

УДК 639.3:574(470.64)

9 16-3/465

На правах рукописи



КОЖАЕВА ДЖУЛЬЕТТА КАРАЛЬБИЕВНА

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА
ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЁМОВ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

03.02.14 – Биологические ресурсы

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
доктора биологических наук

Москва – 2016

Диссертационная работа выполнена в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете имени В.М. Кокова.

Научный консультант: **Казанчев Сафарби Чанович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В.М. Кокова»

Официальные оппоненты: **Пронина Галина Ивановна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рыбохозяйственных исследований и поликультуры рыб ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства»

Плиева Тамара Хазбиевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой водных систем и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»

Кетенчиев Хасан Алиевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и ботаники ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Ведущая организация: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Министерство образования и науки РФ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Защита диссертации состоится «27» октября 2016 года в 14.30 ч. на заседании диссертационного совета Д 220.043.12 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д.9. Тел./факс (499) 976-21-84.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте <http://www.timacad.ru>

Автореферат разослан « » августа 2016 года

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



А.А. Кидов

Актуальность темы. Кабардино-Балкарский регион имеет значительный водный фонд для развития аквакультуры. Он отнесён к V рыбохозяйственной зоне, однако, отличается специфическими эколого-фенологическими условиями, не соответствующими стандартам данной зоны, в связи с чем вопрос рациональной оценки и использования водоёмов для увеличения биологических ресурсов требует анализа и является весьма актуальным.

Для разработки приёмов управления биологическими процессами с целью улучшения качества воды и повышения биоресурсного потенциала водоёмов Кабардино-Балкарской Республики необходимо разработать отсутствующие в настоящее время рекомендации, в которых предусматривается комплексная оценка гидробиологических и гидрохимических параметров водоёмов. Недостаточная изученность водоёмов, применение узкоспецифичной технологии выращивания рыб (монокультура) в совокупности с другими факторами определяют низкую рыбопродуктивность прудов. Этим определяется необходимость изучения биологических основ рационального использования биоресурсного потенциала искусственных водоёмов Кабардино-Балкарской Республики. Исследования показали, что разведение карпа в условиях монокультуры приводит к недоиспользованию трофических ресурсов водоёмов: фитопланктона (пиррофитовые – Pyrrophyta, динофитовые – Dinophytina, и криптофитовые – Cryptophytina), а также зоопланктона (Copepoda и Cladocera) и макрофитов. Вместе с тем, выращивание в поликультуре с карпом растительноядных рыб – система, основанная на более эффективном (на 10–12%) использовании трофической базы искусственных водоёмов.

Однако процессы в экологической системе пруда при поликультуре имеют специфичность и недостаточно изучены. Исследования в этом направлении позволяют усовершенствовать технологию поликультуры, биотехника которой должна быть ориентирована как на рыб, зообентофилов, так и на фитофилов.

Одним из путей увеличения производства рыбной продукции в регионе является освоение Черекского водохранилища. Определение биологических процессов, протекающих в огромном водном массиве, прогнозирование биопродукции и управление трофической базой водоёма является весьма актуальной задачей.

В связи с этим недостаточная изученность указанных показателей, необходимость разработки современной методики объективной оценки природных качеств искусственных водоёмов для их рационального использования в развитии аквакультуры региона определили выбор темы исследований.

Степень её разработанности.

Биологические приёмы реконструкции аквакультурного производства направленные на разработку экологических основ применительно к конкретным условиям были развёрнуты широкие биологические исследования под руководством (Жирничников, В.С., 1974; Киселёва, А.И., 1956; Коршиков, О.А., 1953; Лавровский, В.В., 1987; Ляхнович, В.П., 1964; Мартышев, Ф.Г., 1961; Москул, Г.А., 1995; Никольский, Г.В., 1944; Привезенцев, Ю.А., 2000; Суховерхов, Ф.М., 1963; Складов, В.Я., 1999) и других учёных – ихтиологов.

Из современных биологов, чьи труды имеют теоретическое и практическое значение в вопросах развития аквакультурного комплекса следует выделить (Власов, В.А., 1989; Казанчева, Л.А., 2004; Катасонов, В.Я., Крылов, А.В., 2008; 1979; Харитонова, Н.Н., 1975; Черфас, Б.И., 1980; Шерман, И.М., 1999; Щербина, М.А., 1992).

Несмотря на растущую актуальность совершенствования биологических основ выращивания семейства карповых в определённой экологической обстановке отсутствуют рекомендации, в которых предусматривались факторы, и в частности, гидробиологического, биоэкологического и биогидрологического характера.

Всё это явилось обоснованием темы и направлений наших исследований.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключается в том, чтобы на основе комплексных исследований биоэкологических параметров водоёмов региона разработать приёмы рационального использования разных трофических уровней биоценозов для повышения биоресурсного потенциала водных экосистем и развития пресноводной аквакультуры в Кабардино-Балкарской Республике.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить современное состояние биоресурсов искусственных водоёмов региона с учетом морфометрических показателей и зональных особенностей.
- Установить влияние зональных особенностей водоёмов на гидрохимические и гидробиологические показатели.
- Изучить зависимость биопродуктивности водоёмов от различных факторов.
- Раскрыть влияние интенсификационных мероприятий (внесение удобрений, изменение плотности посадки рыб) на изменение биологических ресурсов искусственных водоёмов и выход полезной продукции.
- Изучить видовой состав и биологическое состояние ихтиофауны, выявить биоэкологические возможности вселения в искусственные водоёмы «перспективных» видов.
- Определить пригодность Черекского водохранилища для развития аквакультуры;
- Разработать методы направленного формирования ихтиофауны и пути повышения эффективности использования биоресурсного потенциала водоёмов.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях республики изучен биоресурсный потенциал водоёмов, пригодных для аквакультуры; предложены новые экологические направления и методы ведения товарного рыбоводства.

Раскрыта биоэкологическая роль интенсификационных мероприятий в формировании экосистемы искусственных водоёмов, увеличении естественной и общей биопродуктивности, характера адаптационных связей прудовых рыб со средой на всех этапах онтогенеза, необходимость совершенствования существующих, и разработки новых технологических мероприятий.

На большом и многоплановом материале, с учетом уровня интенсификации, определена пригодность искусственных водоёмов республики для выра-

шивания биологической продукции, установлена расходная часть водного баланса на единицу выращенной аквакультуры; определены оптимальные глубины прудов и водообмен для каждой зоны.

Предложена экологическая многобальная система оценки естественной продуктивности искусственных водоёмов, которая позволяет прогнозировать общую биопродуктивность при их интенсификации.

Полученные результаты позволили сформулировать теоретически и практически обоснованные методические положения, позволяющие усовершенствовать основы производства аквакультурного сообщества, имеющей конечной целью повышение биоресурсного потенциала искусственных водоёмов.

Практическая значимость работы и реализация результатов исследований. Разработанная биоэкологическая система оценки эксплуатируемых искусственных водоёмов позволяет объективно определить их природную ценность и выявить возможность увеличения их биологической продуктивности, обоснованно проводить интенсификационные мероприятия, направленные на увеличение биологических ресурсов водоёмов.

Оценка нагульных искусственных водоёмов по разработанной системе позволила установить оптимальную плотность посадки в зональном аспекте.

В результате исследований многочисленных популяций карповых рыб, нами решены вопросы районирования объектов поликультуры, которые могут быть положены в основу методологии разработки теории биопродуктивного прогнозирования водных экосистем в разных эколого-фенологических зонах.

На основании экспериментальных данных установлено, что интенсификационные мероприятия могут быть направлены, прежде всего, на улучшение среды выращивания рыбы, повышение биологических ресурсов водоёмов.

Полученные нами результаты позволили сконцентрировать усилия многих организаций для разработки комплексной целевой программы «Пруд», касающейся проблем рыбоводства в республике.

Практическая реализация разработанной программы «Пруд» предусматривает интенсификацию прудового рыбоводства, совершенствование биотехники выращивания высококачественной товарной рыбы и повышение биологических ресурсов водоёмов на 20-30%.

Результаты наших исследований используются в учебном процессе по дисциплинам «Этология животных», «Экология рыб» и «Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбной продукции», при подготовке и переподготовке кадров по специальности 11.04.01 «Зооинженер», а также легли в основу разработанных нами рекомендательных документов: 1. «Растительноядные рыбы и их влияние на биологические ресурсы водоёмов Кабардино-Балкарской Республики», 2005; 60 с. 2. «Рекомендации по повышению и использованию биологических ресурсов водоёмов Кабардино-Балкарской Республики», 2006; 65 с., также при издании монографии «Биолого-экологическая характеристика пресных водоёмов Кабардино-Балкарской Республики», 2011; 319 с.

Методология и методы исследования. Методологической основой являлась совокупность методов применяемых в биологической науке по теме диссертационной работы с использованием как современных, так, и классических

методов исследования (гидрохимические, гидробиологические, гидрологические, биогеоценологические, экологические, биохимические, зоотехнические и статистические) с использованием различных видов анализаторов нового поколения.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Морфометрическая характеристика и особенности формирования биоресурсного потенциала искусственных водоёмов в зональном аспекте (синэкология, гидробиология).

2. Биологические ресурсы водоёмов: бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон, зообентос (таксономический состав, видовое разнообразие).

3. Гидробиологические показатели Черекского водохранилища (биотический баланс).

4. Влияние интенсификационных мероприятий на формирование биологических ресурсов искусственных водоёмов (биологический расчёт, коэффициент продуктивности).

5. Бонитировка искусственных водоёмов (пригодность для развития аквакультуры).

6. Степень использования трофической цепи ихтиофауной.

7. Видовой состав и структура фаунистических комплексов.

8. Поликультура и её влияние на биологические ресурсы искусственных водоёмов

Апробация работы. Результаты проведённых биоэкологических исследований, выводы и предложения производству доложены и одобрены на:

- V-ой конференции молодых ученых РАН, Нальчик, 2005;

- Научно-практической конференции «Современное развитие АПК», г. Ульяновск, 2005;

- Международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа», Теберда, 2005;

- Международной научно-практической конференции «Естественные и технические науки», Москва, 2006, 2007;

- I-ой Всероссийской научно-производственной конференции, г. Черкесск, 2006;

- VIII-ой конференции молодых ученых. РАН, Нальчик, 2008;

- Международной научно-практической конференции «Научные основы повышения продуктивности животных», Краснодар, 2008;

- VI-ой Международной научно-практической конференции, г. Барнаул, 2011;

- Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 70-летию первого ректора КБГСХА Б.Х. Фиапшева, Нальчик, 2011;

- Международной научно-практической конференции, г. Грозный, 2011;

- Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции», г. Владикавказ, 2012;

- Международной научно-практической конференции посвященной 100 летию Саратовского ГАУ, г. Саратов, 2013.

Публикация результатов исследований. Опубликовано всего 82, по теме диссертации 61 печатных работ, в том числе 1 монография, 24 работ в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 методические рекомендации производству, 3 учебных пособия.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 322 страницах компьютерного текста, состоит из введения, трёх глав (включающих: общую характеристику работы, теоретическое обоснование, материал и методики исследования), результатов исследований и их обсуждение, выводов, практических предложений производству, списка литературы и приложений; включает 53 таблицы, 29 рисунков, 1 схему, список литературы, включает 390 источника, в том числе 94 на иностранных языках.

Работа выполнена в рамках межведомственной координационной программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК РФ на 2000-2020 гг. в соответствии с плановой тематикой НИР ФГОУ ВО «Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова» «Разработка биоэкологических нормативов и внедрение рекомендаций по совершенствованию биоэкологии аквакультурного производства» (№ государственной регистрации - 01870000219).

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными материалами для настоящей работы послужили результаты опытов и исследований, выполненных в период 2000 по 2014 гг. в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете им. В.М. Кокова.

Опытные работы и внедрение результатов проводились в производственных условиях рыбных хозяйств «Каббалквод ресурсы».

Теоретической и практической основой работы является единый принцип – изучение экологических и биологических параметров разведения, выращивания товарной рыбы в изменяющихся условиях содержания и реализации их с помощью оптимизации биотических, абиотических факторов и биотехнических приёмов.

Методической основой работы был как однофакторный, так и многофакторный эксперимент. Основные направления работы показаны на схеме 1.

Базой для опытов и проведения исследований послужили опытные и производственные искусственные водоёмы площадью 0,1–30 га с независимым водоснабжением, расположенные в разных эколого-фенологических зонах Кабардино-Балкарской Республики. Там же проведён комплекс интенсификационных мероприятий.

Расположение искусственных водоёмов представлено на рисунке 1. Как видно из схемы 1, (площадь республики небольшая 12,5 тыс. км²) природные условия весьма разнообразны, искусственные водоёмы охватывают все 5 эколого-фенологические зоны с типичными для Кабардино-Балкарской Республики водными угодьями. Постоянно занимаются прудовым рыбоводством Государственные сельскохозяйственные предприятия им. Петровых, им. Калинина Прохладненского района, «Котляревский», «Александровский» Майского района, «Псынадаха» и «Дружба народов» Зольского района, «Шаджам» Чегемско-

го района, «Кызбурун» Баксанского района. и сельскохозяйственные производственные кооперативы «Ленинский путь» Урванского района, «Мало-Кабардинский», «Боташей» Терского района и Черекское водохранилище Черекского района.

Схема I – Основные направления проведения научных исследований диссертационной работы



Оценка рыбоводных искусственных водоёмов республики проведена на основе данных по вышеуказанным рыбоводным хозяйствам со средним уровнем ведения рыбоводства, довольно полно отражающим разнообразие эколого-фенологических условий зон республики. Сбор данных проводился с учётом уровня ведения хозяйства, т.е. исключались данные с факторами экстремально-го характера.

Среднюю биопродуктивность водоёмов определяли по данным за период не менее 5 лет, поскольку эколого-фенологические условия в разные годы неодинаковые.

Колебания температуры воздуха и воды изучались в течение 12 лет. Кроме того, использовались данные по температуре воздуха и количеству осадков, собранные за тот же период республиканской гидрометеостанцией.

Для определения значимости отдельных факторов в комплексе данные обрабатывались методом многофакторной корреляции.

В качестве подопытного материала служили личинки, мальки, сеголетки, годовики, двухлетки карповых рыб: карпа (*Cyprinus carpio* L.), белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.), пестрого толстолобика (*Aristichthys nobilis* Rich), белого амура (*Ctenopharyngodon idella* Val.).

Икру осеменяли «сухим способом». Инкубацию икры проводили в аппаратах Вейса. В ходе инкубации определяли процент оплодотворённой икры, отход эмбрионов.

Выращивание подопытных групп молоди проводили совместно и отдельно в отдельных водоёмах. При совместном выращивании рыбы предварительно метились. Молодь выращивалась при плотности посадки 20–160 (личинки) и 2,1–8 (годовики тыс. экз./га.); фагирование рыб проводилось биотрофами марок: 110 – 1, 110 – 2, ПК – ВР, 111 – 2 и др., начиная с мая – июня, ежедневно, один – два раза в день (Сборник НТД, 1986).

Для разработки норм и периодичности внесения комплексных минеральных удобрений (азотно-фосфорных и извести) в искусственные водоёмы, использовали методические рекомендации различных авторов, (А.И. Батенко и В.И. Бахтиной (1964,1962), (М.Б. Фельдман, А.В. Суховий (1961), (Г.Г. Винберг, В.Г. Ляхнович (1965), (И.В. Баранова (1968) и др. и инструкцию, подготовленную автором: «Рекомендации по применению удобрений и извести в рыбоводных прудах». Схемы опытов представлены в соответствующих разделах.

Минеральные удобрения вносили в искусственный водоём по воде, их растворяли в воде в отработанных пищевых пластиковых емкостях, а затем с лодки распределяли по всей поверхности водоёма).

Необходимое количество мы рассчитали по формуле (Ф.М. Суховерхов (1963), (В.П. Ляхнович, (1964), (Д.К. Кожаева, (2008).

$$A = \frac{(K - k) \cdot 100}{P},$$

где А – необходимое количество удобрений (в мг/л);

К – необходимая концентрация биогенных элементов в воде (в мг/л);

к – концентрация биогенных элементов в водоёме по данным химического анализа воды (в мг/л);

Р - содержание действующего вещества в удобрителе (в %);

100 – поправка на проценты.

В поставленных опытах изучали температурный и гидрологический режимы, гидрохимические показатели, проводили исследования трофической базы.

Температуру воды измеряли три раза в сутки – в 7, 13 и 19 часов. Ежедневно определяли уровень воды в водоёмах: при снижении уровня усиливали подачу воды (Н.М. Бессонов, Ю.А. Привезенцев, (1987), (Ф.Г. Мартышев, (1954), (И.В. Баранов, Ю.А., Привезенцев, (1981).

Химические анализы воды проводили по общепринятым в ихтиологической практике методикам. На общий химический анализ воду отбирали два раза в месяц; гидрохимические показатели -- содержание растворённого в воде кислорода, водородный показатель среды (рН) -- определяли один – два раза в неделю; содержание в воде растворённых органических веществ, биогенов и неорганиче-

ских соединений – один раз в две недели (Н.М. Бессонов, (Ю.А. Привезенцев, (1987), (М.Н. Матисоне, (1962).

Изучение общего числа микроорганизмов определяли по методике, (С.И. Кузнецова и др.(1989), (А.С. Разумова, (1932), (К.А. Гусева, (1952), (В.И. Жадин, (1960), (Д.К. Кожяева, (2006), (А.Г. Родина, (1987), (Л.П. Рыжков, (1949) основанной на учёте изменений численности бактерий за определённый отрезок времени.

Интенсивность фотосинтеза измеряли с помощью метода склянок (кислородная модификация) при экспозиции 24 часа (Г.Г. Винберг, (1960). Для исследования трофической базы водоёмов два раза в месяц отбирали пробы бактерио-фито-зоопланктона и зообентоса, как правило, в первой половине дня, поскольку данные отбора проб в это время отвечали среднесуточному (Н.Н. Харитонова и др.(1975).

Отбор проб и обработку фитопланктона осуществляли осадочным методом (Т.И. Усачёв, (1961). При изучении качественного состава планктонных водорослей использованы определители (Л.А. Свиренко, (1938), (О.А. Коршикова, (1953), (Л.И. Курсанова и др. (1953), Киселев, И.А. (1956, 1969), Мартышев, Ф.Г. (1973). Количественную обработку проводили счётным методом. Биомассу определяли на основании индивидуальных масс отдельных видов водорослей. (Ю.А. Привезенцев, (1978), И.А. (Киселёва, (1956), (В.Г. Гринь, (1963).

Отбор проб зоопланктона проводили по методике (А.И. Киселёва, (1956), (Л.А. Бенинга, (1941), (А.А. Липина, (1950), (Е.Ф. Мануйлова, (1964, 1958). При обработке проб учитывали качественный и количественный состав организмов. При подсчёте биомассы зоопланктона использовали таблицы индивидуальных масс организмов (М.А. Щербина, (1973), (П.П. Брагинский, (1957), (С.Н. Уломский, (1958).

Сбор донных организмов проводили цилиндрическим и ковшовым дночерпателем системы Экмана-Берджа. После разбора организмов по группам, донных животных просчитывали и взвешивали на торсионных весах. Видовую принадлежность зообентоса определяли по существующей методике (В.И. Жадин, 1960), (А.А. Черновский. (1949), (А.Н. Липина, (1950), (В.Е. Панкратова, (1976).

Исследования питания рыб проводили методом индивидуальной обработки кишечников, а также методикам, описанным в «Руководстве по изучению питания рыб в естественных условиях» (Е.Н. Бокова, (1946), Г.Г. Винберг, (1960), (П.Л. Прирожников, (1966), (В.Г. Богоров, (1934), (В.А. Бродцкая, (1939), (Е.В. Боруцкий, (1932). При определении видового состава организмов были использованы определители, предложенные разными авторами для определения различных видов гидробионтов (описаны выше). Интенсивность питания рыб вычисляли при помощи общих и частных индексов наполнения кишечников, выраженных в процедиимиллях (В.А. Бродцкая, (1939), Л.П. Брагинский, (1961).

Исследования суточного ритма питания и суточного рациона в полевых условиях проводили методом подсчёта (М.Н. Щербина, (1971, 1973), (Н.С. Новикова, (1949), (В.А. Ионова, (1960). Кроме того, были поставлены специаль-

ные лабораторные опыты. Определение сходства состава пищи проводили при помощи индексов пищевого сходства (А.А. Шарыгин, (1952).

Темп роста рыб на протяжении вегетационного сезона изучали два раза в месяц путём проведения контрольных обловов, при этом определяли весовые и линейные показатели рыб (И.В. Правдин, (1966). Определение относительной скорости роста рыб проводили по формуле экспоненциального роста, в модификации (Ф.Г. Мартышева, (1961). Упитанность рыб определяли по Фультону.

Выращивание товарной рыбы проводили в монокультуре и совместно с карпом и растительноядными видами рыб при соотношении карп – растительноядные 5:2:1; или только с карпом при соотношении 3:1. Плотность посадки – от 3 до 160 тыс. экз./га (Сборник НТД, (1986), (И.Н. Арнольд, (1929), (Ф.И. Баранов, (1939).

Выяснение закономерностей продукционных процессов на всех трофических уровнях и степень обеспеченности, пищей различных гидробионтов водоёма, включая рыб, проводили расчетным методом на основании данных по биомассе гидробионтов различных трофических уровней, их рационам, качественному и количественному составу трофи рыб (А. Арчакова, (1991), (Г.Г. Винберг, (1956).

Данные, полученные в результате исследований, подвергали вариационно-статистической обработке (Г.В. Лакин, (1973), (Н.А. Плохинский, (1970). На их основе составлены уравнения, решение которых позволило установить определённые закономерности.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Эколого-гидрохимическая характеристика искусственных водоёмов республики

Наш опыт ведения тепловодного прудового рыбоводства в Кабардино-Балкарской Республике убедительно свидетельствует о том, что основные вопросы повышения его эффективности должны рассматриваться только в зональном аспекте. Объективная оценка влияния эколого-фенологических факторов на эффективность рыбоводства необходима для определения основных направлений интенсификации производства аквакультуры, оптимального размещения рыбоводных хозяйств, планирования.

С целью выделения эколого-фенологических рыбоводных зон и наиболее полного исследования биологических ресурсов водоёмов проведено эколого-фенологическое зонирование рыбных хозяйств республики.

В основу зонирования положены термические ресурсы периода со средней суточной температурой воздуха + 10°C и степень обеспеченности этого периода влагой.

В результате районирования выделены пять эколого-фенологических зон.

Термический режим искусственных водоёмов Кабардино-Балкарской Республики следует признать благоприятным для выращивания аквакультуры. В летние месяцы среднесуточная температура воды в водоёмах не поднимается выше оптимума для данной рыбоводной зоны, и пригодна для разведения аквакультуры: карпа и добавочной рыбы.

В республике до сих пор не было данных о природных качествах воды и источников по освоению рыбоводного хозяйства, поэтому нами проведены всесторонние комплексные гидрохимические, гидробиологические исследования.

Активная реакция воды в водоёмах республики рН колебалась в пределах 6,5–8,2. В разгар вегетационного периода – июль – август величина рН поднималась до максимальных величин – 8,4, но при этом в дневное время свободная углекислота в воде отсутствовала практически полностью. В целом вода в водоёмах по величинам рН соответствует нормативам.

Оптимальные концентрации растворённого в воде кислорода для ихтиофауны водоёмов составляют 6–8 мг. О₂/л. Снижение концентрации кислорода в воде приводит к снижению темпа роста рыб.

В мае в рыбоводных прудах отмечались относительно высокие величины растворённого в воде кислорода – среднемесячные показатели за все годы наблюдений колебались в пределах 5,8–6,2 мг. О₂/л. Среднесуточные величины имели, в общем-то, незначительные различия как по отдельным искусственным водоёмам, так и по рыбоводным зонам и составляли 4,8–10,8 мг. О₂/л.

В июле – августе отмечается снижение содержания кислорода (по среднемесячным данным). В дальнейшем эта тенденция сохраняется в августе и, частично, в сентябре, до облова рыб.

Перманганатная окисляемость воды в водоёмах колебалась в довольно широких пределах – 4,6–28,6 мг/л и не превышала значений, допустимых для рыбных прудов. Сезонная динамика перманганатной окисляемости во всех эколого-фенологических зонах была сходной – повышение от мая к августу, некоторые снижения в сентябре – октябре.

Содержание биогенных элементов в искусственных водоёмах было неодинаковым. Общее содержание соединений азота в водоёмах I–V эколого-фенологических зон колеблется от 0,35 до 0,89 мг/л, а органического фосфора от 0,25 до 0,57, что меньше нормативных по азоту на 15 и фосфору 25%.

Рассматривая в целом гидрохимический режим водоёмов, расположенных в разных зонах, можно отметить, что, несмотря на разнообразие условия и особенности формирования солевого состава, физико-химические параметры водоёмов характеризовались величинами, не выходящими за пределы нормативов, определяющих возможность ведения рыбоводных процессов.

3.2. Биологические ресурсы искусственных водоёмов

В числе объектов изучения, представляющих наибольший интерес для решения вопросов биопродукции искусственного водоёма можно назвать следующие: концентрация трофической цепи, бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон, зообентос и детрит.

В связи с освоением Черкесского водохранилища (I эколого-фенологическая зона) необходимо знание микробиологических процессов, протекающих в огромном водном массиве, научиться прогнозировать биопродукцию, управлять ими для создания условий, способствующих росту и развитию трофической базы.

Изучение распределения и динамики численности микроорганизмов с учетом действия природных и антропогенных факторов в течение ряда лет позволило накопить статистически достоверный материал и вскрыть закономерности формирования и изменения микробных популяций. По средним результатам видно, что в течение вегетационного периода (90 дней; I рыбоводная зона) бактерии имеют два максимума численности – весенний и осенний.

С середины апреля до конца мая количество бактерий за эти годы в среднем, было равно 1,82 млн.кл. в 1 мл воды, к концу июня их численность резко сокращается и с этого времени до середины сентября колеблется около 1,15 млн.кл в 1 мл воды.

В конце сентября количество резко возрастает, и до начала ноября равна 1,49 млн.кл. в 1 мл воды. Больше всего бактерий на участке впадения Черек-Безенгийский в водохранилище, и по осреднённым данным, составляет 1,45 - 1,63 млн.кл. в 1 мл.

Весенний пик численности бактерий наблюдается в половодье. В этот период в водохранилище попадает значительное количество взмучиваемых клеток терригенного происхождения.

Осенний пик, по-видимому, обусловлен как размножением бактерий за счёт органического вещества отмирающих водорослей, так и взмучиванием донных отложений.

В целом коэффициент корреляции между численностью бактерий и уровнем водохранилища оказался ниже минимального, позволяющего говорить о положительной связи между ними ($r = 0,3$ при $r_{\min} = 0,5$), в 3-х случаях из 5, эти колебания совпадали по знаку.

Располагая достаточным числом наблюдений, мы получили общее количество потреблённого и выделенного кислорода за месяц и за весь вегетационный период.

На протяжении всего периода наблюдений выделение кислорода шло с большей скоростью, чем его поглощение. Следовательно, скорость образования органических веществ была больше скорости их разрушения, тем самым была обеспечена возможность накопления органических веществ в водохранилище.

Следовательно, общий объём деструкции, или скорость потребления кислорода в воде, отражает как бы положительный момент баланса органических веществ. Это дает основание считать, что «Д» в какой-то мере может служить показателем продуктивности водохранилища в целом.

Чистая продукция планктона Черекского водохранилища за весь период наблюдений составила, в среднем, 28736 кг O_2 или 384,2 ккал/м².

Анализируя интенсивность развития микрофлоры, мы сталкивались с тем, что количество бактериопланктона зависела от термических условий. Время генерации бактерий в водохранилище колебалось в пределах 5,3-152,2 часа; продукция - 541-2583 тыс. клеток/мл в час. Наиболее высокая скорость размножения бактерий наблюдалась в июле - августе, время генерации бактерий в августе в 4,3-5 раз выше, чем в мае.

Оценка степени агрегированности бактерий на различных водоёмах (поверхность 1,5 и 20 м), проведённая в марте, показала, что прикрепленные бактерии, соответственно, составили 15,32 и 8%. т.е. максимум был отмечен на среднем горизонте. Здесь же наблюдалось наибольшее относительное содержание плёночных образований.

Анализ полученных материалов показал, что постоянными элементами структуры микробного сообщества водоёмов являются одиночные бактерии, бактерий плёночных и сложных образований, детритных частиц. Больше половины всех частиц взвеси составляли плёночные агрегаты (52-60%). Остальная

масса взвешенных частиц была представлена сложными и детритными частицами. Размеры всех указанных образований превышали размеры одиночных бактериальных клеток в десятки раз. Этот факт необходимо принимать во внимание при оценке бактерий, как важного звена трофической цепи водоёмов.

В процессе исследований установлено, что в выростных водоёмах 1-го порядка биомасса бактерий колебалась от 19 до 69,5 мг/л в воде и от 5,0 до 51,0 мг/г в донных отложениях, а в нагульных – соответственно от 5,6 до 18,1 мг/л и от 6,2 до 31,4 мг/г.

Высокие показатели биомассы бактерий в искусственных водоёмах первой из рассмотренных групп свидетельствуют о недоиспользовании естественной трофической базы и возможности увеличения плотности посадки рыб, высоким содержанием растворённых органических веществ и термичности искусственных водоёмов.

3.2.1. Формирование структуры сообщества фитопланктона

В планктоне Черекского водохранилища за период с 2000 по 2013 гг. отмечено 943 таксона водорослей. Из них Bacillariophyta – 250, Chlorophyta – 182, Xanthophyta – 165, Cyanophyta – 120, Euglenophyta – 112, Chrysophyta – 61, Pyrrophyta – 53.

Большинство обнаруженных видов (621) относится к истинно планктонным формам, остальные развиваются или в литоральной зоне (109) или типичны для бентоса (101) и обрастаний (28). По отношению к содержанию солей в воде только 16 видов можно отнести к мезогалобам, все остальные – олигоглобы, из них индифферентов – 672, галлофилов – 165, галофобов – 90. Найденные в водохранилище 659 видов широко распространены и в других водоёмах, но для характеристики природных условий особый интерес представляют арктические (7), северо-альпийские (19) и бореальные (108) формы. Они, будучи обитателями олиготрофных и дистрофных водоёмов севера, характеризуют флору Черекского водохранилища как относительно холодолюбивую, тем более что ни одного субтропического вида здесь не обнаружено.

Видовое разнообразие фитопланктона в разных участках водохранилища различно. Наибольшее количество таксонов сине-зелёных найдено в эстуариях рек – 140, а наименьшее – в главном – 67; южная сторона (108) и северная сторона (91) занимают промежуточное положение.

За анализируемые годы можно лишь указать, что видовой состав водорослей после образования водохранилища стал разнообразнее, а комплекс доминирующих форм сохранился прежним. Однако, в общей продуктивности водоёма резко возросла роль нижеперечисленных групп (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, в силу широкой приспособленности к внешним условиям, фитопланктон в Черекском водохранилище в своём расселении распределяется в разнообразных экологических группировки, характеризующиеся более или менее определённым составом слагающих их водорослей, приспособленных к предельной амплитуде экологических факторов.

Таблица 1 -- Разнообразие и таксономические группы фитопланктона Черекского водохранилища

Отдел	Температура воды и таксономические группы					
	+5	+10	+15	+20	+25	Итого таксонов
1	2	3	4	5	6	7
I. Cyanophyta: (синь-зеленые)						
1. Chroococcales	2	5	13	14	15	49
2. Chamaesiphonophyceae	3	7	10	13	14	47
3. Hormogoniophyceae	1	3	6	8	6	24
II. Pyrrophyta: (пирофитовые)						
4. Cryptophytina	12	10	8			30
5. Dinophytina	10	8	5			23
III. Chrysophyta (золотистые)						
6. Chrysopodophyceae	14	3	2	1	0	20
7. Chryomonadophyceae	13	4	3	1		21
8. Chrysotrichophyceae	10	5	2	1	1	19
IV. Bacillariophyta: (Diatomae) (диатомовые)						
9. Pinnularia	5	7	8	9	1	30
10. Navicula	3	6	8	9	6	32
11. Cyclotella	1	4	6	7	12	30
12. Surirella	0	5	7	8	10	30
13. Eunotia	1	4	6	11	8	30
14. Cymbella	1	7	9	7	8	32
15. Melosira	3	4	6	10	11	34
16. Cymatopleura	1	3	7	9	12	32
V. Xanthophyta: (желто-зеленые)						
17. Xanthopodophytae	1	10	11	12	7	47
18. Xanthomonadophyceae	3	8	10	11	5	37
19. Xanthocapsophyceae	2	6	9	11	3	31
20. Xanthococcophyceae	1	1	5	7	3	17
21. Xanthotrichophyceae	2	3	5	6	3	19
22. Xanthosiphonophyceae	1	3	5	4	1	14
VI. Euglenophyta (эвгленовые)						
23. Phacus	0	3	4	7	8	22
24. Trachelomonas	0	2	3	5	6	16
25. Strombomonas	0	3	4	5	6	18
26. Colacium	1	2	3	5	6	17
27. Distigma	0	1	2	3	6	12
28. Actasia	0	2	3	4	5	14
29. Menoidium	0	1	3	4	5	13
VII. Chlorophyta (зеленые)						
30. Volvocophyceae	0	3	4	6	7	20
31. Polyblepharidales	0	2	3	6	7	18
32. Chlamydomonadales	0	1	3	6	7	18
33. Volvocales	0	2	3	6	7	18
34. Protococcophyceae	0	3	4	6	6	19
35. Vacuolales	0	2	3	5	6	16
36. Chlorococcales	0	1	3	4	5	13
37. Prototrichales	0	1	3	5	6	15
38. Veotrichophyceae	0	1	2	4	5	12
39. Siphonophyceae	0	1	3	4	6	14
40. Conjugatophyceae	1	2	3	5	6	17

Наши данные свидетельствуют, что температурный оптимум у разных видов не совпадает, чем и определяется смена количественного состава по сезонам, так называемая сезонная сукцессия видов.

В сезонной динамике фитопланктона наблюдается смена видового состава, обусловленная, вероятно, температурными условиями, трофическими связями и другими факторами.

Так как исследования фитопланктона в Черекском водохранилище проводились с апреля по конец сентября при различных температурах воды, то перечисленные виды водорослей, за исключением пиррифитовых, встречались, как правило, в течение вегетационного сезона.

В структуре фитопланктона в выростных и нагульных прудах зарегистрировано 31–128 видов водорослей, представленных 53–258 таксонами, принадлежащих к 6–7 систематическим группам, причём наибольшим разнообразием отличаются диатомовые и зелёные водоросли (258 – таксона), в основном протоккокковые. На втором месте, по видовому разнообразию стоят желто-зелёные водоросли, на третьем – сине-зелёные. Сине-зелёные водоросли насчитывали несколько видов.

На основании комплексных исследований нами сделана попытка оценить действие основных интенсификационных мероприятий (удобрение и известкование искусственных водоёмов, плотность посадки) на формирование экосистемы водоёмов, рост аквакультуры и трофической цепи; опираясь на тщательный биоэкологический анализ – выработать мероприятия по дальнейшему повышению первичной биопродукции.

Влияние поликультуры и искусственной трофи на продукцию фитопланктона достоверно отличаются по всем показателям. Валовая первичная продукция выше в прудах с поликультурой и применением искусственной трофи. Главный фактор, наличие растительных рыб, которые, выедавая фитопланктон и омолаживая его популяцию, тем самым способствует увеличению первичной продукции.

3.2.2. Зоопланктон и зообентос искусственных водоёмов

Зоопланктон и зообентос рассматриваются как основная естественная трофическая база в прудовом рыбоводстве.

В основе исследования – анализ видового состава зоопланктона и выявление его биоразнообразия.

В результате проведения обширных исследований, с применением новых методов и современной аппаратуры, мы раскрываем закономерности биологических процессов, протекающих в Черекском водохранилище.

В результате разностороннего биологического изучения водохранилища выявлена специфика и состав зоопланктона и зообентоса.

К наиболее часто встречаемым видам (в >50% проб) ранней весной относились холодолюбивые циклопы. Постоянно встречаются зарослевые и придонные формы ракообразных и коловраток: *Euchlanis dilatata*, *Acanthocyclops viridis*, *Macrocyclus albidus*, а также велигеры дрейссены, статобласты мшанок и простейшие. Среди последних преобладают *Arcella* и инфузории родов

Strombidium и *Tintinnidium*. Зимой в планктоне доминируют веслоногие рода *Cyclops*.

За последние годы список видов планктонных животных открытых частей водохранилища пополнился несколькими видами, не встречавшимися ранее: коловратками *Notholca cinetura* и *N. cornuta* и веслоногими *Eurytemora velox* и *Eu. lacustris*.

Таким образом, явное различие состава и численности весеннего планктона в разных участках искусственного водоёма свидетельствует о его автохтонном происхождении. В противном случае весной следовало бы ожидать его высокой численности в речных участках. В действительности планктон этих районов значительно беднее планктона открытых плёсов.

В весенний период различие между водными массами проявляется в характере их планктона в целом: в Главном плёсе он представлен веслоногими, в остальных – ветвистоусыми. В некоторые годы, особенно весной, планктон Южных вод бывает богаче, чем в прочих. Это объясняется значительно более ранним наступлением гидрологической весны, сопровождающимся прогревом дна водоёма и, как следствие этого, появлением теплолюбивых форм планктона. Однако анализ наблюдений не выявил достаточных различий между участками водохранилища по численности планктона за вегетационный период (таблица 2).

Весной, летом и осенью состав планктона обогащается, а биомасса возрастает в десятки раз. Характер сезонной динамики зоопланктона определяется изменениями, происходящими в жизни его массовых видов. Из приводимых в качестве примера двенадцати лет первые два года по уравнированному режиму были близки к коэффициенту накопления постоянного уровня (КНПУ), один из годов – 2008 был маловодным, а 2009-й, напротив, самым полноводным.

Таким образом, для сезонной динамики численности и биомассы большинства массовых видов зоопланктона водохранилища характерны два максимума: весенне-летний и летне-осенний. Сроки массового появления разных видов часто не совпадают, поэтому при построении кривой сезонной динамики зоопланктона в целом не всегда четко выступает её двувёршинный характер.

Вследствие этого биомасса зоопланктона из года в год остаётся достаточно стабильной (таблица 3). Некоторая связь намечается между её показателями и высотой уровня, а следовательно, и объёмом водохранилища. Однако коэффициент корреляции между величиной биомассы и объёмом водохранилища недостоверен.

На большинстве участках Главного плёса основу видового разнообразия составляли коловратки; в южном плёсе увеличилось и достигло максимума число видов ветвистоусых рачков (в >56%) (таблица 3).

По индексу трофности, рассчитанному на основе видового состава зоопланктона, воды Черекского водохранилища осенью за годы наблюдений характеризовались, как переходные между мезотрофными и эвтрофными ($E=1,0$).

Плотность зоопланктона варьировала от 110,3 до 565 экз./м³. Численность беспозвоночных на литорали была ниже, чем на глубоководных участках в 1,5–2,5 раза. Основу численности составляли веслоногие ракообразные. Доминировали науплиусы *Calonoida*, их копеподиты.

Таблица 2 – Численность зоопланктона (тыс. экз.) в Главном плёсе
(средняя за вегетационный период с мая по октябрь)

№ станции	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²
1	48	759	16	217	28	400	75	1052	46	600	47	597	37	490
2	42	661	34	503	77	1209	154	2230	88	1196	25	428	28	401
5	55	640	49	469	86	806	112	867	80	635	-	-	60	625
6	71	652	57	581	111	1308	169	1813	132	1035	71	732	51	529
7	47	4444	30	256	43	407	129	1018	68	657	226	1863	79	585
8	43	391	49	462	46	414	138	1104	147	1333	92	742	115	1060
Средняя	51±4	4745±96	39±6	415±59	65±13	757±171	129±13	1347±222	93±16	909±94	92±35	872±254	62±13	615±94

№ станции	2008		2009		2010		2011		2012		Средняя за 12 лет					
	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³	под лм ²	в лм ³			под лм ²		
											М±m	t	S	М±m	t	S
1	67	965	57	858	91	1367	74	1150	55	918	61±8	30.0	7.1	811±140	485.8	5.7
2	156	1488	145	1349	124	936	131	1045	118	833	66±10	35.6	6.4	990±146	506.9	6.7
5	175	1775	78	846	183	1842	141	1500	120	1340	101±11	37.3	9.0	881±94	312.9	9.3
6	220	1811	131	1084	169	1235	118	994	101	842	113±13	47.4	8.2	1160±143	497.1	8.0
7	120	1120	88	873	197	1602	117	1203	73	685	113±18	65.6	5.9	933±149	517.0	6.2
8	50	385	46	450	42	410	137	1101	142	1330	102±13	46.3	7.6	915±111	386.5	8.2
Средняя	139±23	1193±275	98±14	1032±85	146±17	1405±127	112±10	1223±85	87±12	910±86	92±9	23.1	9.8	929±94	326.4	9.8

Индекс Шеннона характеризовал комплекс зоопланктонных организмов большинства исследованных эстуариев как выровненный по численности (H_B бит/экз. = 1,89–2,65, H_B = 1,15–2,88 бит/экз.).

Результаты, полученные по зоопланктону в Черекском водохранилище свидетельствуют, что с увеличением глубины достоверно возрастало число видов веслоногих ($r = 0,81$, $P < 0,05$) и снижалось число видов ветвистоусых рачков ($r = -0,81$). Общее количество видов беспозвоночных планктонов в водохранилище составляет 40, из них коловраток – 18 видов, веслоногих – 9 (Calanoid – 4 и Cyclopoida – 5) и ветвистоусых ракообразных – 13.

Таблица 3 – Относительная численность и биомасса таксономических групп зоопланктонов

Номера станций	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	Copepoda	Cladocera
	% общей численности			% общей биомассы		
1	1,2	60,1	41,2	0,02	51,3	50,2
2	26,3	56,5	21,1	5,7	57,3	40,1
3	6,8	57,1	38,6	0,5	46,4	57,7
4	21,2	64,2	16,5	0,2	73,1	26,7
5	20,1	61,3	20,3	2,2	46,1	55,1
6	30,7	56,4	15,4	1,7	70,3	30,9
7	33,2	60,7	7,8	8,0	67,3	26,2
8	17,1	59,8	25,3	1,9	50,3	49,8
9	2,1	66,7	31,1	0,05	71,3	29,7
10	26,0	36,0	11,7	1,3	59,0	40,5

Наблюдается слабая тенденция к изменению трофического статуса водоема. В частности, на возможное увеличение трофического статуса водохранилища указывают такие показатели, как снижение биомассы веслоногих ракообразных (в том числе и Calanoida), повышение разнообразия коловраток и ветвистоусых рачков (в том числе и присутствие индикатора эвтрофных условий *Bosmina longirostris*).

3.2.3. Состав донной фауны

Макробентос водохранилища за пределами прибрежной зоны, ограниченной изобатой 2–3 м, представлен, главным образом, олигохетами, личинками хирономид и моллюсками (таблица 4). Из олигохет здесь встречаются 18 видов семейства Tubificidae, 3 вида Lumbriculidae и 1 вид Naididae (*Stylaria lacustris*). Хирономиды представлены 29 видами, преимущественно видами подсемейств Chironominae (22 вида) и очень немногими другими (Tanypodinae – 1, Orthoclaadiinae – 2, Tanypodinae – 4). Для открытой части водохранилища и речных плёсов найдено только 15–16 видов хирономид. Увеличение их списка объясняется более детальным изучением фауны хирономид и включением в её состав форм, не определявшихся ранее до вида. Из моллюсков преобладают двустворчатые из семейств Sphaeriidae (17 видов), Unionidae (5 видов), Dreissenidae (1 вид) и Prosobranchia (5 видов).

Таблица 4 – Биомасса основных групп бентоса (в% от общей)
весной в 2004–2005 гг.

Компоненты	Тип грунта							
	пески и илистые пески		незаиленные поч- вы		горфянистые илы		песчанистый се- рый и серые илы	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Хирономиды	14,0	0,2	14,0	2,0	58,2	30,0	57,3	40,0
Олигохеты	83,0	94,0	69,6	76,0	34,0	42,0	42,0	59,4
Моллюски	0,3	0	2,4	18,0	2,2	25,0	0,7	0,6
Прочие	2,7	5,8	14,0	4,0	5,6	3,0	0	0

Общее число видов донной макрофауны водохранилища – 84. Однако, основную биомассу бентоса образуют 5 массовых видов хирономид: *Chironomus plumosus*, *Cryptochironomus psittacinus*, *Procladius choreus*, *P. nigriventris*, *Stictochironomus crassiforceps*, 5 видов олигохет: *Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Euliyodrilus hammoniensis*, *Eu. moldaviensis*, *Psammoryctides barbatus* и 3 вида моллюсков: *Pisidium amnicum*, *P. henslowanum*, *P. casertanum*. Остальные виды гидробионтов немногочисленны, и доля их в общей биомассе бентоса незначительна.

Общие закономерности распределения донной фауны водохранилища выявились уже после первых съёмов в 2004–2005 гг. Тогда были обнаружены неравномерность распределения организмов, крайняя бедность видового состава на основной площади водоёма за пределами побережья и локализация массовых форм в предустьевых участках речных плёсов. Такой характер распределения донной фауны в целом сохранился до настоящего времени, несмотря на ряд существенных изменений в грунтовых комплексах.

Биотический баланс экосистемы Черекского водохранилища заслуживает особого внимания. Валовая первичная продукция за вегетационный период по годам колеблется от 876,3–1042 ккал/м², что соответствует утилизации энергии ФАР – 0,24–0,64. Отмечены сезонные колебания численности зообентоса. Эти колебания, в первую очередь, зависят от особенностей размножения, роста и выедания, а также от абиотических факторов, в частности термики водоёма и массовым вылетам насекомых. Все, что сказано, свидетельствует о необходимости проведения систематических наблюдений, данные которых должны учитываться при анализе результатов гидроэкологических исследований.

Оценивая трофическую цепь можно сказать, что Черекское водохранилище прошло путь от олиготрофного состояния через мезотрофное к среднему эвтрофному и пригодно для производства ценной пищевой продукции – аквакультуры.

3.2.4. Поликультура и зоопланктон

Наблюдения за количественным развитием зоопланктона и зообентоса в опытных нагульных прудах рыбхозов республики проводились в 2004–2008 гг. Эти пруды сработанные, отличаются средней естественной рыбопродуктивностью.

За последние 10 лет на них применялся полный комплекс интенсификационных мероприятий: уплотнённые посадки (5–10 кратные), поликультура, кормление и удобрение прудов. Было проведено 3–4 серии опытов.

В количественном и качественном (биомасса) отношении в искусственных водоёмах с монокультурой, и поликультурой при кормлении карпа искусственным комбитрофом, численность зоопланктона выше в водоёмах с монокультурой карпа на 63,4%, а биомасса на 23,3% т.е. в 3,5 и 2,7 раза соответственно. Средняя биомасса зоопланктона при монокультуре карпа составила 39,0% г/м³, а поликультурой 9,12 г/м³. Это можно объяснить тем, что пресс на кубический метр водоёма составил при поликультуре 40,2%, а при монокультуре в два раза меньше.

При таком напряжённом прессе содержание растворённых газов в том числе, кислорода в количестве 35% уходит на деструкцию органического вещества.

При зональном сравнении этот процесс интенсивнее происходит в IV и V эколого-фенологической рыбоводной зоне (термический режим).

Такое обилие зоопланктона в искусственных водоёмах с монокультурой также следует отнести к тому, что основным потребителем этого вида трофической цепи были карп и пёстрый толстолобик.

В качественном отношении зоопланктон нагульных прудов был несколько лучше при монокультуре карпа. В то же время средняя масса организмов зоопланктона составила (0,007 мг), а при поликультуре (0,005 мг).

В исследуемые годы максимум численности и биомасса зоопланктона в нагульных прудах при поликультуре карпа наблюдался в конце июля – начале августа, когда рыба растёт наиболее интенсивно и более всего нуждается в естественной трофе. В нагульных прудах динамика зоопланктона в основном определялась развитием в них при поликультуре карпа ветвистоусых рачков, а при монокультуре в основном – коловратки.

В течение сезона с поликультурой наблюдалась смена видового состава зоопланктона. В начале лета появились дафнии, церодафнии и диаптомусы, затем моины, диафанозомы, циклопы.

Наиболее распространённые в течение вегетационного периода среди ветвистоусых ракообразных были виды: *Daphnia pulex*, *Bytharephes longimana*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*, *Evadne nordmanni*, *Chydorus sphaericus*, *Vionarectirostris* и многие другие. Встречаются они почти всегда и дают максимум в период общих пиков зоопланктона. Эта закономерность с небольшими отклонениями прослеживается во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах с общей биомассой 57,3-70,2%.

Среди веслоногих ракообразных наиболее часто вегетировали виды: *Calanus plumchrus*, *Oithona plumifera*, *Calanus finna rechicus*, *Caloeatamus pavo* и *gucacus obtusus*. Удельный вес этих веслоногих рачков невелик и составляет 15–27% от общей биомассы.

При увеличении плотности посадки карпа до 50 тыс., а растительноядных до 20 тыс.экз./га описанный характер динамики при монокультуре и поликультуре наблюдался во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах без исключения. Усиленное выедание зоопланктона в этих прудах привело к изменению

характера его динамики – максимум численности и биомассы зоопланктона наблюдался в самом начале сезона.

Средняя численность, при одинаковых плотностях посадки на 1 га при монокультуре была в 1,6 раза, а биомасса в 2 раза выше, чем при поликультуре.

Во всех прудах эколого-фенологических рыбоводных зонах были встречены представители 7 групп бентических организмов – моллюски, олигохеты, нематоды, личинки челеид, симулид, хабориды хирономид, причём хирономиды были представлены 18 видами и составляли во все годы и во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах более 90% от общей численности и биомассы зообентоса.

Из личинок хирономид 80–90% численности представлено иловыми формами, в основном *Chironomus Glyptotendipes* – 85%.

Зообентос водоёма республики представлен следующими основными группами: Turbellaria, Amphipoda, Coleoptera, Diptera, Tipulidae, Empididae, Simuliidae, Chironomidae, Triloptera и другими малочисленными видами.

По величине (биомасса) личинки хирономида значительны и превосходят все ведущие группы донной фауны (64%), по средней биомассе (29%) – асифиподы, на долю олигохет приходится 24%, хирономид – 10%, личинок, подёнок – 9%.

3.3. Биоэкологические методы интенсификации рыбоводных водоёмов

Биоэкологические методы интенсификации рыбоводных водоёмов разрабатывали применительно к зональным особенностям республики и были направлены на улучшение среды выращивания рыб, повышение плодородия водного поля. Увеличение выхода продукции рыб с единицы площади в сочетании фагирования и удобрения рыбоводных искусственных водоёмов, изменяя при этом плотность посадки добавочной рыбы и поликультуру.

На основе полученных данных мы произвели биоэкологический расчёт (коэффициенты продуктивности).

3.3.1. Влияние эколого-морфометрических параметров на биопродуктивность водоёмов

Наши исследования, проведенные в 2000–2013 гг. показали, что в августе при сильном ветре и пасмурной погоде температура воды у поверхности пруда и на глубине 200 см была почти одинаковой во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах (I–V). В июле при штилевой жаркой погоде у спускного моста температура воды на глубине 2,0 м в 20 ч снижалась на 3,9–6,9 в I–II зоне, а на глубине 3,0–3,5 м – на 5–5,9°C.

В глубоком пруду (IV–V) при оптимальной температуре воды у поверхности (26–29°C), температура воды у дна может быть значительно ниже (15–18°C).

Такое колебание температуры воды в условиях республики существенно сказывается на росте карпа.

Проведённые исследования за 2000–2013 гг. показали, что с увеличением средней глубины рыбоводных водоёмов биоэкологическая продуктивность увеличивается.

Такая закономерность, однако, не всегда наблюдается в выростных искусственных водоёмах II порядка, что видимо, объясняется, незначительной вариабельностью их глубины и влиянием ряда других факторов (плотность посадки, выход рыб и обеспеченность трофической цепи), уровень которых несколько варьировал в отдельных водоёмах. Тем не менее, анализ наших исследований даёт некоторое основание полагать, что в условиях республики оптимальная глубина выростных водоёмов должна составить 0,9–1,2 м во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах, а нагульных водоёмов путем увеличения их средней глубины (в I-II эколого-фенологических рыбоводных зонах в пределах 1,2–1,3 м, в III – 1,6–1,8 м в IV – 2–2,5, и в V – выше 2,5 м).

Статистическая обработка данных выявила зависимость биоэкологической продуктивности выростных и нагульных водоёмов от их глубины. Продуктивность глубоких водоёмов выше на 46,1%, чем средние величины.

Расчитанные нами значения t , при вероятности 95%, значительно больше табличных. Следовательно, коэффициенты регрессии существенны, и при оценке водоёмов следует учитывать их глубину.

Таким образом, на основе математической обработки фактических данных нами определена биоэкологическая продуктивность водоёмов, их оптимальная средняя глубина, теоретически расчитанная С.Ч. Казанчевым. Следовательно, при дальнейшем увеличении средней глубины выростных и нагульных водоёмов теоретически можно ожидать снижение их биоэкологической продуктивности.

3.3.2. Почвенные факторы и их роль в интенсификации продуцирующей способности искусственных водоёмов

Для выявления влияния почвенных факторов на биоэкологическую продуктивность 2000 г. республиканским проектным институтом по землеустройству (по договору с Кабардино-Балкарским государственным аграрным университетом № 22 от 25.01.00) были проведены агрохимические исследования почв водоёмов (I–V эколого-фенологических рыбоводных зон) 5 хозяйств.

В каждой зоне были обследованы: выростные водоёмы I и II порядка, нагульные, всего 20 искусственных водоёмов.

Анализ выявил связь биопродуктивности с механическим составом почвы (выраженным в процентном содержании частиц глины), pH и содержанием фосфатов в почве ложа водоёмов.

Все вышеприведенные факторы имеют сравнительно тесную корреляционную связь с биопродуктивностью. Следует отметить, что эта связь действительна для значений механического состава в пределах 1,6–48,7%, pH – 3,1–7,6 и содержания фосфатов – 0,2–55 мг/100 г почвы.

Расчитанные коэффициенты регрессии по всем показателям существенны (их значения больше табличных).

3.3.3. Биоэкологические аспекты влияния минеральных удобрений на биологические ресурсы искусственных водоёмов

В ходе исследований мы определяли, какая часть биоэкологической продукции получается в результате применения минеральных удобрений или иного

мероприятия, направленного на повышение естественной биоэкологической продуктивности водоёма. Только таким путём можно оценить биоэкологическую эффективность мероприятия и ориентироваться в целесообразности его дальнейшего применения.

В 2004–2005 гг. на базе I–V рыбоводных зон республики проводились исследования, цель которых заключалась в том, чтобы проверить эффективность комплексного удобрения в водоёмах, расположенных в разных зонах республики (см. Главу 3). Мы выбрали выростные водоёмы, идентичные по площади, глубине и наличию мягкой растительности, средняя глубина – около 1,2 м. Материалом для зарыбления послужили сеголетки карпа и белого толстолобика.

Экспериментальные водоёмы были зарыблены с 24 апреля по 10 мая 2004 г. Повторность опытов в 2005 г/ та же (даты и материал). Источником азота в минеральных удобрениях искусственных водоёмов служила аммиачная селитра и сульфат аммония, содержащие чистого азота 35% и 21% аммонийного.

При расчёте их потребности в случае замены одного вида другим (2005 г.) мы исходили из процентного содержания в них действующего начала азота по следующему расчёту: $35 : 21 \cdot 100 = 166$. Это значит, что 166 кг сульфата аммония эквивалентно 100 кг аммиачной селитры.

В качестве источника фосфора для удобрения использовали простой суперфосфат, содержащий 6,5–8,5 чистого фосфора.

Целесообразность внесения удобрений обосновано тем, что азот и фосфор являются питательными веществами, необходимыми для роста и развития гидробионтов. Чем разнообразней набор питательных веществ, тем он полезней для ихтиофауны. Это положение лежит в основе нашего метода удобрения искусственных водоёмов.

Внесение в искусственные водоёмы минеральных удобрений в комплексе положительно повлияло на развитие естественной трофической цепи.

3.3.4. Влияние интенсификационных мероприятий на рост нектона и биопродуктивность искусственных водоёмов

Повышение биопродуктивности искусственных водоёмов зависит от количества азотных удобрений, плотности посадки рыб, подбора разных видов (поликультура) рыб, длительности вегетационного периода и температурных условий.

В связи с этим нами проведены, специальные опыты по внесению удобрений (аммиачной селитры) в искусственные водоёмы указанных хозяйств во втором разделе диссертационной работы.

В 2005 г. в колхозе им. Петровых изучали нормы внесения азотистых удобрений и комбитрофов на средних прудах (площадью по 10 га).

В прудах выращивали карпа и растительноядных рыб (№ 2 – 16,6 тыс. экз. растительноядных и 279,9 тыс. экз. карпа, № 1 – 14,8 тыс. экз. растительноядных и 277,4 тыс. экз. карпа)

Прирост рыбы летом 2006 г. был выше, чем в 2005 г., что в основном объясняется лучшими погодными условиями и более полным использованием ес-

тественной пищи (выращивали карпа и белого толстолобика). Рыбопродуктивность по пруду № 1 составила 15,7 ц/га, а по пруду № 2 – 18,4 ц/га.

По пруду № 2 было израсходовано корма меньше на 92,5 кг, чем по пруду № 1.

Следовательно, при большем внесении удобрений хозяйство затратило меньше труда и средств (таблица 5).

Кроме того, необходимо учитывать, что при регулярном внесении удобрений из расчета 50 кг/га (аммиачной селитры) создаются лучшие гидрохимические условия, позволяющие увеличивать плотность посадки рыбы.

В 2007–2008 гг. применение минеральных удобрений нагульных прудов позволило хозяйству повысить рыбопродуктивность с 8–9 ц/га до 12–15 ц/га, снизить расход концентрированных кормов с 5 кг до 2,7–3 кг на 1 кг рыбы.

Таблица 5 – Влияние интенсификационных мероприятий на среднюю массу двухлеток по колхозу им. Петровых

Показатели	Нагульные пруды			
	2005		2006	
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Площадь (га)	10	10	10	10
Посажено годиков тыс. экз./га: карпа,	5,5	4,5	4,8	3,2
толстолобика	-	-	1,4	1,48
Вывлечено тыс. экз./га	3,905	3,50	4,176	2,88
% выхода	71,0	77,8	87,0	90,0
Средняя масса 1 экз. г: карпа	438	500	407	476
толстолобика	-	-	40,1	465
Рыбопродуктивность (ц/га)	14,8	16,6	15,7	18,4
Расход комбигрофа: ц/га	42,56	44,22	42,39	32,34
кг/кг рыб	3,2	2,2	2,7	2,1
Расход удобрений: ц/га	4,5	9	2,0	6,2

Летом в 2007 г. в совхозе «Александровский», Майского района был проведён опыт по выращиванию сеголетков карпа и белого толстолобика при внесении минеральных удобрений без подкормки.

Ставилась задача определить повышение естественной рыбопродуктивности за счёт внесения аммиачной селитры. Для опыта использовали четыре небольших пруда.

В течение сезона рост сеголетков карпа, при повышенной плотности был неудовлетворительным, при небольшой плотности – высокий (плотность карпа 30 тыс. экз./га вместо 40 тыс. экз./га). Темп роста у сеголетков толстолобика тоже был разный, очень плохо росли толстолобики в контрольном пруду, где водоросли не развивались, средняя масса сеголетков был 5,3 г). Довольно высокий прирост у сеголетков толстолобика наблюдался при интенсивном развитии водорослей (17,9–32,7 г) (таблица 6).

Значительное повышение естественной рыбопродуктивности (675 кг/га) получили при общем выходе 45 тыс. экз./га и наиболее высокую рыбопродуктивность (833 кг/га) при выходе 50 тыс. экз./га. В этом пруду быстрее росли сеголетки толстолобика и, видимо, угнетали сеголетков карпа.

Таблица 6 – Влияние плотности посадки на массу сеголеток по совхозу «Александровский (IV рыбоводная зона)

Показатели	Контроль-ные пруды	Расход удобрений		
		60	50	45
Площадь (га)	0,4	1,2	1,2	3
Плотность посадки тыс. экз./га: карпа	40	30	35	30
толстолобика	20	25	20	20
Выход сеголетков тыс. экз./га. карпа	23,6	25	35	22,3
толстолобиков	18,4	20	20	18,5
% выхода	70,2	81,8	100	81,6
Общая масса рыбы из пруда (кг)	128	810	1000	1500
Средняя масса 1 экз. (г): карпа	15,3	15,6	26	18,8
толстолобика	18,2	17,9	32,7	24,7
Рыбопродуктивность (кг/га)	355	675	833	500

По сравнению с контролем чистый прирост составил 340–498 кг/га. В одном пруду при низком выходе сеголетков карпа (23,3 тыс. экз./га, или 86,6% выход) получили снижение рыбопродуктивности.

Причины большого отхода сеголетков карпа можно объяснить гнилостными процессами, возникшими вследствие разложения растительности (пруд сильно зарастал).

Испытания проводили при разной плотности посадки рыбы.

Как видно из данных таблицы 6, в ряде хозяйств эколого-фенологических рыбоводных зонах при удобрении прудов (каждый месяц по 40–50 кг/га) продуктивность рыбоводных прудов повысилась до 6–12 ц/га. без подкормки. Установлено, что с увеличением плотности посадки рыбы навеска понижается, а продуктивность возрастает. Это объясняется тем, что трофическая цепь, получаемая за счёт удобрений при плотных посадках, недостаточна, поэтому, необходимо внести дополнительный искусственный корм.

Полученные данные по повышению естественной рыбопродуктивности указывают на возможность полного сокращения расхода концентрированных кормов при невысокой плотности посадки рыбы (мальков карпа 30–40 тыс. шт./га, годовиков 1 тыс. шт./га). Однако необходимо было выяснить, до каких пределов можно снижать расход корма при повышенно плотных посадках. Опыты проводили в V эколого-фенологической рыбоводной зоне.

Нами, в хозяйстве Ленинский путь, Урванского района III эколого-фенологическая рыбоводная зона, в течение двух лет (2006–2007 гг.) впервые применены удобрения.

При очень плотной посадке рыбопродуктивность составила 17,4 ц/га (облов пруда проводили 10 октября), расход корма 1,5 кг на 1 кг рыбы (по карпу 2,8 кг на 1 кг рыбы). На 1 га площади за сезон израсходовали по 12 ц аммиачной селитры. Средняя масса карпа получен 300 г, толстолобика – 400 г. Средний выход рыбы из пруда составил 91% (карпа 89,7%, толстолобика 94,6%) (таблица 7).

Полученные результаты показывают, что выращивание разных видов рыб значительно повышает общую биопродуктивность даже в холодное лето.

Таблица 7 – Влияние удобрения и поликультуры на биопродуктивность искусственных водоёмов

Показатель	2008	
	Нагульный пруд № 1	
Площадь (га)	8	8
Выловлено (тыс. шт./пруд)	29,5	41,2
% выхода	57	91
Вес рыбы (ц)	100,6	139,5
Средняя масса (г) : карпа	340	300
Толстолобика 1 шт.	-	400
Рыбопродуктивность (ц/га)	12,5	17,4
Расход корма (кг на 1 кг рыбы)	2,8	1,5
Израсходовано аммиачной селитры (ц/га)	10,5	12

В заключение следует ещё раз подчеркнуть, что регулярное внесение аммиачной селитры улучшает гидрохимический режим прудов, обеспечивает значительное развитие естественных кормов.

Обилие пищи позволяет сократить расход концентрированных кормов, в результате снижается себестоимость рыбы. Нами, в хозяйстве Ленинский путь, Урванского района III эколого-фенологическая рыбоводная зона, в течение двух лет (2006–2007 гг.) впервые применены удобрения.

3.3.5. Экологические основы использования карпом трофической цепи при интенсивном выращивании

В условиях Кабардино-Балкарской Республики зависимость массы двухлеток карпа от массы рыбопосадочного материала не установлена. Тем более не проводились работы по изучению динамики роста, развития и химического состава двухлеток в зависимости от трофической цепи при интенсивном выращивании.

Опыты проводили с годовиками карпа, обычно получаемые рыбхозами Кабардино-Балкарской республики из рыбопитомника «Ставропольский».

Средняя масса их составлял 10,5 г. Следовательно, рыбы относились к средней группе (нестандартным) однако многие показатели их были плохими (взвешено 1260 особей). Так, лимиты массы годовиков карпа составляли 2,7 и 56,9 г, т. е. относились как 1:21. Соответственно при таком большом колебании массы годовиков коэффициент вариации был велик и составил 250%. Особенность кривой распределения весовых показателей годовиков являлся резкий сдвиг её в левую сторону, характеризующий плохие условия выращивания. Значительная, часть рыб была однородна по массе, модальная группа составляла 38,8% всех рыб и имела низкую массу (6-9 г). Большая растянутость кривой массы распределения рыб в правую сторону определялась наличием среди рыб небольшого числа особей, резко отличавшихся от модальной группы и сильно повышавших средние показатели массы годовиков.

В посадочном материале были выделены пять массовых групп, маркированных обрезанием плавников. За единицу массового интервала взяты 4 г, включающие всю модальную группу. С увеличением массы годовиков и

уменьшением процента их в посадочном материале группы укрупнялись. В крайние группы вошли все оставшиеся особи. Таким образом, в I группу вошли рыбы массой от 2,7 до 5,9 г, во II – от 6 до 9,9, в III – от 10 до 17,9, в IV – от 18 до 29,9, в V – от 30 до 56,9 г. При таком разделении сохранялась граница между стандартными и нестандартными годовиками, а также браком. Первая группа включала в себя 26,5% всего материала, II – 38,8%, III – 21,8%, IV – 9,6% и V – 3,3%. Таким образом, к группе брака относилось 65,3% всех рыб. Различия коэффициента упитанности по группам небольшие: I группа – 2,5, II – 2,55, III – 2,45, IV – 2,63, V – 2,57. Однако во всех группах были особи, выходящие за границу критического исхудания (2,2 и меньше) и особи хорошей упитанности (2,9 и более).

Исследования проводили в 2008 г. с 29 апреля по 10–20 октября на четырёх опытных прудах (площадью 0,05–0,1 га), расположенных в V эколого-фенологической рыбоводной зоне, Прохладненского района. Во все опытные пруды, выделенные группы сажали в одинаковом процентном отношении.

Опыты по выращиванию двухлетков карпа проводили в первом варианте (пруд № 1) при уплотнённой посадке (5-ти кратной) и кормление рецептом III-1 было близким к таковому в производственных прудах. Во втором варианте (пруды № 2 и 3) при той же плотности кормосмесь составляла из двух рецептов 90% комбикорма и 10% рецепта I10-1. Протеиновое отношение первой кормосмеси было 1:2, а второй 1:3, вторая кормосмесь наиболее соответствовала двухлеткам карпа по аминокислотному составу и соотношению кальция и фосфора. В контрольном пруду (№ 4) рыбы росли при нормальной посадке без кормления.

К осеннему лову вес всех групп рыб был наибольшим при втором варианте кормления в пруду № 3, и несколько меньшим в пруду № 2, и еще меньше при первом варианте кормления в пруду № 1. Близким к последнему была масса рыб в контрольном пруду № 4. Несмотря на эти различия, закономерности роста выделенных групп по прудам хорошо прослеживались (таблица 8).

Различия в массе, наблюдавшиеся между группами весной, сохранились до осени. Исключение составляла только IV группа рыб в искусственных водоёмах № 3 и 4, масса которых был несколько меньшим, чем у рыб III группы. Компенсация роста у мелких групп рыб, выражавшаяся в значительно большем увеличении кратности их массы (I группа – в 51–73 раза, II – в 46–61, III – в 31–42, IV – в 17–22, V – в 13–18 раз), не привела к выравниванию веса карпов на втором году жизни.

Средняя масса их по всем прудам составил 340 г, а расчётная рыбопродуктивность группы в контрольном водоёме равнялась 132 кг/га, а при пятикратной посадке – 645–833 кг/га.

Карпы II группы в среднем весили 399 г, 21% из них достиг стандартной массы, причём по искусственным водоёмам колебания составили от 0 до 52%. Рыбопродуктивность этой группы была выше предыдущей: 171 кг/га в контроле и 776–1002 кг/га в искусственных водоёмах с пятикратной посадкой.

Карпы III группы в среднем масса достигала – 462 г, из них 58% достигли стандартной массы. Вместе с тем различия по содержанию стандартных и не стандартных рыб в отдельных искусственных водоёмах были значительны – от 34

до 91%. Рыбопродуктивность по этой группе в контрольном пруду близка к расчётной – 198 кг/га, а при пятикратной посадке колебалась от 1192 до 1608 кг/га.

Таблица 8 – Масса рыб и биопроодуктивность при осеннем облове

Пруды	Показатель	Группа рыб				
		I	II	III	IV	V
1	Средняя масса (г)	307	348	414	452	479
	Лимиты массы (г)	220-300	170-460	260-580	300-550	410-550
	% стандартных рыб	0	4	34	50	88
	Рыбопродуктивность (кг/га)	645	834	1192	1166	1552
	Выход филе (кг/га)	324	434	626	649	849
2	Средняя масса (г)	348	392	452	464	609
	Лимиты массы (г)	290-415	350-450	310-570	330-620	450-710
	% стандартных рыб	0	4	55	54	100
	Рыбопродуктивность (кг/га)	772	776	1520	1112	2118
	Выход филе (кг/га)	412	406	819	606	1165
3	Средняя масса (г)	366	463	548	512	640
	Лимиты массы (г)	325-415	380-560	420-710	370-700	500-890
	% стандартных рыб	0	62	91	63	100
	Рыбопродуктивность (кг/га)	833	1002	1608	1322	2724
	Выход филе (кг/га)	416,5	531,0	852,2	700,6	1443,7
4	Средняя масса (г)	275	356	412	396	494
	Лимиты массы (г)	235-280	260-415	315-490	240-510	450-540
	% стандартных рыб	0	21	41	67	97
	Рыбопродуктивность (кг/га)	132	171	198	190	238
	Выход филе (кг/га)	480	85	106	96	130

Карпы IV группы средняя масса осенью – 468 г, из них 58% достигли стандартной массы, но колебания по прудам были большие – от 50 до 67%. Рыбопродуктивность этой группы во всех прудах была ниже, чем у III группы рыб (в прудах № 1 и 2 за счёт большего процента отхода), – 190 кг/га в контроле и 1112-1322 кг/га при пятикратной посадке.

Карпы V группы имели наибольшую среднюю массу – 574 г, из них 97% были стандартными (в трёх прудах из четырёх – 100%). В результате эта группа рыб имела наилучшую рыбопродуктивность – 238 кг/га в контрольном пруду и от 1552 до 2724 кг/га при пятикратной посадке.

Выход съедобных частей (филейной части) был также неодинаков у разных групп рыб по массе, наибольшим он был у более крупных особей, что уже отмечалось в литературе 570–1945. Выход филе с 1 га искусственных водоёмов в контроле у рыб V группы был больше в 1,5–1,2 раза по сравнению с выходом филе с 1 га искусственных водоёмов у рыб других групп. При уплотнённых посадках эти различия были ещё значительнее: в пруду № 1 выход филе был больше у V группы по сравнению с I группой в 2,7 раза, со II – в 2, с III – в 1,4, с IV группой – в 1,3 раза, а в пруду № 2 с лучшим вариантом кормления соответственно: в 2,8; 2,9; 1,4; 1,9 раза. Таким образом, как правило, в условиях Кабардино-Балкарской республики годовики массой менее 10 г не достигали к

осени стандартной массы (450 г), годовики весом 10-29 г при благоприятном температурном режиме и интенсивном кормлении (при уплотнённых посадках) в большинстве случаев к концу выращивания имели стандартный товарный вес, а из годовиков массой 30 г и выше всегда осенью получались стандартные двухлетки. Установлено, что годовики II (6–9,9 г) и III (10–17,9 г) групп наиболее неустойчивы к неблагоприятным условиям внешней среды. При ухудшении условий содержания они более резко снижают массу, чем годовики других групп. Устойчивое количество стандартных двухлетков дают только более крупные годовики, больше половины рыбы в IV группе, и почти все в V группе.

Изучение химического состава посадочного материала и обмена веществ у двухлетков карпа позволяет установить взаимосвязь физиологического состояния рыб при посадке в нагульные пруды с условиями выращивания.

Исследование химического состава тела годовиков карпа проводили по выделенным весовым группам. По абсолютным показателям вес питательных веществ (за одним исключением) возрастал от I к V группе. Так, вес протеина был следующим: 0,78 г – 1,07 г – 1,9 г – 3,33 г – 5,27 г; вес жира: 0,08 г – 0,39 г – 0,52 г – 1,17 г – 1,13 г; вес золы: 0,18 г – 0,19 г – 0,29 г – 0,72 г – 1,13 г. Исключение составил только масса жира у рыб V группы, который был несколько меньшим, чем у рыб IV группы. Наиболее интересны относительные показатели питательных веществ в теле годовиков разной массы (таблица 9).

Таблица 9 – Химический состав тела годовиков карпа

Показатель	Группа рыб				
	I	II	III	IV	V
Средний вес группы (г)	4,8	7,6	13,1	23,1	36,4
Содержание в сухом веществе (%):					
протеина	73,6	63	65,3	63,2	67,4
жира	7,5	23,2	18,5	22,2	14,4
золы	17,9	11,2	13,5	13,6	14,4
влаги в теле	78,8	77,6	77,8	77,2	78,5
Отношение жира к протеину	1:9,8	1:2,7	1:3,5	1:2,8	1:4,7

Процентное содержание протеина было наибольшим у крайних групп рыб, причем у I группы большим, чем у V. На 2% меньше протеина содержалось в теле рыб III группы и еще на 2% меньше в теле рыб II и IV групп. Содержание протеина в теле рыб этих групп было практически одинаково.

Процентное содержание жира было резко пониженным у рыб I группы, затем у рыб V группы. Третье место занимала III группа рыб, в теле которых было на 4% больше жира, чем у рыб V, и еще на 4-5% больше жира было у рыб II и IV групп. В меньших пределах колебалось процентное содержание золы (наибольший процент её был у рыб I группы), а содержание влаги изменялось незначительно. Данные табл. 10 свидетельствуют о том, что наибольшие изменения от группы к группе рыб претерпевало содержание жира, которое – то уменьшалось, то увеличивалось. Обратная зависимость наблюдалась по изменению процентного содержания протеина от группы к группе рыб, хотя колебания этих величин меньше по абсолютному значению. В результате II группа рыб по процентному

содержанию протеина и жира была ближе всего к IV группе рыб, а V группа рыб занимала промежуточное положение между III и I группами рыб.

На основании изучения запаса жира у сеголеток карпов было установлено, что в прудах с хорошей кормовой базой у более крупных особей показатели жирности всегда, относительно больше, чем у более мелких особей. Повышенное содержание жира у средней весовой группы рыб по сравнению с содержанием жира у крупных одновозрастных групп можно объяснить недостаточностью кормовой базы при выращивании сеголетков. Именно такая закономерность наблюдалась в наших опытах, причём изменение величин процентного содержания жира и протеина было ещё более ненормальное (зигзагообразное) от I к V группам. На основании анализа полученных и литературных данных было установлено, что наилучшим отношением жира к протеину является 1:2. В наших опытах (таблица 10) на единицу жира приходилось большее количество протеина, особенно у рыб крайних групп, что свидетельствует о пониженной их жирности. Наиболее резко по этому показателю выделялась I группа рыб (1:9,8).

Таблица 10 – Среднесуточный прирост протеина и жира у карпов исследованных весовых групп (г)

Группа рыб	Дата определения	Среднесуточный прирост протеина у рыб по прудам		Среднесуточный прирост жира у рыб по прудам	
		№ 1	№2	№ 1	№2
I	29.04 –10.09	0,392	0,418	0,36	0,26
II	29.04 –10.09	0,385	0,422	0,277	0,232
III	29.04 10.09	0,413	0,463	0,500	0,41
IV	29.04 –10.09	0,477	0,448	0,427	0,403
V	29.04 –10.09	0,501	0,628	0,460	0,320

При изучении характера накопления питательных веществ в теле двухлеток карпа были выявлены существенные различия между группами. Эти различия прослеживались как в одном пруду, так и в прудах с разными вариантами кормления (динамика накопления питательных веществ в течение сезона изучалась в прудах № 1 и 2). Наиболее стабильной у одинаковых групп рыб в разных прудах была динамика накопления протеина.

Из данных таблицы 11 видно, что у рыб II группы среднесуточный прирост его по периодам последовательно увеличивался, у рыб III группы — это последовательное увеличение прироста протеина прерывалось в июле – начале августа (т. е. в самый жаркий период, когда в воде содержалось меньше растворенного кислорода). У рыб IV группы в это время был самый интенсивный по сравнению с другими периодами прирост протеина, а значительное снижение прироста наблюдалось в августе – начале сентября (т. е. в период значительного понижения температуры воды). У рыб V группы динамика накопления протеина была такой же, как и у рыб III группы, замедление прироста отмечалось в июле – начале августа, но темп этого замедления несколько различался у рыб из разных прудов.

Наибольшие различия по прудам наблюдались у I группы рыб: во втором пруду у этих рыб темп прироста протеина последовательно увеличивался за сезон (как и у II группы рыб), а в первом пруду – замедлялся в конце периода вы-

рашивания (как у IV группы рыб). Динамика накопления жира в теле двухлетков карпа выделенных групп также имела значительное сходство по прудам: у I, II и IV групп рыб в конце сезона происходило замедление прироста жира, а у III группы рыб в пруду № 2 и у V группы рыб замедление прироста жира наблюдалось в июле – начале августа. Исключение составляла только III группа рыб в пруду № 1, у которой темп накопления жира последовательно увеличивался в течение сезона. У наиболее крупных рыб (V, IV и III групп в пруду № 2) динамика прироста жира и протеина была сходной. Среднесуточный прирост минеральных солей имел большие различия по группам рыб по прудам, чем прирост протеина и жира. Так, у I–IV групп рыб в пруду № 1 происходило снижение прироста минеральных веществ к концу сезона, а у рыб II–V групп в пруду № 2 – увеличение этого прироста.

При оценке динамики накопления питательных веществ в теле двухлетков разных весовых групп можно констатировать, что эти различия в основном сводились к разным реакциям рыб на условия выращивания во второй половине лета: жаркая погода июля – начала августа вызвала интенсивный прирост протеина и жира у I и IV групп рыб (пруд № 1), сопровождавшийся замедлением их прироста в последний период выращивания; а у рыб III и V групп в это время наблюдалось уменьшение прироста протеина и, жира (кроме жира у III группы в пруду № 1), в конце периода выращивания у III и V групп рыб отмечен интенсивный прирост указанных веществ. У рыб I и II групп (пруд № 2) прирост жира резко возрастал в июле – начале августа и замедлялся в последующий период, одновременно увеличивался и прирост протеина.

Относительные показатели изменения процентного содержания питательных веществ (в расчёте на сухую массу) у рыб I, III и V массовых групп в основном подчинялись общей закономерности выращивания двухлетков карпа с подкормкой, при которой наблюдается понижение процентного содержания протеина в теле рыб от весны к осени и повышение содержания жира. В пруду № 2 у рыб крайних групп содержание протеина во вторую половину лета держалось почти на одном, уровне. У рыб II и IV групп самый последний период выращивания характеризовался обратным явлением: увеличением процентного содержания протеина и уменьшением жира, кроме рыб II группы пруда № 2, у которых несколько увеличилось процентное содержание жира (таблица 11).

Таблица 11 – Содержание питательных веществ у опытных групп рыб

Группа рыб	Дата определения	Содержание питательных веществ (% к сухому веществу) по прудам					
		№ 1			№2		
		протеин	жир	зола	протеин	жир	зола
I	1.07-10.09	53.2	32.6	11	54.5	33.6	12.1
II	2.06-10.09	53.9	34.8	9.6	57.1	29.7	41.1
III	2.06-10.09	51.1	153.8	9.6	53.2	31.2	9.9
IV	2.06-10.09	51.3	53.9	9.6	51,5	35.8	10.8
V	2.06-10.09	53.2	35.6	9.3	5172.0	35.1	9.95

Абсолютные показатели процентного содержания питательных веществ у рыб из разных прудов и разных вариантов кормления были различными: у рыб

всех групп искусственных водоёмов № 1 (кроме V) во второй половине лета содержалось больше жира в теле, а у всех рыб водоёма № 2 (кроме IV) – больше протеина.

Важным показателем при оценке характера обмена веществ выделенных групп является количество белка, потреблённого рыбами, о чем можно судить по количеству главной составной части его – азоту.

Среднесуточное (за сезон) количество потреблённого карпами азота во многих случаях не имело прямой связи с весовыми группами. Так, в искусственном водоёме № 2 у рыб I–IV групп среднее количество потреблённого за сутки азота было практически одинаковым (соответственно: 199, 192, 198 мг) и только у рыб V группы – несколько большим 242 мг.

Среднесуточное потребление азота за сезон в водоёме № 1 последовательно по группам рыб составляло: 154, 187, 228, 241, 242, мг. Рыбы I и II групп использовали меньше азота, чем рыбы III, IV и V групп, показатели которых были примерно одинаковыми. Различие по искусственным водоёмам сводилось к тому, что рыбы I, отчасти II и V групп в водоёме № 1 потребляли меньше азота, а рыбы III и IV групп – больше, чем рыбы в водоёме № 2. Однако среднесуточное потребление азота по периодам у выделенных групп значительно колебалось.

Среднее за сезон потребление азота на 1 г массы рыб различалась как по группам, так и по искусственным водоёмам с разными вариантами кормления. Наилучшие показатели были у рыб водоёма № 2: у групп V (59,3 мг), затем III (62,6 мг) и IV (69,9 мг). Рыбы водоёма № 1 использовали больше азота на 1 г массы. Среди них лучшими также были рыбы V (69,9 мг) и III (81,5 мг) групп, затем II группы (82,1 мг).

Продуктивное содержание азота (таблица 12), т.е. количество отложенного азота в процентах от потреблённого, было выше у рыб в водоёме № 2, которых подкармливали лучшими кормосмесями. Изменение этого показателя по искусственным водоёмам и группам также имело существенные различия. В пруду № 1 у рыб I, III и IV групп в конце периода выращивания происходило снижение содержания продуктивного азота и только у рыб II и V групп оно в это время увеличивалось.

Таблица 12 – Некоторые показатели обмена азота у исследованных групп рыб

Группа рыб	Дата определения	Водоём № 1		Водоём № 2	
		потреблено азота за сутки (мг)	продуктивное содержание азота (%)	потреблено азота за сутки (мг)	продуктивное содержание азота (%)
I	29.04 – 10.09	181,5	34,3	240,1	31,6
II	29.04 – 10.09	187,5	30,2	198,6	31,8
III	29.04 – 10.09	241,8	27,6	122,8	37,0
IV	29.04 – 10.09	40,6	28,3	198,0	42,1
V	29.04 – 10.09	199,1	40,9	248,3	42,2

В водоёме № 2 у всех групп рыб происходило повышение содержания продуктивного азота в конце периода выращивания, но в предыдущий период у II, III и V групп рыб наблюдалось понижение этого показателя.

Самое низкое за сезон продуктивное содержание азота было у рыб I группы (если в расчёте за первый период выращивания из-за отсутствия данных их приравливать ко II группе). В водоёме № 1 от II к V группе рыб этот показатель составлял 30,2; 27,6; 28,3; 40,9%, а в водоёме № 2 у всех групп рыб был выше: 31,7; 37; 42,1; 42,2%. Таким образом, затраты корма на единицу массы были лучшими у рыб, выращенных на физиологически более полноценном рационе. Это обусловлено более полным усвоением пищи и повышением продуктивного содержания азота. Наиболее высокие показатели процента отложенного азота наблюдались у рыб V группы, имевших весной масса – 30 г и более. Так, в водоёме № 1 у рыб V группы продуктивное содержание азота было на 40% выше, чем в среднем у рыб II - IV групп, а в водоёме № 2 – на 24%.

Различия по искусственным водоёмам в данном случае свидетельствуют о том, что лучшие условия питания создают предпосылки для сближения показателей усвоения пищи стандартными и нестандартными годовиками, тогда как худшие условия питания вызывают резкое расхождение между ними.

Исходный вес опытных рыб и разница в обмене веществ за летний сезон обусловили различие выделенных групп, к осени, не только по товарному весу двухлетков карпа, но и по содержанию основных питательных веществ в теле рыб (таблица 13).

Таблица 13 – Содержание питательных веществ у товарного карпа и в филе по группам (г)

Показатель	№ водоёма	Группы				
		I	II	III	IV	V
В целой рыбе						
Протеин	1, 2, 4	37,9	56,9	64,0	64,0*	82,7
Жир	1, 2, 4	29,6	37,5	60,3	45,4	71,8
Зола	1, 2, 4	7,9	8,7	9,9	11,5	12,5
В филе						
Протеин	1, 2, 4	26,6	30,1	35,6	36,3	45,9
Жир	1, 2, 4	3,6	6,9	9,4	10,3	10,1
Зола	1, 2, 4	1,7	1,8	2,1	2,3	2,7

Изменение массы протеина по группам, как в целой рыбе, так и в филейной части в основном были такими же, как и изменении общей массы, увеличиваясь от группы к группе (за исключением IV группы в прудах № 2, 4). То же можно сказать и о массе минеральных солей. Значительные различия установлены у исследованных рыб по массе в теле жира: у рыб I группы он был большим, чем у рыб II, а у III – большим, чем у IV (кроме рыб I группы в пруду № 4), у рыб V группы вес жира был наибольшим (кроме массы у рыб из пруда № 1).

3.4. Поликультура как метод интенсификации повышения биоресурсов искусственных водоёмов

Биологической основой получения высокой рыбопродуктивности при поликультуре является полное и интенсивное использование естественной пищи водо-

ёмов на всех звеньях трофической цепи и укорочение этой цепи, особенно при использовании фитопланктона и высшей водной растительности.

В качестве основных критериев оценки эффективности интенсификационных мероприятий мы приняли выживаемость рыб, темп роста, использование комбифа, биопродуктивность водоёмов - основные параметры для оценки результатов смешанной посадки.

3.4.1. Эффективность использования консументов 1-го порядка как средства поликультуры

Изучение влияния растительноядных рыб на рост карпа представляло особый интерес с той точки зрения, что навеска посадочного материала карпа в этом году была равна 15 г, что было ниже навесок, предусматриваемых нашими опытами следующего года (20 и 25 г.).

Опыты проводили в искусственных водоёмах нерестовиках рыбопитомника «Урвань», площадью 0,1 до 0,02 га, средней глубиной 0,5–0,7 м. Ложе водоёмов ровное, со слабым уклоном к водосбору, зарастаемость высшей водной растительностью (тростник, рогоз) до 10–20%. Искусственные водоёмы использовались третий сезон.

По результатам исследований в прудовом рыбоводстве нашего региона можно рекомендовать все три основные формы поликультуры.

Зарыбление искусственных водоёмов головками всех четырёх видов произведено 6–8 мая при температуре воды 14–15°C. В последней декаде мая температура воды достигла 23°C. С этого времени и до середины августа температура воды была в среднем 24–25°C (с колебаниями от 21 до 28°C). С середины августа температура воды понизилась на 2–3°C, но до середины сентября всё ещё превышала 20°C. С середины сентября началось постепенное снижение температуры воды вслед за снижением температуры воздуха. Таким образом, свыше 100 дней за время выращивания температура воды превышала 20°C.

Кормление карпа в искусственных водоёмах было начато 18 мая, окончено 17 октября. В данном эксперименте мы устанавливали наилучшие соотношения толстолобиков и их влияние на биологические ресурсы искусственных водоёмов (таблица 14).

В четыре искусственных водоёма (№ 1–4) на общем фоне карпа (расчётная рыбопродуктивность 10–12 ц/га) и белого амура (1–1,5 ц/га) делали посадки белого и пёстрого толстолобика (15 ц/га) в соотношениях 1:1, 7:3, 4:2 и 9:1.

Из таблицы видно, что планировавшаяся рыбопродуктивность была получена во всех искусственных водоёмах. Однако наибольшей величины (36,7 ц/га) она достигает в водоёме № 2 за счёт увеличения средних навесок рыб всех видов. Средние навески рыб всех видов в водоёме № 3 приближаются к таковым из водоёма № 2, и если учесть, что пониженный процент выхода в водоёме № 3 имел причины нерыбоводного характера, рыбопродуктивность в нём могла быть не ниже, чем в водоёме № 2. Следовательно, наиболее высокая рыбопродуктивность (при наилучших средних навесках рыб всех видов) была получена только в двух водоёмах – № 2 и 3, где соотношение белого и пёстрого толстолобиков при посадке было соответственно 80 и 20%.

Таблица 14 – Влияние поликультуры на рыбопродуктивность искусственных водёмов (2004–2005 гг.)

№	Площадь, га	Вид рыбы	Посадка головков				Вылов товарной рыбы					Расход кормов, ц/га	Коэффициент	Расход (ц/га)		Получено рыбы за счёт удобрений, ц/га	Расход удобрений (в 1 л прироста)					
			плотность, экз./га	соотношение %	средний, г	общий, ц/га	количество, экз./га	выход, %	соотношение %	средний, г	общий, ц/га			рыбопродуктивность, ц/га	Естественная рыбопродуктивность по карпу, ц/га			Получено рыбы за счёт кормов, ц/га	Кормовой коэффициент	заканной смеси	суперфосфата	
1	0,14	Белый толстолобик	7	5	6	-	8	9	70	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			3000	-	18	0,24	2380	79,5	-	570	13,55	13,31	2,0	11,31	52,2	4,3	-	-	-	-	-	-
			1890	50	65,3	1,23	1726	91,5	51,5	665	8,02	6,79	-	-	-	-	-	3,33	2,7	6,79	-	-
			1890	50	38,7	0,35	1625	86,0	48,5	607	6,6	6,25	-	-	-	-	-	-	-	5	1,25	4,7
			193	-	35,7	0,07	107	55,5	-	980	1,05	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,12	Белый толстолобик	6973	-	-	1,89	5838	83,7	-	29,22	27,33	2,0	11,31	57,2	4,3	3,33	2,7	11,79	1,25	4,7	-	
			3080	-	18	0,24	2230	72,5	-	600	13,37	13,13	2,0	11,13	58,9	4,5	-	-	-	-	-	-
			2670	70	65,3	1,74	2130	87,4	70	765	15,5	13,76	-	-	-	-	-	3,86	3,13	8	5,76	-
			1140	30	38,7	0,21	990	86,7	30	865	7,57	7,36	-	-	-	-	-	-	-	5	2,36	0,86
			240	-	35,7	0,09	248	100	-	1030	2,54	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,09	Белый толстолобик	6890	-	-	2,28	5790	84,0	-	38,98	36,7	2,0	11,13	58,9	4,5	3,86	3,13	13,0	8,12	0,86	-	
			3100	-	18	0,25	2040	65,8	-	640	13,05	12,8	2,0	10,81	61,1	4,8	-	-	-	-	-	-
			3140	80	65,3	2,05	2560	72,0	87	855	12,53	10,48	-	-	-	-	-	4,25	3,56	8	2,48	3,14
			790	20	38,7	0,15	344	43,5	13	910	2,44	2,29	-	-	-	-	-	-	-	2,29	-	-
			290	-	35,7	0,1	233	80,4	-	1090	2,07	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,1	Белый толстолобик	7320	-	-	2,55	4881	66,7	-	30,09	27,54	2,0	10,81	61,4	4,8	4,25	3,56	10,29	2,48	3,14	-	
			3100	-	18	0,24	2230	72,0	-	570	12,7	12,46	2,0	10,40	52,5	4,2	-	-	-	-	-	-
			3500	90	65,3	2,28	2920	83,5	87	600	14,16	11,88	-	-	-	-	-	4,18	3,45	8	3,88	1,96
			430	10	38,7	0,08	430	100	13	795	2,99	2,91	-	-	-	-	-	-	-	2,91	-	-
			270	-	35,7	0,1	200	74,0	-	1100	2,2	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Итого	7300	-	-	2,7	5780	79,2	-	32,05	29,35	2,0	10,46	52,5	4,2	4,18	3,45	10,91	3,88	1,96	-	

Основной же вывод состоит в том, что поликультура не оказала отрицательного влияния на рост карпа. Наоборот, во всех прудах 18-граммовые годовики карпа достигли стандартной массы, причем с повышением плотности посадок белого толстолобика средняя масса двухлетков карпа увеличивается. Исключение составляет пруд № 4, но, как уже отмечалось, при кормлении карпа в водоёме № 4 бывали случаи (и довольно частые), когда кормление было нерегулярным, что, видимо, и послужило основной причиной некоторого снижения навески.

Таким образом, плотность посадки карпа, его кормление, тесно связаны с внедрением поликультуры. Этот вопрос ещё далёк от полного практического решения и требует дальнейших серьёзных научных разработок.

Как видно из данных таблицы 14 все виды рыб употребляли комбитроф. Нами отмечено, что белый амур при наличии в водоёме комбитроф предпочитает их водной растительности. Комбитроф отмечен в 75–80% исследованных кишечника белого амура, причём в довольно больших количествах. Пищевой комок белого толстолобика (двухлеток) на 90–98% представлен фитопланктоном, присутствовали все виды водорослей, обнаруженные в планктоне, отмечена некоторая избирательность по отношению к эвгленовым водорослям. Избираемыми были также протококковые и сине-зелёные водоросли, реже – диатомовые. Пирофитовые и вольвоксовые водоросли имели меньшее значение в питании. Детрит составлял 1–2% от массы пищевого комка.

Основу пищи двухлеток пёстрого толстолобика на протяжении всего периода исследований составляли зоо-, фитопланктон и детрит. На зоопланктон – *Cyclops sp.*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis* и др. – в среднем приходилось 30,6% от массы пищевого комка. Планктонные водоросли составляли 24%. Наибольшее значение в питании пёстрого толстолобика принадлежало детриту – 44% от массы пищевого комка. Искусственные трофи, несмотря на интенсивное фагирование ими карпа, в кишечниках пёстрого толстолобика встречались в незначительных количествах – до 2,8%.

В кишечнике карпа в основном были традиционные трофи для этого вида рыб, встречались самые разнообразные гидробионты (см. главу 3.4): зоопланктон – 20%, от содержимого кишечника, комбитроф – 27–30% от массы пищевого комка, остальная масса была представлена бентосом.

Среднесуточный пищевой индекс наполнения кишечника карпа составил в пределах 275,5–385,4‰, пёстрого толстолобика – 180,1–600‰.

Рыбоводные показатели, полученные в опытах при использовании аллохтонной поликультуры свидетельствует, что при разных вариантах уплотнённой посадки средняя масса двухгодовиков увеличивается за исключением 4-го пруда, где была доведена плотность посадки белого толстолобика до 3500 экз./га. В связи с этим средняя масса этой популяции уменьшилась на 10,8; 27,5 и 42,5 г. по сравнению с водоёмами № 1; 2 и 3. Это, видимо, связано с неудовлетворительной трофической базой данного водоёма. Различия в средней живой массе между водоёмами характеризуется высокой степенью достоверности ($P > 0,99$).

Анализ рыбоводных данных показывает, что введение в интенсивно эксплуатируемые карповые водоёмы дальневосточных растительноядных рыб в определённых соотношениях не оказывает отрицательного влияния на рост карпа.

Биологическая продуктивность водоёмов по растительноядным рыбам (без учёта массы исходного посадочного материала) колебалась в пределах 575–1291,5 кг/га.

3.4.2. Поликультура с преобладанием растительноядных рыб

Наш опыт ведения поликультуры с преобладанием растительноядных рыб в условиях рыбоводника «Урвань» предусматривал увеличение плотности посадки толстолобиков до 5 тыс. экз./га каждого вида. Соотношение белого и пёстрого толстолобика во всех прудах составило 1:1. Посадочная масса в среднем была равна от 48,1 до 53,1 г, соответственно, при обычных условиях кормления и умеренных нормах удобрения искусственных водоёмов (таблица 15).

Из таблицы 15 видно, что планировавшаяся рыбопродуктивность была получена и здесь во всех водоёмах. Как и в первом опыте, средние навески карпа увеличиваются с повышением плотности посадок толстолобиков. То же происходит и с рыбопродуктивностью по карпу. Однако средние навески толстолобиков при повышении плотности их посадок снижаются, очевидно, из-за недостатка пищи.

Сравнивая рыбопродуктивность прудов по карпу в первом опыте с рыбопродуктивностью во втором, все же следует отметить, что с увеличением плотности посадок белых толстолобиков (даже в 2,5 раза) рыбопродуктивность прудов по карпу повышается незначительно. Так, ни в одном случае она не превысила 15 ц/га, имея самое низкое значение 12,07 ц/га.

Кормовой коэффициент и во втором опыте слишком высок, однако, он снижается почти на четверть в пруду с наиболее плотными посадками толстолобиков (№ 3). Такое снижение кормового коэффициента говорит не только о том, что толстолобики, и главным образом пёстрый толстолобик, не потребляют искусственных кормов, что могло особенно проявиться при таких больших плотностях посадок, если бы это имело место, но и о том, что условия для роста карпа, в силу ещё неясных причин, в искусственном водоёме № 3 были несколько лучшими, чем в двух других искусственных водоёмах.

Самая высокая рыбопродуктивность, полученная в искусственном водоёме № 3 (47,3 ц/га), видимо, может служить ориентировочной величиной на пути увеличения рыбопродуктивности, которую может дать поликультура, если учесть, что соотношение толстолобиков здесь было не лучшим, а удобрение искусственных водоёмов – недостаточным.

Приведённые нами в таблице величины естественной рыбопродуктивности по белому (8,0 ц/га) и пёстрому (5,0 ц/га) толстолобикам близки, вероятно, к истинным или, во всяком случае, завышены очень незначительно. Такая рыбопродуктивность была получена, например, в 2006 г. в ряде хозяйств.

Дальнейшее повышение рыбопродуктивности искусственного водоёма при поликультуре должно быть связано с разработкой системы повышенного удобрения.

Таблица 15 – Результаты выращивания товарной рыбы в искусственных водоемах рыбопитомника «Урвань» в 2005–2006 гг. (пересчёт на га)

№ водоема	Площадь, га	Вид рыбы	Посадка головков				Вылов товарной рыбы						Естественная рыбопродуктивность по карпу, ц/га	Получено рыбы за счёт кормления, ц/га	Расход кормов, ц/га	Кормовой коэффициент	Расход (ц/га)		Получено рыбы за счёт удобрений, ц/га	Расход удобрений (ц) на 1 г продукта растительных/животных				
			глотность, экз/га	соотношение: %	начальная масса		выход, %	количество, экз/га	толстобочков, %	конечная масса							Естественная рыбопродуктивность по карпу, ц/га	аммиачной селитры			суперфосфата			
					средний, г	общий, ц/га				средний, г	общий, ц/га	рыбопродуктивность, ц/га												
1	0,14	Белый толстобочк Пестрый толстобочк	2937	-	20	0,235	2456	83,6	-	510	12,5	12,265	2,0	10,2	42,8	3,5	-	-	-	-	-			
			1875	50	53,1	1,25	1295	69	46	700	9,05	7,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			1875	50	48,7	0,34	1480	81	54	528	7,8	7,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			133	-	35,7	0,05	126	95	-	865	1,09	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			6720	-	-	1,875	5357	80,0	-	-	-	30,44	28,565	2,0	43,8	43,8	3,5	4,5	3,15	12,8	2,46	3,1	-	
2	0,12	Белый толстобочк Пестрый толстобочк	3000	-	20	0,24	2123	71,0	-	580	12,31	12,07	2,0	48,2	48,20	4,0	3,8	2,9	-	-	-	-		
			3170	50	53,1	2,07	2284	72,0	46,5	585	13,35	11,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			3170	50	48,7	0,59	2623	83,0	53,5	445	11,67	11,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			154	-	35,7	0,05	154	100,0	-	1070	1,65	1,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			9494	-	-	2,95	7184	75,5	-	3898	16,03	16,03	2,0	48,20	48,20	1,0	3,8	2,9	11,0	9,36	-	-	-	
3	0,09	Белый толстобочк Пестрый толстобочк	2900	-	20	0,23	2300	79,2	-	635	14,6	14,37	2,0	12,37	46,5	3,2	4,15	3,22	-	-	-	-		
			5000	50	53,1	3,26	4325	86,5	48,7	496	21,45	18,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			5040	50	48,7	48,7	4545	90,9	51,3	314	14,27	13,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			1401	-	35,7	35,7	140	100	-	1040	1,46	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			1340	-	-	-	11310	87,0	-	51,78	47,31	2,0	12,37	46,5	3,2	4,15	3,22	13,0	18,53	0,4	-	-	-	

Что касается соотношений толстолобиков при посадке и вылове, то незначительные изменения в этих соотношениях в сторону преобладания пестрого толстолобика указывают почти на равную жизнестойкость обоих видов.

Наилучшим соотношением белого и пестрого толстолобиков при рыбопродуктивности водоёма в 25–35 ц/га можно считать соотношение 4:1. За счёт карпа в этом случае может быть получено не менее 12–13 ц/га

Случаи выращивания 20 граммового годовика карпа до товарной массы (450–500 г) могут служить основанием для проведения работ с целью повышения стандарта посадочного материала карпа в условиях Кабардино-Балкарской республики.

Средняя масса двухлеток растительных рыб (белого и пестрого толстолобиков) составляла, соответственно, 594 и 429 г.

По-видимому, ограничивающим фактором роста была и плотность посадок и количественное недоразвитие компонентов трофической базы (фито-, зоопланктона и зообентоса).

По интенсивному росту белый амур во всех искусственных водоёмах превосходил толстолобиков: белого на 398 г или на 67,6% и пестрого соответственно – 563 и на 131%. Это можно объяснить тем, что в водоёмах преобладали грубая растительность, в основном макрофиты – сосудистые растения и плавающие водоросли.

Средняя масса двухлеток карпа составила 575 г. что гораздо выше стандарта.

Таким образом, опыты подтвердили исходные предположения о перспективности выращивания в наших условиях белого толстолобика, потребителя первичной продукции, а также о том, что при поликультуре рыбопродуктивность искусственных водоёмов по карпу может быть сохранена на достигнутом уровне или даже увеличена.

ВЫВОДЫ

1. Современное состояние биоресурсов искусственных водоёмов региона в значительной степени зависит от эколого-фенологических условий и зональных особенностей.

Возможности устройства рыбных водоёмов в различных зонах республики неодинаковы. Рельеф поверхности земли, наличие водоисточников, их мощность, качество воды и почвы, а также другие особенности в одних местах предоставляют широкие возможности для развития этой отрасли хозяйства, в других лимитируют.

2. Зональные особенности водоёмов, определяющиеся, климатом в месте расположения, а также почвами и растительным покровом на площади водосбора, оказывают существенное влияние на гидрохимические и гидробиологические показатели.

3. Среднесуточные величины составляют 4,8–10,8 мг. О₂/л. Кривая суточная динамика концентрации кислорода практически одинакова для всех эколого-фенологических зон и соответствует нормативам 6,8–8,4 мг. О₂/л, величины перманганатной окисляемости среднегодовые по эколого-фенологическим зонам находятся в пределах 16,3–22,6 мг. О₂/л, биогенные элементы, обуславливающие трофность и биопроductивность водоёмов колеблется в пределах 0,37–1,35 по азоту, и 0,31–1,06 по фосфору. Гидрохимический режим искусственных водоёмов характеризуется величинами, не выходящими за пределы нормативов, определяющих возможность ведения аквакультурных процессов.

4. На примере Черекского водохранилища разработаны методы изучения биоресурсов и показана возможность использования биоресурсного потенциала для развития аквакультуры. Установлено, что количество бактериопланктона зависело от термических условий. Время генерации бактерий колебалось в пределах 5,3–152,2 часа: продукция – 541–2583 тыс. клеток/мл в час. Наиболее высокая скорость размножения бактерий наблюдалась в июле августе, время генерации бактерий в августе, в 4,5–5 раз выше, чем в мае – июне.

5. Фитопланктон Черекского водохранилища представлен 943 таксонами. Из них Cyanophyta – 120, Chrysophyta – 6,1, Bacillariophyta – 250, Xanthophyta – 165, Pycnophyta – 53, Englenophyta – 112, Chlorophyta – 182, Juftetyj 621 видов. По отношению к содержанию солей в воде только 16 видов можно отнести к мезоглобам все остальные – олиголобы, из них индифферентных – 672, галофилов – 165, галофобов – 90.

6. Среднесезонная численность и биомасса планктонных водорослей в водоёмах с монокультурой карпа была выше на 25% по сравнению с водоёмами, в которых выращивали рыбу в поликультуре.

7. Биомасса зоопланктона по всему водоёму в среднем составляет 0,040 г/м³. В июне численность возрастает и достигает 40–50 мг/м³. Средняя масса в исследуемых водоёмах составляет 0,53, а в июле возрастает до 0,67. Биомасса макрофитов при монокультуре составляет 200г/м³, а при поликультуре 70 г/м³.

8. Валовая первичная продукция за вегетационный период колеблется от 876,3–1042 ккал/м², что соответствует утилизации энергии ФАР (фотосинтетический аппарат растений) – 0,24–0,64.

9. Применение интенсификационных мероприятий показало, что в удобренных искусственных водоёмах биомасса бактерий колебалась от 19 до 69,5 мг/л в воде и от 5,0 до 51,0 мг/г в донных отложениях, а в неудобренных – соответственно от 5,6 до 18,1 мг/л и от 4,2 до 31,4 мг/г. Рост карпа в течение сезона зависел от плотности посадки. Под влиянием удобрений рыба хорошо росла, рыбопродуктивность составила 13,5 ц/га, расход искусственных кормов на 1 кг рыбы уменьшился до 2,5 кг вместо – 3,6 кг.

10. Внесение удобрений азота и фосфора позволило увеличить среднесуточный прирост рыб в искусственных водоёмах на 15% и массу в среднем по всем водоёмам 350 г, 91% из них достиг стандартной массы. Между массой головиков всех видов рыб и темпом роста товарной рыбы отмечена положительная корреляция. Рыбопродуктивность составила 1552 кг/га.

11. При монокультуре недоиспользуются трофические звенья: численность зоопланктона оказалась на 63,4%, а биомасса на 23,3% выше, чем при поликультуре. Среднесезонная численность и биомасса планктонных водорослей в водоёмах с монокультурой карпа была недоиспользована и оставалась на 25% выше по сравнению с водоёмами, в которых выращивали рыбу в поликультуре. Поликультура в соотношениях 1:1, 7:3, 4:2 повысила рыбопродуктивность искусственных водоёмов на 15–20%. Рыбопродуктивность во всех прудах составила – 36,7 ц/га. 18-граммовые сеголетки (годовики) карпа достигли стандартного веса 450–500 г, а средняя масса белого и пёстрого толстолобика составила соответственно 694 и 570 г, по темпу роста белый амур (1070 г) превосходил толстолобиков (белого на 54,2%, пёстрого на 81,8%).

12. Рекомендуемые для прудов региона соотношения азота к фосфору при внесении составили для I–II зоны 4:1 (т.е. 2,5:1,5 г/м³ воды), извести 0,35 ц/га, для III – V 4:8 (т.е. на одну весовую часть фосфора 4–8 весовых частей азота, извести 0,45–0,5 ц/га).

При этом удобрительный коэффициент равен 2,5–3,0, что позволит повысить первичную валовую продукцию 15–20%.

13. Разработанные методологические основы по освоению и использованию биоресурсного потенциала водоёмов КБР для рыбохозяйственных целей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для повышения биологических ресурсов искусственных водоёмов необходимо определить оптимальные глубины для нагульных и выростных прудов.

Для Кабардино-Балкарской Республики рекомендуем довести для I и II эколого-фенологической рыбоводной зоны в пределах 0,8–1,5 м. III – 1,3–2,1 м, IV – 2,0–2,5 м, V – свыше 3 м. Это даст возможность увеличить естественную биологическую продукцию в среднем на 10–12% за счёт продукционно-биологических процессов искусственных водных гидробионтов.

2. Для увеличения биологических ресурсов прудов и регулирования гидрохимического режима необходимо внести набор минеральных удобрений – азотные и фосфорные соединения в сочетании с известью.

Рекомендуем проводить контроль на величину первичной продукции искусственных водоёмов ежедекадно, и, в зависимости от этого, увеличить или уменьшить дозу удобрений.

3. Искусственной трофи должно составлять для I–II рыбоводной зоны: 30% при плотности посадки 2–2,5 тыс. экз./га годовиков, для III–V рыбоводной зоны – от 20 до 40% при плотности посадки от 4–7,5 тыс. экз./га годовиков, в т.ч. поликультура от 0,7 до 2,5 тыс. экз./га. Это даёт возможность увеличить биологические ресурсы искусственных водоёмов на 15–20%.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, определённых ВАК Минобробразования и науки РФ

1. **Кожаева, Д.К.** Общая характеристика бактериопланктона иловых отложений / **Д.К. Кожаева, С.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Естественные и технические науки*. – 2006. – № 3 (23). – С. 46–74.
2. **Кожаева, Д.К.** Бактерии как компонент взвешенного вещества водных экосистем Черекского бассейна Кабардино-Балкарской республики / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Естественные и технические науки*. – 2006. – № 3 (23). – С. 43–45.
3. **Кожаева, Д.К.** Естественная трофическая база сообщества прудовых рыб / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Естественные и технические науки*. – 2007. – № 1 (27). – С. 72–74.
4. **Кожаева, Д.К.** Экологические аспекты совместного выращивания сеголетков зоо-бенто-фитофагов / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2007. – № 12-2 (78). – С. 48–50.
5. **Кожаева, Д.К.** Зоопланктон Черекского водохранилища и его биоразнообразие / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 2. – С. 82–86.
6. **Кожаева, Д.К.** Характеристика структуры и биологии бентальной фауны Черекского водохранилища / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 3. – С. 105–110.
7. **Кожаева, Д.К.** Гидробиологическая характеристика Черекского водохранилища Кабардино-Балкарской республики / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 3 (27-1). – С. 241–244.
8. **Кожаева, Д.К.** Биоразнообразие и таксономические группы фитопланктона Черекского водохранилища / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 4 (28-1). – С. 212–215.
9. **Кожаева, Д.К.** Биология серебряного карася и его трофические взаимоотношения с карпом / **Д.К. Кожаева, З.С. Шибзухова, С.Ч. Казанчев** // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 10. – С. 124–127.
10. **Кожаева, Д.К.** Биологические особенности популяций золотого и серебряного карася в условиях Кабардино-Балкарской республики / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, З.С. Шибзухова** // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 3 (27-1). – С. 244–247.
11. **Кожаева, Д.К.** Экоэкологические параметры, влияющие на сукцессию бактериопланктона Черекского водохранилища / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 4 (28-1). – С. 197–200.
12. **Казанчев, С.Ч.** Биолого-экологическая характеристика пресных водоёмов Кабардино-Балкарской республики (Монография) / **С.Ч. Казанчев, Д.К. Кожаева**. – Нальчик: ООО «Геттрограф». 2011. – 319 с. – ISBN № 978-5-9996-0086-8.
13. **Кожаева, Д.К.** Роль минеральных удобрений в формировании трофической цепи водоёмов / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 3. – С. 95–100.

14. **Кожаева, Д.К.** Экологическая биома самок карпа разного происхождения / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4. – С. 120–123.

15. **Кожаева, Д.К.** Флуктуация лимнофилов в донных отложениях ихтисных водоёмов / **Д.К. Кожаева** и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4. – С. 116–120.

16. **Кожаева, Д.К.** Экологическая классификация трофической цепи нектонного сообщества в зависимости от строения ротового аппарата / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 233–237.

17. **Кожаева, Д.К.** Аутэкологическая обусловленность, дивергенция и конвергенция семейства *Cyprinus carpio* L. / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 10. – С. 105–109.

18. **Кожаева, Д.К.** Биология белого амура / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5 (37-1). – С. 259–262.

19. **Кожаева, Д.К.** Экологические аспекты влияния минеральных удобрений на биологическую продуктивность водоёмов / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, А.А. Казанчева** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (39). – С. 329–342.

20. **Кожаева, Д.К.** Гетерозис как фактор увеличения биопродуктивности водоёмов / **Д.К. Кожаева** и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3(41). – С. 272–275.

21. **Кожаева Д.К.** Биологическая оценка реципрокного скрещивания в рыбоводстве / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, Д.В. Жантеголов** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (48). – С. 179–183.

22. **Кожаева, Д.К.** Влияние глубины водоёмов на их биоэкологические параметры / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, Д.В. Жантеголов** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6(50). – С. 155–157.

23. **Кожаева, Д.К.** Влияние биоэкологических факторов на рост молодняка карпа / **Д.К. Кожаева, А.Б. Хабжиков, С.Ч. Казанчев** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2(52). – С. 193–195.

24. **Пежева, М.Х.** Фауна амфибиотного сообщества рек Кабардино-Балкарской республики (Хирономиды – Chironomidae) / **М.Х. Пежева, Д.К. Кожаева**, и др // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4(54). – С. 203–205.

Публикации в других изданиях

25. **Кожаева, Д.К.** Экологическая флуктуация численности популяций *Scladosega* в Черекском водохранилище / **Д.К. Кожаева, С.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // Сборник научных трудов учёных и соискателей. Этап 4. – Нальчик, 2003. – С. 38–40.

26. **Кожаева, Д.К.** Особенности формирования автотрофных организмов в водоёмах Кабардино-Балкарской республики / **Д.К. Кожаева, С.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // Мат. Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск, 2005. – Ч. V. – С. 335–337.

27. **Кожаева, Д.К.** Формирование структурной организации фитопланктона в водоёмах Кабардино-Балкарской республики / **Д.К. Кожаева, С.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев** // Мат. Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск, 2005. – Ч. V. – С. 337–340.

28. **Кожаева, Д.К.** Влияние плотности посадок на интенсивно-кормовую базу прудов / **Д.К. Кожаева, Е.А. Казанчева, А.В. Лабазанов** // Материалы международной научно-практической конференции «инновационные технологии производства и переработки с-х продукции». – Владикавказ, 2012. – С. 58–59.

29. **Кожаева, Д.К.** Биогенные элементы – основной фактор биологических ресурсов водоёмов / **Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, Д.В. Жантеголов, Ф.А. Халилова** // Материалы международной научно-практической конференции посвящённой 100 летию Саратовского ГАУ. – Саратов, 2013. – С. 183–186.

16--7708

Сдано в набор 22.09.2016 г. Подписано в печать 23.09.2016 г.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага писчая. Усл. п. л. 2,5. Тираж 100.

Типография ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова»

2015654815

