



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская работа)

На тему «Особенности прудового выращивания карповых рыб в условиях
поликультуры»

Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,
профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»

Исполнитель _____ Каткова Наталья Григорьевна
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ Эстрин Э.Р., доцент к.пед.н.
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____ Королькова С.В., к.т.н.
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

« _____ » _____ 2025 г.

Санкт-Петербург

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1. Теоретические основы прудовой поликультуры карповых рыб | 7 |
| 1.1 Виды карповых рыб и типы прудов, использующихся в поликультуре. История создания и эволюции технологии поликультуры | 7 |
| 1.1.1 Краткая характеристика объектов поликультурного разведения. | 7 |
| 1.1.2 Классификация прудов в рыбоводстве | 17 |
| 1.1.3 Специфика разведения карповых видов рыб в поликультуре | 20 |
| 1.2 Экологические преимущества поликультуры | 23 |
| 1.2.1 Улучшение параметров среды в водоеме | 23 |
| 1.2.2 Возможность упрощенной утилизации органических отходов | 25 |
| 1.2.3 Потенциал интеграции поликультуры в сельское хозяйство | 28 |
| 2. Методика и практика поликультурного разведения карповых видов рыб | 31 |
| 2.1 Подготовка водоёма к зарыблению | 31 |
| 2.1.1 Земельные параметры водоёма. Организация пруда | 31 |
| 2.1.2 Особенности водоснабжения. Расчет гидрохимических показателей и нужного объема воды в пруду | 34 |
| 2.2. Организация рыбоводного цикла | 37 |
| 2.2.1 Продолжительность сезона | 37 |
| 2.2.2 Полный цикл производства товарной продукции | 40 |
| 2.3 Продуктивность и рентабельность. Учет возможных рисков и ограничений | 44 |
| 2.3.1 Анализ выхода продукции по регионам | 44 |
| 2.3.2 Риски и ограничения при ведении поликультуры | 46 |
| Заключение | 51 |
| Выводы | 53 |
| Список литературы | 54 |

Введение

На сегодняшний день рыбоводство растет стремительными темпами, в сферу инвестируется большое количество денежных средств как от государственных структур, так и от частных компаний. Ежегодно разрабатываются новые методики и способы улучшения производства, но в данной работе речь пойдет о методе, который практикуется еще с истоков создания рыбоводства. А именно, о поликультура — одновременном разведении нескольких видов рыб в одном водоеме или системе с целью наиболее эффективного использования природных ресурсов, повышения продуктивности и устойчивости экосистемы.

Рассматривая поликультуру как методику улучшения количественных и качественных показателей на хозяйстве, можно выделить следующие аспекты:

- Рациональное использование кормовой базы

Разные виды рыб питаются различными типами кормов (планктоном, бентосом, детритом, растительностью), что позволяет снизить конкуренцию за пищу. Например: толстолобик питается фитопланктоном, белый амур — высшей водной растительностью, карп — донными организмами и детритом.

- Увеличивается общая продуктивность водоема

Совместное выращивание видов, занимающих разные экологические ниши, позволяет использовать водоем более полноценно и получить больше биомассы с единицы площади.

- Контроль над нежелательными организмами

Некоторые виды рыб регулируют численность других организмов в водоеме: белый амур поедает чрезмерную водную растительность, хищные рыбы, такие как щука, ограничивают популяции мелких или сорных видов.

- Повышение устойчивости экосистемы

Биоразнообразие способствует устойчивости к изменениям среды и снижает риски эпидемий. При монокультуре болезнь одного вида может уничтожить все поголовье, а при поликультуре другие виды могут остаться незатронутыми.

И, наконец, самое главное - экономическая выгода. Поликультура позволяет получить разнообразную продукцию (рыбу разного размера, вкуса, товарной ценности), что повышает рентабельность хозяйства и снижает риски убытков в случае проблем с одним из видов.

Цель исследования заключается в детальном рассмотрении прудового выращивания карповых видов рыб в условиях поликультуры, как с точки зрения получения выгоды, так и возможных изъянов. Необходимо также комплексно исследовать эффективность применения поликультуры в прудовом рыбоводстве как средства повышения продуктивности водоемов, оптимизации использования кормовой базы и обеспечения экологической сбалансированности рыбохозяйственной системы. Особое внимание при этом будет уделяться подбору биологически совместимых видов рыб и анализу их взаимного влияния на рост, выживаемость, структуру питания и качество водной среды.

Из поставленной цели формируются следующие **задачи** в ходе исследования:

- выявить основные виды семейства карповых, которые на практике используются при поликультурной системе разведения. Указать наиболее перспективные трофические связи;
- выделить главные условия, необходимые для поддержания качественной среды обитания для гидробионтов в используемом водоёме;

- расписать полный цикл выращивания, определить созависимые этапы. Составить план с упором на получение качественных показателей продукции и экономической выгоды;
- Установить возможные риски ведения поликультуры в водоёме, которые могут нанести значительный ущерб. Указать методы предотвращения и устранения;
- Отметить наиболее успешный регион РФ по выходу торговой продукции карповых видов рыб с учетом использования поликультурной системы выращивания.

Материалами исследования служат:

- проанализированные литературные данные;
- данные, полученные на основе собственных исследований;
- данные, полученные в ходе прохождения производственной практики;
- данные, полученные в ходе прохождения преддипломной практики.

Объект исследования: технология поликультурного разведения карповых видов рыб в прудовом рыбоводстве.

Предмет исследования: основные представители семейства карповых, которые применяются в поликультурной системе разведения.

Практическая значимость: Использование поликультуры в рыбоводных хозяйствах имеет большую перспективу, поскольку позволяет повысить продуктивность водоемов за счёт более полного и сбалансированного использования естественной кормовой базы. Помимо этого, благодаря применению поликультурной технологии заметно снижаются затраты на кормление, так как различные виды рыб эффективно перерабатывают естественные источники пищи (планктон, водоросли, бентос, детрит). Улучшить экологическое состояние прудов, благодаря

трофическому разделению и биологическому контролю над водной растительностью и вредной микрофлорой;

Актуальность: В настоящий момент идет заметный рост спроса на экологически чистую продукцию и устойчивые методы производства в условиях глобального экологического кризиса. Переход отрасли аквакультуры от экстенсивных к интегрированным и интенсивным технологиям, где важно учитывать взаимодействие видов, продуктивность и экологическую устойчивость играет также немаловажную роль. В большинстве стран идет увеличение числа хозяйств, практикующих прудовое рыбоводство, особенно в развивающихся странах и регионах с мягким климатом, где поликультура может быть эффективно реализована.

Структура исследования. Данное исследование включает введение, две содержательные главы с подразделами, заключение, выводы, а также список использованной литературы, насчитывающий 33 источника.

Во введении раскрыта актуальность выбранной темы, обозначена её практическая значимость, определены объект и предмет исследования. Также сформулирована цель работы и поставлены соответствующие исследовательские задачи.

Первая глава, по сути, несет сугубо теоретический характер, описывая технологию выращивания рыб в поликультурной системе, историю ее возникновения и эволюции. Также указываются основные виды карповых рыб, которые успешно применяются в поликультуре. Вторая глава рассматривает тонкости внедрения данной системы на рыбноводном хозяйстве, затрагивая экономические аспекты, необходимые требования и возможные трудности при работе. В заключении отмечены коренные принципы создания хозяйства, которое способно обеспечить стабильное выращивание карповых видов рыб в поликультуре.

1. Теоретические основы прудовой поликультуры карповых рыб

1.1 Виды карповых рыб и типы прудов, использующихся в поликультуре. История создания и эволюции технологии поликультуры

1.1.1 Краткая характеристика объектов поликультурного разведения.

Виды карповых рыб в поликультуре классифицируются по ряду критериев: трофическому поведению, положению в биотопе, экономической значимости и способу кормления. Основными являются карп, толстолобики, белый амур. Дополнительные и вспомогательные виды включают линя, карася, леща. Такое разделение позволяет формировать устойчивые многовидовые популяции.

Карп обыкновенный (лат. *Cyprinus carpio*)

Карп относится к теплолюбивым видам рыб, размножение которых происходит преимущественно в весенне-летний период. Взрослые особи достигают длины до 1,2 метра и массы от 10 до 15 килограммов. Тело рыбы умеренно удлинённое, покрыто крупной гладкой чешуёй, однако у культурных пород встречаются формы с минимальным её количеством. По большей части распространён в Центральной и Восточной Европе, а также на территории Кавказа и Центральной Азии.

Половая зрелость у карпа наступает в возрасте 3–5 лет. Вид отличается высокой плодовитостью: одна самка способна продуцировать от 96 тысяч до 2 миллионов икринок. Для нереста рыбы выбирают прибрежные участки с мягкой подводной растительностью, которая служит естественным субстратом для икрометания. Оптимальная температура воды в период размножения составляет 18–20 °С. Как правило, на одну самку приходится от трёх до четырёх самцов [5].

Карп активно потребляет бентос, остатки кормов, зоопланктон и может адаптироваться к различным схемам кормления. Рост быстрый при должном уходе и подкормке. Отмечается, что он легко поддаётся селекции, устойчив к заболеваниям при низкой плотности посадки.

Нерест у карпа происходит порционно, преимущественно в утренние часы. Икра обладает клейкостью и фиксируется на водной растительности. Развитие оплодотворённой икры длится от трёх до пяти суток, в зависимости от температуры воды. Вылупившиеся личинки снабжены специализированным железистым органом, позволяющим им прикрепляться к растениям, где они проводят до пяти дней, питаясь за счёт желточного мешка. По его рассасыванию молодь переходит к внешнему питанию и начинает активно передвигаться в мелководных участках водоёма. При разведении в поликультуре считается основным видом в водоёме [5].



Рис. 1 – Карп обыкновенный (лат. *Cyprinus carpio*)

Белый амур (лат. *Stenopharyngodon idella*)

Белый амур — крупная пресноводная рыба семейства карповых, интродуцированная в большинство стран Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии для биологической мелиорации водоёмов и в целях поликультурного выращивания. Отличается травоядным типом питания и выраженной сезонностью биологических процессов.

В естественной среде белый амур достигает длины до 1,2 метра и массы более 20 кг. Тело удлинённое, торпедообразной формы, покрыто крупной серебристой чешуёй. Рыба характеризуется высокой подвижностью и активным поведением в толще воды и вблизи прибрежной растительности. Основной корм — высшая водная растительность: рдест, элодея,

роголистник, камыш, а также некоторые сорные прибрежные травы. При снижении доступности растений может частично переходить на детрит.

Половозрелости достигает в возрасте 5–7 лет, в зависимости от климатических условий. Плодовитость колеблется от 500 тыс. до 1 млн икринок. Размножение в прудовых условиях крайне затруднено и, как правило, требует гормональной стимуляции. Нерест в естественных условиях происходит при температуре воды 24–28 °С в быстро текущих участках рек. Икра пелагическая, не прикрепляется к субстрату и переносится течением [5, 7].

Личинки после выклева развиваются в толще воды, питаются вначале микроскопическими водорослями, затем — мягкими частями высших водных растений. С ростом переходит на грубую растительную пищу. Благодаря своей способности быстро и эффективно поедать растительность, белый амур широко используется в рыбоводстве для контроля зарастания прудов и водохранилищ, а также в схемах поликультуры — как экологически значимый и биологически не конкурирующий вид [8].



Рис. 2 – Белый амур (лат. *Stenopharyngodon idella*)

Белый толстолобик (лат. *Hypophthalmichthys molitrix*)

По особенностям поведения и расселения белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) во многом схож с пёстрым толстолобиком.

Основное отличие между этими видами заключается в типе питания: белый толстолобик является специализированным фитопланктофагом, однако при недостатке основного корма способен переключаться на потребление детрита, как и пёстрый толстолобик. Средние размерные характеристики у обоих видов схожи.

Оптимальный температурный диапазон для активного кормления белого толстолобика составляет 15–20 °С. С понижением температуры воды рыбы прекращают питание, за исключением особей, обитающих в водоёмах с постоянным подогревом (тепловодные каналы и водохранилища). Средняя плодовитость одной самки составляет от 300 до 400 тысяч икринок. Нерест наблюдается в июне–июле при температуре воды 19–24 °С и происходит, как правило, в вечерние и утренние часы в условиях быстротекущей воды. Икра имеет придонно-пелагический характер [5, 10].

Время инкубации составляет от 30 до 36 часов после оплодотворения, в зависимости от температуры среды. Переход личинок к смешанному и внешнему типу питания по срокам не отличается от пёстрого толстолобика. На ранних этапах развития личинки питаются в основном коловратками, тогда как подросшие мальки переходят на потребление мелких низших ракообразных.



Рис. 3 – Толстолобик белый (лат. *Hypophthalmichthys molitrix*)

Пёстрый толстолобик (лат. *Aristichthys nobilis*)

Пёстрый толстолобик — крупная пресноводная рыба семейства карповых, имеющая важное значение в поликультурных системах рыбоводства как потребитель зоопланктона. Отличается быстрыми темпами роста, особенно в первые годы жизни, и хорошо сочетается с другими видами, в том числе с карпом и белым амуром.

Достигает длины до 1 метра и массы более 10 кг. Имеет высокое, уплощённое с боков тело и сравнительно крупную голову. Окраска тела пёстрая — от светло-серой до темно-серой с характерным пятнистым рисунком, откуда происходит и название вида. Питается преимущественно зоопланктоном: коловратками, веслоногими и ветвистоусыми рачками. При их дефиците может потреблять детрит и другие микроскопические организмы.

Половозрелость наступает в возрасте 4–6 лет. Плодовитость самок достигает 500–800 тыс. икринок. В естественных условиях нерест происходит в речных участках с быстрым течением при температуре воды 20–26 °С. Икра пелагическая, развивается в толще воды. В условиях прудов размножение возможно только при искусственной стимуляции [5, 10].

На ранних стадиях личинки питаются мельчайшими зоопланктонными организмами, после чего переходят к более крупному зоопланктону. Благодаря фильтрационному типу питания и способности снижать плотность зоопланктона, пёстрый толстолобик способствует регуляции трофической структуры водоёмов и снижению мутности воды.



Рис. 4 – Толстолобик пёстрый (лат. *Aristichthys nobilis*)

Серебряный карась (лат. *Carassius auratus*)

Серебряный карась — всеядная и высокоадаптивная рыба, широко распространённая в пресных водоёмах Евразии. Известен своей исключительной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, включая низкое содержание кислорода, загрязнение и резкие колебания температуры.

Средняя длина составляет 20–30 см, масса — до 1–1,5 кг. Тело высокое, сплющенное с боков, покрыто плотной серебристой чешуёй. В питании используется широкий спектр ресурсов: фитопланктон, зоопланктон, донные организмы, растительность, детрит.

Половая зрелость наступает на 2–3 году жизни. Размножение проходит при температуре воды 18–22 °С, на мелководьях с густой растительностью. Икра клейкая, прикрепляется к субстрату. В зависимости от условий и размера самки, плодовитость может составлять от 50 до 250 тыс. икринок. Часто в популяциях наблюдается гиногенез — развитие икры без участия самцов [5, 10].

Карась успешно выживает в прудах с минимальным уходом и используется в поликультуре как дополнительный вид, заполняющий

свободные экологические ниши и утилизирующий остатки корма. Может конкурировать с молодь карпа, если превышена плотность.



Рис. 5 – Серебряный карась (лат. *Carassius auratus*)

Лещ (лат. *Abramis brama*)

Лещ — типичный представитель придонных донно-детритофагов в водоёмах умеренной зоны. Входит в состав поликультурной системы как второстепенный, но экологически полезный вид, способствующий утилизации органических остатков на дне.

Тело высокое, сильно сжатое с боков, с серебристо-серой окраской. Средняя длина — 30–50 см, масса — 1–2 кг. Питается мелкими донными беспозвоночными, остатками органики и водной растительностью.

Половозрелость у самцов наступает на 3–4 году жизни, у самок — на 4–5. Плодовитость составляет от 100 до 300 тыс. икринок. Нерест происходит весной при температуре воды 17–20 °С. Икра клейкая, откладывается на подводную растительность в мелководных заливах [5].

Личинки после вылупления проходят несколько стадий, на протяжении которых переходят от питания микрозоопланктоном к детриту и донным формам жизни. Лещ не конкурирует с основными объектами поликультуры (карпом и толстолобиками) и улучшает экологическую обстановку в прудах.



Рис. 6 – Лещ (лат. *Abramis brama*)

Линь (лат. *Tinca tinca*)

Линь — теплолюбивая, донная рыба семейства карповых, обладающая высокой устойчивостью к недостатку кислорода и заиленности водоёмов. Используется в поликультуре как дополнительный компонент, способный существовать в экстремальных условиях.

Тело плотное, покрыто мелкой слизистой чешуёй, окрашено в темно-зелёные и бронзовые тона. Средняя длина — 25–40 см, масса — до 2 кг. Питается преимущественно донными организмами: червями, моллюсками, личинками насекомых, а также детритом [15].

Половозрелость наступает на 3–4 году жизни. Икрометание происходит в июне–июле при температуре воды 19–22 °С. Икра откладывается на растительность в тихих, заросших участках. Плодовитость — от 100 до 300 тыс. икринок.

Личинки и молодь развиваются в прибрежной зоне, где защищены от хищников. Благодаря способности выживать в условиях с пониженным

содержанием кислорода, линь может использоваться для повышения общей продуктивности водоёма в сочетании с другими видами.



Рис. 7 – Линь (лат. *Tinca tinca*)

1.2. Появление и развитие поликультуры в рыбоводстве

Отмечается, что использование технологии поликультуры тянется еще с далеких времен. Её элементы применялись задолго до появления научной терминологии, когда рыболовы наблюдали за естественным сосуществованием различных видов рыб в водоёмах и начали осознанно использовать эти взаимоотношения в хозяйственных целях.

В Китае, начиная с III тысячелетия до н. э., существовала система выращивания травоядных и фильтрующих рыб в рисовых полях и искусственных прудах. В классическую поликультуру китайцы включали карпа, белого амура, толстолобика и пестрого толстолобика. В Индии ещё в античные времена применялась система поликультуры на затопляемых полях, где местные виды карпов разводились совместно. В Европе с Средневековья практиковалось разведение карпа в монастырских прудах. Часто туда случайно или преднамеренно попадали и другие виды, что становилось прообразом поликультурных подходов [8].

До конца XIX века аквакультура оставалась преимущественно экстенсивной. Однако с развитием гидротехники и науки о питании рыб аквакультура стала приобретать черты системного планирования. В Германии, Венгрии, Чехии и России появились специализированные рыбоводные хозяйства, в которых начали сознательно подбирать виды рыб с разными пищевыми предпочтениями. Уже в конце XIX века отмечалась экономическая выгода от совместного выращивания карпа с амуром или карасем, что фиксировалось в трудах ранних гидробиологов.

Научный подход к поликультуре оформился в XX веке. Он базировался на принципах экологии, зоотехнии и гидробиологии. В 1950–1970-е годы стала активно развиваться теория трофических ниш, и стало ясно, что совместное выращивание рыб позволяет более эффективно использовать естественную кормовую базу водоёма [17].

Во времена советского союза в странах восточной Европы (по большей степени в Венгрии и Чехии) были построены крупные рыбоводные комплексы, где поликультура (особенно с китайскими видами) стала нормой. Интродукция белого и пестрого толстолобика, а также белого амура из Китая в 1960–70-х годах позволила создать устойчивые модели совместного выращивания [10, 17].

В 90-х годах в связи с распадом Советского союза в регионах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии весьма закономерно условия ведения рыбоводства стали ухудшаться. Происходило заметное разрушение инфраструктуры, потеря научной базы и нехватка квалифицированного персонала на местах. В связи с нерентабельностью дальнейшего содержания многие хозяйства перешли в частные руки, а уровень технической подготовки владельцев оказался недостаточным. Тем не менее, прудовая поликультура сохранилась как наиболее приемлемый способ получения дешёвой и экологичной рыбной продукции в условиях ограниченных ресурсов.

За счет проверенности на практике и многолетнему применению на рыбоводных хозяйствах технология поликультуры занимает важное место в разведении рыб и в наши дни. Благодаря своей экологической устойчивости, она поддерживает биоразнообразие водоёмов, минимизирует потребление кормов и улучшает санитарные условия. Причем важно также отметить, что технология поликультуры имеет возможность использования интегрированных технологий (сочетание с животноводством, растениеводством, ирригацией), что позволяет создавать комплексные системы замкнутого цикла.

ФАО и международные эксперты считают поликультуру одним из ключевых направлений развития аквакультуры в развивающихся странах и регионах с ограниченным доступом к кормам и энергии [5, 20].

1.1.2 Классификация прудов в рыбоводстве

Прудовое рыбоводство, как одна из древнейших и наиболее устойчивых форм пресноводной аквакультуры, базируется на использовании специально сооружённых водоёмов — прудов — для выращивания рыб в условиях управляемой среды. Пруд в классическом понимании — это искусственный водоём, созданный для накопления и регулирования воды с целью её использования в сельском хозяйстве, ирригации или рыбоводстве. Его биотические и абиотические параметры (глубина, температура, состав воды, структура дна) проектируются и регулируются человеком, что позволяет создавать благоприятные условия для роста и воспроизводства объектов аквакультуры [12, 15].

С точки зрения рыбоводного производства, пруды различаются по конструкции, режиму водоснабжения и функциональному назначению. По конструктивным признакам пруды подразделяются на русловые, обвалованные и запрудные. Русловые пруды создаются в долинах рек и ручьёв и используют естественный уклон местности. Вода в них поступает

самотёком, а водообмен осуществляется за счёт проточности, что улучшает кислородный режим. Обвалованные пруды сооружаются на равнинных территориях и формируются за счёт земляных дамб. Они менее зависимы от природных факторов, что позволяет точнее контролировать уровень воды и проводить необходимые зоотехнические мероприятия. Запрудные пруды образуются путём сооружения плотины на малых водотоках и используются преимущественно в холмистых или овражных участках местности [11].

По способу подачи воды пруды делятся на:

- самотёчные;
- насосные;
- комбинированные.

Самотёчные пруды, получающие воду за счёт гравитации, являются наиболее экономичными в эксплуатации, тогда как насосные требуют затрат энергии, но позволяют организовать рыбоводное производство в условиях ограниченного водоснабжения. Комбинированные схемы используют оба подхода и обеспечивают большую гибкость в управлении.

Также пруды классифицируются по производственному назначению. В технологии прудового выращивания применяются:

- нерестовые;
- выростные;
- нагульные;
- зимовальные.

Нерестовые пруды — это мелководные водоёмы с обильной растительностью и хорошей прогреваемостью, создающие оптимальные условия для размножения рыб. Выростные пруды используются для выращивания мальков до стадии сеголеток. Нагульные пруды служат для

доведения рыбы до товарной навески. Зимовальные пруды, в свою очередь, должны быть достаточно глубокими и защищёнными от промерзания, чтобы обеспечить зимовку рыбы в условиях пониженных температур и сниженного метаболизма [1].

Поликультурная система выращивания подразумевает под собой совместное содержание в одном пруду нескольких видов рыб, отличающихся по трофическим предпочтениям, экологическим нишам и активности. В классической схеме поликультуры участвуют карп, белый амур, белый и пёстрый толстолобики, а также вспомогательные виды — линь, карась, лещ. Такое сочетание позволяет рационально использовать кормовые ресурсы водоёма: фитопланктон, зоопланктон, высшую водную растительность, детрит и донные организмы. Благодаря разделению пищевых ниш снижается конкуренция за корм, увеличивается продуктивность, а также улучшается санитарное состояние водоёма: амур контролирует зарастание пруда, толстолобики фильтруют планктон, предотвращая цветение воды [14, 16].

Подготовка пруда к зарыблению включает целый комплекс мероприятий: осушение, дезинфекцию, механическую и биологическую мелиорацию, известкование и удобрение. После наполнения водой и стабилизации экологических параметров проводится зарыбление с учётом оптимальных плотностей посадки, которые рассчитываются на основе массы посадочного материала, продуктивности пруда и взаимодействия видов. В течение сезона осуществляется контроль за температурой воды, содержанием кислорода, уровнем аммония и нитратов, динамикой кормовой базы. При необходимости применяются органические и минеральные удобрения, осуществляется подкормка концентрированными кормами или зерновыми смесями.

Преимущество поликультуры заключается не только в увеличении объёма продукции, но и в создании биологически устойчивой системы, где

разные виды регулируют состояние среды и дополняют друг друга. Это снижает риск эпизоотий, повышает устойчивость к внешним факторам и способствует стабилизации водоёма как экосистемы. Более того, при грамотной организации поликультура требует меньших затрат на кормление и уход, поскольку значительная часть биомассы формируется за счёт естественного питания [2].

Таким образом, прудовая поликультура — это не просто совокупность технологических приёмов, а интегрированная система управления природными ресурсами, обеспечивающая устойчивое, рентабельное и экологически безопасное производство рыбы.

1.1.3 Специфика разведения карповых видов рыб в поликультуре

Поликультурное разведение карповых рыб в прудовых системах представляет собой одну из наиболее эффективных и сбалансированных моделей пресноводной аквакультуры. В рамках этой технологии в одном водоёме содержатся представители разных видов семейства карповых, отличающиеся по пищевой специализации, пространственному размещению и биологической активности. Такой подход позволяет максимально эффективно использовать естественную продуктивность пруда, оптимизировать потребление кормовой базы и повысить устойчивость всей системы к внешним воздействиям.

Ключевым принципом поликультуры является трофическая комплементарность видов. Каждый из включённых в систему представителей семейства карповых занимает свою нишу, используя определённый вид естественного корма и тем самым снижая конкуренцию. Как уже было отмечено, наиболее часто используемыми видами являются: карп, белый амур, белый и пёстрый толстолобики, серебряный карась, линь и лещ.

Соответственно, рассматривать в ходе работы будет взаимодействие в поликультуре именно между этими видами [13].

Карп в поликультуре, как правило, выполняет центральную роль. Это донный бентофаг и всеядный вид, активно потребляющий детрит, донные организмы и остатки растительности. Его роль заключается не только в утилизации остатков, но и в структурировании придонной биоты. При этом карп остаётся главным объектом коммерческого интереса, поскольку обеспечивает наибольший выход товарной продукции [20].

Белый амур — специализированный фитофаг. Его основной рацион составляет высшая водная растительность, в том числе камыш, роголистник, элодея, рдест. Включение амура в поликультуру позволяет эффективно контролировать зарастание прудов, уменьшать тень и улучшать кислородный режим воды, не создавая пищевой конкуренции с другими видами. Более того, за счёт своей физиологии он ускоряет круговорот питательных веществ в водоёме [6].

Белый и пёстрый толстолобики представляют собой естественных фильтраторов. Первый потребляет в основном фитопланктон, второй — преимущественно зоопланктон. Их роль в поликультуре заключается в регуляции численности планктонных организмов и предотвращении цветения воды. Благодаря фильтрационной способности они очищают водоём и стабилизируют его трофическое состояние. Важно, что в отличие от карпа и амура, толстолобики питаются в толще воды, а не у дна, и потому эффективно осваивают среднюю часть водной колонны.

Серебряный карась представляет собой высокоадаптивный всеядный вид, способный использовать как планктон, так и детрит. Он часто выступает как резервный компонент поликультуры, особенно в прудах с экстенсивным режимом выращивания. Благодаря способности переносить дефицит

кислорода и заселять прибрежные или заиленные зоны, карась закрывает промежуточные ниши, оставшиеся неиспользованными другими видами.

Линь, в свою очередь, является типичным донным бентофагом с высокой устойчивостью к кислородному дефициту. Он особенно полезен в тех прудах, где наблюдаются заиление и слабая проточность. Благодаря своей выносливости линь может успешно сосуществовать с карпом и карасём, дополняя их кормовую активность в придонной зоне [21].

Лещ также питается донными организмами и детритом, однако в отличие от карпа и линя, демонстрирует иное поведение — он менее подвижен, а его пищевой рацион включает преимущественно мягкие части растений и органику. Это делает его полезным компонентом поликультуры с точки зрения переработки избытков органики и улучшения качества донных отложений.

Особенности поликультуры карповых заключаются не только в биологических различиях между видами, но и в необходимости грамотного баланса плотностей посадки и соотношения биомассы. Как правило, карп составляет 50–70% от общей биомассы зарыбления, а остальные виды вводятся в меньших количествах, с учётом продуктивности водоёма и цели выращивания. Такой баланс обеспечивает устойчивую загрузку разных трофических уровней и минимизирует внутривидовую и межвидовую конкуренцию [9, 11].

Кроме того, поведенческая совместимость и пространственное распределение играют не менее важную роль. В то время как карп и линь активны у дна, амур предпочитает прибрежные зоны с растительностью, а толстолобик плавают в среднем горизонте. Карась и лещ, в зависимости от условий, могут занимать как донный, так и придонно-средний ярус. Это

пространственное разделение снижает вероятность конфликта за ресурсы и улучшает стабильность всей системы.

Поликультурное выращивание карповых также обладает выраженным экологическим потенциалом. Благодаря биоразнообразию снижается риск развития эпидемий, увеличивается устойчивость к колебаниям температуры и качества воды. Кроме того, виды, играющие санитарную роль (амур, толстолобики), обеспечивают естественную биомелиорацию, снижая потребность в химической очистке и биотехнических вмешательствах [5].

Таким образом, поликультура с участием различных представителей семейства карповых является интегрированной экосистемной моделью, где каждый вид вносит свой вклад в продуктивность, экологическую устойчивость и экономическую эффективность производства. Грамотно спроектированная и управляемая система позволяет не только оптимизировать использование кормовой базы, но и повысить рентабельность за счёт выхода разнообразной, биологически полноценной рыбы, востребованной на рынке [12, 23].

1.2 Экологические преимущества поликультуры

1.2.1 Улучшение параметров среды в водоеме

Поликультурное разведение рыб представляет собой не только способ увеличения продуктивности рыбоводных систем, но и мощный инструмент регулирования и оздоровления среды водоёма. В отличие от монокультуры, где один вид рыбы оказывает узконаправленное и часто неустойчивое воздействие на экосистему, поликультура создаёт трофически разветвлённую и биологически сбалансированную модель, в которой каждая группа рыб выполняет определённые функции, влияющие на физико-химические и биологические параметры воды.

Одним из важнейших аспектов воздействия поликультуры является регуляция биомассы фитопланктона и предотвращение эвтрофикации. В

условиях избытка питательных веществ (особенно азота и фосфора) в пруду наблюдается бурный рост водорослей — явление, известное как «цветение воды». Оно снижает прозрачность, нарушает фотосинтетическую активность в глубинных слоях, приводит к резким суточным колебаниям уровня кислорода и, в конечном счёте, к накоплению токсичных продуктов распада органики. В поликультурной системе фильтраторы, такие как белый и пёстрый толстолобики, эффективно контролируют количество фитопланктона и зоопланктона, поддерживая стабильное прозрачное состояние воды. Белый толстолобик, питаясь микроводорослями, подавляет рост нежелательных видов, в том числе цианобактерий, а пёстрый толстолобик регулирует численность зоопланктона, поддерживая трофический баланс [3, 31].

Следующим ключевым механизмом является контроль над зарастанием и заиливанием пруда. В естественных условиях высшая водная растительность (макрофиты), если её не ограничивать, может сильно разрастаться, особенно по берегам и на мелководьях, создавая благоприятную среду для застоя воды, накопления органики и снижения аэрации. В поликультуре эту проблему эффективно решает белый амур, потребляющий не только молодые побеги мягкой водной растительности, но и грубые формы вроде рогоза, камыша или рдеста. Его пищевой прессинг ограничивает развитие макрофитной биомассы, улучшая водообмен, уменьшая теневое затенение и способствуя лучшей аэрации [13, 16].

Важным параметром среды является кислородный режим водоёма. В монокультурных системах с высокой плотностью посадки и отсутствием видового разнообразия нередко наблюдается быстрое обеднение воды кислородом, особенно в ночное время или в жаркий сезон. Поликультура снижает этот риск благодаря разноуровневой биомассе и умеренной активности каждого вида, а также за счёт снижения общего объёма органического загрязнения. Так, за счёт потребления остаточного детрита и пищевых отходов карп, карась и линь ограничивают накопление

органических веществ на дне, которые при разложении потребляют большое количество кислорода. Кроме того, подавление цветения и зарастания водоёма снижает колебания кислорода, характерные для водоёмов с однородной трофикой [10].

Поликультура также способствует стабилизации рН и других химических параметров воды. В системах, где присутствуют как фильтраторы, так и донные утилизаторы, происходит равномерное потребление органики и минеральных соединений, включая азот и фосфор. Это снижает концентрацию аммония, нитритов, сероводорода и других токсичных метаболитов. Благодаря функционированию разных трофических групп происходит естественная биодеградация органических соединений, а также стабилизация буферных свойств воды.

Кроме того, поликультура способствует разнообразию микробных сообществ, которые опосредованно участвуют в очистке воды. Присутствие нескольких биологических видов с различными выделениями (мукозные следы, продукты метаболизма) способствует развитию различных групп бактерий и простейших, что создаёт динамичную микробную среду. Такие сообщества активнее перерабатывают органические вещества, минерализуют ил, нейтрализуют патогенную микрофлору и ускоряют круговорот веществ [14].

Поликультурные системы, включающие линя и леща, играют дополнительную роль в биомелиорации придонного слоя. Эти виды питаются преимущественно бентосом и органикой, поглощают оседающие частицы и за счёт активного роющего поведения аэрируют верхние слои ила. Это предотвращает образование анаэробных зон, насыщенных метаном и сероводородом, и способствует минерализации осадков.

1.2.2 Возможность упрощенной утилизации органических отходов

Один из ключевых вызовов в прудовой аквакультуре — это накопление органических отходов, образующихся как результат жизнедеятельности рыб, остаточного корма, отмирания планктона, водной растительности и внешних биогенных поступлений. При неэффективной утилизации органических веществ в водоёме формируются условия для его заиливания, эвтрофикации, обеднения кислородом и, как следствие, возникновения токсических зон и заболеваний. В этом контексте поликультура — то есть совместное содержание различных видов рыб, отличающихся трофикой и экологическими функциями — выступает как естественный регулятор утилизационных процессов, позволяющий перераспределять, ускорять и замыкать потоки органического вещества внутри аквакультурной системы [18, 19].

В монокультурных системах, особенно с доминированием карпа или других донных всеядных видов, большая часть неусвоенного корма и метаболических продуктов оседает на дне, где подвергается анаэробному разложению. Это сопровождается образованием сероводорода, аммония, метана и органических кислот, подавляющих рост полезной микрофлоры и нарушающих обмен веществ у рыб. Однако в поликультуре, благодаря пищевой дифференциации, каждый вид играет свою роль в утилизации определённой фракции органики.

Карп, обладая склонностью к питанию бентосом и детритом, активно вовлекает в пищевую цепь остатки органических веществ, накапливающихся в придонных слоях. Он перерабатывает остатки не съеденного корма, фекалии других рыб, частично отмершую растительность, снижая биомассу детрита и предотвращая его переход в анаэробную фазу разложения. За счёт роющего поведения он также аэрирует верхний слой ила, стимулируя деятельность аэробной микрофлоры и увеличивая эффективность разложения [4, 9].

Лещ и линь, также ориентированные на донное питание, выполняют функцию своеобразных "санитаров дна". Они поглощают более мелкие

частицы детрита, фильтруют и минерализуют оседающие органические вещества, участвуют в поддержании структуры ила и предотвращают образование токсичных анаэробных зон. Это особенно важно в многолетних прудах с высоким уровнем накопления иловых отложений.

Серебряный карась, как чрезвычайно пластичный в питании вид, способен осваивать разнообразные пищевые ресурсы: от фитопланктона и бентоса до частиц органического детрита. В экстенсивных или малопроточных прудах он играет роль «подстраховочного» утилизатора, уменьшая потери кормов и биомассы при неблагоприятных условиях. Его способность питаться в широком диапазоне трофических уровней делает его важным буферным звеном в утилизационной цепи [1, 25].

Белый амур, хотя и не утилизирует детрит в прямом смысле, способствует уменьшению общего объёма органического мусора, потребляя высшую водную растительность, которая в ином случае отмирала бы и оседала на дно. Удаляя чрезмерную биомассу макрофитов, он предотвращает накопление растительных остатков, которые при массовом отмирании провоцируют кислородный дефицит и заиливание.

Толстолобики — белый и пёстрый — играют специфическую, но крайне важную роль: они перехватывают органику ещё до того, как она осядет на дно, питаясь фитопланктоном и зоопланктоном. Эти компоненты водной среды являются промежуточными звеньями в разложении органических веществ: из избыточной биомассы планктона, возникающей на фоне переудобрения или нерационального кормления, формируются продукты распада. Толстолобики, по сути, предотвращают перегрузку трофических уровней, утилизируя органику в «растворённой» форме, в толще воды [7, 31].

Кроме пищевого давления, утилизация отходов в поликультуре обеспечивается разнообразием механических воздействий на среду: всплывание, взмучивание, перемешивание. Рыбы, перемещающиеся в разных горизонтах (донный, придонно-средний, пелагический), постоянно

поддерживают движение органики и предотвращают её локальное оседание в определённых участках. Это улучшает циркуляцию воды, способствует равномерному распределению питательных веществ и повышает активность бактерий-деструкторов.

Кроме того, разнообразие видов в поликультуре стимулирует развитие разнообразной микрофауны и микрофлоры, которые включаются в цепь разложения отходов. Вода, насыщенная выделениями разных видов, становится более буферной по составу, в ней формируются устойчивые биоценозы бактерий, простейших и грибов, перерабатывающих органику более полно и быстро [26].

1.2.3 Потенциал интеграции поликультуры в сельское хозяйство

Современное понимание устойчивого сельского хозяйства всё в большей степени опирается на принципы замкнутых производственных циклов, биологического разнообразия и рационального использования ресурсов. В этом контексте интеграция поликультурной аквакультуры с другими отраслями сельского хозяйства рассматривается как перспективное направление, способное одновременно повысить продуктивность, улучшить экологические показатели и обеспечить более стабильную продовольственную систему.

Поликультура карповых рыб обладает рядом уникальных свойств, делающих её естественным элементом интегрированных агроэкосистем. Благодаря разнообразию видов, задействованных в поликультуре, и широкому спектру их кормовых предпочтений, рыбоводный пруд может эффективно использовать побочные продукты других сельскохозяйственных производств, в то время как сам он становится источником ресурсов — как пищевых, так и удобрительных [3].

Многие виды, включаемые в поликультуру, особенно карп, карась и линь, легко адаптируются к кормам растительного происхождения, а также

способны перерабатывать отходы растениеводства. В хозяйственной практике для прикорма часто используются отходы мельничного производства (отруби), жмыхи, шелуха злаков, повреждённое зерно, крахмалистые остатки после переработки картофеля или кукурузы. Это не только снижает себестоимость корма, но и сокращает нагрузку на агропромышленные отходопроводы, устраняя необходимость утилизации через сжигание или вывоз [23, 33].

Кроме того, при содержании животных (например, коров, овец, свиней, птицы) образуется большое количество органических удобрений (навоз, помёт), которые традиционно применяются в аквакультуре для стимуляции естественной продуктивности пруда. Минеральные вещества из навоза усиливают развитие фитопланктона и зоопланктона, тем самым увеличивая кормовую базу для толстолобиков и мальков карпа. При правильной дозировке это экологически безопасный и эффективный метод повышения биологической активности водоёма [27].

Пруд с поликультурой выполняет не только производственную функцию, но и гидротехническую. В сельскохозяйственных регионах, особенно в засушливых зонах, вода из рыбоводных прудов может использоваться для орошения полей, теплиц и садов. В этом случае интеграция даёт двойной эффект: с одной стороны, обеспечивается полив, с другой — в почву вносятся растворённые органические вещества и биогенные элементы (азот, фосфор, калий), что действует как естественное жидкое удобрение. Таким образом, прудовая аквакультура становится источником ценной оросительной воды с агрономическим эффектом, сокращая потребность в химических удобрениях [29].

Межотраслевая интеграция предполагает и обратный поток ресурсов. В периоды обильных урожаев можно использовать часть продукции растениеводства — например, зелёную массу люцерны, кукурузу, клевер, злаковые травы — для прямой подачи в пруд в качестве зелёного корма. Особенно хорошо на такой пище реагируют амур и карп. Это позволяет

сбалансировать кормовой режим в периоды низкой естественной продуктивности, например в середине лета при снижении зоопланктона [26, 29].

Одним из наиболее эффективных и хорошо изученных примеров интеграции является содержание водоплавающей птицы (уток, гусей) над или возле рыбоводных прудов. Птицы обеспечивают органическое удобрение непосредственно в водоём, стимулируя рост планктона и бентоса, а также потребляют водную растительность, контролируя зарастание. В свою очередь, рыбы утилизируют кормовые остатки и разрушают продукты разложения экскрементов. Такая система позволяет практически без дополнительных затрат обеспечить замкнутый биогенный круг, в котором потери сведены к минимуму.

Разнообразие карповых видов, задействованных в поликультуре, обеспечивает биомелиоративный эффект, особенно при использовании видов-фильтраторов (толстолобики) и фитофагов (амур). Они регулируют численность фитопланктона и растительности, снижают загрязнение и улучшают качество воды. Это позволяет использовать сточные воды с минимальной степенью доочистки, а также сокращает необходимость в дорогих системах фильтрации [21].

Интеграция поликультуры в сельское хозяйство способствует диверсификации доходов хозяйства. Рыбная продукция становится дополнением к основным культурам или животноводству, повышая общую рентабельность. При этом взаимосвязь между секторами позволяет более гибко реагировать на колебания рынка: например, при падении спроса на зерно можно усилить акцент на рыбоводство, используя избыточное зерно в качестве корма. В экологическом плане интеграция снижает отходность, нагрузку на почвы и водоёмы, повышает долю переработки, способствует углеродной нейтральности и защите биоразнообразия [22, 30].

2. Методика и практика поликультурного разведения карповых видов рыб

2.1 Подготовка водоёма к зарыблению

2.1.1 Земельные параметры водоёма. Организация пруда

Прежде чем приступить к ведению поликультуры на хозяйстве важно ответственно подойти к выбору, или же созданию пруда, в который будут заселяться представители карповых видов рыб. Немаловажно также произвести и тщательную подготовку водоёма, поскольку пруд в данном контексте выступает не только как физическая ёмкость для воды, но как искусственно управляемая экосистема, способная поддерживать оптимальные условия для одновременного содержания нескольких биологических видов. Поэтому непосредственно от качеств пруда напрямую зависит рост рыб, сохранность посадочного материала, кормовая база и стабильность гидрохимических параметров.

Для выращивания карповых рыб в поликультуре отдаются предпочтение искусственным земляным прудам площадью от 0,5 до 3 гектаров, расположенным на участках с умеренным уклоном (не более 0,02 м/м), обеспечивающим самотёчное наполнение и слив. Пруды должны быть хорошо защищёнными от ветра, не затенёнными деревьями и расположенными вблизи источника водоснабжения — водохранилища, реки, ручья, канала [24].

Глубина пруда играет критически важную роль:

- оптимальная средняя глубина — 1,2–1,5 м,
- максимальная глубина — до 2,5 м в зимовальных зонах,
- на мелководьях — от 0,5 м, где формируется основная кормовая база (зоопланктон, бентос, водная растительность).

Площадь пруда зависит от целей выращивания:

- для подращивания мальков достаточно прудов до 0,5 га,
- для товарного выращивания карпа и сопутствующих видов используются пруды 1,0–3,0 га,

- при масштабной эксплуатации хозяйства возможны пруды до 10 га и более, но они требуют механизации и дренажной системы [25].

Тип дна и грунта — предпочтителен суглинистый или глинистый грунт с минимальной фильтрацией воды. Илистые участки допускаются, но должны быть в ограниченном объёме (не более 30% площади дна). Слишком заиленные пруды требуют мелиорации, поскольку избыток ила снижает кислородный режим и способствует заиливанию.

Берега должны быть плотными, укреплёнными, с уклоном 1:2 или 1:3, что предотвращает оползание. Растительность по краям допускается в пределах 10–15% для укрытия молоди и естественного зарыбления.

Пруду должно быть обеспечено самостоятельное водоснабжение и дренаж, с возможностью полного осушения и регулирования уровня воды. При этом обязательно наличие водоподводящего и водоотводящего сооружения (трубы, шлюзы, донные сливы), а также запасного водоисточника на случай летнего обмеления [7, 28].

Сезонная подготовка пруда к зарыблению

Полноценная подготовка пруда занимает от 30 до 50 календарных дней и включает комплекс гидротехнических, биотехнических и санитарных мероприятий. Полное осушение пруда. Проводится в начале весны или осенью. Осушение позволяет:

- собрать остаточную рыбу;
- выявить повреждения в дамбах, трубах, дне,
- обеспечить доступ к грунту для обработки;
- произвести механическую очистку дна и удаление растительных остатков, корневищ, мусора;
- снять верхние слои заиленного грунта на глубину до 10 см (при необходимости);

- расчистить донные ямы и мелководья для равномерного прогрева и будущего распределения рыбы.

Обязательно должна производиться процедура дезинфекции пруда, как правило на практике для нее применяются:

- гашёная известь — в дозе 100 – 200 кг/га при нормальных условиях или до 300 – 400 кг/га при вспышках инфекций;
- хлорная известь, формалин, медный купорос — в случае специфических патогенов (только по ветеринарным рекомендациям).

Производится известкование почвы дна в основном при случаях, когда при взятии проб выявлено, что кислотность в водоеме ниже нормы ($pH < 7$). Оптимальная доза — 150–200 кг/га, равномерно распределяется по дну с последующей бороной. По сути, известкование дна позволяет:

- снизить кислотность;
- активизировать микроорганизмы,
- улучшить минерализацию органики [1, 18].

Через 7–10 дней после наполнения водой вносятся органическое удобрения. Используются удобрения довольно широкого спектра, но основываясь на литературных источниках и собственном опыте была выведена следующая категоризация:

- перепревший навоз — 2–4 т/га;
- куриный помёт — 0,5–1,0 т/га;
- либо минеральные смеси: суперфосфат, аммиачная селитра — для стимуляции роста фитопланктона и зоопланктона [30].

Что касается заполнения водой, пруд наполняется самотёком или насосом в течение 3–5 дней, с контролем мутности, температуры, pH и содержания растворённого кислорода. При необходимости проводится

предварительная фильтрация или отстой. Спустя 10–15 дней после удобрения и прогрева воды до +14...+18 °С пробы воды анализируются на количество фитопланктона и зоопланктона. Это необходимо для определения времени и плотности зарыбления [28].

2.1.2 Особенности водоснабжения. Расчет гидрохимических показателей и нужного объема воды в пруду

Надёжная система водоснабжения позволяет качественно организовать прудовое рыбоводство, особенно в условиях поликультуры, где одновременно содержатся несколько видов рыб, чувствительных к колебаниям параметров водной среды. Вода в данном случае выступает не только физическим носителем среды обитания, но и основным элементом среды кормления, терморегуляции, метаболизма, а также фактором, определяющим здоровье гидробионтов и стабильность экосистемы пруда [4].

Основными источниками водоснабжения для прудов могут служить:

- Поверхностные водоёмы (реки, ручьи, каналы) — предпочтительный вариант при наличии устойчивого дебита и хорошего качества воды.
- Артезианские и грунтовые скважины — обеспечивают стабильное и чистое водоснабжение, но требуют капитальных вложений и энергозатрат.
- Дождевая и талая вода — используется ограниченно в атмосферных прудах, подвержена резким колебаниям состава и температуры.
- Прудовые каскады и возвратное водоснабжение — могут применяться в условиях замкнутой системы, при наличии отстойников и биофильтров.
- При выборе источника важно учитывать: постоянство водного потока, качество воды (жесткость, кислотность, солёность, содержание нитритов/аммония), температурный режим и

эпизоотическое благополучие (отсутствие патогенов и паразитов) [27, 31].

По способу подачи воды различают следующие системы водоснабжения прудов:

Самотёчная система.

Наиболее энергоэффективна. Реализуется за счёт перепада высот между источником и прудом. Предпочтительна в хозяйствах, расположенных в поймах рек, вблизи каналов или в гористой местности. Используется в большинстве традиционных рыбоводных хозяйств.

Требует наличия водоподводящего канала, отстойника или фильтрационного сооружения, а также шлюзов с регулируемым затворами.

Насосная система.

Применяется в равнинных районах при отсутствии естественного уклона. Позволяет подавать воду из скважин, колодцев или из удалённых источников. Недостатки — высокая энергоёмкость, потребность в техобслуживании. Насос должен обеспечивать расход воды не менее 10–15 л/с на каждый гектар зеркальной площади пруда в период максимального водопотребления.

Комбинированная система.

Сочетает самотёчную и насосную подачу, что обеспечивает резервный режим работы и гибкость регулирования водообмена [1, 33].

Режим водообмена зависит от сезона, плотности посадки, биомассы, температуры воздуха и наличия дополнительных видов рыб (например, толстолобиков). В среднем, для прудов с плотной посадкой (3–5 т/га) требуется свежий приток воды — 20–30% объёма пруда в неделю, в период зарыбления и пиковой температуры — до 10% объёма в сутки, в

зимовальный период — постоянное поддержание кислорода на уровне не ниже 4 мг/л (при необходимости — промывка донным сливом или аэрация).

Для расчёта необходимого объёма воды как правило используется следующая формула:

$$Q = S \times H \times K,$$

где

Q — объём воды в м³,

S — площадь пруда (в м²),

H — средняя глубина (в м),

K — коэффициент водообмена (от 0,1 до 1,0 в зависимости от цели подачи).

Качество воды, подаваемой в рыбоводный пруд, должно соответствовать нормативным требованиям и биологическим нормам:

- рН — 6,5–8,5,
- кислород — не ниже 5–6 мг/л,
- аммиак (NH₄⁺) — не более 0,02 мг/л,
- нитриты (NO₂⁻) — не более 0,01 мг/л,
- железо — не более 0,1 мг/л,
- температура — оптимально 18–28 °С в летний период.

На водоподводящих сооружениях устанавливаются механические сетки (ячейка 2–5 мм), препятствующие попаданию мусора, мальков хищных рыб и переносчиков болезней. При заборе воды из естественных водоёмов рекомендуется наличие биофильтров, отстойников, а также ежегодная лабораторная экспертиза [21].

В каждом пруду на хозяйстве обустраиваем систему так, чтобы присутствовали:

- донный слив (труба примерно около 300–500 мм) с затвором. Она нужна для полного осушения и промывания пруда;

- шлюз или поверхностный перелив. Он в свою очередь будет выполнять сброс излишков и предотвращать перелив при осадках, что немаловажно;

- перехватывающий колодец или водоём-отстойник — для предварительной очистки сточных вод перед возвратом или сбросом в реку.

Также в перспективе (как показывает практика, в редких случаях от этого можно отказаться, но крайне не рекомендуется) необходимо устройство летнего и зимнего водозабора: летом — с поверхности, зимой — ближе ко дну (во избежание промерзания).

2.2. Организация рыбоводного цикла

2.2.1 Продолжительность сезона

В данной работе рассматривается размещение и обустройство хозяйства с целью поликультуры карповых видов рыб по большей части на территории Российской Федерации и стран СНГ, поэтому учитывается именно прудовой сезон в зоне умеренного климата (Центральная Азия, Казахстан, юг России, Закавказье). Он длится в среднем с конца апреля – начала мая до конца сентября – начала октября, то есть около 150–180 дней активной вегетации. В течение этого периода формируется биомасса рыб, обеспечивается рост кормовой базы, осуществляется кормление и контроль за гидробиологическими показателями. Правильное распределение работ по стадиям сезона позволяет добиться максимальной продуктивности при оптимальных затратах.

Начальным этапом будет считаться ранняя весна (апрель – начало мая): производится подготовка к зарыблению. Температура воды при этом должна составлять где-то 10–14 °С. Продолжительность самого этапа будет длиться около 2–3 недель. После полного осушения и дезинфекции проводится

известкование дна и при необходимости удобрение органикой. Пруд наполняется водой (самотёком или насосом, уже в зависимости от того какая зона была выбрана для обустройства хозяйства), осуществляется лабораторный анализ воды и пробы планктона. Начинается развитие естественной кормовой базы.

Уже ближе к началу мая, при прогреве воды до 14–16 °С, начинается выполнение работ по зарыблению: карп (личинки/мальки) — 60–70% от общей биомассы гидробионтов в водоеме, толстолобики — 15–20%, белый амур — 10–15%, карась, линь, лещ — по 5–10% (опционально).

Зарыбление проводится утром или вечером, в безветренную погоду, с обязательной температурной адаптацией посадочного материала (15–20 мин выдержки в мешках с водой пруда, этого вполне достаточно).

В весенне-летний период (как правило занимает май – июнь) уже проводится подращивание и идет начало кормления. Температурные показатели воды при этом на уровне 16–22 °С. Продолжительность самого этапа длится 4–6 недель. В этот период происходит активный рост молоди и интенсивное развитие естественного корма (зоопланктона, фитопланктона). Рыба преимущественно питается натуральной кормовой базой, особенно толстолобики и амур. Для карпа начинают вводить прикорм:

- отварное зерно (пшеница, ячмень, кукуруза),
- дроблёные корма (отруби, комбикорма ПКР-1),
- норма: 0,5–1% от биомассы в сутки, постепенно увеличивается.

Контролируется прозрачность воды (оптимум — 30–40 см по диску Секки), насыщение кислородом, наличие заболеваний. При признаках кислородного дефицита — применяется аэрация. Проводится учёт кормовых остатков и контроль роста каждые 2 недели (отбор проб — 30–50 особей).

В летний период (ориентировочно июль – август) идет переход на интенсивное кормление с целью набора массы. Температурные показатели

воды в это время должны составлять где-то 22–28 °С. Продолжительность самого этапа идет 6–8 недель.

По сути своей, это период максимального роста всех видов. Рыбы уже активно перемещаются, хорошо поедают как естественный, так и дополнительный корм. Плотность зоопланктона постепенно снижается, особенно в товарных прудах — основное питание переходит на подкормку.

Кормление в этот сезон также будет увеличиваться: 1,5–3% от биомассы в день (карп), кормление 2–3 раза в день, используются кормораздатчики или кормовые площадки (1 шт. на 0,25 га). Желательно применять гидротермически обработанные зерна или экструдированные корма.

Проводится еженедельный контроль параметров воды:

- растворённый кислород — не ниже 5 мг/л,
- температура — стабильность (при перегреве >28 °С возможны вспышки болезней),
- мониторинг заболеваний (вялость, всплытие, потеря аппетита),
- объезды пруда утром и вечером.
- При сильном цветении воды применяются усиленный водообмен или толстолобики — как естественные фильтраторы.

Конец лета – начало осени (в пределах сентября): завершение роста, подготовка к вылову. Температура воды: 18–22 °С. Продолжительность этапа: 3–4 недели. Рост на данном этапе постепенно замедляется, особенно у амура и толстолобика. У карпа сохраняется активное питание до температуры воды 15 °С. Переходят на высокоэнергетический корм

(кукуруза, ячмень, сухие концентраты). Снижают кратность кормления до 1 раза в день. Норма — 1% от биомассы.

Проводятся промежуточные контрольные выловы, анализ прироста и состояния особей. В этот период важно избегать резкого сброса температуры и кислородного дефицита. При падении кислорода — усиление аэрации, возможно частичное сливание воды для вылова.

Осень (уже ближе к концу сентября до конца октября): производится вылов и/или дренаж. Температура воды: 12–14 °С и ниже. Производится товарный вылов: сначала — амур, толстолобик (менее устойчивы к холоду), затем — карп, последними — карась, линь (наиболее выносливые). Вылавливают по классике через рыбоприёмники, сети или частично осушая пруд. Затем проводится осушение пруда сбор остатков рыбы, механическая очистка и подготовка к следующему сезону.

В течение всего сезона должен обязательно проводиться постоянный контроль за гидрохимическими и биотическими показателями воды. Анализ воды минимум 1 раз в неделю. Мониторинг кормовых площадок ежедневно, при котором производится удаление остатков и по возможности анализ аппетита. Измерение температуры и кислотности обычно делается ранним утром и поздним вечером в жаркий период (особенно на юге России). Микробиологический и паразитологический контроль нужен раз в месяц или при подозрении на заболевание.

2.2.2 Полный цикл производства товарной продукции

Как и во всей структуре рыбоводства, полный производственный цикл товарной продукции в прудовой поликультуре представляет собой поэтапную систему мероприятий, включающих подготовку инфраструктуры, получение посадочного материала, выращивание, техническое и биологическое обслуживание, а также вылов, сортировку, хранение и сбыт. Этот процесс рассчитан на 1–2 года в зависимости от формы выращивания

(одно- или двухлетний цикл) и требует чёткого взаимодействия зоотехнических, гидротехнических и ветеринарно-санитарных блоков.

Первоначально необходимо планирование цикла и выбор схемы поликультуры. На большинстве хозяйств план расписывается заранее на длительный срок и уже может корректироваться по ходу течения времени, если есть какие-то изменения в условиях содержания гидробионтов, экономических аспектах и т.д. Цикл начинается с подбора схемы зарыбления, то есть составляется соотношение видов, плотностей посадки и ожидаемой товарной выходной массы. Выбор в данном случае основывается на типе прудов (учитывается возможность осушения, глубина, проточность), целевом рынке (какие виды востребованы: карп, амур, толстолобик и др.), наличии кормов и органических удобрений и температурном режиме региона и продолжительности тёплого сезона.

Например, для интенсивной схемы выращивания с подкормкой на естественной базе используется

- карп — 60–70% (как основной вид)
- белый амур — 10–15%,
- толстолобики — 15–20%,
- вспомогательные виды (карась, линь, лещ) — 5–10%.

Посадочный материал (мальки, сеголетки) может быть выращен в собственных инкубационных цехах или нерестовых прудах, либо же закуплен в специализированных рыбоводных хозяйствах. По большей части все зависит от возможностей хозяйства и сроков. Как правило, в регионе есть несколько более крупных рыбоводных предприятий, которые способны обеспечивать посадочным материалом себя и предприятия, чьих мощностей и цехов не хватает для обеспечения себя посадочным материалом.

Критерии отбора материала:

- активное поведение, отсутствие повреждений,

- упитанность (коэффициент упитанности >1),
- отсутствие внешних признаков паразитов,
- минимальный отход при транспортировке (<3%).

В ходе транспортировки обычно используются:

- кислородонасыщенные мешки (на короткие расстояния),
- рыбообразные цистерны с аэрацией и температурным контролем (для партий от 500 кг и выше), обязательная санитарная обработка перед выпуском в пруд (например, ванны с поваренной солью, марганцовкой).

Перед запуском производства подготавливаются кормовые площадки, участки наблюдения и вылова (каркасные или бетонные), весовое оборудование, сачки, чаны для биомассы. Настраиваются и проверяются водоподающие системы (самотёк, насосная станция), обустраиваются рыбоприёмники и рыбоуловители — сетки, карманы, садки. На хозяйстве должны также обязательно присутствовать аэраторы — при высокой плотности посадки, либо в регионах с повышенной температурой (в которых как правило чаще всего и разводят карпов в поликультуре). Для особо крупных хозяйств уже строятся значительно больше сооружений и помещений: склад корма, навесы, морозильные камеры. Закупается специализированный транспорт (рефрижераторы, живорыбные машины).

Производственный цикл сопровождается постоянным зоотехническим и санитарным учетом, который включает в себя первичную регистрацию зарыбления (акты, журнал), взвешивание (обычно где-то раз в 2–3 недели, но может быть и немного реже в зависимости от условий). При соблюдении норм и регламентов на хозяйстве должно быть ведение журнала кормления и остатков, записываются наблюдения за поведением и внешним видом рыб, ведется санитарный журнал (температура, рН, заболевания). Для определения качественных показателей среды проводятся лабораторные тесты (на аммиак, нитриты, кислород), биотесты (содержание токсинов),

берутся сачковые пробы зоопланктона, в особых случаях производится УЗИ (в экспериментальных хозяйствах это делается в основном для оценки зрелости половых продуктов у производителей, поэтому необходимость таких процедур не столь важна).

За две-три недели до окончания цикла снижается объём прикорма, проводится разгрузка пруда (при необходимости частичный слив) и прекращается внесение удобрений и органики. Помимо этого, усиливается контроль за качеством воды. Для вылова будет использоваться частичное осушение (50–70% объема), направляющие заграждения и неводы с различным размером ячеи (в зависимости от вида: карп — 40–50 мм, амур и толстолобик — 60+ мм), уже после вылова рыбы погружаются в рамочные садки для сортировки.

Сортировка рыбы ведётся по видам, размеру, товарному виду (первый и второй сорт). Отходы (мелкие, либо повреждённые особи) могут использоваться как биоматериал для переработки или закладываются в зимовальные пруды.

После завершения вылова пруд полностью осушается, собираются остатки рыбы, мусора и ила, проводится санитарная обработка и по необходимости производится известкование дна. Техническое оборудование очищается, сушится, инвентаризируется.

При кормлении для некоторых видов важно учитывать особенности потребления пищевых ресурсов. Толстолобики не усваивают сухой корм, весь прирост у них за счёт планктона. Амур требует зелёной массы — при отсутствии растительности подают люцерну, кукурузу (до 30–40 кг/га в сутки). Вспомогательные виды (карась, линь) в небольших количествах выполняют санитарную функцию и не всегда идут на продажу, но повышают экологическую устойчивость. В конечном итоге практика показывает, что

наибольшая рентабельность достигается при комбинировании экстенсивного и полуинтенсивного подходов: естественное кормление + подача зерна.

2.3 Продуктивность и рентабельность. Учет возможных рисков и ограничений

2.3.1 Анализ выхода продукции по регионам

Проанализировав источники по общему производству товарной аквакультуры в России в 2023, основным из которых является отчет Федерального агентства по рыболовству, можно сделать вывод, что объем составил 402 тыс. тонн, из которых 147 тыс. тонн приходится на карповых и растительноядных рыб (каarp, толстолобик, белый амур). Учитывая общедоступность информации производства по регионам, составлена следующая статистика [32]:

Южный федеральный округ

Общий объем: 63,5 тыс. тонн товарной продукции.

Ключевые регионы:

Краснодарский край: около 20 тыс. тонн.

Астраханская область: более 20 тыс. тонн.

Ростовская область: более 20 тыс. тонн.

Видовой состав: преимущественно карп, толстолобик, белый амур.

Центральный федеральный округ

Общий объем: 24,8 тыс. тонн товарной продукции.

Белгородская область: 7 016 тонн, включая 5 490 тонн карпа, 1 301 тонну толстолобика, 225 тонн белого амура и щуки.

Приволжский федеральный округ

Общий объем: 12,2 тыс. тонн товарной продукции.

Саратовская область: 200 тонн мальков, включая 98,7 тонн карпа, 57,2 тонн толстолобика, 11,6 тонн белого амура, 20 тонн сазана, свыше 500 кг щуки и 12 тонн рыб ценных пород.

Северо-Западный федеральный округ

Общий объем: 37,2 тыс. тонн товарной продукции.

Ключевые регионы:

Республика Карелия: 14,74 тыс. тонн.

Мурманская область: 13,7 тыс. тонн.

Основной объем приходится на лососевые виды; карповые представлены в меньших объемах.

Северо-Кавказский федеральный округ

Общий объем: 16,3 тыс. тонн товарной продукции.

Из общей массы товарной продукции значительно уменьшилось присутствие карповых видов из-за увеличения производства лососевых.

Уральский федеральный округ

Общий объем: 7,5 тыс. тонн товарной продукции.

Тюменская область: 3 500 тонн, включая 812 тонн карпа, 866 тонн сиговых рыб, 435 тонн щуки, 1 381 тонну бестера и радужной форели.

Сибирский федеральный округ

Общий объем: 5,6 тыс. тонн товарной продукции.

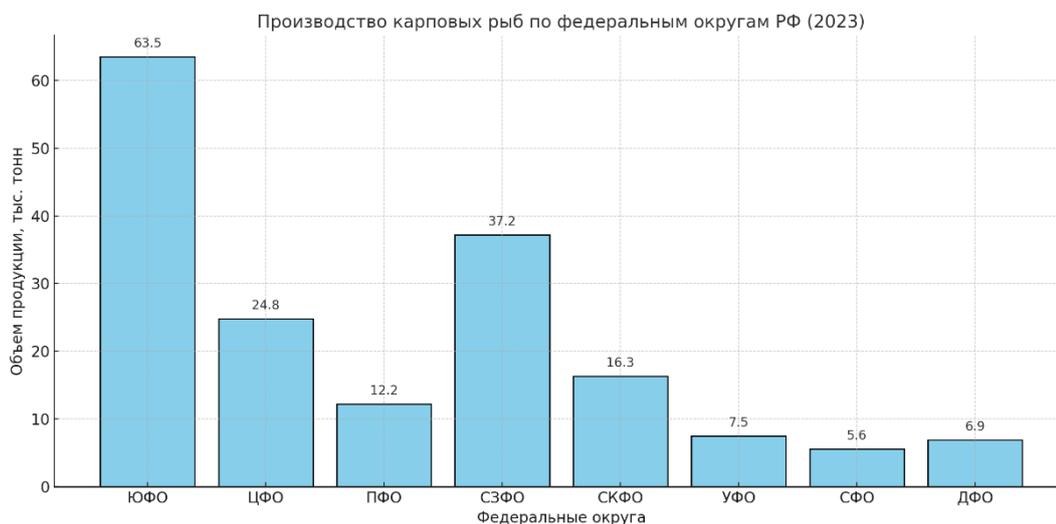
Основной акцент на сиговых и других холодноводных видах; карповые представлены в меньших объемах.

Дальневосточный федеральный округ

Общий объем: 6,9 тыс. тонн товарной продукции.

Приморский край: 6,87 тыс. тонн.

Основной объем приходится на моллюсков и морские водоросли; карповые виды выращиваются ограниченно.



Видовой состав карповых рыб в аквакультуре России на 2023 год составил:

- Карп - свыше 62 тыс. тонн
- Толстолобик - около 39 тыс. тонн.
- Белый амур - более 6 тыс. тонн

В большинстве указанных регионов так или иначе применяется технология разведения карповых видов рыб в поликультуре, что в сравнении с результатами отчетов по выходу продукции, выращенной в монокультуре, четко отражает разницу и созависимость повышения эффективности с переходом на поликультуру [32].

2.3.2 Риски и ограничения при ведении поликультуры

Несмотря на высокую продуктивность и экологическую устойчивость поликультурных систем, их реализация сопряжена с рядом ограничений и потенциальных рисков, способных повлиять как на эффективность производства, так и на биологическое состояние водоёма. Эти риски носят комплексный характер и связаны как с биологическими особенностями самих рыб, так и с внешними условиями ведения хозяйства.

1. Биотехнические риски

В поликультурной системе предполагается трофическая и пространственная совместимость видов, однако на практике это возможно не всегда. Чрезмерная плотность посадки карпа может привести к истощению

кормовой базы, повышенной мутности воды, взмучиванию ила и нарушению кислородного баланса. Оптимальная плотность зарыбления для товарных прудов — 1 500–2 500 особей/га при массе сеголетка 25–30 г. Есть закономерная конкуренция между карпом и карасём. Оба вида занимают сходную экологическую нишу — питаются донными беспозвоночными, растительными остатками и зоопланктоном. При переизбытке карася наблюдается замедление роста карпа и снижение его товарной кондиции.

Белый амур в условиях дефицита растительности может переходить к поеданию кормов, предназначенных для карпа, ухудшая коэффициент использования корма. Линь и лещ при недостатке бентоса вступают в прямую конкуренцию с карпом за донные ресурсы, особенно на заиленных участках.

Важно учитывать, что разные виды обладают разной активностью, и в случае высокой температуры воды может наблюдаться угнетение пассивных видов (например, линя), тогда как более подвижные карп и амур доминируют в питании.

2. Санитарные риски и болезни

Высокая плотность рыб, разнообразие видов и органическая нагрузка способствуют быстрому распространению заболеваний, особенно в условиях нарушения режима кормления или водообмена. Основные патологии:

- Плавниковая гниль (лат. *Flexibacter columnaris*): развивается при высокой температуре и переуплотнении посадки, характеризуется разложением тканей, обнажением костей. Особенно чувствительны карп и толстолобик.

- Бранхиомикоз (лат. *Branchiomycosis*): грибковое поражение жабр, вызывающее кислородное голодание. Часто возникает в прудах с плохой аэрацией.
- Аэромоноз (лат. *Aeromonas hydrophila*): бактериальное заболевание, вызывающее язвы, водянку, сепсис. Передаётся от рыбы к рыбе при контакте.
- Ихтиофтириоз (лат. *Ichthyophthirius multifiliis*): "манка" — простейший паразит, поражающий кожу и жабры, вызывающий зуд и вторичные инфекции. Особенно опасен для мальков.
- Дактилогироз, гиродактилёз (плоские черви): паразитарные заболевания, характерные для карпа, линя и карася.
- Миксобактериозы и вирусные дерматиты также регистрируются при несоблюдении санитарного режима.

Профилактика:

- Посадочный материал должен проходить через карантин;
- сезонная дезинфекция прудов;
- контроль плотности посадки;
- регулярный лабораторный мониторинг (1 раз в месяц минимум).

3. Экологические ограничения

Температурная нестабильность (резкие скачки, перегрев $>28\text{ }^{\circ}\text{C}$) особенно опасна для толстолобиков и амура. При температуре выше $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ активность карпа падает, замедляется рост.

Кислородный дефицит — критичен для всех видов. Наиболее чувствительны толстолобики и сеголетки карпа. При содержании более 5 тонн биомассы на 1 га необходима постоянная аэрация.

Цветение воды при избытке органики приводит к резким суточным колебаниям кислотности и уровня кислорода. Особенно опасно ночью и

утром. Толстолобик снижает биомассу фитопланктона, но при большой нагрузке этого недостаточно.

Сезонность кормовой базы: в периоды снижения численности зоопланктона (вторая половина лета) возрастает конкуренция между видами, возможны нарушения в питании и росте.

4. Технологические риски

Недостаточная глубина пруда (<1 м) приводит к перегреву воды, зарастанию и снижению кислорода у дна. Неполное осушение пруда между циклами — источник сохраняющихся паразитов, личинок, микрофлоры. Нарушение режима кормления (неравномерность, избыточность) способствует загниванию кормов, ухудшению воды и развитию болезней. Недостаточное техническое оснащение (отсутствие аэраторов, сеток, рыбоприемников) резко увеличивает потери при вылове, стресс у рыб и падеж.

5. Организационно-экономические ограничения

В условиях дефицита малька либо завышенных цен производство становится нерентабельным. Высокая трудоёмкость при отдельном кормлении видов (особенно при участии амура, который требует растительной массы). Ограниченные возможности хранения и транспортировки живой рыбы крайне нежелательны в удалённых регионах, потому что это всегда затрудняет сбыт готовой продукции, что сводит весь цикл производства к нулю.

Заключение

Поликультура карповых рыб на сегодняшний день представляет собой одну из наиболее сбалансированных и экологически обоснованных моделей прудовой аквакультуры, в которой достигается высокое соотношение между продуктивностью, устойчивостью среды и экономической целесообразностью. Основываясь на принципе трофической совместимости, данная технология позволяет выращивать в одном пруду такие виды, как карп, белый амур, белый и пёстрый толстолобики, карась, линь, лещ, эффективно при этом распределяя между ними ресурсы кормовой базы. Поликультурный подход способствует сокращению межвидовой конкуренции, поддержанию санитарного состояния водоёма и более полной утилизации всех трофических уровней.

В процессе работы было установлено, что ключом к успешной реализации поликультуры является грамотно организованная инфраструктура: от выбора и подготовки прудов до водоснабжения и контроля среды. Их подготовка требует соблюдения целого комплекса мероприятий: механической очистки, дезинфекции, известкования и биологической мелиорации. Производственный цикл товарной рыбы охватывает не только сезон активного выращивания, но и планирование состава зарыбления, санитарный контроль, организацию кормления, мониторинг роста, а также обработку и реализацию продукции. Особенно важно учитывать режим кормления и водообмена, так как переуплотнение и кормовая несбалансированность могут привести к кислородному дефициту, вспышкам заболеваний и снижению прироста.

С экономической точки зрения поликультура выгодна прежде всего тем, что позволяет сократить затраты на корма за счёт использования естественной кормовой базы. Одновременно это снижает зависимость от концентратов и импортных кормов. При правильной организации технологического процесса и соблюдении биотехнических параметров хозяйство может достигать высоких показателей выхода товарной продукции

(до 3–4 т/га) при минимальном ущербе для экосистемы. Однако трудоёмкость, необходимость квалифицированного персонала, потребность в водных ресурсах и ветеринарной инфраструктуре остаются сдерживающими факторами, особенно для малых фермерских хозяйств.

Фактически, можно с уверенностью сказать, что поликультура карповых рыб является экономически оправданной и экологически разумной стратегией в условиях умеренного климата. Она особенно эффективна при интеграции в общее сельскохозяйственное производство, использовании местных кормов и отходов, и может стать основой для устойчивого и высокопродуктивного сектора пресноводной аквакультуры.

Выводы

1. Карп, амур, толстолобики и карась являются основными объектами поликультуры, дополняющие друг друга в освоении кормовой базы. При поликультурной системе идет стабильное обеспечение биомелиорации, снижение конкуренции и стабилизация экосистемы.

2. Надёжное водоснабжение и водоотведение — ключевые условия поддержания качества среды и устойчивости поликультуры.

3. Полный цикл выращивания карповых видов в поликультуре включает подготовку, зарыбление, выращивание, кормление, наблюдение, вылов и подготовку к следующему сезону. Для достижения рентабельности важно рационально использовать корма, планировать состав зарыбления и проводить анализ выходов продукции.

4. Основные риски связаны с конкуренцией между видами, переуплотнением и нарушением кормового баланса. Есть риск возникновения патологий: ихтиофтириоз, аэромоноз, плавниковая гниль. Чаще всего возникают при высокой плотности и плохом водообмене. Для предотвращения рисков требуется санитарная обработка, аэрация, оптимизация плотностей и сезонная биомелиорация.

5. Лидером по производству карповых рыб является Южный федеральный округ (более 60 тыс. тонн в год). В Центральном и Приволжском округах также наблюдается устойчивое производство карпа и толстолобика с применением поликультурной технологии.

Список литературы

1. Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Технические средства аквакультуры. Учебное пособие. – Оренбург, ОГУ, 2016. – 238 с.;
2. Акимов Е. Б. Основные тенденции развития товарного рыбоводства в центральном федеральном округе. Вестник Академии знаний. – 2020 г. с. 26-29.
3. Бегманова А.Б., Сакетова К.Ш., Мищенко А.В. Выращивание сеголеток сазана в поликультуре в условиях Астраханской области. Журнал Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2016 г. с 54-62.
4. Белковский Н. М. Аквакультура Китая и России // Рыбоводство. 2017. Т. 1, № 4, С. 58–60.
5. Войнарович А., Петери А., Мот-Поульсен Т. Поликультура карповых рыб в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Технический документ ФАО по рыболовству и аквакультуре № 554. Рим, 2014 г, 100 с.
6. Виноградов В. К. Рыбоводство России: перспективы развития // Рыбоводство и рыболовство. 1999, № 1. — С. 9–11. ВНИРО, 1998. 342 с.
7. Виноградов В. К. Перспективы использования поликультуры растительноядных рыб в прудовом рыбоводстве и для рыбохозяйственного освоения водохранилищ, озер и других водоемов // Прудовое рыбоводство СССР. — М., 1968. — С. 126–130.
8. Васильев А.А., Поддубная И.В., Гуркина О.А. Воздействие интенсивного прудового рыбоводства на качество воды в прудах. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2019 г. с 74-80.
9. Гимбатов Г. М. Инновационный подход к развитию пастбищной аквакультуры в условиях республики Дагестан. Региональные проблемы преобразования экономики. – 2014 г. с. 54-58.
10. Дулон Рой. Поликультура карповых рыб при их бассейновом выращивании в условиях Республики Бангладеш // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2016 г.
11. Камиллов Б.Г., Мустафаева З.А, Мирзаев У.Т., Абдурахимова А.Н. Выращивание карпа методами аквакультуры // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2019 г. с. 10-16.
12. Канааш В.Ю., Хрусталёв Е.И. Технологические приемы выращивания сеголетков карпа в поликультуре с растительноядными рыбами в некоторых прудовых хозяйствах Беларуси. Технологии пищевой и

- перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания – 2017. С. 15-20.
13. Канаш В.Ю. Биотехнология выращивания сеголетков карпа в ОАО «Рыбхоз Тремля» // Сб. науч. тр III Междунар. Науч.-тех конф. «Инновационные в пищевой промышленности: наука, образование и производство» - 2016 г. С. 521-525.
 14. Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода Москва: Издательство ВНИРО. – 1998 г. 341 с.
 15. Козлова Г.В. Искусственное воспроизводство рыб. -Керчь.: ФГБОУ ВО «КГМТУ». 2016 г. – 44 с.
 16. Козлова Т.В., Козлов А.И., Агавелов В.Г. Термический и гидрохимический режимы водоемов комплексного назначения, используемые для целей рыбоводства. Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2009 г. С. 8-12.
 17. Крюков В.И., Музалевская Ю.А., Юшков П.А. Разведение карпа заводским способом. Учебно-методическое пособие. -Орёл.: Издательство А. Воробьёва. 2007. – 44 с.
 18. Крюков В.И. Рыбоводство. Фермеру о выращивании карпа. Методическое пособие. - Орёл: Изд-во ОрёлГАУ, 2011. - 70 с.
 19. Кулиш А.В. Прудовое рыбоводство. Конспект лекций для студентов направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения. Керчь. 2018 г. 110 с.
 20. Кузнецов В. А., Скопец М. Б. Рыбоводство: теория и практика. Ростов н/Д: Феникс, 2008. — 320 с.
 21. Львов Ю.Б. Плотность посадки разных видов рыб в поликультуре. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2017 г. С. – 74-79.
 22. Моружи И. В. Эффективность совместного выращивания рыб с разным спектром питания // Пути повышения эффективности выращивания рыбы в прудах и индустриальных водоемах Сибири. (Научно-технический бюллетень). — Новосибирск, 1985. — 26–29.
 23. Моружи И. В., Пищенко Е. В., Осинцева Л. А., Незавитин А. Г., Мисейко Г. Н. Первичная продукция прудов и ее трансформация при выращивании рыбы в поликультуре // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2–9. — С. 1897–1902.
 24. Нечипорук Т.В., Плиева Т.Х. Перспективы развития прудового рыбоводства в современных экономических условиях // Вестник аграрной науки. – 2016 г.
 25. Привезенцев Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство: учебник для вузов. — М.: Агропромиздат, 1991. — 368 с.

26. Рыбникова Г. М., Бессарабов Б. Ф. Промышленное рыбоводство. Москва: Агропромиздат, 1990. — 304 с.
27. Райкова С. Я. Интегрированное аквахозяйство: теория и практика. Санкт-Петербург: Профессия, 2018. — 254 с.
28. Суровцев А. В. Основы прудового рыбоводства. Москва: КолосС, 2016. — 320 с.
29. Серветник Г.Е. Состояние маточного поголовья растительноядных рыб в Российской Федерации. Кролиководство и звероводство. 2021 г. - №1, с. 12-16.
30. Федоров Е.В. Экономическая эффективность выращивания сеголеток карпа и растительноядных рыб в прудовом хозяйстве Алматинской области Казахстана. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2017 г. №3, с 80-88.
31. Черкасова Д.У., Шахназарова А.Б. Токсическое воздействие нитритов на организм рыб//Экология животных. Юг России: экология, развитие. – 2009, №4, с. 126-130;
32. Коллегия. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2023 году и задачи на 2024 год. 2024 г.
33. World aquaculture society [Электронный ресурс]: Intelligent aquaculture. – Режим доступа: https://www.was.org/article/Intelligent-aquaculture.aspx?utm_source=chatgpt.com (Дата обращения 29.04.2025)