182	1,18	204	121	—
2,5	438	260	1,18	204	121	—

энергии при увеличении температуры и рациона возрастает в большей степени, чем энергия, идущая на поддержание жизни организма. Между потреблением сеголетками корма и температурой воды (12—25°) установлена тесная связь, которая выражается уравнением регрессии: $P = 0,01 (34,5T - 0,7T^2 - 288,9)$, где P — потребление корма (г) сеголетками карпа средней массой 12 г, T — температура воды (град.).

Исследования, проведенные с использованием меченого азота (^{15}N) показали, что температура воды оказывает влияние на скорость обновления белков органов и тканей карпа. Наиболее активно идет обновление белков печени (полное обновление 20—28 дней), причем скорость обновления возрастает с повышением температуры. Скорость обновления белков мышц, селезенки и, в особенности, костяка происходит значительно медленнее.

Температура воды играет определенную роль в пищеварительном процессе у карпа, что, в конечном счете, сказывается на росте и эффективности использования корма. Установлено, что переваримость сухого вещества корма у сеголеток карпа в диапазоне температуры 21—27° существенно не меняется и составляет 50—51%. Снижение температуры ниже этого уровня вызывает уменьшение переваримости корма и при температуре 16° этот показатель снижается на 7%.

Лимитирующим фактором для роста рыб является пониженное содержание растворенного в воде кислорода. Концентрация кислорода 0,9 мг/л и даже повышение ее до 1,8 мг/л при температуре 24° тормозит рост сеголеток карпа. Насыщение воды кислородом до 21% и суточном потреблении корма в объеме 2,7% к массе тела вызывает очень низкую скорость роста рыб. Среднесуточные приросты массы составили всего лишь 24 мг. Медленный рост рыб обусловлен плохой переваримостью корма при недостаточном содержании в воде кислорода. Основная часть усвоенной карпом энергии расходовалась на поддержание жизненных функций и лишь небольшая часть шла на пластический обмен. Увеличение насыщения воды кислородом до 42% (3,6 мг/л) обеспечивает сравнительно хороший рост при большом объеме потребления корма (5,1% к массе рыб). Дальнейшее повышение насыщения воды кислородом позволяет увеличить скорость роста рыб, потребление ими корма, но не столь значительно, как это происходит при увеличении концентрации кислорода до 3,6 мг/л. При 97%-ном насыщении воды кислородом выявлены наибольшие среднесуточные приросты массы сеголеток и потребление корма (рис. 3). Обработка данных потребления рыбами корма при различных уровнях растворенного в воде кислорода методом корреляционно-регрессионного анализа дала возможность выявить зависимость

между этими показателями. Она выражена уравнением: $P = -1,49 + 2,38 O_2 - 0,16 O_2^2$, где P — потребление рыбами корма (% к массе рыбы); O_2 — содержание в воде кислорода (мг/л).

Насыщаемость воды кислородом оказывает существенное влияние на полноту переваривания карпами корма. Снижение концентрации кислорода до 1,1 мг/л (температура 24°) обуславливает снижение переваривания корма. Переваримость сухого вещества комбикорма 110—1 составил 24,9%. Повышение концентрации кислорода до 4,6 мг/л обеспечивает увеличение переваримости корма до 50,5%. Дальнейшее повышение концентрации кислорода не вызывает существенных изменений переваримости корма у рыб.

При интенсивном выращивании рыбы в прудах, использовании различных форм интенсификации и, прежде всего, удобрений, в определенные периоды резко меняется кислотность или щелочность воды. Влияние рН воды на рост, физиологическое состояние сеголеток карпа практически не изучено. В результате проведенного эксперимента выявлено, что летальным нижним уровнем рН является значение 3,7 и верхним — 10,6. При этом частично разрушается верхняя слизистая оболочка кожи и жабр. Однако при содержании растворенного хлора в количестве 0,1 мг/л и железа — 0,5 мг/л в поступающей воде летальный исход может наступить даже при рН 5,5. Безопасным диапазоном рН воды для карпа является 6,0—8,5. Проведенные опыты по выращиванию сеголеток карпа в пределах рН 5,5—8,5 показали, что лучшие показатели роста и потребления корма получены при значениях рН близких к 7,5. При увеличении кислотности воды среднесуточные приросты массы рыб и потребление корма снижаются: при рН 6 соответственно в 1,3 и 1,2 раза, при рН 5,5 — в 2,7 и 1,9 раза. Увеличение щелочности воды также вызывает снижение этих показателей. Так, при рН 8,5 среднесуточные приросты массы уменьшаются в 1,4 раза, а потребление корма в 1,1 раза. Между показателями потребления корма карпами при одноразовом кормлении в сутки и рН воды выявлена зависимость, которая выражается уравнением: $P = -2,4 + 2,1 \ln \text{pH}$. При многократном кормлении рыб эта зависимость изменяется. Кривая суточного потребления корма при многократном кормлении (7 раз в сутки) по сравнению с кривой при одноразовом кормлении более выпуклая (рис. 4 и 5). Это обусловлено тем, что при многократном кормлении карпы при рН воды 6,0—8,0 потребляют корм равномерно и съедают за сутки в большем количестве, тогда как при рН менее 6,0 и более 8,0 основной объем рациона съедается в первое кормление.

Хороший рост сеголеток карпа в слабощелочной среде

характеризуется лучшими показателями физиологического состояния рыб. Так, гематологические показатели у рыб при значениях рН 7 соответствовали оптимальным значениям клинически здоровых рыб. В крови карпов, выращенных в кислой воде, уменьшается концентрация гемоглобина, общего белка, лейкоцитов и повышается содержание эритроцитов. У рыб, выращенных в щелочной среде, снижается количество тромбоцитов, лейкоцитов и возрастает концентрация общего белка.

Противоречивость литературных данных, характеризующих потребность карпа в уровне растворенных в воде минеральных веществ и особенности минерального обмена, частично объясняется отсутствием универсальных тестов, при помощи которых можно определить степень обеспеченности организма минеральными веществами. Для птиц и млекопитающих таким тестом является минеральный состав костяка (Георгиевский В. И., 1970). Данные наших исследований подтверждают, что и для карпа таким тестом может служить костяк.

Установлено, что минеральный состав костной ткани многих изученных рыб лабилен. Он зависит от видовой принадлежности и возраста, минерального состава воды и рациона и других факторов. Карп по сравнению с другими видами рыб (форель, тиляпия, окунь, карась) обладает более высоким уровнем минерализации костяка. С возрастом у карпа общее содержание минеральных веществ в костяке возрастает с 22,9% (сеголетки) до 43,5% (четырёхлетки).

Содержание минеральных веществ в костной ткани сеголеток карпа, различающихся по характеру чешуйчатого покрова, существенно не различается. Однако в костяке малочешуйчатых карпов кальция содержится больше, чем у чешуйчатых. Очевидно, чешуя наряду с механическими функциями в организме рыб выполняет роль минерального депо.

Существенное влияние на минеральный состав костей сеголеток карпа оказывает минеральный состав воды (табл. 5). Рыбы выращиваемые в воде с низким уровнем минерализации (58 мг/л) росли хуже, чем при минерализации 205 мг/л. Костяк этих карпов был более мягким, в нем содержалось меньше кальция и магния, что обусловлено, прежде всего, недостаточным содержанием указанных элементов в воде. По-видимому, в процессе роста сеголетки расходовали на поддержание обменных процессов и рост мягких тканей тела кальция и магний из костной ткани. Повышение концентрации в воде катионов кальция до 92 мг/л существенно не повлияло ни на рост рыб, ни на отложение в костяке данного элемента, хотя наблюдается определенная тенденция к снижению в нем содержания зольных элементов.

0,94±0,02

1,0

1,06±0,02

1,12±0,02

1,18±0,02



ЛА

ВВ

АВ

Фенотипы

Местные карты

Молдавские карты

Рис.2. Схема электрофоретической картины зоны GST - I сыворотки крови.

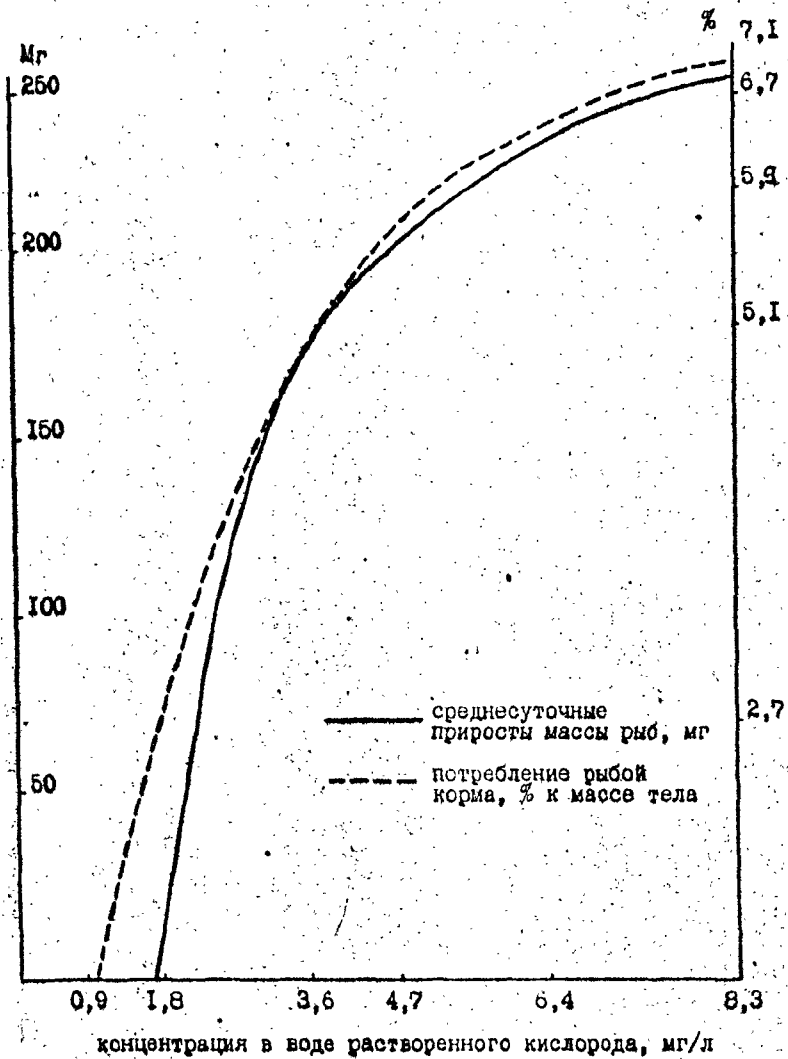


Рис.3. Приросты массы рыб и потребление ими корма в зависимости от концентрации в воде растворенного кислорода.

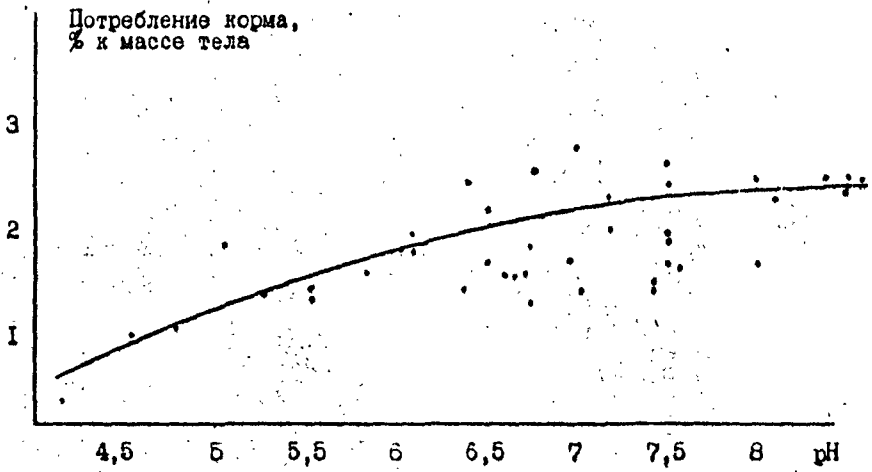


Рис.4. Потребление карпом корма при однократном кормлении в зависимости от pH воды.

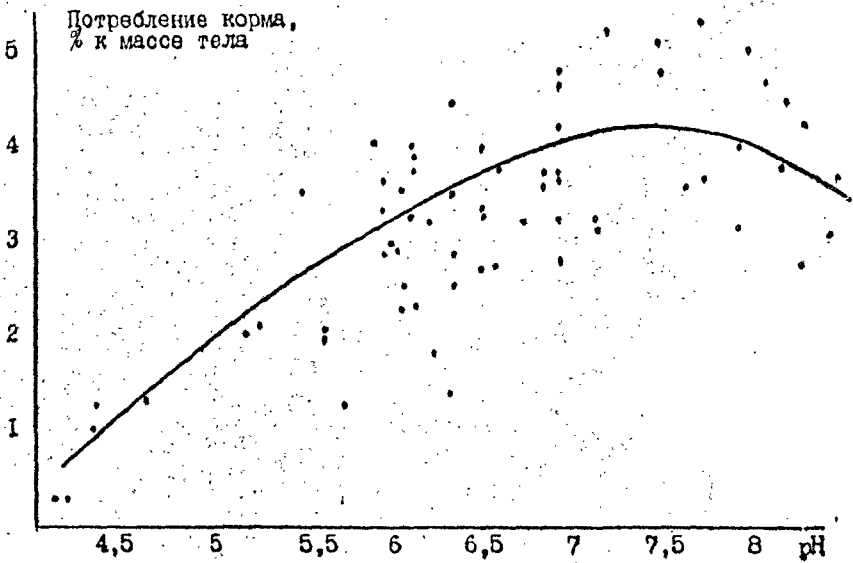
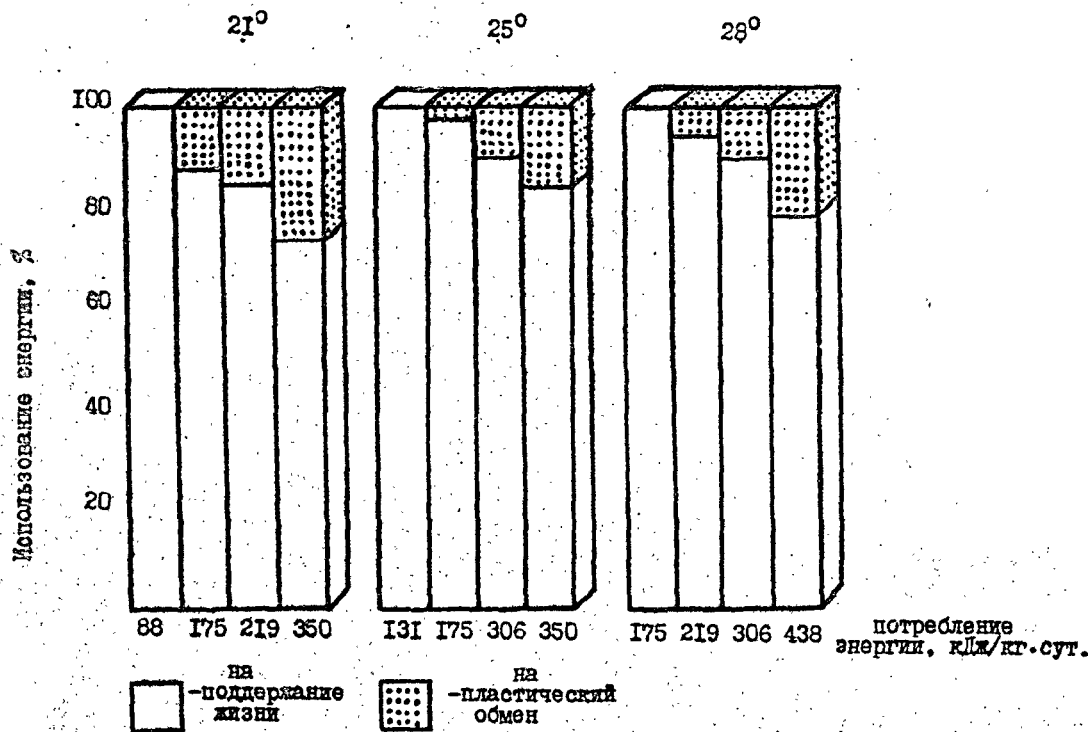


Рис.5. Суточное потребление карпом корма в зависимости от pH воды.



Показатели относительного использования карпами валовой энергии корма при ограниченном кормлении на поддержание жизни и пластический обмен.

Таблица 7

Результаты выращивания рыб в прудах на разнокачественных по протеину кормосмесях

Показатель	Кормосмесь		
	№ 1 (протеин растительный)	№ 2 (протеин растительный + 0,8% лизина)	№ 3 (протеин растительный 60% + животный 40%)

Рыбоводные показатели

Средняя масса сеголеток, г	27,8	33,0	44,9
Выход сеголеток из пруда, %	71,8	84,7	73,7
Рыбопродуктивность, ц/га	9,47	14,10	16,72
Затраты корма, кг/кг	4,03	3,33	3,08
Выход годовиков из зимовки, %	79,7	94,8	96,5

Баланс азота у рыб (ср. за летний период)

Среднесуточное потребление азота, мг	35,5	36,6	50,3
Среднесуточное выделение азота с экскрементами, в % от потребленного	12,9	12,8	11,8
Среднесуточное выделение азота в продуктах обмена, в % от потребленного	59,5	57,0	55,8
Продуктивное действие азота, %	27,7	31,1	32,4

чаются лучшие гематологические показатели (сравнительно высокие показатели количества эритроцитов, обеспеченности организма гемоглобином и белком сыворотки крови в основном за счет его альбуминовой фракции). В теле этих карпов содержалось сравнительно больше жира, а в белках — незаменимых аминокислот, особенно основных. Отмечено, что аминокислотный состав белков тела сеголеток подвержен возрастной и сезонной изменчивости в большей степени, чем от качества потребленного протеина

Рыбы, в отличие от теплокровных с.-х. животных, более требовательны к уровню протеина в пище, так как протеин используется не только на пластический, но и на энергетический обмен. Однако этот уровень можно снизить за счет увеличения в рационе до определенной величины углеводов и жиров. Изучение влияния различного содержания жира в рационе при различном уровне протеина в нем показало, что рост сеголеток карпа и эффективность использования ими корма находятся в прямой зависимости от калорийности рациона, которая, в свою очередь, зависит от содержания жира (табл. 8). Установлено, что содержание энергии в кормосмеси должно быть приведено в строгое соответствие с уров-

Показатели эффективности использования добавок липидов при выращивании карпа на кормах с различным содержанием протеина

Показатель	Добавки липидов, %				
	0	2,5	5,0	7,5	10
Содержание в диете 40% протеина					
Общее содержание жира, %	—	2,5	5,0	7,5	10
Энергопротеиновое отношение, кДж/% протеина	—	503	518	531	545
Среднесуточный прирост массы рыб, %	—	0,81	0,83	0,91	1,0
Затраты на 1 кг прироста рыбы:					
— корма, кг	—	1,21	1,14	1,07	1,05
— валовой энергии, МДж	—	24,4	23,6	22,7	22,9
Содержание в кормосмеси 38,5% протеина					
Общее содержание жира, %	6,3	8,8	11,3	13,8	16,3
Энергопротеиновое отношение, кДж/% протеина	441	467	498	527	558
Среднесуточный прирост массы рыб, %	1,17	1,35	1,63	1,54	1,57
Затраты на 1 кг прироста рыбы:					
— корма, кг	2,71	2,36	1,97	2,03	2,05
— валовой энергии, МДж	45,0	41,5	36,0	38,3	40,1
Содержание в кормосмеси 33,5% протеина					
Общее содержание жира, %	2,1	4,6	7,1	9,6	12,1
Энергопротеиновое отношение, кДж/% протеина	473	503	535	559	604
Среднесуточный прирост массы рыб, %	1,06	1,42	1,10	1,07	1,01
Затраты на 1 кг прироста рыбы:					
— корма, кг	2,43	1,92	2,29	2,48	2,49
— валовой энергии, МДж	38,5	31,6	39,1	43,9	45,6
Показатели крови:					
— гематокрит, %	43,8	48,1	41,9	54,0	30,4*
— концентрация гемоглобина, г%	9,0	10,0	8,7	9,4	8,2*
— кол-во эритроцитов, млн/мм ³	1,1	1,1	1,0	1,2	0,95
— содержание общего белка в сыворотке крови, %	2,3	3,1*	2,6	3,3**	3,0*

нем протеина и его качеством. Для комбикормов, применяемых в процессе выращивания сеголеток карпа, при отсутствии в их рационе естественных живых кормов, энергопротеиновое отношение должно быть близким 500 кДж/% протеина. Эта величина может возрасти для кормосмесей, в состав которых входят компоненты, содержащие биологически ценный высокоусвояемый протеин. Примером тому являются диеты, в которых протеин представлен высококачественным белком — казеином.

Для повышения калорийности комбикормов можно использовать добавки впервые апробированных на сеголетках карпа растительных кормовых липидов (ТУ 10.04.11. 18—88), получаемых на заводах маргариновой промышленности. При исходном содержании в кормосмеси 38,5% протеина и 6,3% жира дополнительное введение 5% этих липидов обуславливает увеличение среднесуточного прироста массы рыбы на 39,6% и снижение затрат корма на 27,3%. При более низком содержании протеина (33,5) и жира (2,1%) наибольшая интенсивность роста рыб (1,42%) и меньшие затраты корма (1,9 кг/кг) отмечены при добавке 2,5% липидов. Введение липидов в кормосмесь с высоким содержанием протеина в большем количестве не приводит к положительным результатам, а при меньшем уровне протеина вызывает снижение интенсивности роста рыб и эффективности использования корма.

При увеличении содержания липидов в кормосмесях выше оптимума возрастает отложение жира в организме карпа. В том случае, когда содержание липидов в рационе превышает 12%, наблюдается жировое перерождение печени, ухудшаются гематологические показатели (снижаются показатели гематокрита, концентрации гемоглобина и содержание в сыворотке общего белка).

Полученные в исследованиях данные свидетельствуют о существенном влиянии частоты кормления сеголеток карпа на их рост и эффективность использования корма, даже при неизменном объеме рациона. Повышение частоты кормления вызывает более равномерное поступление пищи в кишечник рыб, что обуславливает более полное усвоение питательных веществ корма. Так, при одноразовом кормлении переваримость сухого вещества корма составляет 49%, тогда как при 3-разовом — на 2,5% и при 6-разовом — на 3,4% достоверно выше. Внесенный в пруд комбикорм при многократном кормлении быстрее рыбой съедается и, соответственно, меньше подвергается размыванию и гидролизу. Потери гранулированного (сухое прессование) комбикорма, содержащего около 25% мелкой крошки, при нахождении в воде 1,5 мин составляют 34,5%, 2 ч — 42,1% и 12 ч — 50,2%. Потери происходят, в основном, за счет размывания мучнистой части комбикорма. Замешивание такого комбикорма на воде способствует снижению на 7,7—11,9% потерь корма.

С повышением уровня интенсификации прудового рыбоводства, когда роль естественных кормов в питании сеголеток карпа отодвинулась на второй план, появилась острая необходимость в разработке норм кормления. В настоящее время в практике прудового рыбоводства используются ряд методических указаний и рекомендаций по нормированному

кормлению сеголеток карпа (Ефимова Е. Н., Чертихин В. Г., 1982; Боброва Ю. П. и др., 1984; Канидьев А. Н., Гамыгин Е. А., 1986; Щербина М. А. и др., 1985, 1988). Вместе с тем, постоянные значительные изменения в технологии выращивания молоди карпа обуславливают изменения условий содержания. Поскольку нормы кормления рыб находятся в тесной зависимости от этих параметров, они требуют постоянного совершенствования.

Используя полученные в экспериментах данные и закономерности между потреблением сеголетками карпа корма и основными факторами среды, мы методом интерполяции рассчитали нормы кормления. При расчете таблицы суточных норм, выраженных в % к массе рыбы, были использованы две основные переменные величины: масса карпа и температура воды. Из этой таблицы видно, что максимальное потребленные комбикорма присуще 5-граммовым карпам. При температуре 25° рыбе следует выдать корма (с учетом потерь в воде) в количестве 14,7% от их массы. При увеличении массы карпов до 30 г этот показатель снижается в 1,8 раза. Безусловно, у рыб массой менее 3 г относительное потребленные корма при той же температуре выше. Однако норма выдачи корма меньшая. Эта недостача восполняется потреблением живых кормов (организмы зоопланктона, бентоса и др.), интенсивно продуцируемых в пруду в это время. В этот период они составляют в рационе 20—40% и более.

Кормовые таблицы рассчитаны для температуры воды 12—30°, так как за пределами этого диапазона использование комбикорма при выращивании сеголеток карпа в прудах малоэффективно. С возрастанием температуры воды в прудах с 12 до 25° суточные нормы корма увеличиваются почти в 6 раз и снижаются на 13% при повышении температуры с 25 до 30°. Это обусловлено снижением пищевой активности рыб, в связи с ухудшением среды обитания.

Таблица суточных норм кормления рассчитана для наиболее употребляемой плотности посадки выращивания молоди 60 тыс. шт/га (табл. 9). При меньшей или большей плотности посадки рыб данные таблицы 9 уменьшают или увеличивают прямо пропорционально изменению плотности посадки. Таблица суточных норм кормления предназначена для выращивания сеголеток карпа на гранулированном комбикорме рецепта 110 и использовании двухразового кормления при содержании растворенного в воде кислорода в пределах 4—6 мг/л.

Изменения факторов среды оказывают существенное влияние на величину потребляемого рыбами корма. Поскольку при расчетах данных таблицы 9 использованы лишь показатели изменения массы рыб и температуры воды, нами на основа-

Суточные нормы кормления сеголеток карпа в прудах при остаточной плотности посадки 60 тыс. шт./га, % к массе рыб

Температура воды, град.	Индивидуальная масса рыб, г													
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	30
12	1,9	2,3	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4
13	3,6	4,0	4,4	4,1	3,9	3,7	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5	2,2
14	5,2	5,7	6,2	5,7	5,4	5,0	4,7	4,4	4,2	3,9	3,8	3,6	3,4	3,1
15	5,9	6,7	7,6	7,0	6,6	6,2	5,8	5,5	5,2	4,8	4,6	4,5	4,3	4,0
16	7,2	8,0	8,8	8,3	7,8	7,4	6,8	6,4	6,0	5,8	5,5	5,2	4,9	4,4
17	7,9	9,0	10,2	9,6	9,0	8,4	7,8	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,8	5,3
18	8,9	10,0	11,2	10,4	9,8	9,2	8,5	8,1	7,6	7,2	6,8	6,6	6,4	6,0
19	9,9	11,0	12,2	11,3	10,7	10,1	9,4	8,8	8,3	7,8	7,5	7,1	6,9	6,3
20	10,5	11,7	13,0	12,1	11,3	10,6	9,9	9,4	8,9	8,4	8,0	7,7	7,3	6,5
21	11,0	12,3	13,6	12,7	11,9	11,2	10,3	9,8	9,2	8,7	8,3	8,0	7,7	7,2
22	11,4	12,7	14,1	13,1	12,4	11,7	10,7	10,2	9,6	9,1	8,7	8,3	8,0	7,5
23	11,5	12,9	14,4	13,4	12,6	11,9	11,0	10,3	9,8	9,4	8,9	8,4	8,2	7,8
24	11,6	13,0	14,6	13,7	12,8	12,0	11,2	10,5	9,9	9,5	9,0	8,6	8,3	8,0
25	11,6	13,1	14,7	13,8	12,9	12,1	11,3	10,6	10,0	9,6	9,1	8,7	8,4	8,1
26	11,5	13,0	14,6	13,7	12,8	12,0	11,2	10,5	9,9	9,5	9,0	8,8	8,3	8,0
27	11,4	12,8	14,4	13,4	12,6	11,9	11,0	10,3	9,8	9,4	8,9	8,4	8,2	7,8
28	11,2	12,6	14,0	13,1	12,4	11,7	10,7	10,2	9,6	9,1	8,7	8,3	8,0	7,5
29	11,0	12,3	13,6	12,7	11,7	11,2	10,3	9,8	9,2	8,7	8,3	8,0	7,7	7,2
30	10,5	11,7	13,0	12,1	11,3	10,6	9,9	9,4	8,9	8,4	8,0	7,7	7,3	6,5

нии полученных в исследованиях зависимостей разработана таблица поправочных коэффициентов к суточным нормам кормления (табл. 10).

Таблица 10

Поправочные коэффициенты к суточным нормам кормления
сеголеток карпа в прудах

Показатель	Коэффициент поправки
Содержание в воде растворенного кислорода, мг/л:	
6 и выше	1,1
4—6	1,0
3—4	0,85
2—3	0,60
1,5—2	0,30
менее 1	0
Активная реакция воды (рН):	
9—10	0,6
8—9	0,95
7—8	1,0
6—7	0,95
5—6	0,65
4—5	0,3
Гранулированный комбикорм, обладающий высокой водостойкостью (1—2 ч)	0,8
Рассыпной комбикорм для карпа, если норма внесения его не превышает 100 кг/га	1,15
Зерноотходы, фуражное зерно	1,25
Комбикорм, с содержанием жира, %:	
5—7	0,95
7—8	0,90
Суточная кратность кормления:	
одноразовая	0,80
двухразовая	1,0
трехразовая	1,20
четырёхразовая	1,35

Разработанные и изданные рекомендации по нормированному кормлению сеголеток карпа (Власов В. А., 1982, 1986, 1989) прошли во многих прудовых рыбоводных хозяйствах страны производственную проверку, которая показала высокую эффективность их применения.

Наиболее высокий рыбоводный и экономический эффект получен при их использовании в хозяйствах (рыбхозы «Тепловский» Саратовской обл., «Шостка» Тверской обл., рыбсовхоз «Ставропольский» Ставропольского края, колхоз им. Ю. А. Гагарина Ростовской обл., госплемзавод «Константиново» Московской обл.) на фоне базовой технологии кормления сеголеток карпа. В этих хозяйствах удалось повысить на 18—65% среднюю массу сеголеток, на 11—75% рыбопродуктивность прудов и на 12—114% снизить затраты кормов.

При проведении испытаний на фоне современных разработок по нормированному кормлению (ВНИИПРХ, 1984) получен также рыбоводный эффект (рыбхозы «Пара» Рязанской обл. и «Осенка» Московской обл.), но сравнительно меньший. Средняя масса рыб была на 18—33% выше, рыбопродуктивность — на 7—48% и затраты корма — на 5—16% ниже.

Применение разработанных норм кормления при выращивании породистой молоди (украинская чешуйчатая порода) в высокопродуктивных выростных прудах Полтавской рыбо-водно-мелиоративной станции позволило получить по 36 ц/га рыбопосадочного материала карпа средней массой 43 г при затратах корма 3,2 кг/га.

Выводы

1. Различия в частоте встречаемости типов и электрофоретической подвижности трансферринов и быстрых эстераз в сыворотке крови свидетельствует о генетическом несходстве производителей ставропольского и молдавского карпа. Использование в регионе Северного Кавказа (на примере рыбсовхоза «Ставропольский») промышленного скрещивания между этими группами свидетельствует о биологической и экономической целесообразности его применения. Наибольшее влияние генотипа производителей и их сочетаемости при воспроизводстве на качество потомства проявляется в раннем онтогенезе (до 9 дней). Выращивание помесной молоди в выростных прудах обеспечивает повышение средней массы сеголеток на 22% и рыбопродуктивности на 33%.

2. Между бонитировочным классом производителей и показателями их плодовитости, качеством икры и полученной молоди установлена тесная связь. Самки карпа первого класса отличались от сверстников третьего класса более высокими показателями плодовитости (на 83—113%), качества икры и ее оплодотворяемости (на 9—21%). Полученная от них молодь при выращивании в нерестовых прудах обладала на первых этапах личиночно-мальковой стадии развития лучшими показателями интенсивности роста и морфогенеза, а при выращивании в выростных прудах сеголетки, полученные от родителей I класса, характеризовались высокими среднесуточными приростами массы, жизнестойкостью и хорошей оплатой корма. Рыбопродуктивность этих прудов на 10,8—41,0% выше, чем в прудах, где выращивались сверстники происходящие от родителей более низкого класса.

3. Сеголетки карпа, выращиваемые на ограниченных рационах, интенсивнее растут и эффективнее используют корм при более низких температурах воды (16—18°), так как меньше расходуют энергии на поддержание жизни. При температуре 21° на эти нужды затрачивается 60 кДж перевари-

мой энергии или 20 кДж чистой энергии на 1 кг живой массы рыб в сутки, а при температурах 25 и 28° соответственно в 1,6—1,9 и 2,0—3,2 раза больше.

Наиболее метаболически активными органами карпа, судя по обмену меченого азота (^{15}N), является печень, затем почки, селезенка и наименее — костяк. Белки печени обновляются за 20—28 дней в зависимости от определенных условий обитания. С повышением температуры воды обновление белков печени усиливается, а мышц ослабевает.

Переваримость корма в кишечнике сеголеток карпа возрастает при увеличении температуры с 15 до 21°. Дальнейшее ее повышение до 27° не оказывает существенного влияния на этот показатель.

4. Между показателем содержания в воде растворенного кислорода и потреблением корма сеголетками карпа выявлена зависимость, которая количественно описывается уравнением: $P = -1,49 + 2,38 \text{O}_2 - 0,16 \text{O}_2^2$. При 10% насыщения воды кислородом и ниже (температура воды 24°) 20-граммовые рыбы не потребляли корм. При увеличении насыщения воды до 21% карпы потребляют незначительное количество корма, энергия которого расходуется, в основном, на поддержание жизни. Повышение этого показателя с 21 до 50% способствует увеличению суточного потребления корма (с 2,7 до 5,7% от массы рыбы) при резком возрастании интенсивности роста рыб. Дальнейшее насыщение воды кислородом до 97% не вызывает значительного увеличения потребления корма и скорости роста рыб.

5. Для сеголеток карпа безопасным диапазоном рН воды является 6,0—8,5, а наиболее благоприятным для выращивания — 7,0—8,0. При снижении значений рН до 3,7 и повышении до 10,6 рыба погибает. Однако, если содержание растворенного хлора и железа в поступающей воде составляет соответственно 0,1 и 0,5 мг/л, то летальный исход может наступить при рН 5,5.

Уровень потребления корма сеголетками карпа находится в сильной зависимости от рН воды. Максимальное суточное потребление корма рыбами отмечено при значении рН близком к 7,5. В этих условиях сеголетки характеризуются высокой энергией роста и наилучшими показателями физиологического состояния. У рыб, выращенных в кислой среде (рН 5,5) в крови уменьшается концентрация гемоглобина, общего белка, количество лейкоцитов и повышается содержание эритроцитов, а у карпов, выращиваемых в щелочной среде (рН 8,5), снижается количество тромбоцитов, лейкоцитов и возрастает концентрация общего белка.

6. Колебание минерализации воды в пределах 205—260 мг/л не вызывает существенных изменений в скорости

роста карпа и их макро- и микроэлементарном составе костяка. Выращивание сеголеток карпа как в слабоминерализованной (58 мг/л), так и высокоминерализованной (5000 мг/л) воде обуславливает снижение скорости роста рыб и уменьшение в костяке кальция (с 28,4 до 17—24,5%) и фосфора (с 9,6 до 5,8—7,6%).

7. Количественная связь между потреблением корма сеголетками карпа и изменяющимися факторами: массой одной рыбы (М), температурой воды (Т), активной реакцией воды (рН), содержанием в воде растворенного кислорода (O_2) и перепадом суточного атмосферного давления (Д) описывается уравнением регрессии: $P = 2,89 + 0,007 M + 0,016 T - 0,35 pH + 0,32 O_2 - 0,27 D$. Совокупность факторов, включенных в уравнение, объясняют 59% вариации результативного признака. Наиболее сильное влияние на варьирование суточного потребления корма рыбами оказывают температура воды, содержание растворенного кислорода и рН воды.

8. Рост, выживаемость личинок карпа и эффективность использования корма при выращивании в искусственных условиях зависит в значительной степени от интенсивности освещения водной среды. Ее повышение с 1—10 до 20 тыс. лк приводит к усилению двигательной и пищевой поисковой активности рыб. При уровне освещенности 20 тыс. лк конечная масса личинок за 12 дней подращивания достигает 19,9 мг, 2800 лк — 12,3 мг, 700 лк — 10,6 мг, 30—500 лк (естественное освещение) — 11,4 мг и 1—10 лк (затемнение) — 6,6 мг, а выживаемость молоди составила соответственно 91%, 81, 67, 64 и 14%.

При выращивании в бассейнах установки с замкнутым циклом водоснабжения карпов массой 25 г и выше лучшим световым режимом является чередование в течение суток 20-часового периода освещения (480 лк) с 4-часовым периодом темноты (с 22 до 2 ч). Это дает возможность, по сравнению с круглосуточным режимом освещения, увеличить на 5% среднесуточные приросты массы карпа и снизить на 12% затраты корма.

9. Повышение в кормосмеси количества протеина с 10 до 50% обуславливает в 2,7 раза увеличение среднесуточных приростов массы сеголеток карпа и в 2,5 раза снижение затрат корма, при этом эффективность использования протеина на рост рыб уменьшается в 2,1 раза. С увеличением массы сеголеток их потребность в протеине снижается.

Добавка кристаллического лизина (0,8%) в кормосмесь, составленной из растительных компонентов, способствует повышению скорости роста сеголеток, продуктивного действия азота корма и снижению затрат корма.

Введение в растительную кормосмесь корма животного

происхождения (отходы куколки тутового шелкопряда) при сохранении прежнего уровня протеина обуславливает повышение среднесуточных приростов массы рыб на 62% и снижение затрат корма на 31%. Причем, рыбопродуктивность прудов увеличивается в 1,8 раза. Выращенная на этой кормосмеси молодь характеризуется лучшими биохимическими, гематологическими показателями по сравнению с рыбами потреблявших кормосмесь, составленную из растительных компонентов. В период зимовки они обладают высокой выживаемостью и более интенсивным ростом во второе лето выращивания.

10. Установлено, что рост сеголеток карпа и эффективность использования корма находятся в зависимости от калорийности комбикорма. Для комбикормов, применяемых при интенсивном выращивании сеголеток карпа в прудах, энергопротеиновое отношение должно быть близким 500 кДж/% протеина. При чрезмерном насыщении комбикорма липидами (выше 12%) происходит снижение интенсивности роста, концентрации в крови гемоглобина, жировое перерождение печени и качественное изменение резервного жира рыб. Жир этих карпов содержит значительно меньше пальметиновой, олеиновой, линолевой и больше стеариновой, бегеновой жирных кислот.

11. Потери гранулированного комбикорма (сухое прессование) рецепта 110, содержащего около 25% мелких фракций, после внесения в пруд составляют 34,5%, через 2 ч — 42,1 и через 12 ч — 50,2%. Они происходят, в основном, за счет размывания мучнистой части комбикорма.

Увеличение кратности кормления рыбы способствует сокращению потерь корма в пруду. При этом происходит более равномерное поступление пищи в кишечник карпа, что вызывает повышение на 3,4% переваримость сухого вещества корма.

12. На основании полученных в экспериментах закономерностей и зависимостей между потреблением рыбой корма и изменяющимися факторами: масса сеголеток карпа, температура воды, концентрация растворенного в воде кислорода, рН воды, кратность кормления и калорийность корма, разработаны нормы кормления. Применение этих норм в прудовых хозяйствах II—VI зон рыбоводства России дает возможность на 15—65% увеличить среднюю массу сеголеток, на 11—75% повысить рыбопродуктивность прудов и снизить затраты корма до 2,2—3,2 кг/кг.

Рекомендации производству

1. В промышленных прудовых рыбоводных хозяйствах зоны Северного Кавказа в целях получения высококачествен-

ного посадочного материала следует применять промышленное скрещивание, используя первоклассных местных ставропольских самок карпа с самцами молдавского происхождения. При оценке маточного поголовья карпа использовать разработанную бонитировочную шкалу.

2. При подращивании личинок карпа в условиях инкубационно-мальковых цехов применять круглосуточное интенсивное (3—20 тыс. лк) освещение, а при выращивании карпов массой 25 г и выше в рыбоводных установках с замкнутым циклом водоснабжения лучшим световым режимом является чередование в течение суток 20-часового периода освещения с 4-часовым периодом темноты в ночное время.

3. При интенсивном выращивании сеголеток карпа в прудах в целях повышения калорийности комбикормов использовать растительные кормовые липиды, производимые как сопутствующий продукт на заводах маргариновой промышленности. Оптимальным энергопротеиновым отношением в комбикормах, применяемых в кормлении сеголеток карпа, является 500 кДж/% протеина.

4. В условиях производства рыбопосадочного материала применять технологические приемы и рекомендации по рациональному использованию кормов при выращивании сеголеток карпа в выростных прудах и водоемах комплексного назначения, позволяющие повысить на 15—25% рыбопродуктивность и снизить до 2,2—3,2 кг/кг затраты корма.

Список основных работ по теме диссертации

1. Власов В. А. Влияние органико-минеральных удобрений на рост и развитие молоди карпа в нерестовых прудах // Доклады ТСХА, 1972. — Вып. 181. — С. 220—224.

2. Власов В. А. Какая кормосмесь дает лучшие результаты // Рыбоводство и рыболовство. — 1973. — № 6. — С. 11—12.

3. Власов В. А. Переваримость и обмен азота у сеголетков карпа, получающих разнокачественные белковые смеси // Известия ТСХА, 1974. Вып. 1. — С. 162—169.

4. Власов В. А. Влияние качества рациона на некоторые гематологические показатели карпов // Доклады ТСХА, 1974. — Вып. 200. — С. 83—87.

5. Власов В. А. Фракционный состав сывороточных белков крови карпа, выращенных на разнокачественных рационах // Рыбоводство и рыболовство, 1974. — № 4. — С. 13—14.

6. Власов В. А. Аминокислотный состав мышц и тела сеголетков карпа, выращенных на разных рационах // Доклады ТСХА, 1975. — Вып. 205. — С. 175—179.

7. Ромашко В. Д., Власов В. А. Использование в рационах сеголетков карпа фарша из минтая // Известия ТСХА, 1975. — Вып. 5. — С. 178—185.

8. Власов В. А. Влияние кормов животного происхождения на рост сеголетков карпа, формирование внутренних органов и зимовку // Доклады ТСХА, 1976. — Вып. 215. — С. 131—135.

9. Власов В. А., Ромашко В. Д. Влияние веса годовиков кар-

- па на их рост во второе лето выращивания // Доклады ТСХА, 1976. — Вып. 220. — С. 167—171.
10. Мартышев Ф. Г., Привезенцев Ю. А., Лавровский В. В., Власов В. А. и др. К разработке научных основ и технологии производства в прудовом рыбоводстве // Известия ТСХА, 1976. — Вып. 1. — С. 138—144.
11. Привезенцев Ю. А., Власов В. А., Ромашко В. Д. Пищевая ценность товарных карпов, выращенных в прудах при различной плотности посадки // Доклады ТСХА, 1976. — Вып. 225. — С. 131—135.
12. Власов В. А. Выращивание сеголетков карпа на диетах, содержащих различный уровень жира // Доклады ТСХА, 1977. — Вып. 235. — С. 85—89.
13. Власов В. А. Рост сеголетков карпа, содержащихся на диетах с различным количеством протеина // Доклады ТСХА, 1979. — Вып. 245. — С. 61—64.
14. Власов В. А. Влияние температуры воды на рост сеголетков карпа и эффективность использования корма // Доклады ТСХА, 1979. — Вып. 225. — С. 46—51.
15. Привезенцев Ю. А., Власов В. А. Эффективность использования корма и рост сеголетков тляпий и карпа в зависимости от температуры воды // Известия ТСХА, 1979. — Вып. 1. — С. 149—155.
16. Власов В. А., Смолин В. В. Эффективность использования аппаратов Вейса и Садова-Коханской при инкубации икры карпа // Известия ТСХА, 1980. — Вып. 5. — С. 160—166.
17. Привезенцев Ю. А., Власов В. А., Дацюк П. В. Опыт промышленного скрещивания беспородного карпа с молдавским // Известия ТСХА, 1981. — Вып. 4. — С. 143—149.
18. Власов В. А. Нормы кормления сеголетков карпа // Рыбоводство и рыболовство, 1983. — № 5. — С. 8—9.
19. Дацюк П. В., Власов В. А. Племенная оценка производителей карпа, рыбхоза «Ставропольский» // Интенсификация прудового рыбоводства: Сб. науч. тр. ТСХА. — М., 1982. — С. 28—33.
20. Власов В. А. Влияние различной кратности кормления на рост сеголетков карпа и эффективность использования ими корма // Интенсификация прудового рыбоводства: Сб. науч. тр. ТСХА. — М., 1982. — С. 24—28.
21. Власов В. А. Как уменьшить затраты // Рыбоводство и рыболовство, 1983. — № 4. — С. 10—11.
22. Демкин А. П., Власов В. А. Особенности экстерьерного и полового созревания ремонтных двухлеток разного происхождения // Известия ТСХА, 1983. — Вып. 2. — С. 162—168.
23. Власов В. А. Влияние концентрации растворенного в воде кислорода на потребление сеголетками карпа корма // Совершенствование племенной работы в рыбоводстве: Сб. науч. тр. ТСХА, 1983. — С. 47—51.
24. Власов В. А., Дацюк П. В., Селин И. И., Азгалдян Ю. Г. Совершенствование продуктивных качеств карпа // Рыбоводство и рыболовство, 1981. — № 4. — С. 6—8.
25. Власов В. А. Чтобы повысить «урожайность» водоема // Рыбоводство и рыболовство, 1983. — № 9. — С. 8—10.
26. Власов В. А. Потребление корма сеголетками карпа в зависимости от их массы, температуры и содержания в ней кислорода // Известия ТСХА, 1983. — Вып. 6. — С. 151—155.
27. Власов В. А. Потери комбикормов: основные причины // Рыбоводство, 1985. — № 2. — С. 6—8.
28. Власов В. А. Влияние различной освещенности на подращивание молоди карпа в условиях инкубационно-малькового цеха // Совершенствование биотехники в рыбоводстве: Сб. науч. тр. ТСХА, 1985. — С. 53—59.

29. Привезенцев Ю. А., Дацюк П. В., Власов В. А. Промышленное скрещивание — важный резерв повышения продуктивности в прудовом рыбоводстве // Совершенствование биотехники в рыбоводстве: Сб. науч. тр. ТСХА, 1985. — С. 7—12.

30. Власов В. А., Иванов А. А. Минеральный состав костяка сеголетков чешуйчатого и зеркального карпа при различном содержании минеральных веществ в воде // Известия ТСХА, 1985. — Вып. 3. — С. 166—171.

31. Власов В. А. Повышение эффективности использования комбикормов в прудовом рыбоводстве. — М.: ВО «Агропромиздат», 1986. — 5 с.

32. Власов В. А. Определение энергии, затрачиваемой на поддержание жизни сеголетков карпа // Тез. докл. всесоюзного координационного совещания по научно-техническому прогрессу в рыбоводстве Госагропрома СССР. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1986. — С. 64—66.

33. Привезенцев Ю. А., Лавровский В. В., Власов В. А. и др. Пути интенсификации прудового рыбоводства // Известия ТСХА, 1986. — Вып. 3. — С. 159—167.

34. Власов В. А. Эффективность использования сеголетками карпа некоторых кормов растительного и животного происхождения // Совершенствование технологии и племенной работы в рыбоводстве: Сб. науч. тр. ТСХА, 1986. — С. 84—90.

35. Власов В. А. Нормирование кормления карпа в выростных прудах // Известия ТСХА, 1987. — Вып. 3. — С. 168—172.

36. Власов В. А. Использование сеголетками карпа энергии корма в зависимости от объема рациона и температуры воды // Известия ТСХА, 1988. — Вып. 1. — С. 163—169.

37. Власов В. А. Переваримость корма сеголетками карпа в зависимости от температуры воды, содержания в ней кислорода и режима кормления // Интенсивная технология в рыбоводстве: Сб. науч. тр. ТСХА, 1989. — С. 56—62.

38. Иванов А. А., Власов В. А. Минеральный состав костной ткани рыб // Интенсивная технология в рыбоводстве: Сб. науч. тр. ТСХА, 1989. — С. 81—90.

39. Власов В. А. Рациональное использование кормов при выращивании сеголеток карпа в выростных прудах и водоемах комплексного назначения (рекомендации). — М.: ВО Агропромиздат, 1989. — 24 с.

40. Власов В. А. Эффективность выращивания сеголеток карпа при различном содержании в кормосмесях растительных липидов // Известия ТСХА, 1990. — Вып. 1. — С. 167—178.

41. Власов В. А. Физиологическое состояние, рост сеголеток карпа и потребление ими корма в зависимости от рН воды // Известия ТСХА, 1990. — Вып. 4. — С. 128—139.

42. Власов В. А. Оптимальные световые режимы при выращивании карпа в искусственных условиях // Известия ТСХА, 1991. — Вып. 4. — С. 139—147.

43. Власов В. А., Лавровский В. В. Зависимость суточного потребления корма сеголетками карпа от изменяющихся факторов среды // Тез. докл. VIII Всесоюзной научной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб. — Петрозаводск, 1992. — С. 56—57.