

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П.А. Костычева»

*На правах рукописи*



БАРЫШЕВ РОМАН ВАЛЕРЬЕВИЧ

ВЫБОР ИСХОДНЫХ ФОРМ РЫБ СЕМЕЙСТВА КАРПОВЫЕ  
ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРУДОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Специальность 06.02.07 – разведение, селекция и генетика  
сельскохозяйственных животных

Диссертация на соискание  
ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук, доцент  
Коровушкин Алексей Александрович

Рязань – 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	11
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1. Развитие тенденций к использованию установки замкнутого водообмена (УЗВ) в мировой и отечественной практике рыбоводства...	11
1.2. Традиционные и инновационные подходы к подращиванию личинок карпов.....	19
1.3. Ущерб рыбоводным хозяйствам от лернеоза и инвазий, передающихся рыбадыными птицами, меры профилактики от этих заболеваний.....	25
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	31
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
3.1. Экологическая составляющая современного карповодства .....	47
3.1.1. Оптимизация площади и гидрохимических показателей прудов для интенсификации аквакультуры.....	47
3.1.2. Показатели биотестирования карпов на устойчивость к лернеозу и болезням, переносчиками которых являются ихтиофаги.....	51
3.2. Селекционная составляющая современного карповодства .....	61
3.2.1. Эффективность применения гетерозиса при производстве гибридов карпа для определения лучших сочетаний исходных форм.....	61
3.2.2. Оптимизация племенной работы с карпом.....	71
3.3. Рыбоводно-биологическая составляющая карповодства.....	74
3.3.1. Рыбоводно-биологические нормативы для выращивания производителей исходных форм рыб семейства карповые.....	74
3.3.2. Оценка роста и развития карпа, в том числе, выращиваемого в УЗВ.....	77
3.4. Комплекс мероприятий по актуализации работы с растительноядными рыбами семейства карповые в прудовой аквакультуре.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	104

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Аквакультура – разведение и выращивание рыб с применением технологий для обеспечения их искусственного выращивания с целью получения высокой рыбопродукции [5, 6, 27]. Всегда основной проблемой у населения считается обеспечение качественными продуктами в полном ассортименте [66]. Одной из ведущих ролей при решении этой проблемы принадлежит прудовой аквакультуре – отрасли отечественного сельскохозяйственного производства. Объемы продукции пресноводного рыбоводства сегодня в Российской Федерации в среднем в 3 раза ниже в сравнении с фактическим производством на период 90-х годов XX века [25, 49].

Среднедушевое потребление рыбы и рыбных продуктов населением страны находится на уровне 13 кг в год, тогда как медицинская норма составляет в среднем 20 кг. Темпы роста развития отрасли, а в результате уровень рыбопродукции остаются на чрезвычайно низком уровне [45, 59].

В виду особой важности данной проблемы приоритетный национальный проект «Развитие АПК» по направлению «Ускоренное развитие животноводства» дополнен мероприятиями, направленными на рост объемов выращивания прудовой рыбы. В этом аспекте актуально разрабатывать методы выбора исходных форм рыб семейства карповые для интенсификации прудовой аквакультуры, особо уделять внимание устойчивости объектов аквакультуры к распространенным заболеваниям и т.д. [1].

Степень разработанности темы. Одной из причин, объясняющих относительно невысокий промысловый возврат товарной рыбы из такого огромного количества водоемов, является, с одной стороны, отсутствие в ихтиофауне продуктивных видов рыб, с другой – не отработанная технология получения товарной рыбы в больших объемах с каждого гектара водного зеркала [22, 58]. В современных экономических условиях в аквакультуре в авангарде менее затратные объекты аква-

культуры, такие как растительные рыбы, питание которых акцентируется в самом названии. Это недорогая и вкусная рыба (толстолобик белый, толстолобик пестрый, белый амур, черный амур и другие) [108, 115].

Карповодство является отраслью аквакультуры, частично решающей потребность населения в рыбопродуктах [56]. Темпы развития аквакультуры в стране связаны с перспективностью прудовых хозяйств для использования передовых отечественных технологий, поддерживающих программу импортозамещения [16,17]. Отсюда, актуально и необходимо развивать интенсивные технологии в пресноводном рыбоводстве, направленные на усиление резистентных качеств к болезням и продуктивных показателей [10, 100]. Эффективность в решении проблемы можно достичь внедрением интегрированных экологических, биологических, зоотехнических и ветеринарных методов работы в аквакультуре [9, 26, 101]. В Российской Федерации рыбы семейства карповые являются самым распространённым объектом аквакультуры в I-VI рыбоводных зонах [8, 29]. Карповые пользуются высоким потребительским спросом среди населения страны, что оправдано хорошими вкусовыми качествами этой рыбы [11].

В РФ, как и во всем мире, актуальной задачей является обеспечение населения полноценной белковой пищей из рыбопродукции [55]. Необходима модернизация методов работы в пресноводном рыбоводстве, направленная на рост рыбопродуктивности, что является важным вектром работы ветеринаров, зоотехников, биологов и экологов [68]. В 1977 году среди реализованной населению рыбной продукции объекты аквакультуры занимали 15 %, тогда как к 1990 годам прудовые хозяйства произвели для реализации 35 % необходимой для населения рыбы [7].

После тяжелого периода упадка экономики страны, когда многие отрасли, в том числе и рыбоводство, претерпевали упадок, ближе к 2005 году прудовая аквакультура начала развиваться, активно стали внедряться инновационные методы, которые позволяли эффективно регулировать селекционную работу в карповодстве [43, 57]. Совершенствование технологий искусственного воспроизводства предпо-

лагают повышение эффективности работы с половозрелыми рыбами, базирующейся на достижениях зоотехнической, ветеринарной, биологической наук, в том числе, на методах физиолого-биохимической индикации репродуктивного потенциала рыб [83, 89, 91].

Традиционные методы выращивания и оценки половозрелых рыб по экстерьерным признакам не в полной мере отражают качественные характеристики производителей в условиях искусственного воспроизводства, так как они слабо связаны с рыбоводными показателями инкубации и эмбриональным развитием [53, 74, 86]. Селекционная работа в сочетании с оценкой качества производителей может служить одним из направлений повышения эффективности искусственного разведения карпа в аквакультуре [37, 88, 96].

Как утверждают О.П. Мелехова, Н.С. Жмур, И.Л. Цветков, С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин – без использования биоиндикаторов, невозможно представить современный биомониторинг, в том числе для анализа репродуктивных и резистентных показателей объектов аквакультуры [31, 67]. Для прогноза адаптационных возможностей рыб к интенсификации прудового рыбоводства, с учётом развития новых технологий, антропогенной и техногенной нагрузки, актуально внедрять комплексный подход в оценке производителей карпа по качеству потомства [75, 80].

В отечественном рыбоводстве недостаточно широко используются методы биоиндикации и биотестирования. Перспективным является применение биохимических тест-реакций, так как при морфологических и физических отклонениях роста происходят биохимические процессы, определяющие патологии [118]. При развитии рыб маркерными биохимическими показателями, отражающими отклонение от нормы, являются ферменты – катализаторы и регуляторы обменных процессов [44, 87].

Как считает Е.П. Туркина, несбалансированность способности водоёмов к самоочищению и интенсивности антропогенного загрязнения, привела к тому, что для большинства прудовых хозяйств необходим контроль за поверхностными водами в которых содержатся объекты аквакультуры [90, 95]. Эти профилактические

работы важны, в том числе, для минимизации ущерба, наносимого рыбадыными птицами и веслоногими рачками.

По мнению А.Д. Аси [4] исследования загрязнения пресноводных водоёмов тяжёлыми металлами регламентированы гидрохимическими исследованиями воды, однако значительная часть поллютантов накапливается в донных отложениях, что является причиной высокой популярности биологических методов контроля качества водной среды, в качестве организмов-индикаторов, особенно при независимых исследованиях экологического состояния водоёмов. Таким образом, сочетание селекционных и экологических методов работы в аквакультуре приведет к высоким результатам по получению качественной товарной рыбы [2, 14, 40].

В настоящее время накоплен продуктивный опыт использования УЗВ, однако, есть и спорные моменты, при этом существует ряд производственных проблем, по мнению части ученых, всё еще высоки эксплуатационные и капитальные затраты при введении технологии в практическое рыбоводство, что остается сдерживающим фактором для использования УЗВ (установка замкнутого водообмена) [3, 13, 19, 38].

При высоком интересе отечественных и зарубежных рыбоводов к использованию УЗВ в своем производстве, немногочисленны разработки по использованию установки для подращивания крупного посадочного материала, а между тем, по нашему мнению, это направление работы является перспективным [23, 46, 69, 76, 79]. В связи с чем, считаем актуальным и своевременным проведение исследований по использованию установки для селекционных работ при выращивании из личинок крупного посадочного материала карпа [61-63].

Цели и задачи. Исходя из актуальности развития прудового рыбоводства в нашей стране, целью исследований является выбор исходных форм рыб семейства карповые для интенсификации прудовой аквакультуры.

Решались следующие задачи:

1. Привести экологический мониторинг площади и гидрохимических показателей прудов для интенсификации аквакультуры.

2. Выявить показатели биотестирования карпов на устойчивость к болезням, передающимся ихтиофагами (ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммы) и вызываемой веслоногими рачками (лернеоз).

3. Охарактеризовать эффективность применения гетерозиса при производстве гибридов карпа для определения лучших сочетаний исходных форм.

4. Оптимизировать племенную работу с карпом.

5. Оценить рыбоводно-биологические нормативы для выращивания производителей исходных форм рыб семейства карповые.

6. Оценить рост и развитие карпа, в том числе, выращиваемого в УЗВ.

7. Предложить комплекс мероприятий по актуализации работы с растительноядными рыбами в прудовой аквакультуре.

Научная новизна. Впервые, за период становления и развития Российской Федерации как отдельного государства постсоветского пространства, оценена эффективность работы с ремонтно-маточными стадами рыб семейства карповые при оптимизации площади прудов, экологического состояния поверхностных вод и донных отложений; актуализирована необходимость применения гетерозиса при производстве гибридов карпа для определения эффективных сочетаний исходных пород; оптимизирована племенная работа с карпом; выявлены индикаторные показатели резистентности карпов к лернеозу и болезням, передающимся рыбадыными птицами (ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммы), эти показатели рекомендованы к использованию в качестве критерия при формировании племенного ядра; оценены рост и развитие карпов, выращиваемых в УЗВ; предложен комплекс мероприятий по актуализации работы с растительноядными рыбами в прудовой аквакультуре.

Теоретическая и практическая значимость работы. В России возрастают потребности в рыбопродукции, получаемой в аквакультуре. Актуально развивать инновационные проекты для совершенствования работы в рыбоводстве. Современная программа развития рыбного хозяйства предполагает увеличить производство рыбы в 5-7 раз.

В РФ большие потребности в рыбах-мелиораторах; рыбах, уничтожающих цепочки развития паразитов, передающихся рыбадыными птицами, веслоногими рачками и т.д., к таким и относятся растительнаядыные рыбы, используемые в аквакультуре. Толстолобики и амурь используются в качестве естественных мелиораторов, однако, их мясо обладает отличными органолептическими показателями, что необходимо учитывать. Рыбоводные предприятия, при правильном использовании растительнаядыных рыб, могут удвоить рыбопродуктивность, это перспективное направление отечественной аквакультуры.

Значимость работы заключается в обосновании эффективности разведения растительнаядыных рыб – фактически, пастбищного рыбоводства, позволяющего с минимальными затратами корма или, вообще, без него, производить большое количество доступной по ценовой политике и продуктивному качеству продуктов рыбоводства. Растительнаядыные рыбы используются в поликультуре и дают существенную прибавку продукции в рыбоводстве.

При очевидных положительных характеристиках использования УЗВ в карповодстве, необходимо отметить неразработанную нишу этого направления – использование установки для селекционных работ и подращивания личинок, изучения ее жизнедеятельности, что и является одной из задач данного исследования. С производственно-экономической стороны также есть преимущества, так как в 160 раз уменьшается водопотребление и достигается высокая рыбопродукция бассейнов. Доказано, что одной из интенсивно развивающихся технологий работы в отечественной аквакультуре является оценка производителей по качеству потомства, в том числе выращиваемого посадочного материала в УЗВ. Эти установки способны обеспечить полную независимость производственного цикла от климатических условий и экологических факторов, воздействующих на прудовые хозяйства в естественных условиях сред; в УЗВ выращивание рыбы не зависит от сезона года, что делает возможным использование установки круглогодично. В зависимости от объекта аквакультуры, использование УЗВ дает возможность сократить длитель-



ность одного цикла работы в 3-5 раз. Особенно важно отметить, что благодаря использованию УЗВ повышается эффективность работ по формированию маточных стад, созревание производителей легко регулируемо.

Методология и методы диссертационного исследования. Результатом исследований является разработка методики комплексной интенсификации работы с посадочным материалом карпа, исследование их роста и развития в УЗВ, регуляция резистентности к инвазиям, что важно для повышения эффективности показателя – сохранность экземпляров рыб и снижения себестоимости рыбопродукции.

Внедрение разработанной методики в товарное рыбоводство является перспективным направлением, в результате чего в карповодстве возможно получать племенной материал высокого качества, при этом рынок предпринимательской деятельности в этом направлении практически свободен, рыбоводные предприятия будут получать высокую прибыль.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность аквакультуры, объектом которой являются рыбы семейства карповые, достигается оптимизацией экосистемы в рыбоводных прудах, сбалансированностью комбикормов с протеином животного происхождения с учетом направленности стада – ремонтное, маточное.

2. Плотность посадки разновозрастных групп рыб в водоеме обеспечивает оптимальный режим перехода к зимовке. Необходимый прирост массы рыб и рыбопродуктивности обеспечивается оптимальным вариантом посадки племенных производителей карпов в летний период.

3. Эффективность применения гетерозиса при производстве гибридов карпа. Внедрение технологии скрещивания дает высокий экономический эффект за счет повышения рыбоводных показателей выращивания гибрида в аквакультуре.

4. Индикаторные показатели резистентности карпов к лернеозу и болезням от ихтиофагов (ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммы), необходимо использовать в качестве критерия для формирования племенного ядра. Эф-

фективными индикаторами являются динамика лизоцима, гемагглютинирина; выпадение в лимфоцитах осадка из крупных гликогеновых гранул, мелких полисахаридных включений; количество лимфоцитов с микроядрами.

5. Средняя масса молоди карпа, содержащегося в УЗВ в оптимальных условиях плотности посадки, кормления и температурного режима к моменту его отправки в естественный водоем составляет 140-160 мг, что делает возможным вырастить крупный посадочный материал и в условиях I-III зон рыбоводства, сократить срок получения товарной рыбы до 2-х лет, а в V-VI зонах до одного года.

6. Повышение эффективности гибридизации возможно через использование мирового генофонда карпа с отдаленной генетической детерминацией, что даст продуктивные формы.

7. Эффективно внедрять в аквакультуру комплекс мероприятий по работе с растительноядными рыбами, что экономически выгодно и востребовано среди потребителей.

Степень достоверности и апробация результатов обеспечивается использованием современных зоотехнических, ветеринарных, биоэкологических методов исследований с применением общепринятых методов исследований и обработки статистических результатов.

Результаты работы апробированы, доложены и обсуждены на 3-х национальных конференциях (ФГБОУ ВО РГАТУ 2016 г., 2018 г., ФГБОУ ВО КГТУ, 2019 г.), 1-ой всероссийской конференции (ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017 г.).

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 7 работ, из них 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 4 – в сборниках тезисов по материалам научных конференций. Доля участия автора в публикациях составляет 41,6 %.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из разделов: введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований, заключение, список литературы. Общий объем работы 117 с., в диссертации 34 таблицы и 17 рисунков. Список использованных источников литературы включает 120 научных публикаций, в том числе 13 на иностранном языке.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. Развитие тенденций к использованию установки замкнутого водообмена (УЗВ) в мировой и отечественной практике рыбоводства

Развитие пресноводного рыбоводства указывает на рост удельного веса аквакультуры в производстве рыбопродукции [35, 77]. В 1975 году доля в общей рыбопродукции объектов прудового рыбоводства составляла 11 %, к 2000 году – 32 %. В 60-е годы прошлого столетия на прудовую аквакультуру в стране было выделено 300 тыс. га земельных угодий. Из них в рыбоводстве использовали 10 млрд. м<sup>3</sup> воды [28, 50]. К 80-м годам было принято решение сократить в 5 раз отвод земель под прудовое рыбоводство, немедленно увеличилась компенсация за изъятие этих земель под строительство и зарыбление водоемов. В результате наращивание площадей прудов оказалось не рентабельным, уже тогда стало ясно, что необходимо изыскивать иные пути работы в отечественном рыбоводстве, например, через внедрение инновационных российских и зарубежных технологий [12, 18].

В связи с тем, что на планете наблюдается рост потребления рыбы, добыча продукта традиционными методами, а именно, путем вылова его в естественных водоемах, указывает на экстенсивное сокращение водных биоресурсов. Часть европейских стран столкнулось с проблемой сокращения объема поверхностных вод, пригодных для пресноводной аквакультуры [32, 47].

Одной из таких стран является Дания, которая вынуждена вводить на части территорий сокращение водопотребления, чем снижать загрязнение водотоков и водоемов. В стране разработан план для минимизации заболеваемости рыб, угревые и лососевые хозяйства переводятся на замкнутое водоснабжение с использованием рециркуляционных установок [36, 84].

В программе уменьшения количества чистой пресной воды во многих странах учитывается и массовый приток мигрантов. Статистиками замечена тенденция, в странах, где происходит тот самый поток переселенцев, резко возрастает потребность в производстве рыбопродуктов [15, 33].

В России, в 90-е годы прошлого века, в связи с изменением социально-экономического положения, произошел упадок технологического развития в сфере аквакультуры. Производство пресноводных рыб, в том числе и семейства карповые, сократилось в десятки раз. Статистически доказаны масштабы проблемы указанного периода развития России: до 1990 года доля производства рыбы посредством прудового рыбоводства составляла 255 тыс. тонн, к 1996 году – 55 тыс. тонн [56].

Далее согласно программе развития аквакультуры в РФ [64] предполагалось ускоренное ее становление, и в 2000 годы оно дало свои результаты. В это время наблюдался достаточно убедительный рост производства прудовой товарной рыбы; к 2005 году было произведено в среднем 250 тыс. тонн.

Однако, к тому времени, в Российской Федерации, исходя из социального заказа на объекты пресноводного рыбоводства, необходимо было произвести 3 млн. тонн. Исходя из принятых тогда рыбоводных технологий, предельные возможности прудового хозяйства всей РФ, не могли дать более 1,25 млн. тонн, при средней рыбопродуктивности 30 ц/га [48]. Так обнаружился глубокий разрыв между возможностями производства отечественного рыбоводства и спросом населения по количеству рыбопродукции.

Однозначно необходимо уделять особое внимание инновациям в кормовой базе, в том числе и по производству российских комбикормов для пресноводных рыб [21].

Интенсификация пресноводной аквакультуры зависит от внедрения технологий, создающих комплексные условия работы в отрасли, при этом позволяющих совершенствовать технологические элементы рыбоводства, допустим, в автоматизации производства, в селекции, кормлении, ветеринарном обеспечении [22, 58].

Актуально обеспечивать рыбоводные хозяйства племенным материалом высокого качества; оптимизировать режимы выращивания посадочного материала в том числе с применением установок замкнутого водоснабжения; модернизировать

вать профилактику по защите рыб от болезней, сопутствующих прудовому рыбоводству [85].

В настоящее время широко внедряется индустриальная аквакультура с применением технологии с высокими плотностями посадки сеголетков, что дает необходимый выход рыбопродукции с единицы объема воды [111, 119].

Общепризнано, эффективная индустриальная аквакультура это работа с гидробионтами с применением УЗВ [96]. В производственном цикле эта установка позволяет не учитывать факторы среды, в том числе и сезонность, благодаря ее использованию возможно исключить инвазию рыб гельминтозами и иными заболеваниями. УЗВ позволяет экономично осуществлять сбалансированное кормление полнорационными комбикормами и т.д. [65].

Используя эту установку, рыбоводы могут для собственного индивидуального рыбоводного хозяйства оптимизировать технологии для любых гидробионтов, не учитывая адаптивные качества и районирование [71, 78].

Благодаря использованию УЗВ в прудовых хозяйствах до 6 раз сокращается период времени для выращивания рыбы до товарных требований. УЗВ-технологии избирательно подходят к формированию племенного материала и маточных стад. УЗВ приспособлено для того, чтобы в течение года непрерывно производить личинок, доводить их до посадочного материала без потерь в численности [41, 54].

УЗВ позволяет использовать технологию сверхплотной посадки личинки, в среднем 220 шт./м<sup>3</sup>, это увеличивает рыбопродуктивность в 2000 раз по сравнению с общепринятым подращиванием рыбопосадочного материала в открытых рыбоводных прудах на территории рыбоводных хозяйств [22, 113, 117].

При использовании УЗВ снижаются трудозатраты на единицу продукции, а главное, выполняется условие работы в современном рыбоводстве – сокращаются площади земельных угодий под пруды, водопотребление сокращается в 150 раз.

С экологической точки зрения использование УЗВ вполне эффективный способ работы по выращиванию личиной, сеголетков, годовиков и товарной рыбы в

целом. Технология позволяет использовать маломощные источники водоснабжения, исключают сброс отработанных вод в естественные водоемы и водотоки [42, 98].

Используя современные технологии в установках замкнутого водоснабжения создаются искусственные агрогидроэкосистемы, которые позволяют регулировать жизненные циклы объектов аквакультуры рыб, а также поддерживать численность популяций исчезающих видов [93].

Искусственные агрогидроэкосистемы, создаваемые в УЗВ способны обеспечить выращивание рыб, раков, креветок и одновременно утилизировать продукты их жизнедеятельности через систему фильтров [109, 116]. Преимуществом УЗВ в сравнении с прудовой аквакультурой необходимо назвать компактность ее агрогидроэкосистемы. Это делает возможным размещение УЗВ в любом климате и зоне рыбоводства, такой подход приближает потребителя и производителя, население может быть постоянно обеспечено свежей незамороженной рыбой [24, 39].

Согласно программе интенсификации рыбоводства, утвержденной приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (31.03.2011 г., приказ № 86), которая была предложена совместно Департаментом племенного дела и ассоциацией «Росрыбхоз», профильными научно-исследовательскими учреждениями РФ, необходимо актуализировать внимание к ресурсосберегающим технологиям в отчетственном рыбоводстве, что и предполагает использование УЗВ-технологий [60].

Таким образом, поиск решений по широкому внедрению и использованию УЗВ в практику работ с водными биоресурсами принесет необходимый экономический эффект в наращивании потребления рыбы и других объектов аквакультуры населением планеты. В центре аквакультуры и рыбоводства, открытом в нашем агротехнологическом университете, проводится научная работа по сохранению генофонда распространенных объектов прудовой аквакультуры, налажена связь с производителями по работе с крупным посадочным материалом карповых рыб [112, 114].

По сообщениям Е.М. Закона [38], сегодня УЗВ актуально внедрять для выращивания отечественной рыбопродукции. Минимальное экономически оправданное производство осетровых в УЗВ может в среднем составить 2000 тонн в год, тилапии – 90 тонн, пресноводной креветки 5-7 тонн. При точно рассчитанном соотношении плотности посадки в условиях поликультуры, где основным объектом является тилапия, выход рыбопродукции повышается до 20 %, снижение кормовых затрат составляет 25 % [99].

По мнению рыбопроизводителей, в УЗВ высоко прибыльно выращивание осетровых. Лидерство по окупаемости производства объектов аквакультуры в УЗВ принадлежит сибирскому осетру, недалеко от него отстает русский осетр, который в естественных условиях весьма требователен к кормлению и содержанию. В УЗВ продуктивно проявили себя севрюга и стерлядь, хотя в прудовых хозяйствах последняя явно хуже адаптирована к условиям аквакультуры [93].

Гидрохимия технической воды, используемой в УЗВ при производстве еще одного объекта аквакультуры, который пользуется спросом у населения страны, а именно креветка, имеет определяющее значение. При этом в УЗВ гидрохимический состав используемой воды контролируется и остается постоянным в течение всего цикла выращивания аквакультуры [110].

Результаты товарной аквакультуры гигантской пресноводной креветки определяются количеством и качеством специальных укрытий, которые размещаются в УЗВ в начале посадки. Самая высокая продуктивность креветок в УЗВ достигнута при следующих условиях: плотность посадки в бассейн 32 шт./м<sup>2</sup> и 2,0 шт./м<sup>2</sup> площади укрытий. Начальной товарной массы 20-22 г креветки достигают при 4800-5300 градусо-дней, в условиях кормления тепловодным комбикормом, предназначенным для карповых рыб [82].

Использование рациональной технологической схемы установки УЗВ включает обязательное задействование эффективных малогабаритных фильтрационных аппаратов, что позволяет в 6 раз снизить затраты и в 2 раза себестоимость продукции [72].

Для УЗВ необходимо комплексное использование механической и биологической очисток воды, что обеспечит ее необходимые гидрохимические качества, что будет способствовать высокому темпу роста объектов аквакультуры, улучшит рыбоводные показатели [97].

Для каждого объекта аквакультуре необходимо обеспечить свой рабочий режим эксплуатации фильтров, особенно для биоочистки, что связано с созданием биосистемы, с регуляцией качественных и количественных показателей биоценоза выпадающего в установке активного ила. Во избежание угнетенного состояния или гибели рыбы, смена гидрохимического состава условий УЗВ должен осуществляться ступенчато. Использование в УЗВ фильтра-аэротенка, обеспечивающего отстой воды, механическую очистку дает высокий эффект очистки. Его пористые плавающие элементы для наполнения фильтров позволяют поддерживать требуемый биоценоз, очищающий техническую воду от механических и иных загрязнений, осуществлять саморегуляцию работы активного ила в отношении к величине ихтиомассы [94].

Тридцать процентов неочищенной в биофильтрах воды в УЗВ используется в качестве источника органического питания для бактерий, обеспечивающих норму протекания процесса денитрификации, что позволяет не привлекать другие внешние источники органической природы для поддержания биоценоза в установке. Концентрация растворенного в воде кислорода в норме составляет 2 мг/л [73].

Осадки, выпадающие при эксплуатации УЗВ, содержат опасные биогенные элементы, они усваиваются одноклеточными растениями в биофильтрах установки. Замечено, что вода из УЗВ стимулирует рост и развитие семян редиса, горчицы, салата, при этом развитие корней возрастает на 20 %. Качество фракций осадка из установок УЗВ соответствует санитарно-гигиеническим нормам в растениеводстве. Дополнительной прибылью может стать и тот факт, что при получении 1 тонны рыбы возможно иметь 0,5-1, тонн компоста [34].

Этот компост пригоден как субстрат для вермикультуры – разведения червей для биогумуса. 1 тонна рыбы в УЗВ может оставлять 0,5 тонны биогумуса и до 12 кг вермикультуры. Характеристики этого биогумуса соответствуют требованиям



растениеводства [39].

В результате работы ученых над развитием внедрения УЗВ в отечественное рыбоводство и многолетних производственных опытов разработан алгоритм интенсификации эксплуатации установок для товарного выращивания объектов аквакультуры. Методы базируются на интеграции трех составляющих: зоотехнического, технического, биоэкологического [30].

Через техническое направления разработок для УЗВ, в настоящее время сформулированы требования к аппаратам водоподготовки, что обеспечивает уникальность эксплуатации замкнутой системы. Благодаря работе инженеров, оптимизировано высотное расположение бассейнов для различных объектов аквакультуры, структура взаимодействия оборудования в технологической схеме, апробированы эффективные малогабаритные производительные промышленные образцы аппаратов для водоподготовки. Проведены их многолетние производственные испытания и отработка технологического регламента эксплуатации [52].

Основным объектом выращивания в УЗВ является карп. Он, в качестве объекта аквакультуры, будучи даже убыточным при товарной аквакультуре в установке, позволил на себе отработать практически весь спектр рыбоводно-технических моментов для алгоритма работы с гидробионтами. Инновационная технология выращивания карповых рыб в установке, ее успешное внедрение явилось предпосылкой для развития следующего, зоотехнического или биотехнического исследования для проверки возможности выращивания ценных объектов аквакультуры: тилапий, осетровых, пресноводных креветок [51].

В ходе многочисленных работ доказана принципиальная возможность интенсивного выращивания этих объектов аквакультуры в условиях УЗВ, выявлены виды, наиболее подходящие к условиям замкнутых систем [92].

Особое значение в биотехнологии занимают аспекты повышения рыбопродукции с использованием фальшдна в бассейнах вертикального типа для выращивания осетровых, уже успешно используется рыбоводными хозяйствами метод расчета для применения поликультуры тилапии с осетрами и карповыми, внедрена

схема товарного полицикла при выращивании рыбы и использование площади поверхности укрытий для выращивания креветок [37].

Экологическое направление в рыбоводстве имеет экономический и природоохранный аспекты. В настоящее время изучены физико-химические характеристики осадка циркулирующих вод, образующегося при работе аппаратов водоподготовки, определены параметры технологических и санитарных возможностей для использования осадков в сельскохозяйственном производстве, намечены планы по получению из осадков компоста, использование его в качестве субстрата для вермикультивирования с получением качественного биогумуса [81].

Предложены методы призваны обеспечить получение дополнительной сельскохозяйственной продукции при одновременном прекращении сброса отработанных сточных вод рыбоводных установок. Экономический анализ исследований многих авторов показывает, что комплексное использование современного алгоритма интенсификации рыбоводства в УЗВ – замкнутых системах для товарного выращивания гидробионтов, позволит снизить себестоимость рыбопродукции, осуществлять рентабельную эксплуатацию УЗВ. В настоящее время определен минимальный годовой уровень безубыточного объема выращивания гидробионтов, годовой экономической эффект от внедрения предложенных мероприятий [90].

Многочисленные исследования убедительно доказывают перспективность применения УЗВ-установок с замкнутым циклом водоиспользования, в общей системе отечественного рыбоводства, что поможет решить ряд продовольственных, экономических и природоохранных вопросов.

Таким образом, решение продовольственных, экономических и природоохранных вопросов через инновации в аквакультуре является современным драйвером успешного бизнеса в условиях санкционных рыночных отношений между европейскими странами и Российской Федерацией. В период, когда страна осуществляет программу импортозамещения, актуальность разработок в сфере использования УЗВ в аквакультуре не вызывает сомнений.

## 1.2. Традиционные и инновационные подходы к подращиванию личинок карпов

Традиционная технология работы с посадочным материалом карповых рыб позволяет рыбохозяйствам получить рыбопродуктивность до 10 ц/га, внедрение эффективных технологий работы с личинками рыб семейства карповые может повысить этот показатель в среднем в 3 раза [12]. Карп – распространенный объект аквакультуры, обладает хорошим ростом, ранним половым созреванием, оптимальной для товарной рыбы высотой и толщиной тела. Он неприхотлив к условиям среды. Ученые отмечают, что рост и развитие посадочного материала карпа идет неравномерно, что необходимо учитывать при работе с его личинками.

Важно учитывать физиологические ритмы и жизненный цикл рыбы, которые подчиняются биологическим закономерностям типичным для пойкилотермных представителей ихтиофауны. Отсюда, в природной среде, на рост и развитие посадочного материала оказывает влияние температура, кормовые факторы, показатели кислорода, рН среды и т.д. [1]. В условиях УЗВ перечисленные выше факторы утрачивают значение.

Для получения хорошего результата по сохранению жизнеспособности посадочного материала при подращивании из личиночной стадии оптимально поддерживать температуру воды 23-30 °С [4]. В настоящее время разработана и внедрена в отечественную аквакультуру адаптивная технология подращивания рыбопосадочного материала карповых с учетом температурного режима первой зоны прудового рыбоводства – северные районы ведения аквакультуры [7].

Учеными сельскохозяйственной академии имени Тимирязева предложен алгоритм подращивания карпа в прямоугольных прудах, которые покрыты полиэтиленовой пленкой, темпы роста посадочного материала карпа при этом увеличиваются в 3 раза, выживаемость – на 20 % [10, 11].

Т.Г. Крылова [62, 63] предложила алгоритм оптимизации производственного цикла подращивания личинок карпа с применением яичного желтка, по аналогии с аквариумистами. Это легко исполняется в условиях УЗВ.

В I зоне рыбоводства в ГУП УР «Рыбхоз «Пихтовка» Воткинского района Удмуртской Республики провели анализ полученных результатов, где в ходе эксперимента по раннему подращиванию личинок карпа в УЗВ – искусственной управляемой системе, построенной по типу бассейнов, по кормлению личинок вареным яичным желтком, не являющимся стандартным компонентом рациона рыбы в прудах. Результаты сравнивали с общепринятым методом подращивания личинок в мальковых карповниках. Эксперимент показал увеличение выживаемости молоди после подращивания до 80 %, что снизило себестоимость личинок в 2,5 раза. Осенью из экспериментального посадочного материала были получены сеголетки массой 80-85 г (норматив для первой зоны рыбоводства составляет в среднем 25 г). Раннее проведение нереста (конец апреля – начало мая) и подращивание личинок в управляемых условиях УЗВ, в первой зоне рыбоводства привело к увеличению вегетационного периода на месяц, что позволяет получать сеголетков массой 100-150 г, товарную рыбу – двухлеток до 2,5 кг.

Работа с посадочным материалом в УЗВ – основополагающая при получении хорошей экономической прибыли, сохранность личинок и молоди, после ее выпуска в естественные условия пруда, обеспечит минимальные количественные и качественные потери, максимальный выход товарной рыбопродукции с гектара пруда.

Для обеспечения хозяйств крупным рыбопосадочным материалом необходимо внедрять новые технологии, которые максимально позволят исключить его потерю. Традиционной практикой в рыбхозах является производство личинок с заведомо значительным превышением расчетной потребности прудовых хозяйств, что экономически себя не оправдывает. В зависимости от зоны рыбоводства, общепринятые в рыбоводных хозяйствах подходы для сохранения личинок предусматривают учет сезонных и климатических условий среды, для исключения рисков, хозяйства предпочитают иметь 10-процентный страховой фонд посадочного материала [84].

В аквакультуре созданы разнообразные технологии и способы сохранения рыбопосадочного материала. Основным недостатком технологий можно определить проблему сохранения мальков и дальнейшее получение из них крупных сеголетков, в том же количестве, в каком изначально подращивалось личинок. Отсюда, актуально разрабатывать эффективные технологии для выращивания крупного посадочного материала, направленные одновременно на сохранение его количества и обеспечивающие отсутствие потерь в качественных характеристиках рыбопосадочного материала.

Для эффективного подращивания личинок карпов важно знать их физиологические, этологические и трофические особенности, уровень адаптивных возможностей к факторам окружающей среды, элементы оптимизации последней [76]. У карповых рыб личиночная стадия развития начинается с заполнения воздухом плавательного пузыря, далее следует переход на внешнее питание. Какое-то время у личинок сохраняется остаток желточного мешка, что позволяет малькам питаться смешанной пищей. Этот период заканчивается в среднем за 13-15 суток, исчезают личиночные органы, рыба приобретает черты взрослой особи. Этот период является наиболее опасным для личинок, так как они остаются беззащитными к естественным врагам в прудах. И, поэтому, самым безопасным для них пребывать этот период в УЗВ.

Об использовании УЗВ (установок замкнутого водоснабжения) для подращивания крупного посадочного материала рыб, в своих научных исследованиях, много внимания уделяет А.В. Жигин [37, 53]. Автор приводит экономическую эффективность метода, указывает на положительный зарубежный опыт. Для интенсификации показателей рыбопродуктивности УЗВ применяют во многих странах. J.P. Blancheton [98, 99] приводит в качестве оптимальных конструктивных составляющих датские УЗВ.

Анализируя различные работы по применению УЗВ для подращивания личинок карпа, необходимо отметить, что УЗВ решает проблему дефицита посадочного материала, что объясняется высоким сохранением личинок в процессе их выращивания. В прудах не удастся обеспечить личинкам такие же как в УЗВ параметры

среды, особенно температуру (подогреть или охладить воду в прудах невозможно, что легко сделать в УЗВ). В прудах трудно бороться с естественными врагами личинок карповых рыб, проблематично контролировать процесс их роста и развития. Одним моментом необходимо назвать, что не обоснованно использовать стартовые корма, т.к. не ясно, где в момент кормления в пруду находится стадо личинок.

Задаваться целью снизить себестоимость личинки – не главный вопрос в прудовом рыбоводстве, т.к. затраты на нее в итоге теряются в себестоимости конечного итога по товарной рыбе. При стоимости 1 мл. личинок при выходе сеголетков 33 %, стоимость одной личинки будет в среднем 9 копеек. Кроме того, в племенных хозяйствах необходимо содержать достаточно большое количество производителей. Дать толчок более быстрому развитию личинок можно в УЗВ, где выживаемость и сохранность высокая, где есть возможность работать без учета колебания температур, наличия естественных врагов личинок и иных факторов, сопутствующих рыбосохранности в прудах.

Постэмбриональное развитие карпа (личиночно-мальковая стадия) начинается с вылупления и длится до 25-30-суточного возраста. В этот период важно выбрать эффективную технологию их подращивания. Стадия состоит из 4-х циклов, характеризующихся определенными темпами роста и развития.

I цикл продолжается с вылупления личинок до 6-суточного возраста. В этот период факторами роста и развития являются желточный мешок, за счет него личинка питается, на жизнеспособность личинок оказывает воздействие динамика концентрации растворенного кислорода и температура воды. Этот этап реализуется в инкубационных цехах.

II цикл проходит с 4-6 до 8-10-суточного возраста. Личинки в этот период характеризуются снижением активности дыхания, что снижает интенсивность их роста. В это время и происходит разрушение желточного мешка, его кровеносных сосудов, происходят изменения типа трофики, личинкам дополнительно требуется кормовая энергия. Также не дает активно потреблять кислород личинкам то, что у них еще несовершенные органы дыхания (кровеносные сосуды, наружные нитевидные жабры).

III цикл продолжается с 8-10 до 18-20-суточного возраста. Особенностью этапа является новый всплеск активации процессов роста и дыхания. Последнее осуществляется за счет жаберных лепестков внутренних жабр. Активно продолжается органогенез – на данном этапе формируются органы пищеварения, передвижения (растут грудные плавники, происходит обособление спинного и хвостового плавников). В итоге данный цикл в итоге заканчивается совершенствованием процессов дыхания, питания и передвижения, а также можно констатировать и то, что организм интенсивно растет.

IV цикл проходит с 18-20 до 27-30 суточного возраста. К особенностям данного периода относят дальнейшее развитие указанных ранее органов, в кожном покрове начинает появляться чешуя. Естественно циклы могут укорачиваться, удлиняться в зависимости от двух важнейших факторов – температуры и содержания кислорода.

Так, по В.А. Власову и др. (2005) [26, 27] при температуре воды 22-25 °С продолжительность всех циклов сокращается вдвое.

Самые большие потери отмечаются именно в начальный период выращивания личинок. В южных регионах подходы несколько другие, т.к. вегетационный период и так для нашей страны максимальный. Часто возникают проблемы летом из-за того, что приходится уделять большое внимание улучшению гидрохимического режима.

Современное прудовое рыбоводство позволяет получать с 1 га до 70 ц рыбы. При разработке технологии подращивания личинок карпа в УЗВ, мы руководствовались тем, что ключевым моментом является раннее подращивание личинок. В настоящее время искусственное оплодотворение икры рыб уже давно не представляет сложности. Теоретически этот вопрос был разработан более 250 лет назад. Задача получения и выращивания рыбы в необходимых количествах и в зависимости от потребности регионов решается с успехом за счет большого количества прудов. В то же время количество посадочного материала не удовлетворяет потребности прудовых хозяйств, особенно крестьянско-фермерских, не имеющих полного цикла выращивания. В то же время для повышения эффективности рыбоводства

необходимо сократить сроки получения товарной рыбы. Если еще недавно крупным товарным карпом считались навески более 450 г., сейчас потребителя не удивишь массой товарной рыбы 1,8-2,3 кг, некоторые потребители требуют навески карпа 2,7-4,2 кг. В Ростовской области (V зона рыбоводства) уже удастся выращивать сеголетков 460-610 г, но эта зона очень существенно отличается даже от IV, не говоря уже о I-III по благоприятности факторов внешней среды. Это и дало возможность Ростовской области производить около 40 % товарной прудовой рыбы в Российской Федерации. При использовании УЗВ в рыбоводстве рекомендуется применять установки для товарного выращивания ценных гидробионтов: осетровых, тилапий, креветок. При осетроводстве необходимо использовать бассейны вертикального типа в которых должно быть фальшдно, увеличивающее площадь их трофики. Выращивать осетров хорошо совместно с тилапией, используя формулу расчета, креветок необходимо выращивать при плотностях посадки: от 3 до 7 г – 220-280 шт./м<sup>2</sup> дна бассейна, в среднем 20 шт./м<sup>2</sup> укрытий; от 9 до 20 г – 35 шт./м дна бассейна, в среднем 2 шт./м поверхности укрытий, использовать схему товарной поликультуры, что даст повышение выхода рыбопродукции, обращать внимание на построение технологической схемы циркуляции, фильтрации воды с применением аэротенков-отстойников с пористыми плавающими элементами, экономически выгодно утилизировать осадки, используя их в качестве удобрений для полива сельскохозяйственных культур, получения биогумуса и биомассы вермиккультуры. К сожалению, в известной нам литературе не представлена универсальная технология работы с рыбопосадочным материалом карпа на ранних стадиях постнатального развития, при этом современная тенденция развития рыбоводства направлена на уменьшение сроков получения конечной продукции, отличающейся низкой себестоимостью производства, что делает поиск такого метода актуальным.

В заключение важно отметить, что в НОЦ аквакультуры и рыбоводства рязанского агротехнологического университета активно разрабатываются, апробируются и внедряются в производство инновационные подходы к подращиванию личинок карпов.



### 1.3. Ущерб рыболовным хозяйствам от лернеоза и инвазий, передающихся рыбадыными птицами, меры профилактики от этих заболеваний

Рыбопродуктивность в аквакультуре зависит от многих факторов среды, в том числе смертности товарной рыбы под воздействием естественных врагов, к которым относятся ихтиофаги (рыбадыные птицы) – цапли, чайки, бакланы, колпицы и др. Весьма распространенным заболеванием в рыболовстве является лернеоз, вызываемый веслоногим рачком. Проблемой минимизации ущерба от болезней рыбадыными хозяйствам активно занимались в 20-70 годы XX века. До 1914 года на Каспии и в Приморье бакланов использовали как объект охоты с целью добычи шкурок в качестве меха или украшения, даже экспортировали, со временем этот промысел потерял свою значимость. Одна из самых крупных колоний бакланов была на островах Байкала, из-за ущерба, наносимого рыбадыному промыслу, птиц уничтожали, в результате к 1969 году гнездовой бакланов уже не отмечалось. Эту птицу внесли в Красную книгу Иркутской области и республики Бурятии, восстановление популяции произошло через 37 лет, сейчас баклан исключен из красной книги, вновь возникла проблема по минимизации ущерба, наносимого этой птицей рыбадыными хозяйствам. В некоторых случаях, как, например, на особо охраняемых природных территориях (заказники, заповедники, национальные природные парки) установлен запрет на отстрел птиц. Если рыбадыное хозяйство расположено на такой территории – заказник водоплавающей дичи, как, например, ООО СХП Коломенский рыбадыхоз «Осёнка», где отстреливать хищных птиц запрещено, необходимо изыскивать иные способы сохранения рыбопродуктивности, ущерб которой наносят чайки и цапли [88]. Частыми паразитическими заболеваниями рыб, переносчики которых – рыбадыные птицы, являются ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммызы, лернеоз, оказывающие механическое и токсическое воздействие на организм рыбы. Птицы-ихтиофаги, используя прудовую рыбу в своей трофике, заражаются гельминтами, способными за 2-5 суток превратиться в половозрелых особей, далее они интенсивно откладывают яйца и погибают [83].

Необходимо подчеркнуть, что в личиночной стадии – плероцеркоид, ремнецы узкоспецифичны к выбору семейств и родов рыб. Чаще заражается молодёжь семейства карповых – карп, белый амур. Лигулез и диграммос обычно возникают у сеголетков, в них в течение года развивается инвазионная стадия гельминта. Массовое заражение объектов аквакультуры происходит в стоячих, малопроточных прудах и озёрах, в местах скопления рыбоядных птиц и моллюсков. Имея крупные размеры, как в случае ремнецов, достигающих в длину 100 см, шириной до 1,8 см, паразиты вызывают задержку роста и развития рыб, черви сдавливают внутренние органы, что приводит к их атрофии, особенно страдают гонады, нарушают нормальное функционирование, вызывают атрофию органов, снижают упитанность [51].

Половозрелый паразитический червь обитает в кишечники птиц-ихтиофагов, продуцирует яйца, которые в окружающей среде переходят в личиночные стадии, продолжают цикл развития в следующих видах веслоногих рачков: *C. victims*, *C. Furcifer*, *Cyclops strenuus*, *Acanthocyclops bicuspidatus*, *Mesocyclops oithonoides*, *Microcyclops gracilis*, *Eudiaptomus gracilis*, *Acanthodiptomus denticorais*, *Eudiaptomus graciloides*. Развитие в дефинитивном хозяине (чайки, цапли) происходит за 30-35 часов, после чего паразиты 2-4 дня продуцируют яйца и гибнут. На следующий сезон пруд зарыбляется невосприимчивыми к ремнецам видами рыб (сиговые, щука, судак) или карповыми (карп, белый амур, толстолобик), с учётом их возраста – не младше года. Мерой профилактики против гельминтозов для рыбхозов, в зоне расположения которых имеются естественные водоёмы или водотоки, являющиеся привлекательными для трофических целей птиц-ихтиофагов, является следующее: осенью необходимо полностью слить воду из нагульных и выростных прудов, их ложе подвергнуть обработке, хорошо себя зарекомендовала в этом деле негашеная (25 ц на 1 га) или хлорная (5 ц на 1 га) известь [49, 50].

Перевозить рыб семейства карповых из неблагоприятных зон по лигулезу или диграммосу, где они могут быть заражены гельминтами, допускается поздней осенью и зимой. При этом необходимо проводить визуальное и паразитологическое (вскрытие для обнаружения отероцеркоидов паразитов) обследование каждой

рыбы в партии, при обнаружении признаков заражения – вздутое и плотное брюшко, истощенность мышечной массы у 25 рыб в партии, предназначенной для перевозки, вся партия выбраковывается [46].

Для товарного рыбоводства в СНГ и РФ наибольшее эпизоотическое значение имеют трематоды: *Ichthyocotylurus variegatus*, *I. erraticus* (*T. intermedia*). Для трематоды *A. Cornu* дефинитивным хозяином является серая цапля, для трематоды *T. Diminuta*, *T. Percaefluviatilis*, *T. Communis* – чайка. В качестве дефинитивных хозяев для указанных трематод могут выступать и бакланы. Первыми промежуточными хозяевами этих паразитических червей являются пресноводные брюхоногие моллюски, вторыми или дополнительными хозяевами являются рыбы [45].

Развитие возбудителей ихтиокотиллюроза проходит со сменой хозяев. Распространённое заболевание у карповых рыб в Чехии, Дании, на юге РФ. Взрослые паразиты обнаруживаются в рыбоядных птицах (для *I. pileatus* – чайки, крачки, для *I. erraticus* – гагары, зимородки и др. Среди промежуточных хозяев первыми являются брюхоногие моллюски, вторыми – рыбы. Заражению подвергаются объекты аквакультуры (рыбы) в независимости от возрастной категории. При заражении рыба (часто это белый амур) резко худеет, нарушается плотность мышечной массы, снижается упитанность, рыба отстаёт в росте от здоровых сверстников. При запущенной форме заражения у рыб обнаруживается водянка перикардиальной, брюшной полостей. Место прикрепления гельминта воспалено, там со временем образуется капсула из соединительной ткани, кожа покрывается ранами. В случае, когда червь прикрепляется к почке нарушается водный обмен, гонаде – появляется паразитарная кастрация, то есть недоразвитие половой системы рыбы. Основной профилактической мерой против ихтиокотиллюроза являются своевременные мероприятия, позволяющие разорвать жизненный цикл паразита. Поскольку дефинитивный хозяин возбудителя ихтиокотиллюроза это птицы-ихтиофаги, борьба с паразитическим заболеванием должна базироваться на уничтожении в прудах моллюсков и минимизации поголовья рыбоядных птиц, осуществляющих питание на прудах рыбоводных хозяйств, о чем более подробно было изложено выше [42, 43].

Чайковые (дефинитивный хозяин) являются переносчиками диплостомоза, который вызывается метацеркариями трематод из семейства *Diplostomidae* [37, 38, 39]. В кишечнике птиц трематоды достигают половозрелости через 4-5 суток, активно выделяют яйца (до 5000 штук) и погибают в течение 1-2 месяцев. Промежуточными хозяевами для личиночных стадий трематод являются пресноводные моллюски *Lymnaea stagnalis*, *Radix ovata* и др. Дополнительными хозяевами являются рыбы. Места локализации метацеркариев – хрусталик, стекловидное тело оболочки глаза являются переносчиками диплостомоза, который вызывается метацеркариями трематод из семейства *Diplostomidae*, реже другие органы рыб, жизнеспособность метацеркариев 3-4 года. Наиболее подвержены инвазии форель, белый амур, толстолобик, карп. Необходимо подчеркнуть, что к диплостомозам не адаптированы личинки, мальков и сеголетки основных объектов отечественной аквакультуры – рыб семейства карповые. Цикл развития этого паразитического червя, как и у выше перечисленных гельминтов, включает прудовиков, встречающихся в рыбноводных хозяйствах всех зон рыбоводства, они есть в прудах каждого федерального округа РФ. Поэтому, потенциально неблагополучными по диплостомозу можно считать многие прудовые хозяйства РФ, тем более, если их посещают рыбацкие птицы – чайки, крачки, утки, крохали, зимородки [36]. Активная инвазия рыб происходит при температуре воды выше 10 °С. Важно знать, что с возрастом зараженность рыб увеличивается. Диплостомоз рыб часто именуют паразитической катарактой, которая встречается, чаще всего, у толстолобиков, что указывает на адаптированность паразитической личинки к толще воды [20].

Что касается взаимосвязи заражения рыб от экологических факторов среды, то, особое значение имеет температура, повышение которой пропорционально влияет на скорость развития паразита в прудовике. Длительность жизнедеятельности метацеркарий в моллюсках изучено недостаточно. Интенсивность инвазии зависит от количества прудовиков и наличия чаек на прудах, в момент созревания личиночных стадий паразита [21, 32, 33, 34].

Для борьбы с этим паразитическим заболеванием в III-VII зонах рыбоводства используют устойчивого к инвазии черного амура, годовиков карпа с плотностью

на 20 % выше нормы, трехлетков белого амура (по 20 особей на 1 га площади пруда). Устанавливают на водоподающем сооружении мелкочаеистые рыбосорозловители, для ограничения попадания моллюсков в рыбоводные пруды; производят наполнение прудов водой с температурой ниже 8 °С и 18 дней поддерживают этот режим. Отдельные профилактические мероприятия посвящены отстрелу или отпугиванию рыбацких птиц от этих водоёмов [24].

Среди чайковых распространены лигулидозы, которые вызываются личинками (плероцеркоидами) ремнецов, относящихся к семейству *Ligulidae*. Наибольшую опасность представляют лигулёз и диграммоз, возбудителем которых являются *Ligula intestinalis* и *Digramma interrupta* соответственно. Среди промежуточных хозяев этих инвазий необходимо назвать низших ракообразных – циклопы и диаптомусы, дополнительными хозяевами являются рыбы, в брюшной полости которых, через 8-12 месяцев развиваются, напоминающие половозрелых ремнецов плероцеркоиды и сохраняют жизнеспособность до 3-х лет [57].

Цаплевые (дефинитивный хозяин) являются переносчиками постодиплостомоза, который вызывается метацеркариями дигинетического сосальщика из семейства *Diplostomidae*. Болезнь широко распространена преимущественно у карповых (зараженность от 8 до 100 %). Цаплевые и баклановые (дефинитивный хозяин) являются переносчиками дилепидоза, который вызывается паразитированием личиночной стадии плероцеркоидами ленточных гельминтов из отряда *Cyclophyllidae*. Первыми промежуточными хозяевами являются низшие ракообразные, используемые рыбами в качестве питания, это *Acanthodiptomus*, *Cyclops strenuus*, *Eudiptomus gracilis* и др. Плероцеркоиды локализуются на слизистой оболочке желчного пузыря карповых рыб (дополнительных хозяев), а цестоиды – в кишечнике у дефинитивных хозяев. При интенсивной инвазии молодь истощается, не переносит зимовку и погибает. В желчном пузыре у карповых рыб паразитируют личинки ленточных гельминтов *Dileps umlateralis* и *Valipora campylancristrota* из семейства *Dilepididae* [27].

В Дании и Финляндии над выростными прудами натягивают специальные капроновые сетки, в озерных хозяйствах США, для защиты молоди от хищников,

используют искусственные укрытия, где сеголетки оказываются недоступными для врагов. Существующие защитные меры отпугивания птиц от прудовых хозяйств недостаточно эффективны, что делает актуальной разработку иных технологий регламентации воздействия хищников, действующих как условные сигналы через слух или зрение. Такой подход к проблеме регулирования численности рыбадных птиц, трофическим ареалом которых являются товарные и выростные пруды, позволит без ущерба для популяции этих хищников, решить вопрос минимизации экологического и рыбопродуктивного ущерба, наносимого ими рыбоводным хозяйствам [90].

Таким образом, в заключение можно резюмировать следующее: хищные птицы-ихтиофаги уничтожают значительную часть рыбы в выростных и товарных прудах, нанося экономический ущерб рыбоводству; являются переносчиками гельминтозов. Регулирование численности рыбадных птиц, лишь путем их отстрела, является малоэффективным методом сохранения продуктивности прудовых хозяйств, так как подобная биотическая мелиорация может нарушить сложные и многосторонние биоценотические связи, привести к отрицательному эффекту. Рыбоводные хозяйства проводят профилактические мероприятия по недопущению скоплений рыбадных птиц и их гнездований, для этого выкашивается около береговая зона от травы, периодически используются газовые пушки в качестве отпугивающих птиц, в основном, чаек, зимородок средств. В случае обнаружения зараженности сеголетков ремнецами водоём, где они содержатся, признаётся неблагополучным. По нашему мнению, необходимо проводить научные эксперименты по повышению резистентности рыб к гельминтозам, поиску показателей биотестирования устойчивости объектов аквакультуры к заболеваниям, переносчиками которых являются рыбадные птицы.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы исследований. В настоящее время в государственный реестр селекционных достижений РФ по аквакультуре внесено не так много достижений – порядка 50, по карпу – 20. Отсюда, важно привести историю самого лучшего успеха в аквакультуре средней полосы России – выведение парской породы карпа. Селекционная работа началась практически с организацией рыбхоза «Пара», который введен в эксплуатацию в 1933 году. В 50-е годы под руководством К.А. Головинской начали целенаправленно отрабатывать селекционно-племенные технологии. Много сил и средств было вложено в выведение породы, фактически, она была утверждена в 1999 году.

Объекты исследований. Рыбы семейства карповые (*Cyprinidae*): карп (*Cyprinus carpio L.*), толстолобик белый (*Hypophthalmichthys molitrix*), толстолобик пестрый (*Hypophthalmichthys nobilis*), амур белый (*Ctenopharyngodon idella*).

Предмет исследований. Интенсификация прудовой аквакультуры посредством выбора исходных форм рыб семейства карповые.

Среди карпов парская порода карпа прудового *Cyprinus carpio L.* (рисунок 1), создана путем селекции в рыбхозе «Пара» Рязанской области, при участии ФГУП ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства. В середине 50-х годов была произведена целенаправленная селекция на повышение плодовитости гибридов карпа с амурским сазаном. С 1975 года, когда была создана во ВНИИПРХ лаборатория биотехники производства рыбопосадочного материала, в рыбхозе «Пара» возобновилась деятельность по выращиванию сеголетков карпа. Внедрение разработанной технологии в рыбхозе «Пара» (рисунок 2) позволило довести рыбопродуктивность выростных прудов до 23 ц/га при нормативной массе сеголетков карпа.

Высоко акклиматизированный, устойчивый к заболеваемости, относится к семейству карповые, используется для интенсификации прудовой аквакультуры. Карп имеет высокую скорость роста и быстро достигает товарных показателей. С

органолептической позиции, мясо карпа имеет хорошие вкусовые качества, приемлемые показатели белково-липидной структуры мышечных волокон, что делает эту рыбу востребованной на потребительском рынке у населения страны.



Рисунок 1 – Карп парской породы



Рисунок 2 – Исследование карпов в рыбноводном пруде



Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*). Это растительноядная стайная рыба. Дикая форма этой пелагической ихтиофауны обитает в бассейне Амура, встречается в водотоках и водоемах Тайваня, Китая, Тайланда.

Археологи находят подтверждение того, что уже с двенадцатого века эта рыба осознанно использовалась человеком в рыбоводстве. Что неудивительно, так как толстолобик неприхотлив в содержании, достаточно устойчив к заболеваниям, не требует больших финансовых затрат на кормление, при этом имеет преимущественно нежирное мясо с высоким содержанием протеина.

В советский период толстолобик использовался как объект аквакультуры в качестве мелиоратора водохранилищ и естественных водоемов приднестровья, в низовьях Волги, не обошел Терек, Дон, Днепр, Кубань, использовался на Аральском море. Толстолобика можно использовать в различных природных условиях, он хорошо используется во всех зонах рыбоводства России, в ряде случаев у толстолобиков используют естественный нерест, в других – искусственную репродукцию.

В крупных реках при благоприятных естественных условиях (25 °С) нерест происходит в июне-июле, получают пелагическую икру, которая развивается на течении несколько суток. Рост и развитие толстолобика идет в течение 5-ти лет, средняя длина тела в среднем составляет 1 м при массе 38-43 кг. Зимовать толстолобик предпочитает в подводных ямах.

Белый толстолобик – голова большая, с крупными глазами, расположенными несколько ниже поперечного рта, обрамленного объемными губами; тело длинное, вытянутое, плотное, сверху выпуклое, по бокам сжатое, покрыто плотным слоем мелкой чешуи цвета серебра, от сюда его еще называют «серебристый». Основу трофики этих рыб составляет фитопланктон (микроскопические водоросли), в возрасте мальков они поедают и зоопланктон. Изучение трофической функции белого толстолобика показало наличие у этих рыб эффективной адаптации пищеварительного тракта к растительноядному питанию, преимущественно естественными обитателями рыбоводных прудов – водорослями и другими мелкими растениями. От

сюда в прудовых хозяйствах оправдано использование белого толстолобика в поликультуре, где он не является основной товарной рыбой.

Приспособленность толстолобиков к растительной пище доказывается прямым проксимо-дистальным градиентом ферментативной активности полостных и мембранных гидролаз вдоль кишечного тракта. Это обеспечивает возможность расщепления мембран протококковых и диатомовых водорослей. Такой тип питания, при условии обеспечения рыб необходимым количеством фитопланктона, оказывает положительное воздействие на ростовые особенности изучаемых объектов аквакультуры, их физиологическое состояние, устойчивость к заболеваниям и воздействию экологических факторов. Однако, именно эта биохимическая особенность кишечного тракта толстолобика не дает возможность рыбам усваивать комбикорм в полном объеме за счет снижения переваримости органических составляющих.

Необходимо отметить, что по биохимическим показателям зеленые водоросли обладают высокой кормовой ценностью: 60 % белка (в сухом веществе); 2,5-5,2 % жиров, до 30 % углеводов, присутствуют тиамин, никотиновая и аскорбиновая кислоты. В составе белков синезеленых водорослей обнаружено 19 аминокислот, причем до 33 % из них незаменимые. Усвояемость сырого протеина и нейтральных липидов синезеленых водорослей белым толстолобиком (в двухлетнем возрасте) составляет в среднем 66 %. Сеголетки усваивают 18 % углеводов зеленых водорослей, протеина на 43 %, минеральных солей 11 %, азота общего 48 %, фосфор общий используется мальками практически полностью. При достаточном количестве зеленых водорослей в водоемах, где содержат сеголетков среднесуточный прирост рыб массой 50-52 г за 30 дней достигал 1,7 %, при кормовом коэффициенте 2; у двухлеток и трехлеток белого толстолобика, ожидаемая прибавка в массе рыб за один сезон составляет 272-310 г и 510-625 г; при том, что в росте рыба прибавит в среднем 18 см и 15 см соответственно.

Толстолобики принадлежат к безжелудочным рыбам, имеющим кишечник в виде недифференцированной трубки в которой располагаются железистые бокаловидные клетки, выделяющие ферментативную слизь. Кишечник у толстолобиков

плотно укладывается между лопастями печени, так компенсируется его длина, что позволяет обеспечить необходимую эффективность сорбционного процесса.

Таким образом, белый толстолобик обладает важным для рыбоводных хозяйств качеством, он обеспечивает мелиорацию водоёмов. У этой рыбы ротовой аппарат цедильного типа, что позволяет толстолобику профильтровывать воду с фитопланктоном, одновременно, обеспечивая себя пищей и очищая водоем. Сестрофания толстолобиков минимизирует массовую форму водорослей, которая обуславливает «цветение» водохранилищ.

В этот период в водоеме возникает большое количество трофического материала для толстолобиков. Увеличение объема фитопланктона в рыбохозяйственных прудах, рост его массы, лишь кратковременно изменяет суточный рацион изучаемых рыб, которые весьма стабильны в количественном потреблении пищи.

Противоположную реакцию вызывает прогревание воды свыше 25 °С, этот процесс способствует увеличению суточного рациона толстолобиков в 1,6 раза, при этом переваримость белков и углеводов снизилась, липидов – повысилась.

Пестрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*) так же именуемый южный или азиатский большеголов. Является высоко перспективным объектом районирования для прудового тепловодного разведения и выращивания. В уловах учитывается вместе с близкородственным видом – белый толстолобик. Естественным местообитанием этого вида карповых являются реки Дальнего Востока, в начале 50-х годов проник в бассейн реки Амур из китайских рыбхозов, расположенных на реках Янцзы, Сунгари. Был эффективно внедрен в качестве объекта аквакультуры в рыбопромысловых хозяйствах европейской части бывшего советского союза, на Волге, Пруте, Днепре, Днестре, Доне, Тереке, Кубани, Амударье, Сырдарье, в части этих водоемов размножается в естественных условиях. Приспособлен к использованию на теплых водах северных АЭС, ГРЭС, ТЭЦ.

Для аквакультуры пестрый толстолобик представляет широкий интерес с середины 60-х годов, когда эту рыбу в качестве товарного объекта завезли в Узбекистан в рыбхоз «Калган-Чарчик». В 1996 году рыбоводы выловили пестрого толстолобика весом 51 кг. Постепенно этот вид толстолобика адаптировался в низовьях

рек, впадающих в теплые моря – Азовское, Каспийское, Аральское и Черное. Благодаря работе рыбоводов пестрый толстолобик был районирован в европейской части бывшего советского союза. Серебристый толстолобик является мелиоратором водоемов, так как основным составляющим его питания является фитопланктон, детрит, в определенные периоды жизни, зоопланктон. Меньшая избирательность в поедании планктонных организмов, по сравнению с белым толстолобиком, связана с разницей в строении жабр этих двух представителей карповых рыб. У пестрого, в отличие от белого толстолобика, жаберные тычинки (в норме их 280-300 штук) не имеют сросшихся поперечных перемычек, образующих «сито», в связи с чем он может себе позволить разнообразить объекты планктона, которые употребляет в пищу.

Форма тела идентична с белым толстолобиком, глаза низко посажены, однорядные глоточные зубы, на крупной голове хорошо выраженный широкий лоб, на брюшной стороне тела, между анальным отверстием и брюшными плавниками, есть образование, напоминающее киль, плавники и хвостовой стебель длинные. Окраска темная, с возрастом появляются по бокам темные пятна различной формы. Особенностью сеголеток пестрого толстолобика является золотистая окраска боков.

В аквакультуре максимальные размеры тела азиатского большеголова достигают в среднем длиной 150 см и массой до 35 кг в европейской части России, 50 кг в условиях Туркменистана и Узбекистана. По условиям кормления и содержания мало отличается от белого толстолобика. В летний сезон способен питаться и фитопланктоном, в осенний период в трофике отдает предпочтение растительноядной пище, основой которой становятся синезеленые водоросли.

В зонах с теплыми климатическими условиями половозрелость наступает в возрасте четырех лет, рыба при этом должна достигнуть следующих ростовых показателей: длина тела не менее 82 см, масса больше 8,2 кг, в Индии и на Кубе созревает в двухлетнем возрасте, в условиях Подмосковья, в средней полосе России

средний возраст наступления половой зрелости составляет 5 лет. Нерестится гораздо позже белого толстолобика, дожидается подъема воды в конце мая, начале июня.

Абсолютная плодовитость пестрого толстолобика достигает при оптимальной температуре 24 °С 920 тыс. икринок, средняя – 630 тыс. икринок при температуре не ниже 18,5 °С. Придонно-пелагическая икра выметывается самкой пестрого толстолобика несколькими порциями.

По качеству мяса пестрый толстолобик несколько превосходит белого, хотя оба вида замечательно подходят для диетического питания.

Структура мышц толстолобиков имеет особую структуру соединительной ткани, в которой в среднем в 5,3 раз меньше эластина, чем в мышечной ткани животных, поэтому толстолобик включен в диетический рацион людей, у которых обнаруживаются проблемы в работе желудочно-кишечного тракта – повышенная кислотность, гастрит и т.д. Среди липидной фракции мышц толстолобика в среднем 20 % ненасыщенных жирных омега кислот, что незаменимо при профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Белый амур (*Stenopharyngodon idella*) – травоядная рыба, являющаяся актуальным объектом аквакультуры, так как отличается быстрым ростом при выращивании его в поликультуре с другими карповыми. При этом белый амур не конкурент по кормовой базе.

Белый амур является аборигенным обитателем реки Амур, стайная мигрирующая рыба, которая в зимний период предпочитает находиться в русле реки, прячась в придонных ямах. В летнее время, являясь классическим стенофагом, предпочитает прибрежные зоны рек, что обеспечивает трофическую потребность в высшей водной растительности.

Сеголетки белого амура, нуждаясь в кальции и фосфоре, с удовольствием потребляют в пищу коловраток и иных мелких ракообразных. В 60-е годы XX века был акклиматизирован к водоемам европейской части бывшего советского союза, после чего стал распространен в Волге, Енисее и других пресноводных реках, где есть для него благоприятные условия. Основные естественные нерестилища этой

рыбы – реки Сунгари, Уссури, озеро Ханка, нижнее течение, Дона, Волги и Днепр-Бутский лиман. Белый амур неприхотлив при выращивании его в теплых водах ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, что делает возможности по его использованию в качестве объекта товарного рыбоводства гораздо шире.

Кроме того, белый амур, являясь естественным биологическим мелиоратором, является незаменимым в рыбных прудовых хозяйствах, которые периодически используют эту рыбу в борьбе с переизбытком высшей водной растительности.

Белый амур обладает длинным компактным сжатым с боков трубковидным телом, покрытым плотным слоем очень мелких чешуек одного размера, кроме 45-50 чешуек средней линии, они хорошо заметны и отличаются чуть большей величиной; на голове (средних размеров) за широким лбом располагается полунижний рот с двурядными пилообразными зубами, глаза с темно-золотистой радужкой, по бокам головы – жабры, в которых обнаруживаются от 12 до 18 коротких, редко расположенных жаберных тычинок.

Средняя масса взрослой рыбы может достигать 40-42 кг при длине тела 120-125 см. Белый амур характеризуется высокими ростовыми качествами. Половая зрелость наступает в возрасте 9 лет при том, что тело к этому времени в длину достигает 70-75 см. Пелагическая икра (диаметр икринки в момент вымета составляет 1,2-1,4 мм, после – до 4,5-4,7 мм) выбрасывается порциями, развивается в течение трех дней, после чего выходит личинка длиной 6,5-7,1 мм, при достижении длины в 3-5 см они переходят на растительный корм. Плодовитость белого амура в аквакультуре в среднем составляет 850-870 тысяч икринок.

Окраска неоднородная, спина встречается по цвету зеленовато- или желтовато-серых оттенков, бока рыбы темно-золотистые, брюхо – бурое, темно-серое или белое; плавники: спинной, хвостовой темного окраса, тогда как анальный, брюшные, грудные – гораздо светлее.

Наиболее востребованными среди населения в качестве товарной рыбы являются двухлетки белого амура, в это время они достигают веса в среднем 3-5 кг. В качестве пищевого продукта белый амур имеет высокую ценность, так как в его мышцах содержится до 7 % липидов.

Исходя из анализа состояния товарного рыбоводства Российской Федерации, в настоящее время, необходимо акцентировать внимание хозяйств, сферой деятельности которых является аквакультура, на внедрении в работу племенного плана для сохранения, преумножения, разведения и селекции растительноядных рыб. Исходя из проанализированных биологических и биотехнологических особенностей растительноядных рыб, в современной аквакультуре должны стать востребованными пестрый толстолобик, гибриды белого и пестрого толстолобика и белый амур, обладающие высокими темпами роста, неприхотливыми к условиям содержания и кормления, широким спектром акклиматизационных и адаптационных возможностей.

Методы исследований. Исследования выполнялись в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ), в научно-образовательном центре аквакультуры и рыбоводства, в рамках тематических планов-заданий на выполнение научно-исследовательских работ по заказу министерства сельского хозяйства Российской Федерации за счет средств федерального бюджета на 2018 год по темам: «Разработка технологии выращивания крупного посадочного материала карпа», «Исследование ущерба, наносимого рыбоводным хозяйствам рыбадыными птицами и разработка мер по регулированию их численности». В работе анализировали данные выращивания различных гибридов в рыбоводных хозяйствах, входящих в состав ассоциации «Государственно-кооперативное объединение рыбного хозяйства (Росрыбхоз)»: СХ ЗАО Коломенский рыбхоз «Осёнка» Коломенского района Рязанской области (директор М.В. Уклейкин, главный рыбовод С.Н. Боровик), племенной репродуктор ООО «Слободская Сагва» Ростовской области г. Семикаракорск (директор А.И. Мандрыка, управляющий ассоциации «Большая рыба» А.Л. Ершов).

Для исследований, связанных с рыбадыными птицами использовали «Методические рекомендации по комплексному маршрутному учёту птиц» [77]; патенты для отпугивания птиц [105, 106] и заявку на полезную модель [104]. Для оценки работы с ремонтно-маточными стадами карпов при оптимизации площади прудов

анализировали качество поверхностных вод в прудовых хозяйствах и в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ), в которой так же проводили эксперимент. Поверхностные воды и донные отложения прудов, а также вода в УЗВ исследовались по показателям, определяющим благоприятную среду для роста и развития рыб. Для исследования донных отложений использовали ПНФ 16.1:2:2:2.48-06 для цинка, кадмия, свинца и меди, нефтепродуктов ПНД Ф 16.1:2.2.22-98; поверхностных вод и вод в УЗВ: ПНДФ 14.1:2.48-96, 14.1:2:4.222-06 (медь), ПНДФ 14.1:2.60-96, ПНДФ 14.1:2:4.222-06, РД 52.24.516-2005 (цинк), ПНДФ 14.1:2.50-96, РД 52.24.358-2005 (железо), ПНДФ 14.1:2.103-97 (марганец).

Также исследовали воду на биологическое потребление кислорода ПНДФ 14.1:2:3:4.123-97 (БПК<sub>5</sub>) и химическое потребление кислорода ХПК ПНДФ 14.1:2.100-97 (ХПК), количество взвешенных веществ определяли согласно ПНДФ 14.1:2.110-97; РД 52.24 468-2005; сухого остатка ПНДФ 14.1:2.114-97; ПНДФ 14.1:2.96-97, РД 52.24.402-2005 (хлорид-ион), ГОСТ 4389-72, ПНДФ 14.1:2.159-2000 (сульфат-ионы); РД 52.24.382-2005 (фосфат-ионы), ПНДФ 14.1:2.1-95 (ионов аммония); ПНДФ 14.1:2.3-95, РД 52.24.381 (нитрит-ионы); ПНДФ 14.1:2.4-95 (нитрат-ионы); ПНДФ 14.1:2.5-95 (нефтепродукты); ПНДФ 14.1:2.15-95 (аммонийные поверхностно-активные вещества (аПАВ)); ПНДФ 14.2.99-97 (гидрокарбонат-ионы); ПНДФ 14.1:2.105-979 (фенолы).

С целью оценки эффективности применения гетерозиса при производстве гибридов карпа для определения лучших сочетаний исходных пород и оптимизации племенного плана по работе с карпом в расчетах использовали данные контрольных обловов сеголетков, сравнивали различных гибридов карпов, разводимых в хозяйствах в настоящее время. Анализировали постановку скрещиваний в нескольких комбинациях по парской породе: ♀♀ отводок М × ♂♂ отводок УМ; ♀♀ отводок УМ × ♂♂ отводок М; ♀♀ отводок УМ × ♂♂ отводок С; ♀♀ отводок М × ♂♂ отводок С. Сравнивали показатели: навеска (г), рыбопродуктивность (ц/га).

Оптимизацию племенной работы с карпом осуществляли на основе гибридизации, массового отбора, а также создания оптимальных условий для содержания



производителей и ремонтного стада, и организации промышленного скрещивания, позволяющего избежать вредные последствия инбридинга.

Основным методом селекции был массовый отбор на повышение плодовитости при заводском методе воспроизводства и по массе рыбы. А основным показателем отбора была его напряженность (1):

$$V = \frac{n \times 100}{N}, \quad (1)$$

где N и n – количество рыб до и после отбора.

Кроме того, использовался селекционный дифференциал (S) – различия между отобранными и выращенными особями по средней массе рыб (г).

Для выявления индикаторных показателей резистентности карпов к лернеозу, вызываемому веслоногим рачком и болезням от ихтиофагов (ихтиокотиллюроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммы), анализировали динамику лизоцима, гемагглютинаина; выпадение в лимфоцитах осадка из крупных гликогеновых гранул, мелких полисахаридных включений; количество лимфоцитов с микроядрами. Исследования иммуноферментного статуса рыб проводили весной и летом 2017-2018 годов (март-август), цитоморфологические анализы лимфоцитов в течение II–III кварталов в лаборатории ветеринарно-санитарной и экологической экспертизы факультета ветеринарной медицины и биотехнологии.

На устойчивость к болезням анализировали сеголетков чешуйчатого и разбросанного карпов [78]. В качестве источника инвазии использовали больную лернеозом рыбу (n = 30, по 10 особей на экспериментальную группу) карась золотой, изъятую из природного водоема. Маркером для биотестирования устойчивости (на примере лернеоза) сеголетков рыб, были приняты показатели гемагглютинаина и лизоцима в туловищных почках карпов.

Исследовали устойчивость к распространенным заболеваниям сеголетков и двухлетков внутривидовых групп карпа. Формировали следующие опытные группы: 1-ая – сеголетки чешуйчатого карпа на примере туловищной почки, без возбудителя (n=15); 2-ая – сеголетки чешуйчатого карпа на примере туловищной почки, с возбудителем (n=15); 3-ая – сеголетки чешуйчатого карпа на примере го-

ловной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 4-ая – сеголетки чешуйчатого карпа на примере головной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 5-ая – сеголетки чешуйчатого карпа на примере селезенки, без возбудителя ( $n=15$ ); 6-ая – сеголетки чешуйчатого карпа на примере селезенки, с возбудителем ( $n=15$ ); 7-ая – сеголетки голого карпа на примере туловищной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 8-ая – сеголетки голого карпа на примере туловищной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 9-ая – сеголетки голого карпа на примере головной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 10-ая – сеголетки голого карпа на примере головной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 11-ая – сеголетки голого карпа на примере селезенки, без возбудителя ( $n=15$ ); 12-ая – сеголетки голого карпа на примере селезенки, с возбудителем ( $n=15$ ); 13-ая – двухлетки чешуйчатого карпа на примере туловищной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 14-ая – двухлетки чешуйчатого карпа на примере туловищной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 15-ая – двухлетки чешуйчатого карпа на примере головной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 16-ая – двухлетки чешуйчатого карпа на примере головной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 17-ая – двухлетки чешуйчатого карпа на примере селезенки, без возбудителя ( $n=15$ ); 18-ая – двухлетки чешуйчатого карпа на примере селезенки, с возбудителем ( $n=15$ ); 19-ая – двухлетки голого карпа на примере туловищной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 20-ая – двухлетки голого карпа на примере туловищной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 21-ая – двухлетки голого карпа на примере головной почки, без возбудителя ( $n=15$ ); 22-ая – двухлетки голого карпа на примере головной почки, с возбудителем ( $n=15$ ); 23-ая – двухлетки голого карпа на примере селезенки, без возбудителя ( $n=15$ ); 24-ая – двухлетки голого карпа на примере селезенки, с возбудителем ( $n=15$ ).

В исследованиях определяли два фактора, характеризующие состояние иммунной системы – динамику гемагглютининов и системы неспецифической инактивации патогенов – лизоцима. Иммунофизиологические исследования проведены по количественному анализу гуморальных факторов резистентности в органах и тканях рыб. Метод диффузно-гелевый проведен в соответствии с методическими указаниями по использованию метода серийных разведений (титрование).

Для определения цитохимических, цитоморфологических, иммуноферментных показателей для биотестирования карпов на устойчивость к лернеозу формировали две группы: разбросанный карп (группа 1), чешуйчатый карп (группа 2). В каждой группе использовали по 50 сеголетков.

Для получения контрольных значений были созданы группы-аналоги (по 25 особей в каждой), которые помещались отдельно от зараженных рыб, чтобы исключить инвазию. Показатели иммуноферментного анализа по гемагглютининому и лизоциму в туловищных почках сеголетков из контрольной группы были приняты за эталонные значения для здоровых по изучаемой инвазии рыб.

Для выявления цитохимических (Шик-реакция) и цитоморфологических показателей («хвостатые ядра», «ядра с мостами», микроядра), используемых для биотестирования рыб на предрасположенность к болезням, исследования проводили в тех же экспериментальных группах, что и для иммуноферментного анализа. Мазки крови экспериментальных рыб фиксировали не позднее, чем через сутки после приготовления, а окрашивали не позже 2-3 недель. Для фиксации применяли абсолютный этиловый спирт (15-20 мин). Мазки вынимали пинцетом и по одному устанавливали в вертикальном положении на лист фильтровальной бумаги, фиксирующую жидкость выливали в банку с притертой пробкой. Фиксированные мазки сушили в термостате при  $t=37$  °С, так как при медленной сушке притягивается влага, что неблагоприятно сказывается на последующей окраске. Окраску мазков для цитоморфологических исследований лимфоцитов рыб производили по методу Романовского-Гимза. Раствор готовили, используя заводскую жидкую краску. Рабочий раствор готовили из расчета полторы-две капли краски на 1 мл дистиллированной воды (кислотность нейтральная). Препараты (предварительно смоченные в дистиллированной воде) окрашивали в специальных гематологических ванночках. Время окраски 20 минут, далее контролировали под малым увеличением микроскопа. Хорошо отмытый в дистиллированной воде мазок высушивали в вертикальном положении 3 суток. Затем на несколько секунд погружали в 96 %-ный этанол для лучшей дифференциации ядра. Для определения частоты встречаемости ано-

малый ядер – лимфоцитов с «хвостатыми ядрами», «ядрами с мостами» и микро-ядер, определяли в выборках из 500 лимфоцитов. Для определения частот встречаемости лимфоцитов с аномальными ядрами использовали по 3 препарата от каждой рыбы. Не учитывались малые лимфоциты, а также лимфоциты, расположенные на периферии мазков. Перечисленные аномалии регистрировали в том случае, если лимфоцит не имел признаков дегенерации и повреждений, а его цитоплазма была ровной округлой формы.

Оценку роста и развития карпов (рисунок 3) проводили по общепринятым рыбоводно-хозяйственным показателям (навеска, относительный и абсолютный прирост).



Рисунок 3 – Карп, выращенный в условиях УЗВ научно-образовательного центра аквакультуры (НОЦ) ФГБОУ ВО РГАТУ

Данный экземпляр наблюдается в НОЦ в течение полутора лет, достаточно подвижный при нахождении в бассейне, активно питается, дал высокую прибавку в ростовых показателях, рыба абсолютно здоровая, чешуя гладкая, мышечная масса плотная, что указывает на адаптивность рыбы к условиям УЗВ.

Исследования проводили в рыбоводных прудах Коломенского рыбхоза «Осёнка» (рисунок 4).



Рисунок 4 – Рыбоводный пруд рыбхоза «Осёнка»

В каждый лоток в первой серии было посажено по 100 тысяч личинок карпа. Во второй серии было посажено по 50 тысяч личинок, причем, во втором случае это были чистопородные (М и УМ группы), а в первой серии это были гибриды F<sub>1</sub>. Контроль за гидрохимическим режимом проводили каждые 1-2 часа. Температуру воды поддерживали на уровне 25-26 °С. Содержание кислорода поддерживали на уровне 7-8 мг/л. Кормили личинок каждый час с 6.00 до 20.00.

Оценка экстерьера растительноядных рыб семейства карповые проводилась по общепринятым методикам. Промеры взяты у племенных белых амуров, белых и пестрых толстолобиков.



Рисунок 5 – Кормление желтком личинок карпа в мини-УЗВ

Оценку экстерьера рыб проводили по общепринятым методикам (Правдин и др., 1966). При выполнении промеров определяли длину тела ( $l$ ) – от начала рыла до конца чешуйчатого покрова или до начала лучей хвостового плавника, наибольшую высоту ( $H$ ) и максимальный обхват тела ( $O$ ). Определяли и высоту тела (от брюха до высшей точки спины).

Кроме того, определяли живую массу ( $P$ ) рыб.

Для индивидуального взвешивания и измерения без выбора брали по 100 экземпляров.

На основании взвешивания и промеров рассчитывали индекс высокоспинности (прогонистости): ( $K_H = \frac{l}{H}$ ), коэффициенты обхвата тела

$$(K_O = \frac{O}{l}), \text{ упитанности по Фультону } (K_V = \frac{P}{l^3}) \quad (2)$$

Обработка статистических результатов проводилась по общепринятым методам (Плохинский, 1969; Ивантер, Коросов, 2011; Грачев, 2012 и др.).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Экологическая составляющая современного карповодства

##### 3.1.1. Оптимизация площади и гидрохимических показателей

##### прудов для интенсификации аквакультуры

При оценке экологического состояния поверхностных вод и донных отложений в прудах, используемых для выращивания рыбы, выявлены следующие типы прудов:

1 тип – в донных отложениях цинка  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ , кадмия  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , свинца  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $1,0 \text{ мг/дм}^3$ ; в поверхностных водах БПК<sub>5</sub>  $3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , ХПК  $18 \text{ мг/дм}^3$ , взвешенных веществ  $3 \text{ мг/дм}^3$ , сухого остатка  $423 \text{ мг/дм}^3$ , хлорид-ионов  $25 \text{ мг/дм}^3$ , сульфат-ионов  $62 \text{ мг/дм}^3$ , фосфат-ионов  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ , аммония-ионов  $0,6 \text{ мг/дм}^3$ , нитрит-ионов  $0,07 \text{ мг/дм}^3$ , нитрат-ионов  $6 \text{ мг/дм}^3$ , нефтепродуктов  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ , фенолов  $0,002 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $0,002 \text{ мг/дм}^3$ , цинка  $0,007 \text{ мг/дм}^3$ , железа  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ , марганца  $0,06 \text{ мг/дм}^3$  (таблица 1);

2 тип – в донных отложениях цинка  $38 \text{ мг/дм}^3$ , кадмия  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , свинца  $4 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $3 \text{ мг/дм}^3$ ; в поверхностных водах БПК<sub>5</sub>  $3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , ХПК  $21 \text{ мг/дм}^3$ , взвешенных веществ  $127 \text{ мг/дм}^3$ , сухого остатка  $763 \text{ мг/дм}^3$ , хлорид-ионов  $149 \text{ мг/дм}^3$ , сульфат-ионов  $190 \text{ мг/дм}^3$ , фосфат-ионов  $1,6 \text{ мг/дм}^3$ , аммоний-ионов  $0,6 \text{ мг/дм}^3$ , нитрит-ионов  $0,3 \text{ мг/дм}^3$ , нитрат-ионов  $60 \text{ мг/дм}^3$ , нефтепродуктов  $0,04 \text{ мг/дм}^3$ , аПАВ  $0,03 \text{ мг/дм}^3$ , фенолов  $0,002 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $0,006 \text{ мг/дм}^3$ , цинка  $0,013 \text{ мг/дм}^3$ , железа  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , марганца  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ ;

3 тип – в донных отложениях цинка  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ , кадмия  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , свинца  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $1,0 \text{ мг/дм}^3$ ; в поверхностных водах БПК<sub>5</sub>  $4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , ХПК  $29 \text{ мг/дм}^3$ , взвешенных веществ  $22 \text{ мг/дм}^3$ , сухого остатка  $250 \text{ мг/дм}^3$ , хлорид-ионов  $10,8 \text{ мг/дм}^3$ , сульфат-ионов  $35,8 \text{ мг/дм}^3$ , фосфат-ионов  $0,086 \text{ мг/дм}^3$ , аммоний-ионов  $0,38 \text{ мг/дм}^3$ , нитрит-ионов  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ , нитрат-ионов  $0,4 \text{ мг/дм}^3$ , нефтепродуктов  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ , аПАВ  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $0,002 \text{ мг/дм}^3$ , цинка  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ , железа  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ , марганца  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ .

Таблица 1 – Типы поверхностных вод и донных отложений, используемых для выращивания рыб

Показатели	единицы измерения	ПДК	тип поверхностных вод		
			1	2	3
			поверхностные воды мг/дм <sup>3</sup>		
медь	мг/дм <sup>3</sup>	1,0	0,002	0,002	0,002
цинк	мг/дм <sup>3</sup>	1,0	0,004	0,013	0,005
железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,11	0,17	0,14
марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,005	0,06	0,05
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2	2,8	2,7	4,1
ХПК	мг/дм <sup>3</sup>	15	16,0	21,2	28,6
взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	0,25-0,75 к фону	3	127	21,6
сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>		386	763	250
хлорид ион	мг/дм <sup>3</sup>	300	25,3	149,2	10,8
сульфат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	100	61,3	190,1	35,8
фосфат ион (по Р)	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,133	1,55	0,086
аммоний-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,62	0,62	0,36
нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,057	0,279	0,02
нитрат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	40	5,66	60,1	0,35
нефтепродукты (суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,02	0,043	0,02
фенолы	мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,002	0,002	0,002
аПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,015	0,025	0,015
гидрокарбонат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	-	242,5	-	-
			донные отложения, мг/дм <sup>3</sup>		
цинк	мг/дм <sup>3</sup>		1,5	38	4,2
кадмий	мг/дм <sup>3</sup>		0,1	0,1	0,1
свинец	мг/дм <sup>3</sup>		0,5	3,8	1,3
медь	мг/дм <sup>3</sup>		1,0	3,3	1,0
нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>		50,1	116,2	154,2



Экологический мониторинг площади и гидрохимических показателей прудов необходим для интенсификации аквакультуры. Для достижения оптимального гидрохимического состава прудов летом в рыбоводных прудах необходимо своевременно проводить мелиоративные работы, обогащать удобрениями, поддерживать в воде рН и концентрацию кислорода в пределах 5 мг/л, в рацион вводить сбалансированный комбикорм с протеином животного происхождения не менее 20 %, учитывать рыбоводные технологии в зависимости от направленности стада – ремонтное, маточное.

Для контроля состояния объектов аквакультуры не реже одного раза в месяц необходимо проводить контрольные обловы. Результаты летнего нагула складываются из следующих критериев: количество экземпляров (без тех, у которых обнаружены уродства, травмы, болезни); средняя штучная масса и прирост; воспроизводительная способность (гистологический анализ гонад).

По показателям гидрохимического состава воды в прудах необходимо строить прогноз на использование рыбы в нерестовую кампанию. Для того, чтобы провести суммарную оценку классности карпов, составляющих разновозрастное ремонтное стадо, необходимо воспользоваться методом случайных выборок, а именно, при осеннем облове учитывать показатели от 100 сеголетков или в группе, где выловлено по 50 особей двухлеток (трехлеток).

Важным критерием успеха при содержании племенных карпов является соблюдение плотности посадки рыб в зимовальные пруды. Оптимальным режимом перехода к зимовке является следующая плотность посадки особей в водоеме: сеголетки от 200 до 300 тыс.экз./га; двухлетки в среднем 1000 экз./га; трехлетки – не более 700 экз./га; рыбы более старшего возраста – в пределах 500 экз./га. Необходимо указать, что высоких результатов по сохранению поголовья карпов можно достичь лишь тогда, когда в зимовальных прудах они содержатся в монокультуре. Во избежание потерь племенного материала рыб во время зимовки, при проектировании прудовых хозяйств необходимо учитывать экологическую составляющую (площадь и гидрохимический состав воды, донных отложений), отдельный вариант содержания производителей, что не касается остальных возрастных групп.

Для нагула племенных рыб одним из критериев их обеспечения необходимым количеством естественной пищи является оптимальная площадь прудов (таблицы 2, 3).

Таблице 2 – Оптимальная площадь прудов для ремонтного стада в зависимости от зон рыбоводства (заводской способ воспроизводства, на 100 пар производителей)

Возраст, годы	Площадь прудов, га											
	летне-ремонтные						зимне-ремонтные					
	зоны рыбоводства											
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
	А		Б		В		А		Б		В	
0...1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
1...2	1,6	1,5	1,4	1,3	0,9	0,8	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2...3	1,7	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
3-4	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,14	0,13	0,12	0,11	0,12	0,09
4-5	2,8	1,8	1,6	1,2	-	-	0,18	0,15	0,09	0,08	-	-
5 и далее	1,5	1,1	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-
Всего:	10,2	7,9	6,2	5,4	4,7	2,9	0,56	0,44	0,39	0,39	0,34	0,34

Таблица 3 – Оптимальная площадь маточных прудов для выращивания производителей в зависимости от зон рыбоводства

Возраст, год	Площадь прудов, га											
	Летне-маточные						Зимне-маточные					
	зоны рыбоводства											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	А		Б		В		А		Б		В	
	заводской способ											
самки, $n=100$	1,1	1,0	0,7	0,7	0,5	0,5	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07
самцы, $n=100$	0,9	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
Всего: $n=200$	2,0	1,7	1,4	1,3	1,0	1,0	1,11	1,10	1,11	0,12	0,12	0,12
	естественный способ											
самки, $n=100$	0,9	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,08	0,08	0,09	1,0	0,11	0,11
самцы, $n=100$	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,7	0,12	0,12	0,12	0,13	0,15	0,15
Всего: $n=200$	2,1	2,2	1,8	1,6	1,3	1,3	0,20	0,20	0,21	1,13	0,26	0,26

Для контроля расхода кормов в норме необходимо придерживаться следующих данных: сеголетки от 8 до 10 %; двухлетки от 5 до 7 %; трехлетки в пределах 5-6 %; четырехлетки в среднем 5 %, более старших рыб 4 %. Нормативная упитанность и прирост массы рыб зависит от трофических условий. Особое значение при этом имеет экологическая составляющая, обеспечивающая благоприятные условия для формирования естественной кормовой базы (биомасса планктона в выростных и нагульных прудах выше 4 мг/л).

На современном этапе развития аквакультуры в области карповодства при расчете оптимальной площади прудов для ремонтного стада необходимо учитывать зону рыбоводства.

### 3.1.2. Показатели биотестирования карпов на устойчивость к лернеозу и болезням, переносчиками которых являются ихтиофаги

Для карпов, используемых в аквакультуре, серьезной проблемой является заболеваемость лернеозом, вызываемого веслоногим рачком и болезням, переносчиками которых являются рыбоядные птицы, гнездящиеся и осуществляющие свою трофику непосредственно в зоне рыбоводных прудов. Всё большее количество регионов страны осваивают водоемы в плане аквакультуры, занимаются в поликультуре рыбами семейства карповых: карп (лат. *Cyprinus carpio carpio*), толстолобик (лат. *Hypophthalmichthys*), белый амур (лат. *Stenopharyngodon idella*). Карповодство достаточно прибыльное дело, рыбы хорошо районированы в различных зонах рыбоводства и при подборе оптимального режима содержания и кормления специалисты получают хорошую экономическую выгоду [76].

Однако, необходимо отметить, что рыбоводство влечет за собой антропогенную нагрузку на водотоки и близлежащие территории, используемые для производства товарной рыбы. В структуре этих биоценозов отмечается экспансия рыбоядных птиц-ихтиофагов: цапля серая (лат. *Ardea cinerea*), чайка озёрная (лат.

*Chroicocephalus ridibundus*), баклан большой (лат. *Phalacrocorax carbo*) и др. Многие не улетают на зимовку, а остаются круглогодично на территории рыбоводных хозяйств, в заповедниках и заказниках [78].

Нерегулируемый рост численности популяций рыбадных птиц, обитающих на рыбоводных прудах, в результате обеспечения своей жизнедеятельности, наносят ущерб рыбоводным хозяйствам. Помимо того, что наносятся механические повреждения рыбам во время трофики птиц-ихтиофагов, еще опаснее – появление очагов зоонозов, так как цапли, чайки, бакланы являются переносчиками паразитических заболеваний [79].

Частыми паразитическими заболеваниями рыб, переносчики которых являются рыбадные птицы – ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммы, лернеоз и др., оказывающие механическое и токсическое воздействие на организм мальков и сеголетков, а также взрослых особей. Часто, имея крупные размеры, черви сдавливают внутренние органы, нарушают нормальное функционирование, вызывают атрофию органов [99].

Ответная иммунная реакция организма, направленная на борьбу с паразитом, лишает рыб на некоторое время физиологических ресурсов для роста и развития, что отрицательно сказывается на экономических показателях рыбхозов. Отсюда, при селекционной работе с рыбами, необходимо учитывать показатели биотестирования на устойчивость к лернеозу [101].

Заболеванию подвергаются как особи ремонтного стада, так и представители племенного ядра. Основой к разработке метода регуляции устойчивости карпов к инвазионным заболеваниям, может служить осуществленный нами поиск маркеров для биотестирования на устойчивость к лернеозу [100].

Исходя из исследований, маркерным показателем, отражающим предрасположенность (устойчивость) рыб к лернеозу, является динамика иммуноферментного статуса, определяющего становление иммунитета у карпов [102].

Помимо этого, для биотестирования предрасположенности к лернеозу сеголетков эффективно использовать цитохимические и цитоморфологические показате-

тели лимфоцитов рыб. Анализируя устойчивость сеголетков к лернеозу, необходимо отметить, что в нашем эксперименте высокая резистентность присуща чешуйчатым карпам, на втором месте по устойчивости к лернеозу оказались представители 1-й экспериментальной группы – разбросанный карп [103].

При сравнении иммуноферментных показателей сеголетков, заболевших лернеозом и их аналогов, оставшихся устойчивыми к паразиту, подтвердилась гипотеза о том, что гемагглютинин и лизоцим из туловищных почек рыб являются маркерами для их биотестирования на устойчивость к изучаемому заболеванию.

При использовании метода серийных разведений (титрованием) выявлено, что по сравнению с аналогичным показателем у рыб из контрольной группы, он определяет сеголетков разбросанного карпа в группу риска по лернеозу. Тенденция сохраняется и для остальных экспериментальных групп по заболеваниям, передающимся рыбадыными птицами – ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммозы.

Так, для биотестирования чешуйчатого карпа на устойчивость к лернеозу, снижение лизоцима на 19,9 %, повышение гемагглютинаина на 7,4 % является тревожным знаком для рыбоводов, занимающихся карповодством в аквакультуре (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика концентрации гемагглютининов и лизоцима в туловищных почках карпов

Показатели	Группы					
	1 (разбросанный карп)			2 (чешуйчатый карп)		
	Устойчивость к заболеванию					
	кон- троль (n=13)	неустой- чивые (n=15)	устой- чивые (n=12)	кон- троль (n=11)	неустойчи- вые (n=11)	устой- чивые (n=13)
Лизоцим:	61,5	53,2*	61,7	63,6	50,9*	65,5
титр мкг\мл	33,7	23,5	34,4	23,2	20,6	23,8
Гемагглюти- нин, мл	54,4	58,4	54,6	48,6	52,2	49,5

Диффузно-гелевый метод подтвердил, что лизоцим является маркером устойчивости рыб к гельминтозам, передающимся рыбадыными птицами и лернеозу. Снижение показателей лизоцима на 30 %, выявляемое этим методом в туловищной почке разбросанного карпа, на 11 % - чешуйчатого карпа необходимо считать показателями биотестирования, указывающими на снижение устойчивости этих рыб к изучаемым заболеваниям.

Для определения устойчивости рыб к болезням, возможно использовать такие показатели для биотестирования, как Шик-реакция лимфоцитов в виде крупных гранул и блоков и Шик-реакция в виде средних и мелких гранул (таблица 5), приведены показатели на примере лернеоза. Положительный пул полисахаридной грануляции в цитоплазме лимфоцитов сеголетков определяет рыб, с проявлением такой реакции, в группу риска по распространенным заболеваниям.

Таблица 5 – Цитохимические показатели биотестирования карповых на устойчивость к лернеозу

Группы	Показатель, %					
	Шик-реакция – крупные гранулы и блоки, %			Шик-реакция – средние и мелкие гранулы, %		
	в отношении лернеоза					
	контроль	устойчивые	предрасположенные	контроль	устойчивые	предрасположенные
1	0,10	0,12	2,6*	13	15	23*
2	0,20	0,30	2,8*	16	13	51*

Примечание: в расчете использовали 500 лимфоцитов; \* различия с контрольной группой достоверны при  $P \geq 0,001$ .

В свою очередь, становится понятным, что таких рыб нельзя вводить в племенное ядро маточного стада. Опасной тенденцией по потере в маточном стаде резистентности к лернеозу и гельминтозам, передающимся ихтиофагами (ихтиокопиллороз (тетракопиллороз), лигулидозы и диграммы), необходимо считать тот факт,

когда обнаруживается выпадение осадка из крупных гликогеновых гранул в лимфоцитах разбросанного карпа до 3 %, чешуйчатого – до 2,5 %; мелких полисахаридных включений до 24 % и 54 % соответственно.

Цитоморфологический анализ лимфоцитограмм, полученных от устойчивых и восприимчивых к болезням рыб показал, что для биотестирования эффективно использовать такие показатели, как количество и размер микроядер.

При кариотипической оценке лимфоцитов устойчивых и предрасположенных к лернеозу, ихтиокотилурозу (тетракотилёзу), лигулидозу и диграммуозу рыб, оказалось, что количество лимфоцитов с микроядрами у неустойчивых к заболеванию разбросанных карпов в 3 раза, у чешуйчатых в 2 раза выше нормы. Показатели приведены на примере лернеоза (таблица 6).

Таблица 6 – Динамика микроядер в лимфоцитах карпов в оценке устойчивости к лернеозу

Показатели	Количество лимфоцитов с микроядрами	Количество микроядер	Микроядра размером от 0,5-1,0 мкм, %	Микроядра размером от 1,1-3,0 мкм, %	Микроядра размером от 3,1-5,0 мкм, %
Группа 1 – разбросанный карп					
контроль	1,0	1,6	13	73	14
устойчивые	1,1	1,8	15	73	12
неустойчивые	4,4*	3,1*	10*	82*	8*
Группа 2 – чешуйчатый карп					
контроль	3,5	3,2	11	41	48
устойчивые	3,6	3,5	12	43	45
неустойчивые	6,9*	8,7*	7,3*	34*	59*

Примечание: в расчете использовали 500 лимфоцитов; \* различия с контрольной группой достоверны при  $P \geq 0,001$ .

Цитоморфологические показатели восприимчивых к изучаемым болезням карпов следующие: у них выявляется большое количество лимфоцитов с хромосомными aberrациями дицентрического типа, aberrациями типа «хвостатые ядра», aberrациями цитоплазматического типа – микроядра. У неустойчивых к лернеозу особей все показатели по микроядерному тесту выше контрольных значений. Необходимо отметить, что размер микроядра не является показателем при проведении биотестирования рыб на устойчивость к лернеозу, так как статистический анализ не выявил разницы по этому показателю между устойчивыми и восприимчивыми к заболеванию сеголетками.

При изучении следующего ряда цитоморфологических показателей, оказалось, что количество лимфоцитов дицентрического типа (дицентриков) и лимфоцитов с «ядерными мостами» так же является тест-ответом на биотестирование сеголетков рыб на устойчивость к изучаемым болезням (таблица 7).

Таблица 7 – Динамика хромосомных дицентриков в лимфоцитах сеголетков карпов в зависимости от устойчивости к лернеозу и гельминтозам, передающимся рыбадыными птицами

Показатели	лимфоцитов – дицентриков	лимфоцитов с «ядрами мостами»
Группа 1 – разбросанный карп		
контроль	1,2	1,4
устойчивые	1,4	1,4
неустойчивые	8,1*	7,7*
Группа 2 – чешуйчатый карп		
контроль	1,4	1,5
устойчивые	1,4	1,4
неустойчивые	1,8*	1,8*

Примечание: в расчете использовали 500 лимфоцитов; \* различия с контрольной группой достоверны при  $P \geq 0,001$ .



Кариотипический анализ крови рыб из двух экспериментальных групп позволил выявить еще один показатель для биотестирования устойчивости сеголетков к болезням. К такому показателю относится количество лимфоцитов с «хвостатыми ядрами» (таблица 8). Тревожным знаком того, что у рыб в стаде низкий иммунитет к инвазии необходимо считать, когда в крови сеголетков рыб обнаруживается повышение количества лимфоцитов с «хвостатыми ядрами» в среднем в 4 раза.

Таблица 8 – Динамика количества хвостатых ядер в лимфоцитах рыб в качестве показателя для определения устойчивости к инвазиям

Показатели	количество лимфоцитов с «хвостатыми ядрами»	количество «хвостатых ядер» в лимфоцитах
Группа 1 – разбросанный карп		
контроль	17,5	21,7
устойчивые	17,9	25,8
неустойчивые	59,5*	66,5*
Группа 2 – чешуйчатый карп		
контроль	12,2	26,4
устойчивые	13,1	28,6
неустойчивые	61,2*	81,7*

Примечание: в расчете использовали 500 лимфоцитов; \* различия с контрольной группой достоверны при  $P \geq 0,001$ .

Таким образом, можно сделать вывод, что в результате цитоморфологических исследований крови экспериментальных групп рыб выявлено, что в их лимфоцитах существуют различные мутации, количественные показатели которых необходимо использовать при биотестировании восприимчивости сеголетков к инвазиям – лернеозу, ихтиокотилурозу (тетракотилёз), лигулидозам и диграммозам.

Биотестирование на устойчивость к изучаемым заболеваниям необходимо проводить у сеголетков рыб ранней весной, в конце марта – начале апреля, что поз-

волит своевременно принять профилактические меры против данных инвазий. Особенно важно проводить биотестирование на восприимчивость к лернеозу и гельминтозам от рыбадных птиц, обитающих на рыбоводных прудах, в ситуации, когда формируется маточное стадо.

Иммунная система играет основную роль в борьбе с инвазионными заболеваниями. Изучая иммунофизиологический статус рыб, на примере двухлетков чешуйчатого карпа, определили динамику гемагглютининов и лизоцима в лимфоидных органах и сыворотке крови, являющихся важными показателями при формировании резистентности к лернеозу рыб, используемых в аквакультуре. Мы провели данные исследования на двух отводках парского карпа (таблица 9).

Иммунитет осуществляет борьбу с чужеродными биологическими телами, а также веществами, несущими чужеродную генетическую информацию. У рыб иммунная система представлена нефросом, селезенкой, лимфоидным органом, печенью, а также множественными включениями лимфоидной ткани в желудочно-кишечном тракте, сердце, жабрах. В результате исследований выявили, что при сравнении разных компонентов лимфоидных органов у двухлетков карпа более высокие уровни гемагглютининов отмечали в клеточной фракции почек и крови, по обоим видам гемагглютининов туловищная почка оказалась более активна по сравнению с другими лимфоидными органами. При интенсивности инвазии, превышающей 10 экземпляров гельминтов на особь, у рыб наблюдалось фибринозное воспаление внутренних органов, а также повышался уровень преальбуминов и глобулинов, но снижается уровень альбуминов, в крови изменяется процентное соотношение лейкоцитов.

В результате «это указывает на изменение реакций врожденного иммунитета и, в целом, на снижение иммунного статуса рыб.

Таблица 9 – Концентрация гемагглютининов и лизоцима в лимфоидных органах и сыворотке крови карпов

Показатели	Внутривидовые группы карпа											
	Чешуйчатый						Разбросанный					
	Сеголетки											
	туловищная почка		головная почка		селезенка		туловищная почка		головная почка		селезенка	
	без возбу- дителя лернеоза	с возбу- дителем лернеоза	без воз- буди- теля лернеоза	с возбу- дителем лернеоза	без воз- будителя лернеоза	с возбуди- телем лернеоза	без возбу- дителя лернеоза	с возбуди- телем лернеоза	без возбу- дителя лернеоза	с возбу- дителем лернеоза	без возбу- дителя лернеоза	с возбу- дителем лернеоза
Лизоцим: титр	51,7	62,1*	50,8	59,4*	23,9	29,2*	46,4	50,5*	43,7	44,7	20,6	21,8 ± 2,8
	мкг\мл	24	34*	20,5	21,6*	64,4	65,3*	19,4	21,4*	17,8	17,4	59,9
Гемагглюти- нин усл\ед мл	57,8	54,2*	52,2	46,3*	140,9	145,2*	54,2	45,7*	49,2	45,7	136,5	130,4
Показатели	туловищная почка		головная почка		селезенка		туловищная почка		головная почка		селезенка	
	без возбу- дителя лернеоза	с возбу- дителем лернеоза	без воз- буди- теля лернеоза	с возбу- дителем лернеоза	без воз- будителя лернеоза	с возбуди- телем лернеоза	без возбу- дителя лернеоза	с возбуди- телем лернеоза	без возбу- дителя лернеоза	с возбу- дителем лернеоза	без возбу- дителя лернеоза	с возбу- дителем лернеоза
Лизоцим: титр	50,0	51,4*	46,3	49,5*	21,4	27,5*	41,3	47,4*	40,7	42,9	22,1	20,9
	мкг\мл	21,7	23,3*	19,5	23,6*	62,3	63,7*	16,3	22,4*	18,5	18,2	57,3
Гемагглюти- нин усл\ед мл	55,3	53,9	49,0	44,3*	140,8	130,6*	53,5	43,8*	45,5	41,9	131,4	131,2

Примечание: \* различия с контрольной группой достоверны при  $P \geq 0,001$ .

Установленные закономерности в функционировании иммунной системы пресноводных рыб, при воздействии на них биотических и абиотических факторов среды (температуры, рН воды, токсических веществ) могут служить основой при разработке вопросов управления устойчивостью рыб к инвазионным болезням, процессами иммуногенеза путем вакцинации и введения иммуномодулирующих средств.

Таким образом, актуальными методами современной аквакультуры является анализ иммунноферментного статуса, что облегчит профилактическую работу против инвазий.

Сопоставление активности лимфоидных органов и сывороточных компонентов крови у карпов показало, что наиболее высокое абсолютное содержание агглютининов и лизоцима имеется в туловищной почке, меньшее количество – головной почке и самое низкое – селезенке.

При анализе распределения иммунофизиологических факторов в лимфоидных органах сеголетков двух внутривидовых групп (чешуйчатый и голый) карпа, выявлена тенденция, позволяющая определить маркерный показатель для индикации устойчивости рыб к инвазиям (на примере лернеоза).

При использовании метода серийных разведений в туловищной почке у чешуйчатого карпа двух сравниваемых групп разница, концентрация лизоцима 60 %, что является эффективным показателем устойчивости сеголетков к инвазиям.

При диффузно-гелевом методе определения лизоцима в этом органе обнаруживается разница 57 % между показателями исследуемых групп карпов.

У внутривидовой группы карпа (разбросанный) туловищная почка так же является индикаторным органом при становлении защитных реакций организма к инвазиям. Метод серийных разведений показал, что снижение титра лизоцима на 85 % определяет сеголетков в группу риска по изучаемым заболеваниям. При применении диффузно-гелевого метода количество лизоцима так же ниже нормы на 81 %.

Исходя из выше изложенного, наблюдается неравномерность распределения иммунофизиологических факторов в туловищных почках двух сравниваемых

групп рыб в отношении фермента лизоцима. В меньшей мере индикаторными органами, позволяющими определить устойчивость сеголеток карпа к изучаемым инвазиям, являются головная почка и селезенка.

При определении концентрации лизоцима методом серийных разведений в головной почке и селезенке, как у отводки чешуйчатого, так и голого карпов, разница между устойчивыми и не устойчивыми особями в среднем 5 % и 3 % соответственно, что делает эти органы не показательными для определения резистентности рыб к инвазиям. Та же тенденция наблюдается при диффузно-гелевом методе.

При анализе возрастной группы (двухлетков) карпа методом серийных разведений обнаружена разница в 3 % по концентрации лизоцима в туловищных почках рыб, отличающихся по устойчивости к инвазиям. При диффузно-гелевом методе определения лизоцима разница составила 8 %. В ходе исследований внутривидовой группы карпов (разбросанный), методами серийных разведений и диффузно-гелевым определением, выявили ту же тенденцию.

Таким образом, для карпов, используемых в аквакультуре, маркерным показателем снижения устойчивости рыб к инвазиям, независимо от типа отводки (чешуйчатый или разбросанный) в зависимости от метода исследований (серийных разведений или диффузно-гелевый) является снижение количества лизоцима в туловищной почке на 3 % и 7 % соответственно.

### 3.2. Селекционная составляющая современного карповодства

#### 3.2.1. Эффективность применения гетерозиса при производстве гибридов карпа для определения лучших сочетаний исходных форм

Современная аквакультура – активно развивающийся сектор производства, который становится важной отраслью, способствующей продовольственному обеспечению населения качественной и безопасной продукцией. Аквакультура стремительно расширяет свои географические границы, ее продукция не только завоевывает рынки сбыта, но и увеличивает долю на мировом рыбном рынке. Одним из основных направлений развития аквакультуры нашей страны в настоящее время

является прудовое рыбоводство. Прудовое рыбоводство – это один из самых древних видов хозяйственной деятельности. Разведение рыбы, прибыльный и рентабельный бизнес, для организации которого, необходимо определить наиболее подходящий вид рыб, способ разведения и кормления, а также особенности содержания рыбы. Оценка состояния органической аквакультуры, которая представляет собой производство (выращивание) водных видов (рыбы, ракообразные, моллюски, водоросли и др.), гарантирующее высокое качество и безопасность продукции в соответствии с определенными принципами, проводится на основе многочисленных статистических данных.

Скрещивая карпа различных пород, с целью получения эффекта гетерозиса, то есть фенотипического превосходства гибридов над негибридными сверстниками, возможно без экономических затрат получить прибавку роста живой массы, в первую очередь сеголетков, а в конце сезона – крупный посадочный материал, сократить период выращивания, что актуально, особенно, для северных (I и II) зон рыбоводства. Отсюда, актуально использовать гетерозис в современной отечественной аквакультуре.

Актуальность использования гетерозиса в современном рыбоводстве, при разработке технологии выращивания крупного посадочного материала карпа, не вызывает сомнений.

Парская порода создана на основе гибридизации исходной группы карпа с амурским сазаном с использованием жесткого массового отбора. Рыбы характеризуются высокой плодовитостью, хорошим темпом роста и выживаемостью. Полученное стадо карпа на момент создания превышало рыбоводно-биологические нормы в 3-5 раз. Выход годовиков из зимовальных прудов был выше на 22-25 %. На момент апробации поголовье новой породы карпа составило 2460 гнезд производителей и свыше 30000 ремонтного поголовья. В тоже время, с позиции разведения отводки У и УМ входят в парскую породу, скрещивая их между собой получаем гибридов фактически являющихся чистопородными.

Для разработки племенного плана необходимо взять за основу успешный опыт одного из рыбохозяйств. Успешное формирование племенного стада карпа

парской породы произошло благодаря использованию гетерозиса, позволившего увеличить жизнеспособность гибридов вследствие унаследования маркерного набора аллелей различных генов от своих разнородных родителей.

Термин гетерозис введен в обиход 1914 г. американским исследователем А. Шеллом вместо термина «гетерозиготизис», которым обозначали «гибридную силу» еще с 1907 г. по предложению другого американского исследователя Е. Иста. В животноводстве явление гетерозиса на практике используется более 2 тысячелетий. Так в коневодстве получают мулов (гибридов между лошастью и ослом), у которых ярко выражен гетерозис по крепости конституции, жизнеспособности, выносливости и долголетию [90, 91]. Активно используют эффект гетерозиса и в других отраслях, в частности, в свиноводстве [55].

Термин гетерозис был впервые описан академиком Петербургской академии наук Й. Кёльрейтером в 1766 году, т.е. до открытия Г. Менделем своих законов. Так, описаны опыты по скрещиванию более 50 видов растений. На основании своей работы Кёльрейтер предложил на практике использовать гибридную мощь у различных культур, но научные знания того времени не позволили реализовать данный феномен природы на практике.

Гетерозис – явление сложное, он свойственен не всем признакам в одинаковой степени. Обычно, гетерозис проявляется по тем признакам, которые больше всего подвержены инбредной депрессии и характеризуются невысокой наследуемостью. Наиболее выражен гетерозис по признакам, развивающимся у животных в ранний период жизни (выживаемость, скорость роста в начальные этапы постэмбрионального развития и др.). В меньшей степени он проявляется по таким признакам, как скорость и эффективность роста, которые формируются у животных в более поздние периоды индивидуального развития.

Проявление гетерозиса по различным хозяйственно-полезным признакам имеет свои особенности. По признакам, которые подверглись очень длительной селекции, обычно лучшие результаты наблюдаются не у помесей 1-го поколения, а у чистопородных животных или помесей с более высокой кровностью по одной из пород.

Гетерозис очень сложное явление природы. Этиология его проявления еще до сих пор не установлена. О природе гетерозиса высказывается много различных теорий: гипотеза доминирования, гипотеза сверхдоминирования, гипотеза генетического баланса, гипотеза баланса ферментов, гипотеза жизнестойкости, зоотехническая концепция гетерозиса.

При увеличении производства продуктов животноводства важное значение имеет использование эффекта гетерозиса. Принято считать, что гетерозис зависит от неаддитивного действия генов (доминирования, сверхдоминирования, эпистаза) и от гомозиготности родителей по разным генам одного и того же локусов.

В рыбоводстве использование явления гетерозиса не новое. Так, чаще всего, на слуху гибриды толстолобиков, осетровые (белуги со стерлядью – бестер, русского и сибирского осетров и др.).

Парская порода карпа включает в себя две внутривидовые группы рыб: чешуйчатые карпы (отводок М); разбросанные карпы (отводок УМ) [12, 54, 56].

Племенное ядро чешуйчатого карпа получено путем гибридизации между беспородным местным разбросанным карпом и амурским сазаном с последующей селекцией гибридов в шести поколениях.

Назван отводок М по принципу – «местный» карп. Рыбы отводки М имеют сплошной чешуйчатый покров, а разбросанные в данном случае отбраковываются. Различие отводок по чешуйчатому покрову также позволяет содержать разновозрастные группы карпа совместно без дополнительного мечения.

Наряду с отводками было сформировано маточное стадо амурского сазана, предназначенного для скрещивания с рыбами отводки УМ.

По данным Ю.П. Бобровой (1979) наличие двух отводок карпа и отводки амурского сазана позволило рыбхозу «Пара» полностью перейти на промышленное скрещивание, позволяющее использовать эффект гетерозиса.

Для карпов возможна постановка скрещиваний в нескольких комбинациях:

♀♀ отводок М × ♂♂ отводок УМ;

♀♀ отводок УМ × ♂♂ отводок М;

♀♀ отводок УМ × ♂♂ отводок С;



♀♀ отводок М × ♂♂ отводок С.

Известно, что явление гетерозиса зависит от степени родства между родительскими особями: чем более отдалёнными родственниками являются родительские особи, тем в большей степени проявляется эффект гетерозиса у гибридов первого поколения. Это явление и было учтено при формировании отводков М и УМ.

Лучшие результаты показали помеси от скрещиваний самок отводки М с самцами УМ, а также самок УМ с самцами амурского сазана. По помесям получены лучшие показатели по выживаемости на 10-20 % и рыбопродуктивности на 2,3 ц/га по сравнению с особями исходных отводок. Гетерозис зависит от неаддитивного действия генов (доминирования, сверхдоминирования, эпистаза) и от гомозиготности родителей по разным генам одного и того же локусов. По нашим данным, гибриды первого поколения карпов превосходят в F1 исходные формы до 30 %.

Таким образом, гетерозис действительно важный прием повышения продуктивности, не требующий для реализации никаких затрат. Наиболее продуктивны гибриды. Такой прием активно практикует ассоциация «Большая рыба» (Ростовская область). В то же время необходимо активно искать новые объекты акклиматизации. В работе использовались данные с 2010 по 2016 гг. выращивания различных гибридов. За это время были получены гибриды (таблицы 10-16, рисунки 6-10).

Таблица 10 – Племенная работа с карпом парской породы, 2010 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
1	100	18,5	♀♀ М × ♂♂ УМ
7	55	10,0	
8	77	13,5	
9	78	10,4	
ср.	<b>74</b>	<b>13,0</b>	
4	49	7,1	♀♀ УМ × ♂♂ М
5	47	8,4	
11	44	7,8	
ср.	<b>48</b>	<b>8,0</b>	
2	57	8,7	♀♀ УМ × ♂♂ УМ
3	50	8,9	
ср.	<b>54</b>	<b>8,8</b>	
6	18	18,5	♀♀ УМ × ♂♂ С
10	37	4,4	
ср.	<b>19</b>	<b>12,8</b>	
Среднее	43	10,1	

Продуктивность гибридов карпа, 2010

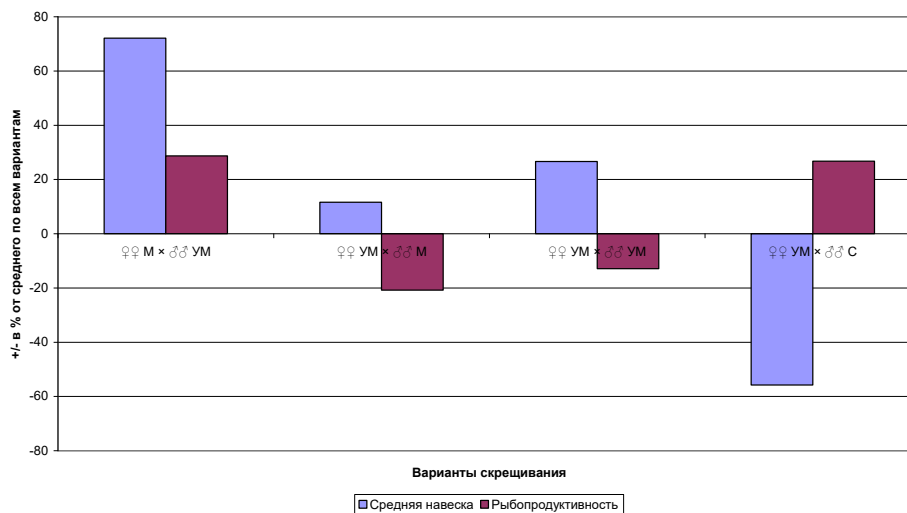


Рисунок 6 – Продуктивность гибридов карпа, 2010 год

Таблица 11 – Племенная работа с карпом парской породы, 2011 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
2	76	9,8	♀♀ M × ♂♂ УМ
6	98	14,0	
9	86	12,5	
10	80	11,6	
11	80	12,9	
ср.	<b>84</b>	<b>11,9</b>	
1	98	12,0	♀♀ УМ × ♂♂ УМ
3	70	10,2	
7	83	11,4	
5	72	8,5	
ср.	<b>81</b>	<b>10,5</b>	
4	<b>55</b>	<b>6,5</b>	♀♀ УМ × ♂♂ С
Среднее	<b>77</b>	<b>10,4</b>	

Продуктивность гибридов карпа, 2011

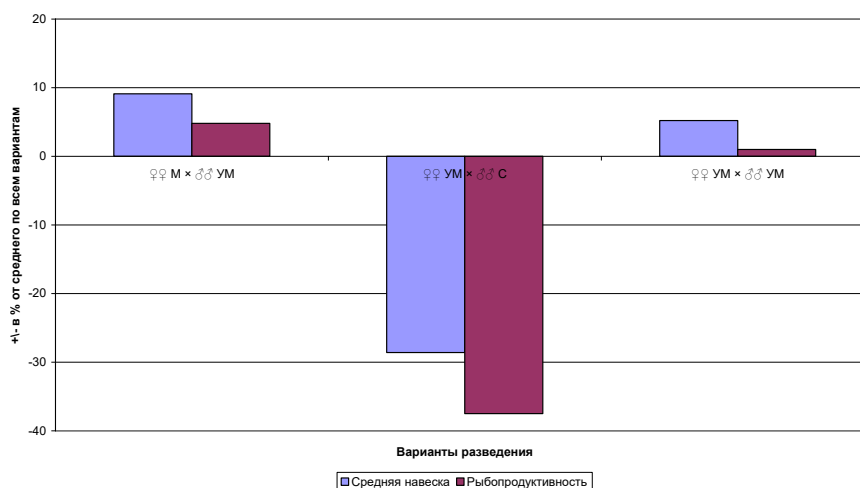


Рисунок 7 – Продуктивность гибридов карпа, 2011 год

В 2012 году гибридами (личинкой) парского карпа было зарыблено 11 прудов. Плотность посадки 20 тыс. шт/га

Таблица 12 – Племенная работа с карпом парской породы, 2012 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
1	120	19,2	♀♀ М × ♂♂ УМ
10	94	17,8	
11	90	18,2	
ср.	<b>102</b>	<b>18,5</b>	
2	75	13,7	♀♀ УМ × ♂♂ М
3	40	7,0	
4	57	10,4	
5	57	10,4	
ср.	<b>57</b>	<b>10,3</b>	
6	82	14,8	♀♀ УМ × ♂♂ УМ
7	71	13,2	
8	90	17,0	
9	83	16,7	
ср.	<b>78</b>	<b>14,6</b>	
Средняя по всем вариантам	<b>71</b>	<b>15,5</b>	

Продуктивность гибридов карпа, 2012

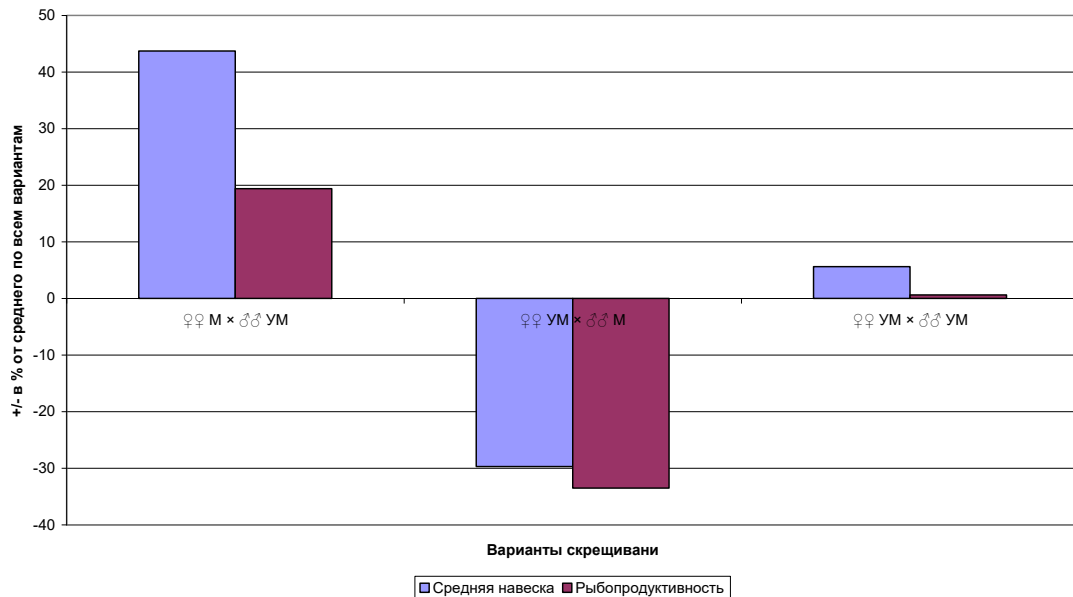


Рисунок 8 – Продуктивность гибридов карпа, 2012 год

Таблица 13 – Племенная работа с карпом парской породы, 2013 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
4	53	11,8	♀♀ М × ♂♂ УМ
8	51	11,5	
11	45	12,5	
ср.	<b>51</b>	<b>12,1</b>	
3	37	9,4	♀♀ УМ × ♂♂ М
6	45	10,5	
9	51	10,9	
ср.	<b>42</b>	<b>10,0</b>	
2	32	6,8	♀♀ УМ × ♂♂ С
5	24	6,2	
7	28	7,1	
ср.	<b>28</b>	<b>6,7</b>	
1	55	14,5	♀♀ ММ × ♂♂ ММ
Среднее	<b>43</b>	<b>10,5</b>	

Продуктивность гибридов карпа, 2013

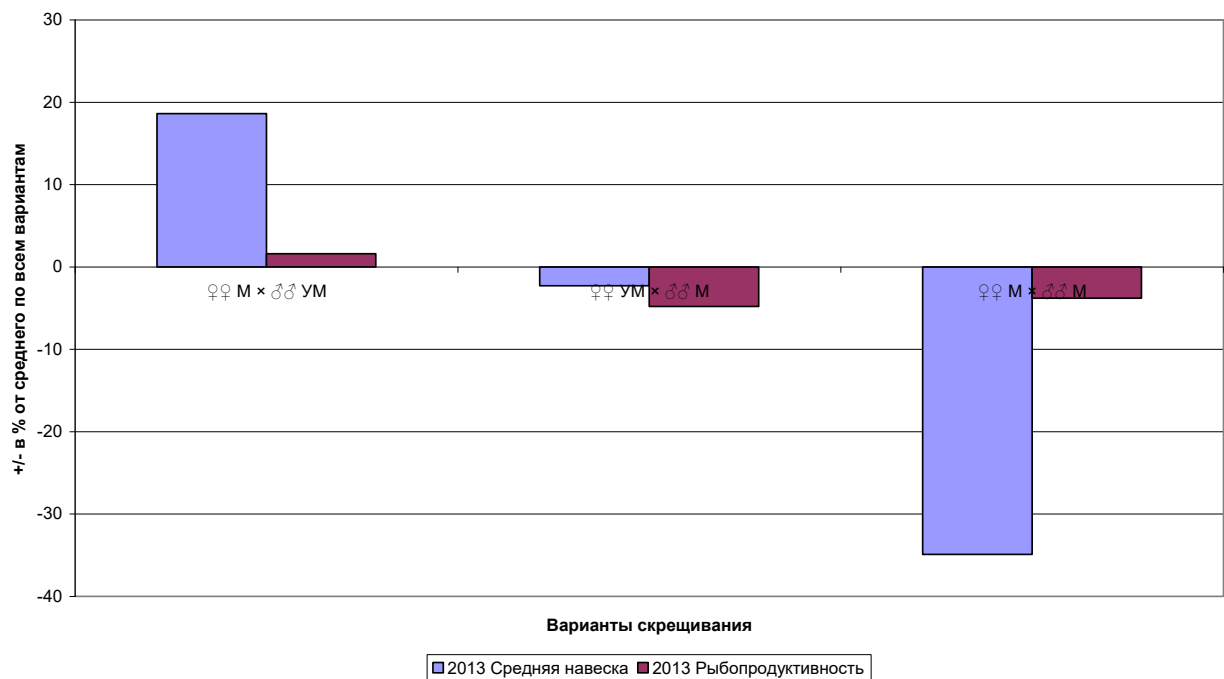


Рисунок 9 – Продуктивность гибридов карпа, 2013 год

Таблица 14 – Племенная работа с карпом парской породы, 2014 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
1	114	16,9	♀♀ М × ♂♂ УМ
2	146	15,9	
3	93	15,4	
6	79	13,3	
8	102	15,3	
ср.	<b>107</b>	<b>15,2</b>	
4	49	10,4	♀♀ УМ × ♂♂ М
5	74	12,8	
10	74	12,3	
11	93	12,2	
ср.	<b>42</b>	<b>9,4</b>	
7	111	17,9	♀♀ М × ♂♂ М
9	102	16,6	
ср.	<b>106</b>	<b>17,2</b>	
Среднее	<b>89</b>	<b>14,1</b>	

Продуктивность гибридов карпа, 2014

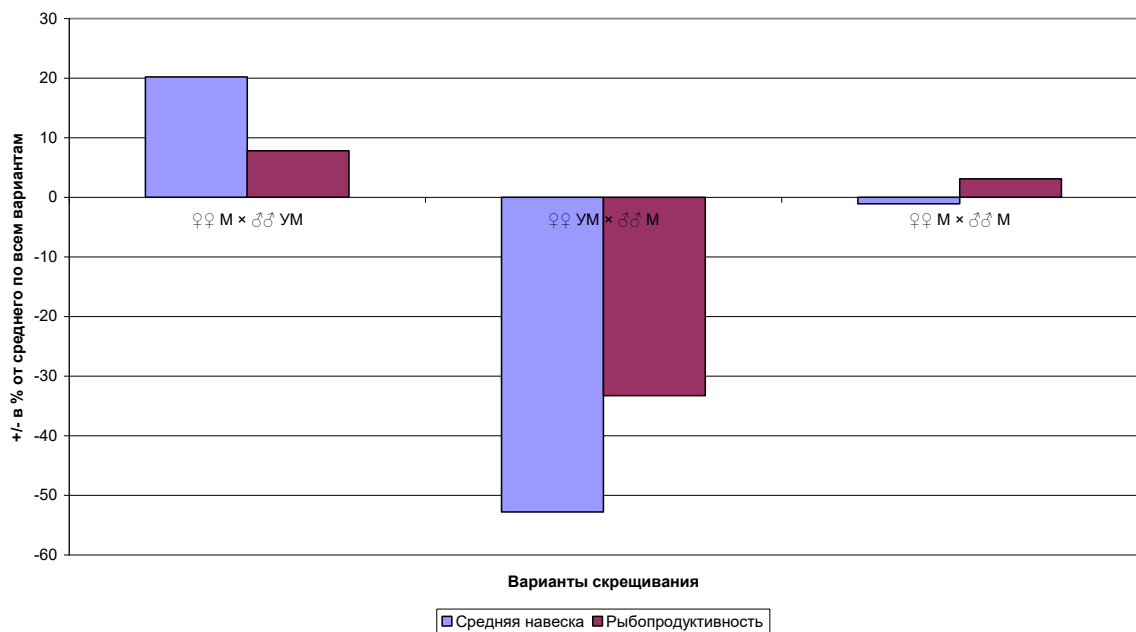


Рисунок 10 – Продуктивность гибридов карпа, 2014 год

Таблица 15 – Племенная работа с карпом парской породы, 2015 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
1	55	11,3	♀♀ М × ♂♂ УМ
2	30	8,3	
3	39	9,4	
4	40	9,4	
8	77	9,8	
9	63	8,2	
ср.	<b>42</b>	<b>9,4</b>	
5	23	10,9	♀♀ УМ × ♂♂ М
6	46	8,3	
7	23	7,8	
10	37	6,5	
11	50	7,0	
ср.	<b>49,0</b>	<b>8,5</b>	
Среднее	44	9,0	

Таблица 16 – Племенная работа с карпом парской породы, 2016 год

Номера прудов	Средняя навеска	Рыбопродуктивность, ц/га	Вариант скрещивания
1	42	9,5	♀♀ УМ × ♂♂ М
2	41	11,7	
3	42	10,3	
8	162	11,3	
9	168	10,6	
ср.	<b>49</b>	<b>10,7</b>	
4	57	13,6	♀♀ М × ♂♂ УМ
5	68	13,9	
7	110	17,6	
10	116	10,5	
11	104	14,8	
ср.	<b>78,0</b>	<b>14,5</b>	
6	<b>54</b>	<b>7,7</b>	♀♀ УМ × ♂♂ С
Среднее	<b>54</b>	<b>7,7</b>	

С целью разработки племенного плана по работе с карпами, мы установили возможности применения гетерозиса при производстве гибридов у этих рыб. Подробно изучив племенной план работы для карпа парской породы, нами был предложен приведенный выше алгоритм.

### 3.2.2. Оптимизация племенной работы с карпом

В результате проделанной работы получена эффективная схема создания племенного стада (рисунок 11), которую мы взяли за основу при составлении племенного плана для эффективного карповодства.

В племенном репродукторе ООО «Слободская Сагва» (Ассоциация «Большая рыба», Ростовская область) также были проведены испытания гибридов. Результаты выращивания сеголетков карпа сарваш × черепетский рамчатый, где контролем послужила порода сарваш, приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Испытания гибридов в ООО «Слободская Сагва»

Пруд	Площадь, га	Посажено, тыс. шт	Дополнительно посажено толстолобика, тыс. шт.	Результаты выращивания в конце сезона		
				Навеска, г	Рыбопродуктивность, ц/га	Кормовой коэффициент
№ 1	10	Гибрид - 80	50	370	23,7	3,0
№ 2	10	Сарваш - 50	50	330	13,2	4,5

По результатам выращивания гибриды превосходят по навеске чистопородных сарвашей на 12,1 %, массе выловленного карпа на 92,7 %, а кормовой коэффициент оказался значительно ниже – на 1,5 единицы. Внедрение такой технологии скрещивания дали высокий экономический эффект за счет повышения рыбоводных показателей выращивания данного гибрида в аквакультуре.

Необходимо подчеркнуть, что в 2018 году навески рыбопосадочного материала карпа от личинки F1 также превышают нормативные.

# СХЕМА СОЗДАНИЯ ПЛЕМЕННОГО СТАДА ПАРСКОГО КАРПА

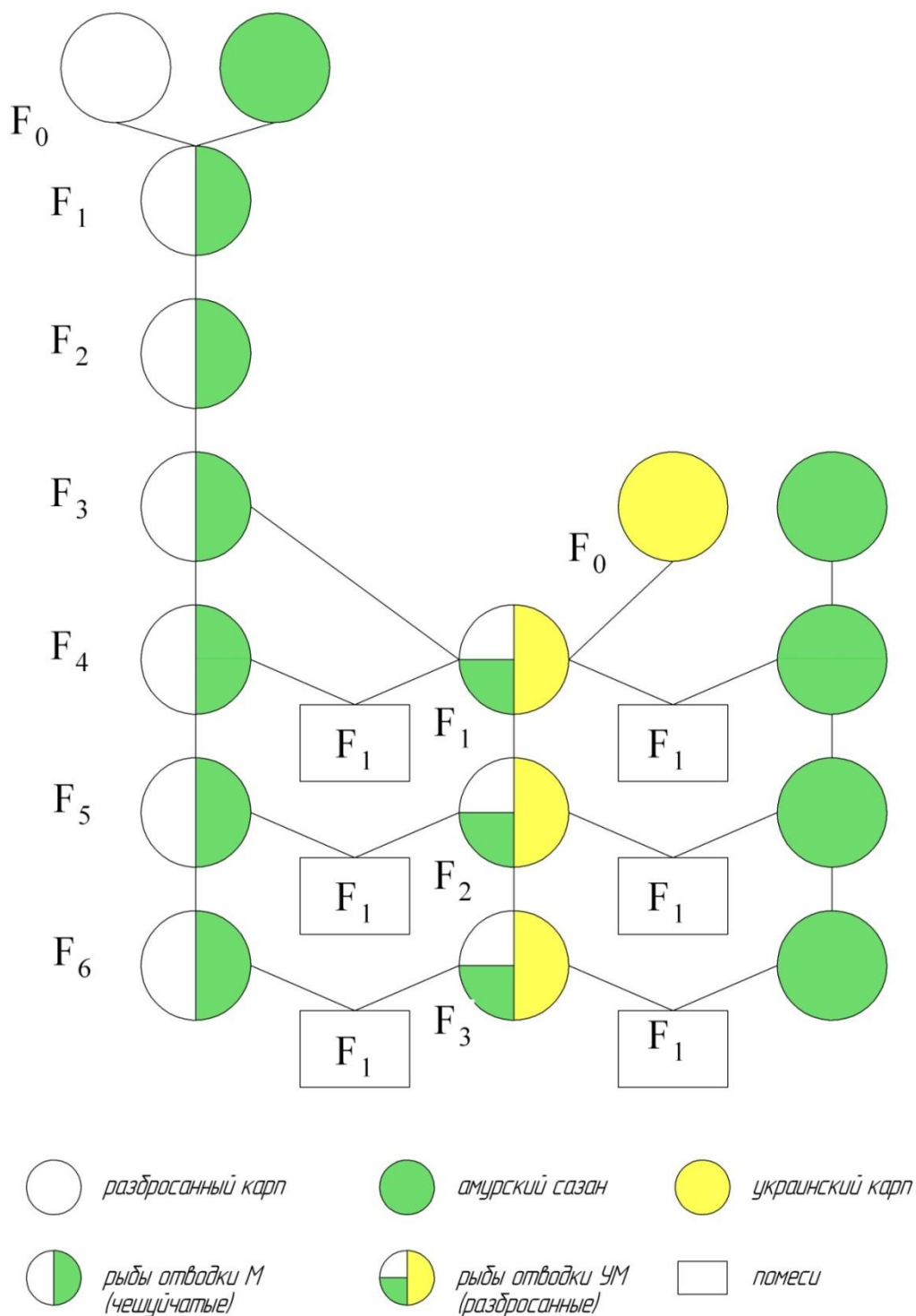


Рисунок 11 – Эффективная схема создания племенного стада



Например, в ЗАО Племенной рыбопитомник «Шараповский» (Белгородская область, Новооскольский район, IV зона рыбоводства) навески сеголетков карпа (гибрид ♀♀ отводок М × ♂♂ отводок УМ) по состоянию на 1 августа составили 40-85 грамм, в рыбоводных хозяйствах ассоциации «Большая рыба» 85-170 грамм.

Высоких результатов при выращивании сеголетков карпа добились и в коломенском рыбхозе Осёнка, расположенном в первой зоне рыбоводства, где навеска составляет в среднем 70,5-87,5 грамм.

Следует отметить, что на 1 августа 2017 года навеска была 68,9 грамм, т.е. рыбхоз северной, зоны рыбоводства может достигать аналогичных показателей с хозяйством из южной зоны. Однако необходимо проводить профилактические мероприятия против паразитических заболеваний, птиц-ихтиофагов, являющихся переносчиками гельминтозов.

На основании проведенных исследований, в 2018 году ассоциацией «Государственно-кооперативное объединение рыбного хозяйства (Росрыбхоз)» принято решение распространять, как минимум, следующие гибриды: ангелинский зеркальный × ангелинский чешуйчатый; черепетский рамчатый × венгерский (сарваш); черепетский чешуйчатый × венгерский (сарваш); парский чешуйчатый × среднерусский; парский зеркальный × среднерусский; парский чешуйчатый × парский зеркальный; типы парской, среднерусской украинской пород карпа, одомашненного сазана; селинский × ставропольский.

За период нерестовой кампании предприятия могли реализовать 775 млн. личинок, но было произведено 436,5 млн. штук личинок гибридов карпа для собственных нужд и реализации рыбоводным хозяйствам различной формы собственности.

Рекомендуем, при поиске удачных гибридов использовать и другие породы карпа из стран центральной и восточной Европы: лихвинский чешуйчатый, изобелинский, чешуйчатый карп «Trebou», зеркальный карп «Zdar», зеркальный карп «Pohorellise», чешуйчатый карп «Южная Богемия», зеркальный карп «Южная Богемия», чешуйчатый карп «Mariánske Lázně», зеркальный карп «Milevsko», чешуйчатый карп «Zdar» и др. Важно уделять внимание кормовой базе.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в свое время, благодаря гибридизации карпа с амурским сазаном появилась возможность продвинуть карповодство в северные районы страны. На наш взгляд, для выращивания крупного посадочного материала перспективными являются гибриды карпа ♀♀ отводок М × ♂♂ отводок УМ; ♀♀ отводок сарваш × ♂♂ отводок черепетский рамчатый. Считаем актуальным продолжать работу по поиску удачных гибридов карпа с высоким эффектом гетерозиса. Причем, гибриды должны подбираться с учетом зоны рыбоводства, требований хозяйств по качеству мяса рыбы, скорости роста, показателям экстерьера, конечной навески и др.

### 3.3. Рыбоводно-биологическая составляющая карповодства

#### 3.3.1. Рыбоводно-биологические нормативы для выращивания производителей исходных форм рыб семейства карповые

При формировании племенных стад, необходимо учитывать, что при равной обеспеченности кормовыми ресурсами пестрый толстолобик уступает по своим ростовым качествам белому, отсюда и расхождения в рыбоводно-биологических нормативах, принятых для выращивания этих рыб (таблица 18).

Таблица 18 – Рыбоводно-биологические нормативы для выращивания производителей толстолобиков

Возраст, лет	Выживаемость, %	Толстолобик			
		пестрый		белый	
		масса, г	рыбопродуктивность, ц/га	масса, г	рыбопродуктивность, ц/га
0-1	60-70	95-100	3	45-50	4
1-2	70-90	1450-1500	2	800-850	3
2-3	91-100	2900-3000	1,5	1900-2000	3
3-4	95-100	4900-5000	1,5	1900-2000	2,5
4-5	95-100	6500-7000	1,5	1900-2000	2,5
5 и далее	95-100	6500-7000	1	1900-2000	2

Примечание: в графе «(масса, г)» приведены показатели после отбора.

Оптимальным вариантом посадки племенных производителей толстобиков в летний период считается 100-110 экз./га (пестрый) и 50-55 экз./га (белый), что при удовлетворительном кормлении и содержании обеспечит:

- необходимый прирост массы 1,0-1,2 кг и 1,5-1,7 кг соответственно;
- рыбопродуктивность для разбросанного карпа в пределах 1,1 ц/га, для чешуйчатого – 0,70-0,80 ц/га.

При формировании маточных стад рыб эффективно использовать гетерозис, который достигается путем двухлинейного (или более) разведения, а именно, воспроизводством производителей от двух неродственных групп. Важным является и определения такого параметра, как материнская и отцовская формы.

Половину получить первым способом, вторую половину – вторым. Для оптимизации работы с ремонтным стадом, необходимо чередовать воспроизводство этих двух групп, что позволит экономно расходовать ресурс поверхностных вод хозяйства.

Необходимый резерв самок в маточном стаде должен составлять 50 % от общего числа производителей женского пола, что не относится к самцам, о создании резерва которого можно не заботиться. Оптимальным соотношением производителей по половой принадлежности будет, если на 5-6 самок используется 3 самца.

Акцентируя внимание на рыбоводно-биологической продуктивности производителей маточного стада толстолобиков (таблица 19), необходимо отметить, что нормальным явлением считается тот факт, что не все самки после инъекции дают икру требуемого качества.

Так же в нерестовый период этология карпов такова, что они часто травмируются, что приводит к снижению иммунитета, а вследствие этого и невысокому качеству их продуктивного материала.

Для предотвращения проблем с качественными показателями икры непосредственно во время нереста, дважды в год, согласно утвержденному графику, необходимо проводить инвентаризацию маточного стада.

Таблица 19 – Рыбоводно-биологические нормативы продуктивности самок толстолобиков

Критерии	Показатели
1. Плодовитость уже используемых в работе молодых самок, тыс. икринок	500-600
2. Выживаемость:	
- личинок, которые перешли на смешанную трофику (50 %), тыс.	230-270
- сеголеток по отношению к личинкам (40 %), тыс.	80-120
- годовиков к сеголеткам (80 %), тыс.	75-95
- двухлетков к годовикам (80 %), тыс.	70-85
3. Масса двухлетков (в среднем), г	500-1300
4. Масса товарной рыбы, полученной от 1 самки в один сезон, т	35-70

Необходимо проводить инвентаризацию племенного стада в весенний период, при облове зимовальных водоемов, а также осенью, когда такую работу проводят с обитателями летне-маточных прудов.

При этом необходимо разбивать поголовье по возрастным группам и для каждой из них фиксировать показатели общей и средней массы; тщательно осматривать рыбу на предмет травм, паразитов, оценивать клиническое состояние производителей.

В результате такой всесторонней проверки поголовья племенного стада составляются соответствующие документы: акт о проведении инвентаризации, ведомость учета рыб племенного стада, отчет о составе и движении рыб из ремонтно-маточного поголовья; ведомости зарыбления прудов (летне- и зимнематочных).

В случае, если была назначена профилактика обнаруженных инфекционных и иных заболеваний, пакет документов необходимо пополнять пояснительной запиской с указанием схемы лечения или профилактики, дозировками используемых фармацевтических препаратов.

Все документы подписываются комиссией, в состав которой входят, главный рыбовод, рыбовод-селекционер, ихтиопатолог или ветеринарный врач по болезням рыб, визируются директором рыбхоза.

### 3.3.2. Оценка роста и развития карпов, в том числе, с использованием УЗВ

Зная параметры роста и развития – стандартные и фактические надо принимать решения об изменении параметров внешней среды. В рыбоводстве это гидрохимия (содержание кислорода, водородный показатель, окисляемость воды и др.), а также очень важно знать состояние естественной кормовой базы и контролировать кормление искусственными кормами.

Первый этап – это определение среднесуточных приростов, которые определяются достаточно просто – это разница между двумя смежными декадами. В разведении этот параметр называется абсолютный прирост и у рыб он вычисляется в граммах.

Необходимо учитывать не только приросты рыбы за декаду, но и вычислять именно статистические параметры роста. Сначала приведем данные по выращиванию сеголеток карпа в Коломенском рыбхозе «Осёнка». В пруды были посажены личинки подрощенные до 1 г.

Выращивание подрощенных личинок по результатам контрольных обловов приведены в таблицах 20, 21.

При выращивании сеголетков в пруду Н5 навеска на 20.08.2018 составила 182 г. Абсолютный прирост за сезон колебался от 11,0 до 51,3 г, относительный прирост снизился с 95,4 до 31,1 %.

Точно такие же личинки подращивались в пруду В4 и на 20.08.2018 г. навеска была 111,7 г. Колебание абсолютного прироста составило 10,1 до 22,2 г за декаду, относительный прирост снизился с 82,3 до 20,5 %.

Таблица 20 – Данные по выращиванию подрощенных личинок в пруду Н5

Даты обловов	Навеска, г	Абсолютный прирост, г	Относительный прирост, %
20.06.18	13,2	-	-
2.07.18	25,7	12,6	95,5
10.07.18	36,7	11,1	43,1
20.07.18	70,1	33,5	91,4
30.07.18	87,4	17,6	25,1
10.08.18	138,9	51,4	58,7
20.08.18	182,1	43,3	31,2

Таблица 21 – Данные по выращиванию подрощенных личинок в пруду В4

Даты обловов	Навеска, г	Абсолютный прирост, г	Относительный прирост, %
20.06.18	13,2	-	-
2.07.18	23,9	10,9	82,5
10.07.18	40,2	16,6	70,0
20.07.18	57,1	17,1	42,5
30.07.18	70,7	13,8	24,1
10.08.18	92,9	22,4	31,7
20.08.18	111,9	19,2	20,7

Для более наглядного отображения необходимо динамику живой массы, приростов (абсолютного и относительного) необходимо отображать графически (рисунки 12-17). Еще более значимы графики относительных приростов.

Графически приросты дают больше информации – показывают именно напряженность роста, причем в идеале с возрастом напряженность роста снижается.

Кроме того, необходимо использовать закон И.И. Шмальгаузена, который гласит что «произведение из скорости роста и времени, при прочих равных условиях есть величина постоянная». Выражается это в виде равенства:

$$Cv t = const, \quad (3)$$

где  $Cv$  – скорость роста,  $t$  – возраст.

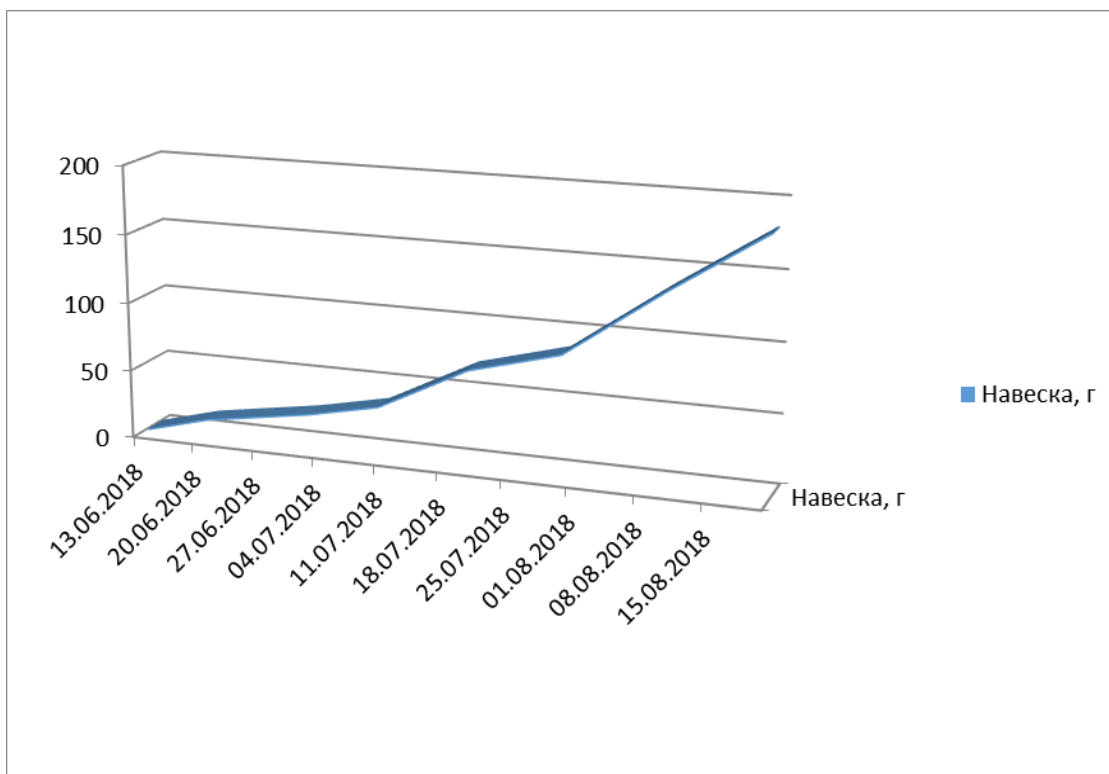


Рисунок 12 – Динамика навески (живой массы) рыб, выращиваемых в пруду Н5

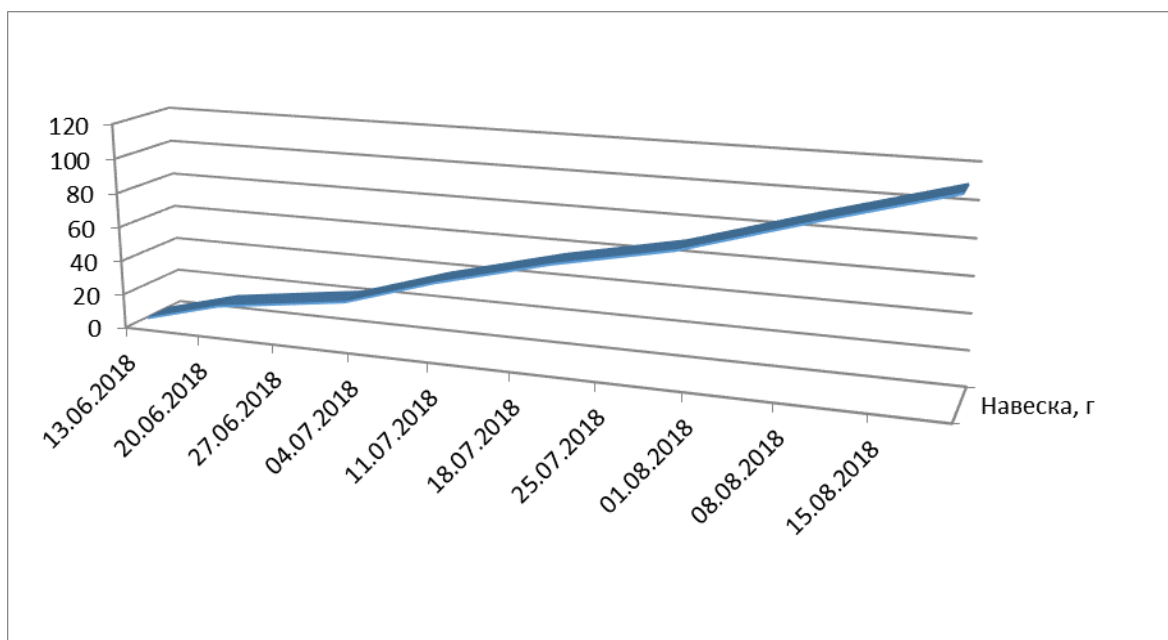


Рисунок 13 – Динамика навески (живой массы) рыб, выращиваемых в пруду В4

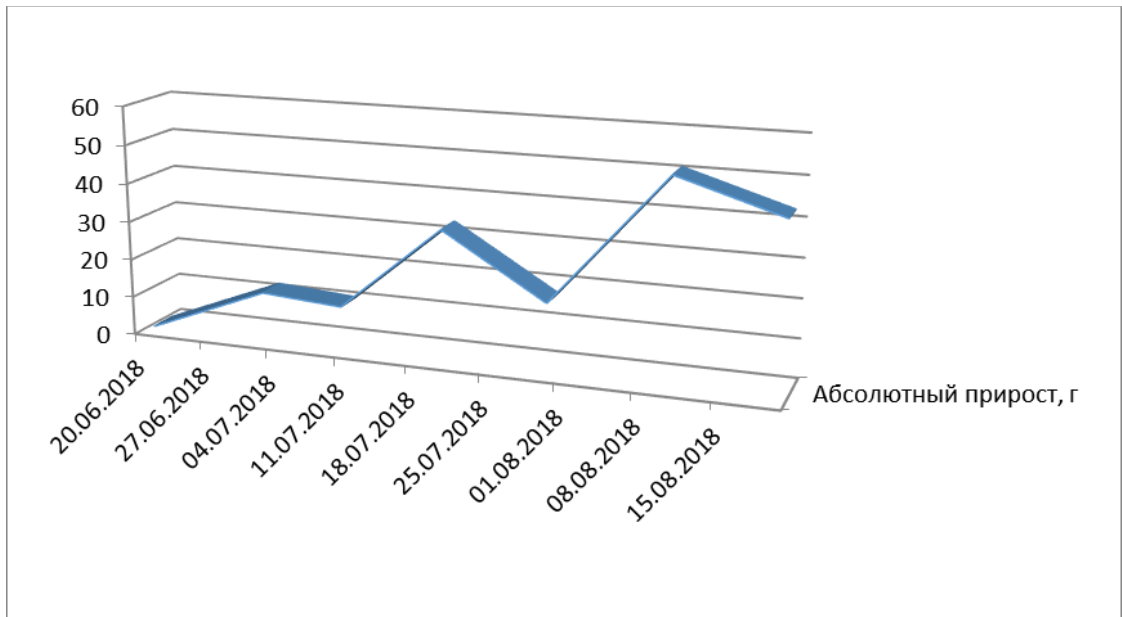


Рисунок 14 – Динамика абсолютного прироста рыб, выращиваемых в пруду Н5

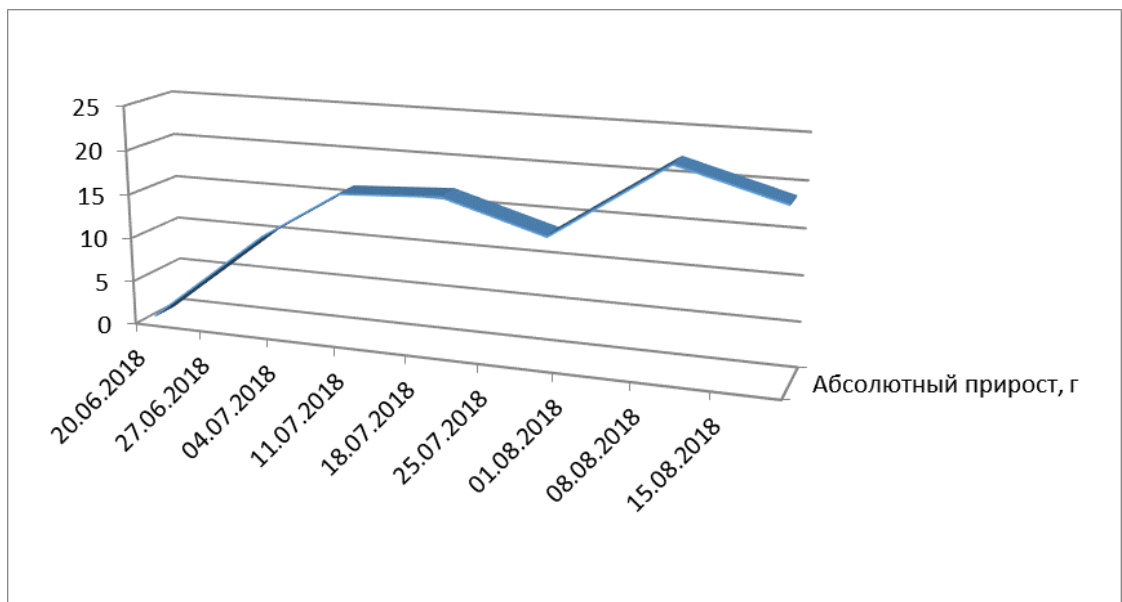


Рисунок 15 – Динамика абсолютного прироста рыб, выращиваемых в пруду В4.



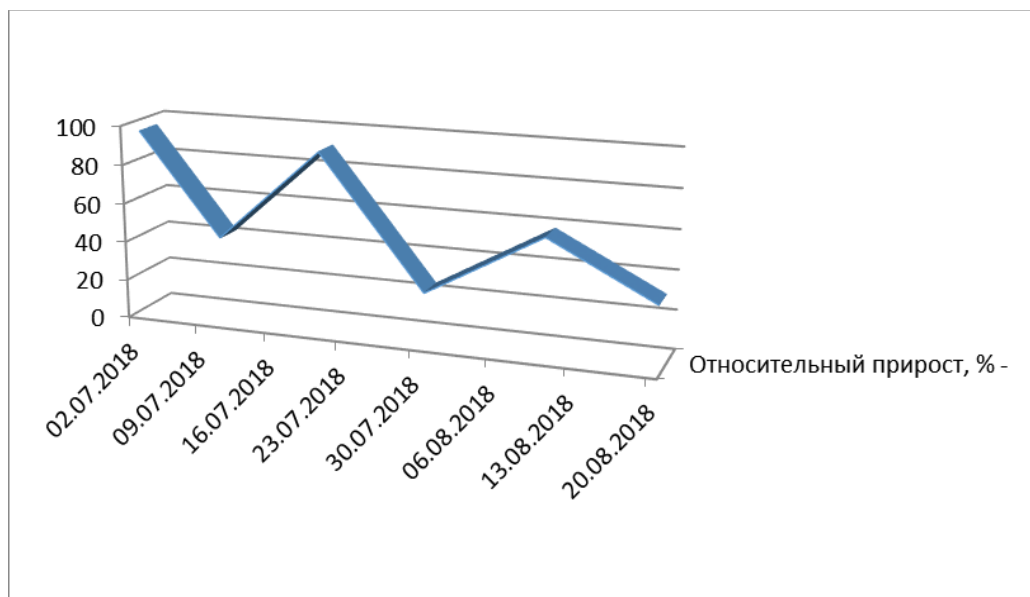


Рисунок 16 – Динамика относительного прироста рыб, выращиваемых в пруду Н5

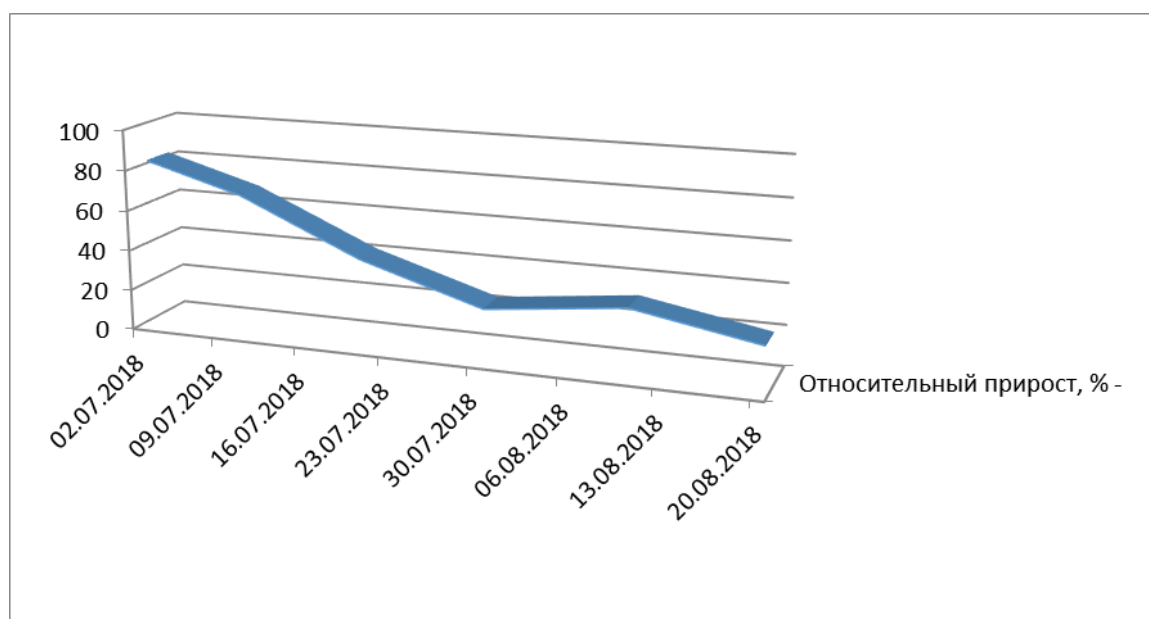


Рисунок 17 – Динамика относительного прироста рыб, выращиваемых в пруду В4.

Данная работа была выполнена при оценке роста эмбрионов. Именно он определил, что скорость роста с возрастом падает. В тоже время С. Броди указывает, что есть периоды с постоянной скоростью роста. И.И. Шмальгаузен приводит данные, что скорость роста это одно из выраженных возрастных изменений особи. До сих пор ученые не пришли к одному мнению, а особенно это не выяснено по рыбам.

Экспоненциальный (с постоянной скоростью) рост отмечается у бактерий и что важно при постоянных благоприятных условиях.

При вычислении скорости роста И.И. Шмальгаузен использует формулу параболической кривой:

$$W = mt^k \quad (4)$$

согласно которой величина тела животного является потенциальной функцией от времени.

$$\text{Из уравнения } W=mk^t \text{ и } W_1=mt_1^k \quad (5)$$

после логарифмирования и почленного вычитания первого из второго получается:

$$\lg W_1 - \lg W = k(\lg t_1 - \lg t), \text{ откуда:}$$

$$k = \frac{\lg W_1 - \lg W}{\lg t_1 - \lg t} \quad (6)$$

Связь константы роста (k) со скоростью роста (Cv) устанавливается через дифференцирование уравнения:

$$W = mt^k: \frac{dW}{dt} = kmt^{k-1} \quad (7)$$

Откуда скорость роста, как отношение величины прироста к величине самого организма определяется по следующей формуле:

$$Cv = \frac{kmt^{k-1}}{mt^k} = \frac{k}{t} \text{ и } k = Cv t \quad (8)$$

Но k из формулы органического роста равняется:

$$\frac{\lg W_t - \lg A}{t - \lg e} = \frac{\lg W_t - \lg A}{0,43429 t} \quad (9)$$

И.И. Шмальгаузен также предложил для большей точности при получении константы рекомендуется умножить Cv на возраст, приходящийся на середину данного периода, а не на конец или начало его, т.е.

$$Cv \times \frac{t_1 + t_0}{2} \quad (10)$$

Следовательно, на основании всего изложенного:

$$Cv = \frac{lgW_t - lgA}{0,4343(t_1 - t_0)} \quad (11)$$

$$const. = \frac{Cv(t_1 + t_0)}{2} \quad (12)$$

По данным И.И. Шмальгаузена подтверждением общего закона является рост рыб. Обработав данные некоего Державина, по севрюге, он установил, что нарастание ее массы в течение всей жизни происходит при одной и той же константе  $k=2,09$ . При росте в длину меняется мало (от 1 года до 14 лет) и составляет 0,672, далее (с 14 до 29 лет) и составляет 0,582.

В то же время не понимать, что севрюги – это далеко не все рыбы, которые разводятся в аквакультуре России. Она относится к роду остеров и не является тепловодной рыбой, поэтому и растет равномерно.

Карп выведен специально из сазана и растет быстрее его, но кормление его начинают обычно с температуры более 12 °С, большего роста достигает при температуре выше 20 °С. Имеется районирование пород карпа по зонам.

А.К. Чижик (1979) провел на юге Украины оценку скорости роста карпов. В тот же момент он отмечает, что пруды очень различны по гидрологическому составу, отмечаются колебания температур и для каждой зоны необходима нивелировка.

Полученные данные свидетельствуют о высоких колебаниях средних навесок в группе и о возможности достижения сеголетками и двухлетками высоких показателей, именно, в условиях высокоминерализованных прудов массы, значительно превышающей стандартную (таблица 22).

Таблица 22 – Колебания средних навесок в группе в условиях высокоминерализованных прудов массы

Пруды	Минерализация, г/л	Навеска, г	Показатели роста
Сеголетки			
1	≤ 2	12,6-34,7	0,03441-0,718
2	2-8	18,7-40,2	0,0214-0,2003
Двухлетки			
1	≤ 2	229,5-460,3	0,6544-2,5898
2	2-8	307,2-1200,5	0,3182-1,2503
3	8-12	683,3-840,6	0,3714-0,9045

Нами были рассчитаны данные коэффициенты в рыбхозе «Павловский».  
(таблица 23,24).

Таблица 23 – Показатели роста (пруд Н1)

Пруд №	Масса в возрасте Т_0	Возраст Т_0	Масса в возрасте Т_1	Возраст Т_1	Скорость роста	Константа роста	лога- рифм_от_Т0	Лога- рифм_от_Т1
Пруд Н1	702	1	801	11	0,014	0,081	2,84509804	2,903089987
2	803	11	893	21	0,012	0,172	2,903089987	2,949390007
3	891	21	940	41	0,004	0,082	2,949390007	2,972202838
4	939	41	998	51	0,007	0,268	2,972202838	2,997386384
5	997	51	1076	61	0,008	0,435	2,997386384	3,031004281
6	1079	61	1178	70	0,011	0,668	3,031004281	3,070776463
	1178	70	1243	81	0,006	0,372	3,070776463	3,094121596

Таблица 24 – Показатели роста (пруд Н2)

П №	Масса в воз- расте Т_0	Возраст Т_0	Масса в возрасте Т_1	Возраст Т_1	Скорость роста	Константа роста	лога- рифм_от_Т0	Лога- рифм_от_Т1
Пруд Н2	611	1	768	11	0,024	0,138	2,78604121	2,88422877
2	611	1	958	21	0,023	0,248	2,78604121	2,980457892
3	611	1	1106	32	0,020	0,317	2,78604121	3,042969073
4	611	1	1146	51	0,014	0,328	2,78604121	3,058426024
5	611	1	1416	70	0,013	0,434	2,78604121	3,150449409
6	611	1	1502	81	0,012	0,462	2,78604121	3,175801633

Нами предложена технология подращивания личинок в УЗВ (устройстве замкнутого водообмена). Учитывая перспективность использования УЗВ нами была использована установка «Рачительная», разработанная для выращивания тропических гидробионтов. Недостаток специализированных установок собственно для подращивания личинок карпа содержится в том, что установки используются всего лишь месяц в году, а потом простаивают. В предлагаемой нами установке можно выращивать тропических гидробионтов, а для подращивания личинок карпа выделить определенное количество суток в годовом графике использования УЗВ, что позволит рационально и без простоя использовать установку.

УЗВ «Рачительная» представляет собой модуль в виде шести емкостей прямоугольной формы, выполненных из полипропилена и размещенных на трех уровнях сборно-разборного металлокаркаса. Габаритные размеры УЗВ в метрах составляют  $4,00 \times 0,84 \times 1,80$  (д/ш/в). Вес 160 кг. Размеры емкостей верхнего уровня  $2,00 \times 0,75 \times 0,25$  – 2 шт., среднего уровня  $1,98 \times 0,73 \times 0,25$  – 2 шт. Размеры емкостей нижнего уровня  $2,00 \times 0,75 \times 0,35$  – 1 шт. и  $1,98 \times 0,73 \times 0,35$  – 1 шт. Общий объем емкостей составляет  $2 \text{ м}^3$ . В емкости меньшего размера нижнего уровня расположен участок фильтрации воды, состоящий из отсека-отстойника, отсека биологической очистки воды и отсека забора фильтрованной воды. УЗВ оборудовано:

- циркуляционным насосом с тремя режимами работы (230 В, max 72 Вт);
- УФ-лампой (230 В, 7 Вт);
- компрессором с аккумулятором (230 В, ... Вт, время работы от аккумулятора до 6 час.);
- водонагревателем (230 В, 300 Вт). Общая потребляемая мощность УЗВ без изменения электрооборудования составляет 377 Вт.

Эксплуатация УЗВ осуществляется в отапливаемом помещении, оборудованном системой вентиляции, системой водоснабжения и водоотведения, наличием электропитания напряжением 230 В и твердого напольного покрытия (керамическая плитка, бетон и т.п.).

В процессе эксплуатации УЗВ требуется регулировать и устанавливать необходимую температуру воды, что обеспечивает наличие водонагревателя. Наличие

насоса с тремя скоростными режимами работы позволяет подобрать оптимальный водообмен. Наличие шести емкостей позволяет производить периодическую сортировку содержащихся в системе гидробионтов.

УЗВ сконструирована таким образом, чтобы ее обслуживание и уход за ней были минимальными. Учитывая автоматическую работу системы циркуляции, ее техническое обслуживание ограничивается только периодическим визуальным контролем. Важным приемом в обслуживании является периодическая очистка фильтров, наконечников (сеток) от загрязнений.

Благодаря такой конструкции стало возможным сформировать 6 опытных групп личинок в зависимости от типа кормления: 1-ю группу кормили яичным желтком; 2-ю группу кормили артемией салина из замороженного сырья; 3-ю группу кормили артемией салина, вращенной в условиях лаборатории; 4-ю группу кормили кормом фирмы «Тетра» Tetra Mini Baby; 5-ю группу кормили размолотым в ступке экструдированным кормом для кормления осетров; 6-ю группу кормили яичным желтком, артемией салина, кормом фирмы «Тетра», размолотым комби-кормом.

В каждый лоток в первой серии было посажено по 100 тысяч личинок карпа. Во второй серии было посажено по 50 тысяч личинок, причем, во втором случае это были чистопородные (М и УМ группы), а в первой серии это были гибриды F<sub>1</sub>.

Контроль за гидрохимическим режимом проводили каждые 1-2 часа. Температуру воды поддерживали на уровне 25...26 °С. Содержание кислорода поддерживали на уровне 7...8 мг/л. Кормили личинок каждый час с 6.00 до 20.00.

Перед отправкой на предприятие (за 2 дня до отправки) создавали температуру воды, приближенную к таковой в естественных водоемах, используемых в прудовом рыбоводстве региона. При отработке приемов подращивания личинок карпа в УЗВ в задачи исследований входила разработка и апробация методики подращивания личинок до массы 20 мг при температуре 25...26 °С продолжительностью 13...15 суток, при этом выживаемость молоди составляет 70 % от посаженной, а при температуре воды 26...28 °С подращивание длится 10...12 суток, но поддерживать та-

кую температуру сложнее, возникнет большая разница при посадке в пруды по температуре, т.е. более вероятен температурный шок. Процесс подращивания крупного посадочного материала является основополагающим мероприятием производственного цикла, одним из определяющим формирование рыбопродуктивности. Использование УЗВ позволяет получить в необходимом количестве качественных мальков для зарыбления прудов. Эффективность предлагаемого метода подращивания личинок карпа не зависит от климатических условий региона и других факторов, влияющих на выживаемость и жизнеспособность посадочного материала.

По нашим исследованиям, в ранние сроки подращивания мальков карпов лимитирующим фактором для сохранности посадочного материала, является температура воды в начале цикла 17 °С, далее 23 °С. Начиная с шестого дня эксперимента, мальки резко стали прибавлять в росте и массе, полученные при содержании личинок в естественных прудах в 4...7 раз. Далее наблюдается следующее явление: в зависимости от плотности посадки личинок в емкостях УЗВ происходит снижение темпа весового роста мальков в 0,7-1,5 раза.

При плотной посадке личинок обнаруживается тенденция к гибели части экземпляров. Масса экземпляров не главное. Самое ценное качество подрощенных личинок – это способность существования в естественных условиях. Средняя масса молоди карпа, содержащегося в оптимальных условиях плотности посадки, кормления и температурного режима к моменту его отправки в естественный водоем составляет 140-160 мг, что определяет этот посадочный материал позволяет как качественный и крупный.

Более эффективным является комбинированное кормление по поедаемости с использованием набора кормов. Анализ существующих в настоящее время технологий, используемых для подращивания крупного посадочного материала в карповодстве показал, что оптимально для интенсификации производственных процессов необходимо использовать мини УЗВ. В рыбоводстве актуализированы лимитирующие факторы, влияющие на рыбопродуктивность. Одним из таких является сохранение личинок. Проведенные исследования выявили эффективность применения технологии подращивания личинок карпа в УЗВ. Мы изучили физиологические



особенности роста, развития и выживаемости личинок, мальков карпов при их подращивании в различных условиях среды – естественных рыбоводных прудах и экспериментальных условиях УЗВ, когда над водой с мальками создается слабый парниковый эффект, положительно сказывающийся на температуре среды, а вместе с тем и на выходе количества мальков при подращивании – в 10 раз выше, чем в естественном водоеме. Это напрямую доказывает необходимость применения УЗВ-технологий для подращивания крупного посадочного материала. Применение УЗВ позволяет стабилизировать необходимую температуру воды, обеспечить оптимальный режим и рацион питания малькам. Повышается средняя масса подращиваемых молодых сеголетков, сохраняется высокий уровень выживаемости.

В системах УЗВ эффективность подращивания личинок карпа достигается еще и тем, что при ограниченном водоснабжении создается необходимый микроклимат в ёмкостях, где содержится рыба. Также есть возможность постоянного прямого контроля интенсивности роста и развития личинок, их метаболизма, трофики, выживаемости. Предложенная технология имеет преимущество перед традиционными, личинок можно подращивать в контролируемых условиях (температура воды, содержание кислорода, полнота кормления и др.). Такой подход делает возможным вырастить крупный посадочный материал и в условиях I-III зон рыбоводства, сократить срок получения товарной рыбы до 2-х лет, а в V-VI зонах до одного года.

В товарном рыбоводстве основная ценность гибридов заключается в их повышенных продуктивных качествах, которые обусловлены эффектом гетерозиса, зависящего от неаддитивного действия генов (доминирования, сверхдоминирования, эпистаза) и от гомозиготности родителей по разным генам одного и того же локусов. Анализируемая парская порода карпа включает в себя две внутривидовые группы рыб: чешуйчатые карпы (отводок М); разбросанные карпы (отводок УМ). Чешуйчатые карпы получены путем гибридизации между беспородным местным разбросанным карпом и амурским сазаном (С) с последующей селекцией гибридов в шести поколениях. Благодаря гибридизации карпа с амурским сазаном появилась возможность продвинуть карповодство в северные зоны рыбоводства.

Скрещивая карпа различных пород, с целью получения эффекта гетерозиса – фенотипического превосходства гибридов над негибридными сверстниками, удалось, без экономических затрат, получить прибавку роста живой массы, в первую очередь сеголетков, а в конце сезона – крупный посадочный материал; сократить период выращивания, что актуально для северных (I и II) зон рыбоводства. Подтверждено, гибриды карпов первого поколения хорошо растут, благодаря повышенной жизнеспособности, устойчивости к болезням. Использование гетерозиса имеет большое практическое значение в аквакультуре. Гибриды-сеголетки обладают повышенным гетерозисом и превосходят аналогов в среднем на 10-30 % по темпу роста, особенно в мальковый период при пониженной температуре и недостатке корма.

Для выращивания крупного посадочного материала перспективными являются гибриды карпа ♀♀ отводок М (местный) × ♂♂ отводок УМ (украинский местный); ♀♀ отводок сарваш × ♂♂ отводок черепетский рамчатый. Актуально подбирать гибридов карпа с учетом зоны рыбоводства, требований хозяйств по качеству мяса рыбы, скорости роста, показателям экстерьера, конечной навески и др. Повысить эффект гибридизации возможно используя мировой генофонд карпа с отдаленной генетической детерминацией, что даст продуктивные формы.

#### 3.4. Комплекс мероприятий по актуализации работы с растительноядными рыбами семейства карповые в прудовой аквакультуре

Для актуализации работы с растительноядными рыбами в прудовой аквакультуре необходимо на племенных заводах внедрять разработанный нами проект инструкции по бонитировке растительноядных рыб.

Толстолобик пестрый (*Aristichthus nobilis Ricn.*) (рисунок 18) одомашненная форма (порода) заявитель ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства», Московская обл., Дмитровский район, п/о Рыбное.

Племзаводы: ПАО «Сириус» (республика Адыгея) – маточное поголовье – 610; общество с ограниченной ответственностью «Рыбоводное сельскохозяйственное предприятие «Ангелинское» (Краснодарский край) – маточное поголовье – 800 голов. Рыбоводные показатели пестрого толстолобика приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Рыбоводные показатели пестрого толстолобика

Возраст, лет	0+	1+
Плотность по выходу, тыс. шт/га	16	0,7
Выживаемость рыб, %	62	77
Масса тела, г	36	752
Прирост массы тела, г	37	720
Выход из зимовки, %	84	92
Рыбопродуктивность, ц/га	5,3	3,8
Период выращивания при температуре более 16 °С, дни	120	140
Кормовой коэффициент	20	30



Рисунок 18 – Толстолобик. На фотографии представлен экземпляр с проблемами на кожном покрове, что связано с нарушением экологической среды в рыбоводном пруде.

Активно вселялся в Волгу, Дон, Кубань, Терек и др.

Пестрый толстолобик частично растительноядная рыба, наряду с фитопланктоном и детритом потребляет зоопланктон. В средней полосе растет лучше, чем белый толстолобик. В южных районах при хорошей обеспеченности кормами по росту превосходит карпа.

Толстолобик белый (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) (рисунок 19) порода рыб, заявитель ФГУП ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства. Хозяйство-оригинатор ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства. Племзаводы по разведению данной породы: ПАО «Сириус» (республика Адыгея) – маточное поголовье – 600 голов; Сельскохозяйственный производственный кооператив рыболовецкий колхоз «Шапариевский» (Краснодарский край) – маточное поголовье – 476 голов; общество с ограниченной ответственностью «Рыбоводное сельскохозяйственное предприятие «Ангелинское» (Краснодарский край); общество с ограниченной ответственностью «Производственно-коммерческая фирма «Рыбопитомник «Чаганский» (Астраханская область) – маточное поголовье – 470 голов; сельскохозяйственный производственный кооператив племенной завод «Ставропольский» (Ставропольский край) – маточное поголовье 662 головы.

Рыбоводные показатели белого толстолобика приведены в таблице 26.

В каждой зоне организовать племенные заводы по разведению растительноядных рыб. В северной зоне наиболее востребованными будут племзаводы «на тепловой воде» или с применением УЗВ.

Таблица 26 – Рыбоводные показатели белого толстолобика

Возраст, лет	0+	1+
Плотность по выходу, тыс. шт/га	33	17
Выживаемость рыб, %	62	74
Масса тела, г	23	720
Прирост массы тела, г	83	95
Выход из зимовки, %	81	93
Рыбопродуктивность, ц/га	8	10
Период выращивания при температуре более 16 °С, дни	120	140
Кормовой коэффициент	20	30



Рисунок 19 – Толстолобик.

Белый толстолобик питается полициклическими водорослями – фитопланктоном, а также детритом. Конкуренции с карпом и др. видами рыб в поликультуре практически нет.

Амур белый (*Ctenopharyngodon idella Rich.*) (рисунок 20) – порода, хозяйство оригинатор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства». Племзаводы: ПАО «Сириус» (республика Адыгея) – маточное поголовье – 655 голов; общество с ограниченной ответственностью «Рыбоводное сельскохозяйственное предприятие «Ангелинское» (Краснодарский край) – маточное поголовье – 850 голов; общество с ограниченной ответственностью «Производственно-коммерческая фирма «Рыбопитомник «Чаганский» (Астраханская область) – маточное поголовье – 205 голов; сельскохозяйственный производственный кооператив племенной завод «Ставропольский» (Ставропольский край) – маточное поголовье 459 голов.



Рисунок 20 – Белый амур.

Рыбоводные показатели белого амура приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Рыбоводные показатели белого амура

Возраст, лет	0+	1+
Плотность по выходу, тыс. шт/га	6	0,7
Выживаемость рыб, %	63	78
Масса тела, г	110	770
Прирост массы тела, г	110	630
Выход из зимовки, %	87	94
Рыбопродуктивность, ц/га	5,4	3,9
Период выращивания при температуре более 16°C, дни	120	140
Кормовой коэффициент	30	45

Далее приведены рекомендации по оценке экстерьера растительоядных рыб, так как по нему определяют направление продуктивности, недоразвития, гармоничности сложения и др.

Сложность в оценке экстерьера племенных рыб заключается в том, что их оценивают только при облове, т.е. весной и осенью. В связи с этим уделяют больше внимания чем с другими животными.

Так труднее определить порядковый номер, перепроверить еще затруднительнее, не факт, что обследуемые рыбы будут в той кондиции, которая отражает фактическое состояние рыбы и пр.

За время содержания племенных рыб в прудах трудно судить о заболеваниях, которыми они переболевают за лето, о динамике резистентности и прочее. Промеры живой массы племенных растительноядных рыб приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Живая масса племенных растительноядных рыб

Показатели	Белый амур	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик
M, кг	14,7	14,3	14,9
m, кг	0,4	0,4	0,7
$\delta$ , кг	1,3	1,6	2,1
Cv, %	9,4	13,2	14,8

Живая масса племенных растительноядных рыб находится в пределах 14,0-14,6 кг. Согласно коэффициента изменчивости живая масса у белого амура наследуется выше, чем у толстолобиков.

Также можно утверждать, что у белых амуров гомозиготность выше, чем у белых и пестрых толстолобиков.

Длина тела у племенных растительноядных рыб 76,0-76,8 см (таблица 29).

Таблица 29 – Длина тела племенных растительноядных рыб

Показатели	Белый амур	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик
M, кг	76,9	76,1	76,3
m, кг	4,6	0,3	1,6
$\delta$ , кг	0,9	5,2	5,8
Cv, %	6,1	8,2	7,4

Длина тела у всех растительноядных рыб имеет высокую наследуемость, но все же у белых толстолобиков она также выше, как и по предыдущему показателю.

Высота тела у оцениваемых растительноядных рыб 9,7-11,4 см (таблица 30).

Таблица 30 – Высота тела племенных растительноядных рыб

Показатели	Белый амур	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик
M, кг	11,6	9,9	10,8
m, кг	0,3	0,4	0,4
$\delta$ , кг	0,9	1,1	1,1
Cv, %	8,7	8,5	9,2

Более стабильное наследование данного показателя у белого толстолобика, хотя и у других также высоко его наследование.

Обхват тела у растительноядных рыб 50,2-52,9 см. Наследование данного показателя несколько выше у белого толстолобика.

Индексы телосложения позволяют судить о гармоничности сложения рыб (таблица 31).

Индексы показывают, что оцениваемые рыбы в целом обладают необходимыми показателями. Нами для оценки племенных качеств предлагается использовать метод индексных коэффициентов, который в рыбоводстве предложен впервые.

Таблица 31 – Индексы телосложения племенных растительноядных рыб

Показатели	Белый амур	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик
Индекс высокоспинности	6,9	7,7	7,2
Индекс обхвата тела	0,69	0,65	0,68
Индекс упитанности по Фультону	3,1	3,1	3,4

Оценка производителей белого амура приведена в таблице 32.



Таблица 32 – Оценка производителей белого амура

Показатели	Живая масса, кг	Длина тела, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности
Целевой стандарт	16	77	12,0	3,5
Фактические показатели	14,6	76,8	11,5	3,1
Селекционный дифференциал	1,7	0,4	0,7	0,6
$\delta$	1,4	4,5	1,1	1,1
$h^2$	0,2	0,2	0,2	0,3
$Sd \times h^2 / \delta$	0,231	0,013	0,120	0,150
Индексный коэффициент	50,1	2,8	23,5	29,1
K	30,1	8,8	38,9	60

Оценка производителей белого толстолобика приведена в таблице 33.

Таблица 33 – Оценка производителей белого толстолобика

Показатели	Живая масса, кг	Длина тела, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности
Целевой стандарт	16	77	12,0	3,5
Фактические показатели	13,9	76,5	9,9	3,3
Селекционный дифференциал	2	1	1,3	0,3
$\delta$	1,7	5,1	1,0	1,0
$h^2$	0,2	0,2	0,2	0,3
$Sd \times h^2 / \delta$	0,23	0,039	0,260	0,09
Индексный коэффициент	38	6	42	14
K	22	1	42	14

Оценка производителей пестрого толстолобика приведена в таблице 34.

Таблица 34 – Оценка производителей пестрого толстолобика

Показатели	Живая масса, кг	Длина тела, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности
Целевой стандарт	16	77	12,0	3,5
Фактические показатели	14,8	76,6	11,1	3,4
Селекционный дифференциал	1,4	0,6	1,1	0,2
$\delta$	2,2	5,7	1,0	1,0
$h^2$	0,2	0,2	0,2	0,3
$Sd \times h^2 / \delta$	0,127	0,021	0,022	0,060
Индексный коэффициент	55	9	10	26
K	25	2	10	26

Итак, на основании полученных данных выведены формулы селекционных индексов:

для белого амура

$$I = 29,9 X_1 + 8,7 X_2 + 38,8 X_3 + 59 X_4 \quad (1)$$

для белого толстолобика

$$I = 22,2 X_1 + 1,2 X_2 + 41,6 X_3 + 14,4 X_4 \quad (2)$$

для пестрого толстолобика

$$I = 25,1 X_1 + 1,6 X_2 + 9,6 X_3 + 26,1 X_4 \quad (3)$$

где  $X_1$  – живая масса,

$X_2$  – длина тела,

$X_3$  – обхват тела,

$X_4$  – коэффициент упитанности по Фултону.

Изменение признака каждой особи по сравнению со стадом по селекционным признакам записывают с сохранением знака «плюс» или «минус». Далее отклонения умножают на соответствующий коэффициент опять же с сохранением знака. Все произведения суммируют. Индекс в итоге может принять положительное или отрицательное значение. В отборе необходимо использовать особей с положительными селекционными индексами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполнения исследований необходимо отметить следующее: в России возрастают потребности в рыбопродукции, получаемой в аквакультуре. Актуально развивать инновационные проекты для совершенствования работы в рыбоводстве, используя интеграцию селекционных и экологических методов работы.

Современная программа развития рыбного хозяйства предполагает увеличить производство рыбы в 5-7 раз. Одной из интенсивно развивающихся технологий работы в аквакультуре является использование УЗВ. Эти установки способны обеспечить полную независимость производственного цикла от климатических условий и экологических факторов, воздействующих на прудовые хозяйства в естественных условиях среды; выращивание рыбы не зависит от сезона года, что делает возможным использование установки круглогодично, позволяет проводить селекционные работы, усиливать резистентные качества посадочного материала.

В зависимости от объекта аквакультуры, использование УЗВ дает возможность сократить длительность одного цикла работы в 3-5 раз. Особенно важно отметить, что благодаря использованию УЗВ повышается эффективность работ по формированию маточных стад, созревание производителей легко регулируемо. С производственно-экономической стороны также есть преимущества, так как в 160 раз уменьшается водопотребление и достигается высокая рыбопродукция бассейнов.

Результатом исследований явилась разработка методики комплексной интенсификации работы с посадочным материалом карпа в замкнутых установках УЗВ для повышения эффективности показателя – сохранность селекционного преимущества и количества экземпляров рыб при снижении себестоимости рыбопродукции.

Оптимальным режимом перехода к зимовке является следующая плотность посадки особей в водоеме: сеголетки от 200 до 300 тыс.экз./га; двухлетки в среднем 1000 экз./га; трехлетки – не более 700 экз./га; рыбы более старшего возраста – в пределах 500 экз./га. Необходимо указать, что высоких результатов по сохранению

поголовья карпов можно достичь лишь тогда, когда в зимовальных прудах они содержатся в монокультуре. Во избежание потерь племенного материала рыб во время зимовки, при проектировании прудовых хозяйств необходимо учитывать отдельный вариант содержания производителей, что не касается остальных возрастных групп. Для контроля расхода кормов в норме необходимо придерживаться следующих данных: сеголетки от 8 до 10 %; двухлетки от 5 до 7 %; трехлетки в пределах 5-6 %; четырехлетки в среднем 5 %, более старших рыб 4 %. Нормативная упитанность и прирост массы рыб зависит от трофических условий. Особое значение при этом имеет экологическая составляющая, обеспечивающая благоприятные условия для формирования естественной кормовой базы (биомасса планктона в выростных и нагульных прудах выше 4 мг/л). Для нагула племенных рыб одним из критериев их обеспечения необходимым количеством естественной пищи является оптимальная площадь прудов. При формировании племенных стад, необходимо учитывать, что при равной обеспеченности кормовыми ресурсами пестрый толстолобик уступает по своим ростовым качествам белому, отсюда и расхождения в рыбоводно-биологических нормативах, принятых для выращивания этих рыб.

Оптимальным вариантом посадки племенных производителей толстобиков в летний период считается 100-110 экз./га (пестрый) и 50-55 экз./га (белый), что при удовлетворительном кормлении и содержании обеспечит: необходимый прирост массы 1,0-1,2 кг и 1,5-1,7 кг соответственно; рыбопродуктивность для разбросанного карпа в пределах 1,1 ц/га, для чешуйчатого – 0,70-0,80 ц/га.

При формировании маточных стад рыб эффективно использовать гетерозис, который достигается путем двухлинейного (или более) разведения, а именно, воспроизводством производителей от двух неродственных групп. Важным является и определение такого параметра, как материнская и отцовская формы. Необходимый резерв самок в маточном стаде должен составлять 50 % от общего числа производителей женского пола, что не относится к самцам, о создании резерва которого можно не заботиться. Оптимальным соотношением производителей по половой принадлежности будет, если на 5-6 самок используется 3 самца. Так же в нерестовый период этология карпов такова, что они часто травмируются, что приводит к

снижению иммунитета, а вследствие этого и невысокому качеству их продуктивного материала. Для предотвращения проблем с качественными показателями икры непосредственно во время нереста, дважды в год, согласно утвержденному графику, необходимо проводить инвентаризацию маточного стада.

В качестве рекомендаций и актуализации перспективности дальнейшей разработки темы необходимо отметить, что внедрение методики в товарное рыбоводство является перспективным направлением, в результате чего в карповодстве возможно получать племенной материал высокого качества, при этом рынок предпринимательской деятельности в этом направлении практически свободен, рыбоводные предприятия смогут получать высокую прибыль.

В связи с изложенным, необходимо рекомендовать рыбохозяйственным предприятиям и организациям:

- проанализировать итоги хозяйственной деятельности по разведению растительноядных рыб не только в поликультуре, принять все необходимые меры по наращиванию темпов производства товарной рыбы и рыбопосадочного материала, рыбной продукции и консервов, определенных постановлением Совета ГКО «Росрыбхоз»;

- за счет наращивания производства растительноядных рыб добиваться повышения конкурентоспособности по ценовой политике на продукты аквакультуры, учитывая, что доминирующей составляющей конкурентоспособности являются качество продукции и снижение себестоимости производства;

- расширить и совершенствовать систему сбыта продукции, в том числе за счет развития собственной торговли;

- внедрять в профилактические мероприятия против инвазий методы биотестирования.

По результатам исследований необходимо привести следующие выводы:

1. Для интенсификации аквакультуры необходимо учитывать, что существует 3 типа прудов, в зависимости от гидрохимического состава воды и донных отложений, отличающихся по концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, железа, марганца, хлорид-ионов, сульфат-ионов, фосфат-ионов, ионов аммония. Отсюда,

необходимо контролировать и регулировать в пределах нормы эти экологические показатели, проводить мелиоративные работы, обогащать удобрениями, поддерживать в воде рН и концентрацию кислорода в пределах 5 мг/л, в рацион рыбам вводить сбалансированный комбикорм с протеином животного происхождения не менее 20 %, учитывать рыбоводные технологии в зависимости от направленности стада – ремонтное, маточное.

2. Для карпов, используемых в аквакультуре, серьезной проблемой являются инвазии, передающиеся рыбадыными птицами (ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграмозы) и лернеоз, вызываемый веслоногим рачком. Индикаторными показателями для биотестирования устойчивости карпов к инвазиям, которые необходимо использовать в качестве критерия для формирования племенного ядра, являются: уменьшение концентрации лизоцима на 13,5 %, повышение гемагглютинаина на 7,7 %; выпадение осадка из крупных гликогеновых гранул в лимфоцитах разбросанного карпа до 2,7 %, чешуйчатого – до 2,4 %; мелких полисахаридных включений до 24 % и 54 % соответственно; количество лимфоцитов с микроядрами у неустойчивых к заболеванию разбросанных карпов в 3 раза, у чешуйчатых в 2 раза выше нормы.

3. Эффективность применения гетерозиса при производстве гибридов карпа следующая: лучшие результаты показали помеси от скрещиваний самок отводки М с самцами УМ, а также самок УМ с самцами амурского сазана. По помесям получены лучшие показатели по выживаемости на 10-20 % и рыбопродуктивности на 2,3 ц/га по сравнению с особями исходных отводок; гибриды первого поколения карпов превосходят в F1 исходные формы до 30 %.

4. Оптимизация племенной работы с карпом дает преимущества гибридам, которые превосходят по навеске чистопородных на 12,1 %, массе выловленного карпа на 92,7 %, кормовой коэффициент снижается на 1,5 единицы.

5. Рыбоводно-биологические нормативы для выращивания производителей исходных форм рыб семейства карповые следующие: оптимальным режимом перехода к зимовке является плотность посадки особей в водоеме: сеголетки от 200 до 300 тыс.экз./га; двухлетки в среднем 1000 экз./га; трехлетки – не более 700 экз./га;

рыбы более старшего возраста – в пределах 500 экз./га; в летний период – 100-110 экз./га (чешуйчатый) и 50-55 экз./га (разбросанный), что при удовлетворительном кормлении и содержании обеспечит необходимый прирост массы 1,0-1,2 кг и 1,5-1,7 кг соответственно; рыбопродуктивность для разбросанного карпа в пределах 1,1 ц/га, для чешуйчатого – 0,70-0,80 ц/га.

6. Оценка роста и развития карпа, в том числе, выращиваемого в УЗВ следующая: средняя масса молоди карпа, содержащегося в УЗВ в оптимальных условиях плотности посадки, кормления и температурного режима к моменту его отправки в естественный водоем составляет 140-160 мг, что определяет этот посадочный материал как качественный и крупный. Эффективным является комбинированное кормление по поедаемости с использованием набора кормов. Такой подход делает возможным вырастить крупный посадочный материал и в условиях I-III зон рыбоводства, сократить срок получения товарной рыбы до 2-х лет, а в V-VI зонах до одного года; для выращивания крупного посадочного материала перспективными являются гибриды карпа ♀♀ отводок М (местный) × ♂♂ отводок УМ (украинский местный); ♀♀ отводок сарваш × ♂♂ отводок черепетский рамчатый. Актуально подбирать гибридов карпа с учетом зоны рыбоводства, требований хозяйств по качеству мяса рыбы, скорости роста, показателям экстерьера, конечной навески и др. Повысить эффект гибридизации возможно используя мировой генофонд карпа с отдаленной генетической детерминацией, что даст продуктивные формы.

7. В современную аквакультуру актуально внедрять комплекс мероприятий по работе с растительноядными рыбами, что экономически эффективно и востребовано среди потребителей. Живая масса племенных растительноядных рыб находится в пределах 14,0-14,6 кг. Согласно коэффициента изменчивости живая масса у белого амура наследуется выше, чем у толстолобиков. Также можно утверждать, что у белых амуров гомозиготность выше, чем у белых и пестрых толстолобиков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрийская, А.А. Выращивание рыбы в циркуляционных системах [Текст] / А. А. Александрийская, О. С. Котляр // Рыбоводство и рыболовство. – 2009. – № 3. – С. 19-22.
2. Амелютина, В.М. Рыбоводно-физиологические особенности карпа, выращиваемого на теплых водах в садках при разных методах раздачи корма [Текст] / В.М. Амелютина // Вопросы промышленного рыбоводства: Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1986. – Вып. 39. – С. 60-64.
3. Андросов, С.А. Результаты выращивания осетровых в системах с замкнутым водоснабжением [Текст] / С.А. Андросов, Л.И. Непомнящий, Н.В. Бондаренко // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 17-21.
4. Асин, А.А. Определение максимальной производительности рыбоводной установки с замкнутым циклом водоснабжения [Текст] / А.А. Асин, П.Ф. Рельве, Х.Я. Херем // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1987. – № 48. – С. 15-20.
5. Бабушкин, Г.М. Рыбы [Текст] / Г.М. Бабушкин. – Рязань : Министерство народного образования РСФСР, 1990. – 126 с.
6. Багров, А.М. Пресноводная аквакультура страны [Текст] / А.М. Багров, В.М. Воронин // Рыбное хозяйство. – 2012. – № 4. – С. 44-46.
7. Багров, А.М. Основы стратегии развития рыбоводства России [Текст] / А.М. Багров, В. И. Филатов, А. Ю. Киселев и др. // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПРХ, 2000. – Вып. 77. – С. 19-24.
8. Байкалова, Н.Д. Влияние повышенной концентрации кислорода в воде на рост личинок карпа [Текст] / Н.Д. Байкалова // Выращивание рыбы в бассейнах и лотках на теплых водах: Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – Л., 1983. – Вып. 207. – С. 65-70.
9. Балабанов, Л.В. Изменение гранулоцитов карпа под влиянием аммонийного загрязнения [Текст] / Л.В. Балабанов // V Международная конференция по водной токсикологии. – Одесса, 18-22 апр. – 2008. – С. 200.



10. Белова, М.И. Предварительные результаты эксплуатации рыбоводной установки на экспериментальной базе ПО «Латрыбпром» [Текст] / М.И. Белова, О.А. Нарыгин, В. И. Матаев // Тезисы докладов Всероссийского совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25-27 февр.). – М., 2016. – С. 18-23.
11. Боброва, Ю.П. Основные итоги селекции парского карпа. Селекция рыб [Текст] / Ю.П. Боброва, А.Г. Гарин, С.И. Лаврухина и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 19-26.
12. Боброва, Ю.П. Рекомендации по разведению и промышленному использованию племенного стада парского карпа [Текст] / Ю.П. Боброва. – М.: ВНИИПРХ, 1979. – 34 с.
13. Богданова, Л. А. рН водной среды как показатель эффективности работы УЗВ / Л.А. Богданова // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Индустриальное рыбководство в замкнутых системах. – М., 1991. – Вып. 64. – С. 11-15.
14. Бойков, Ю.Б. Опыт выращивания личинок карпа в установках с замкнутым циклом водоснабжения [Текст] / Ю.Б. Бойков, В.И. Филатов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – Биологические основы рационального кормления рыбы. – М., 1983. – Вып. 36. – С. 64-66.
15. Бондарев, А.А. Интенсификация процессов биологической очистки сточных вод от соединений азота [Текст] / А.А. Бондарев // Интенсификация действующих сооружений систем отведения, очистки сточных вод и переработки осадков: Материалы семинара. – М., 2014. – С. 15-22.
16. Борисенко, Е.Я. Разведение сельскохозяйственных животных [Текст] / Е.Я. Борисенко. – М.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы «Сельхозгиз», 1939. – С.64-66.
17. Борисов, А.Р. Выращивание угря в Японии [Текст] / А.Р. Борисов // Рыбоводство и рыболовство. – 2014. – № 6. – С. 13-17.
18. Бутусова Е.Н. Производство посадочного материала рыб в замкнутых установках Германии [Текст] / Е.Н. Бутусова // Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов: Зарубежный опыт. – М.: ВНИЭРХ, 2018. – С. 12-22.

19. Бутусова, Е.Н. Установка для выращивания угря [Текст] / Е.Н. Бутусова // Рыбное хозяйство. – Серия «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов»: Экспресс-информация. Зарубежный опыт. – М.: ВНИЭРХ. – 2011. – Вып. 2. – С. 18-20.
20. Ваняев, Н.А. Рыбоводство в США [Текст] / Н.А. Ваняев // Рыбоводство и рыболовство. – 2006. – №3. – С. 19-21.
21. Варадин, Л.С. Аквакультура в Венгрии: достижения, проблемы и перспективы [Текст] / Л.С. Варадин, С.Г. Блохин // Итоги 30-летнего развития рыбоводства на теплых водах и перспективы на XXI век: Материалы международного симпозиума. – М., СПб.: ГосНИОРХ, 2013. – С. 27-30.
22. Виноградов, В.К. Новые концептуальные подходы к проблеме развития осетрового хозяйства России [Текст] / В.К. Виноградов // Проблемы современного товарного осетроводства: Сб. докладов 1-й научно-практической конференции (24-25 марта). – Астрахань: Биос, 2014. – С. 17-20.
23. Власов, В.А. Пресноводная аквакультура [Текст] / В.А. Власов. – М.: Изд-во «Курс», 2015. – 383 с.
24. Власов, В.А. Практикум по рыбоводству [Текст] / В.А. Власов, Ю.А. Привезенцев, А.П. Завьялов. – М., 2005. – С.48-49.
25. Власов, В.А. Приусадебное хозяйство. Рыбоводство [Текст] / В.А. Власов, С.Б. Мустаев. – М.: Изд-во «ЭКСМО-Пресс», 2001. – 240 с.
26. Власов, В.А. Физиологическое состояние, рост сеголеток карпа и потребление ими корма в зависимости от рН воды [Текст] / В.А. Власов // Известия ТСХА. – 2010. – № 2. – С. 120-131.
27. Воронов, Ю.В. Исследования работы биофильтра с гофрированной пластмассовой загрузкой [Текст] / Ю.В. Воронов, В.Н. Кореньков, В.П. Саломеев // Проектирование водоснабжения и канализации. – М.: ЦНИПИАС. – 1970. – Вып. 8 (69). – 10 с.
28. Габышева, Н.С. Генофонд *Ribes nigrum l.* по устойчивости к болезням и вредителям в условиях Якутии [Текст] / Н.С. Габышева, А.В. Протопопова, В.Н. Сокопудов // Успехи современной науки. – 2017. – Том 1. – № 9. – С.174-180.

29. Гелецкий, Н.Е. Выращивание сеголеток канального сома в установке с замкнутым циклом водоснабжения [Текст] / Н.Е. Гелецкий // Рыбное хозяйство. – Серия «Аквакультура». – Информ. пакет: Индустриальное рыбоводство. – М.: ВНИ-ЭРХ. – 2011. – Вып. 1. – С. 21-29.
30. Голубь, А.Н. Опыт инкубации икры форели в установках с замкнутым водоснабжением / А.Н. Голубь // Тез. докл. Всероссийского совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25-27 фев.). – М., 2016. – С. 30-33.
31. Гринь, А.В. Влияние разных кормов на специфическое динамическое действие пищи у ранней молоди карпа [Текст] / А.В. Гринь, В.И. Турецкий // Вопросы физиологии и кормления рыб: Сб. науч. тр. Л., 1983. – Вып. 196. – С. 93.
32. Дубровкин, В.Н. Влияние плотных посадок рыб на рост и некоторые биохимические характеристики карпа [Текст] / В.Н. Дубровкин, В.В. Пушкарь, Л.В. Сивцева и др. // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1984. – № 40. – С. 113-119.
33. Дубровкин, В.Н. Действие экзаметаболитов, выделяемых карпом, на интенсивность обмена у рыб того же вида [Текст] / В.Н. Дубровкин // VI-я Всероссийская конференция по экологии, физиологии и биохимии рыб: Тезисы докладов. – Вильнюс, 2005. – С. 60-63.
34. Дума, В.В. Кормовые добавки в системах с замкнутым водоснабжением [Текст] / В.В. Дума // Тезисы докладов всероссийского совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25-27 марта). – М., 2015. – С. 40-44.
35. Жигин, А.В. Технология выращивания товарного карпа в установке с замкнутым циклом водоснабжения: дисс. канд. с.-х. наук: 06.02.04. – М., 2008. – 190 с.
36. Закон, Е.М. Разработка оборудования установок выращивания рыбы с замкнутым циклом водоиспользования (УЗВ) / Е.М. Закон, Л.М. Нижник // Тезисы докладов всероссийского совещания по рыбоводству в замкнутых системах (21 апреля). – М., 2006. – С. 18-22.
37. Зданович, Б.В. Влияние колебаний температуры на скорость роста молоди карпа [Текст] / Б.В. Зданович // Методы интенсификации прудового рыбоводства. Тезисы докладов всероссийской конференции молодых ученых. – М., 2004. – С. 79-80.

- 38.Золотова, З.К. Мировая аквакультура на рубеже столетий: статистика и прогнозы [Текст] / З.К. Золотова // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПРХ, 2000. – Вып. 75. – С. 23-37.
- 39.Иващенко, А.И. А.С. 1805845 СССР, МКИ А01К61/00. Способ выращивания рыбы в системе замкнутого водоснабжения [Текст]/ А.И. Иващенко, Б.Д. Гулаев, В.В. Макоревич, В.А. Иващенко (СССР) № 4855241/13. Заявл. 30.07.90; Опубл. 30.03.93.
- 40.Калайдан, А.К. Новая установка для выращивания товарного карпа [Текст] / А.К. Калайдан // Рыбоводство и рыболовство. – 2014. – № 7. – С. 11-13.
- 41.Калинин, А.З. Установка для выращивания товарной рыбы [Текст] / А.З. Калинин, А.В. Жигин // Технология и оборудование сельскохозяйственного производства: Межотраслевой сборник ВИМИ. – 2012. – Вып. 4. – С. 15-17.
- 42.Калмыков, Л.В. Воспроизводственный комплекс для канального сома в индустриальных хозяйствах [Текст] / Л.В. Калмыков, В.Ф. Кривцов, В.В. Калмыкова // Индустриальные методы рыбоводства: Сборник науч. трудов ВНИИПРХ. – М., 1983. – Вып. 37. – С. 14-16.
- 43.Кирпичников, В.С. Гибридизация рыб и проблема гетерозиса [Текст]/ В.С. Кирпичников // Известия АН ССР. – 1938. – № 4. – С.957-974.
- 44.Киселев, А.Ю. Биоэкологические технологии промышленного производства объектов аквакультуры [Текст] / А.Ю. Киселев, В.И. Филатов, В.Н. Коваленко, В.Н. Борщев // Инженерная экология. – 2011. – № 3. – С. 61-68.
- 45.Киселев, А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водоснабжения: автореф. дисс.докт. биол. наук: 03.00.10. – М., 1999. – 62 с.
- 46.Коваленков, В.Ф. Влияние собственных экзометаболитов на газообмен у карпа [Текст] / В.Ф. Коваленков // Актуальные вопросы водной экологии: Материалы Всероссийской конференции молодых ученых (Киев, 22-24 нояб. 1989). – Киев, 1990. – С. 70-72.
- 47.Козлов, В.И. Аквакультура [Текст] / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. – М.: КолосС. – С.52-60.

48. Константинов, А.С. Видоспецифические метаболиты как фактор ограничения плотности посадки рыб [Текст] / А.С. Константинов, А.М. Яковчук // Вопросы ихтиологии. – 1993. – Т. 33. – №6. – С. 829-833.
49. Константинов, А. С. Влияние специфических экзометаболитов на химический состав тела и энергетику молоди карпа [Текст] / А.С. Константинов, В.Н. Парфенова, Б.А. Кенжин // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27. – № 3. – С. 493-499.
50. Константинов, А.С. Рост молодых рыб в постоянных и переменных кислородных условиях [Текст] / А.С. Константинов // Вестник МГУ. – Сер. 16. – 2008. – № 4. – С. 13-17.
51. Кореньков, В.Н. Безотходный рыбоводный комплекс с замкнутым циклом водоиспользования [Текст] / В.Н. Кореньков, А.В. Жигин, А.В. Калинин и др. // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. – М., 1991. – С. 5-9.
52. Кореньков, В.Н. Совершенствование системы очистки оборотной воды в рыбоводной установке / В.Н. Кореньков, А.В. Калинин, А.А. Марченко, А.В. Жигин // Передовой производственный опыт. – 2017. – № 3. – С. 57-59.
53. Коровушкин, А.А. К актуальности интеграции зоотехнического и биоэкологического образования при подготовке специалистов для отрасли рыбного хозяйства [Текст] / А.А. Коровушкин, С.А. Нефедова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – Вып. 4 (51). – Воронеж: изд. ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С.82-86.
54. Коровушкин, А.А. Перспективы разведения парского карпа [Текст] / А.А. Коровушкин, К.И. Буданова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2015. – № 4. – С. 13-17.
55. Коровушкин, А.А. Применение скрещивания [Текст] / А.А. Коровушкин, М.А. Иванова // Инновации молодых ученых и специалистов – национальному проекту «Развитие АПК». Материалы международной научно-практической конференции. – 2006. – С.333-336.

56. Коровушкин, А.А. Современное состояние и перспективы разведения парского карпа [Текст] / А.А. Коровушкин, К.И. Буданова // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 85-90.
57. Кот, М.М. Подбор. Инбридинг. Инбредная депрессия и гетерозис [Текст] / М.М. Кот. – М.: Издательство МСХА, 1990. – 104 с.
58. Кохантов, Б.Т. А.С. 1600656 СССР, МКИ5 А01К61/00. Установка для получения и подращивания личинок рыб и ракообразных [Текст] / Б.Т. Кохантов, В.Т. Маркин, В.П. Строгов (СССР) № 4402489/30-13. Заявл. 04.04.88; Опубл. 23.10.90.
59. Крылов, Г.С. Выращивание рыбопосадочного материала карпа в первой зоне прудового рыбоводства: монография [Текст] / Г.С. Крылов. – Ижевск: РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 144 с.
60. Крылова, Т.Г. Рыбоводно-биологические особенности выращивания товарного карпа в Среднем Предуралье: дисс. ... канд. биол. наук / Крылова Татьяна Георгиевна. – М., 2009. – 141 с.
61. Крылова, Т.Г. Усовершенствование биотехнологии подращивания личинок карпа в первой зоне прудового рыбоводства [Текст] / Т.Г. Крылова, П.В. Докучаев, Г.С. Крылов, Т.И. Решетникова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 605.
62. Лавровский, В.В. Ритмы питания сеголетков карпа [Текст] / В.В. Лавровский, А.К. Гринь // Рыбоводство и рыболовство. – 1982. – № 2. – С. 9-10.
63. Лагуткина, Л.Ю. Органическая аквакультура как перспективное направление развития рыбохозяйственной отрасли (обзор) [Текст] / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарёв // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Том 53. – № 2. – С. 326-336.
64. Люкшина, В.Д. Влияние режима кормления на скорость роста товарного карпа в бассейнах на теплых водах Конаковской ТЭЦ [Текст] / В.Д. Люкшина, С.А. Кушнирова // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1984. – № 42. – С. 65-69.
65. Макарова, Г.Е. Замкнутые рыбоводные системы в Китае [Текст] / Г. Е. Макарова // Рыбное хозяйство. – Сер. Аквакультура: Инф. пакет Индустриальное рыбоводство. – М.: ВНИЭРХ. – 1992. – Вып. 3. – С. 11-16.

66. Мамонтов, Ю.П. Будущее аквакультуры России [Текст] / Ю.П. Мамонтов, А.М. Багров, В.М. Воронин, Н.Е. Гепецкий // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 2000. – Вып. 75. – С. 19-27.
67. Мовсесова, Н.В. Замкнутые системы в аквакультуре: необходимы экономические исследования [Текст] / Н.В. Мовсесова, А.В. Жигин // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2011. – № 23. – С. 250-255.
68. Мовчан, В.А. Жизнь рыб и их разведение [Текст] / В.А. Мовчан. – М.: Колос, 1966. – 351 с.
69. Мусаев, С.Б. Эффективность выращивания карпа при автокормлении с ограничением и без ограничения суточного рациона [Текст] / С.Б. Мусаев // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1998. – № 55. – С. 49-53.
70. Новоуженин, Н.П. Рыбоводно-биологические нормативы по выращиванию карпа, форели в установках с замкнутым циклом водообеспечения / Н.П. Новоуженин, В.И. Филатов, А.В. Ширяев и др. – М.: ВНИИПРХ, 1985. – 14 с.
71. Орлов, Ю.И. О принципе расчета плотностей посадки и использовании оксигенаторов [Текст] / Ю.И. Орлов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1985. – № 46. – С. 25-30.
72. Орлов, Ю.И. Производство рыбы в замкнутых системах по технологии фирмы «Metz» (ФРГ) [Текст] / Ю.И. Орлов, Е.Н. Бутусова // Рыбное хозяйство. - Серия Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. Экспресс-информация: Зарубежный опыт. М.: ВНИЭРХ. – 1989. – Вып. 10. – С. 1-14.
73. Остроумова, И.Н. Инструкция по выращиванию крупного посадочного материала карпа в условиях теплых вод на полноценных гранулированных кормах [Текст] / И.Н. Остроумова. – Л.: ГосНИОР. – 1979. – 24 с.
74. Панькова, В.Ю. Пути повышения выхода товарного карпа из нагульных бассейнов Волгореченского тепловодного хозяйства [Текст] / В.Ю. Панькова // Сб. науч. тр. Гос-НИОРХ. – Л., 1985. – Вып. 219. – С. 43-50.

- 75.Петров, Ф.А. Приборное обеспечение рыбоводных установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) [Текст] / Ф.А. Петров, В.Ф. Резников, В.В. Семенихин // Тез. докл. Всероссийского совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25-27 февраля 1986 года). – М., 1986. – С. 24-25.
- 76.Погорельцева, Т.П. Инвазионные болезни. Справочник по болезням прудовых рыб / П.В. Микитюк, Е.Ф. Осадчая, Т.П. Погорельцева и др. – К., Урожай, 1984. – С.123.
- 77.Привезенцев, Ю.А. Проблема сохранения генофонда в рыбоводстве [Текст] / Ю.А. Привезенцев. – Селекция рыб. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 220-227.
- 78.Равкин, Е.С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учёту птиц [Текст] / Е.С. Равкин, Н.Г. Челинцев. – М., 1990. – 33 с.
- 79.Романова, Н.Н. Заражение карповых рыб *Ichthyocotylurus erraticus* (сем. Strigeidae) во внутренних водоемах центральной полосы РФ [Текст] / Н.Н. Романова, Н.А. Головина, А.А. Листопадов, О.В. Сехина // В кн.: Труды центра паразитологии. Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева РАН. Т. XLVIII. – М., Товарищество научных изданий КМК, 2014. – С.75-77.
- 80.Романова, Н.Н. Эколого-фаунистические исследования паразитов рыб Белгородского водохранилища [Текст] / Н.Н. Романова, Н.А. Головина, А.А. Листопадов, О.В. Сехина // В кн.: Рыбохозяйственные водоемы России. Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию ГОСНИОРХ. СПб., 2014. – С. 685-693.
- 81.Попков, Е.П. Биотехнические предпосылки производства рыбопосадочного материала на замкнутом водоснабжении [Текст] / Е.П. Попков // Выращивание посадочного материала карпа в замкнутых установках: Сб. науч. тр. ГосНИОРХ: Промрыбвод. – 1988. – Вып. 278. – С. 3-13.
82. Привезенцев, Ю.А. Рекомендации по подращиванию личинок карпа в прудах под пленочными покрытиями [Текст] / Ю.А. Привезенцев, Е.Ф. Иванова, В.И. Федотенков // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – № 5 (137). –С. 72-83.



83. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство [Текст] / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: «Мир», 2004. – 456 с.
84. Радчинков, В.Ф. Повышение продуктивного действия кормов при выращивании товарного карпа [Текст] / В.Ф. Радчинков, А.В. Астренков, Н.Н. Гадлевская и др. // Ученые записки. – 2011. – Т. 47. – № 1. – С. 428-431.
85. Рыбайчук, В. К. Липидные характеристики тканей у сеголетков карпа, выращенных на искусственных кормах при разных способах кормления [Текст] / В.К. Рыбайчук // Тез. докл. 6-го Всероссийской конференции по экологии, физиологии и биохимии рыб (сентябрь 1985). – Вильнюс, 1985. – С. 509-510.
86. Слепнева, В.А. Зависимость скорость выделения аммонийного азота от массы тела у молоди карпа [Текст] / В.А. Слепнева // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 1985. – Вып. 46.1. – С. 64-74.
87. Слепнева, В.А. Интенсивность выделения метаболитов карпами при выращивании в УЗВ [Текст] / В.А. Слепнева // Тез. докл. Всероссийского совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25-27 февраля, 1986 года). – М., 1986. – С. 26-27.
88. Телитченков, М.М. Способ химической доочистки воды в установке для интенсивного выращивания рыбы [Текст] / М.М. Телитченков, Г.В. Верещагина // Биологические науки. – М., 1987. – 10 с.
89. Ткачева, И.В. Пробиотик «Бацелл-М» в товарном рыбоводстве [Текст] / И.В. Ткачева, Н.Н. Тищенко // Успехи современной науки. – 2017. – Том 1. – № 3. – С.43-45.
90. Ткачева, И.В. Совместное применение препаратов «Моноспорин» и «СТФ-1/56» в товарном прудовом рыбоводстве [Текст] / И.В. Ткачева, Н.Н. Тищенко // Успехи современной науки. – 2017. – Том 9. – № 3. – С.57-59.
91. Туников, Г.М. Разведение животных с основами частной зоотехнии [Текст] / Г.М. Туников, А.А. Коровушкин. – Рязань: 2010. – 711 с.
92. Туников, Г.М. Разведение животных с основами частной зоотехнии [Текст] / Г.М. Туников, А. А. Коровушкин. – СПб., 2016. – 744 с.

93. Умпелеев, В.И. Методика оценки нитрифицирующей активности биопленки в системах очистки воды рыбоводных установок с оборотным водоснабжением [Текст] / В.И. Умпелеев // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1985. – № 46. – С. 83-89.
94. Феофантов, Ю.А. Бюиореакторы с движущейся мелкозернистой загрузкой для очистки оборотных вод промышленных рыбоводных систем [Текст] / Ю.А. Феофантов // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПРХ, 1991. – Вып. 64. – С. 17-18.
95. Филлатов, В.И. Выращивание молоди карпа в установках с замкнутым водоснабжением [Текст] / В.И. Филлатов, А.В. Ширяев, Ф.А. Петров, В.А. Слепнев // Вопросы промышленного рыбоводства: Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1982. – Вып. 34. – С. 12-17.
96. Филлатов, В.И. Технология: выращивания молоди карпа в установках с замкнутым циклом водообеспечения в режиме полицикла [Текст] / В.И. Филлатов, А.В. Ширяев, В.А. Слепнев и др. – М.: ВНИИПРХ, 1989. – 23 с.
97. Филиппов, Д.И. Оптимизация технологии выращивания рыбы в малогабаритном рыбоводческом хозяйстве на установке замкнутого водообеспечения: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.04. – Рязань, 2000. – 24 с.
98. Чиржик, А.К. К вопросу о необходимости районирования пород карпа применительно к условиям прудовых хозяйств юга Украины [Текст] / А.К. Чиржик // Селекция прудовых рыб. – М.: «Колос». – 1979. – С.66-71.
99. Чиржик, А.К. Районирование пород карпа [Текст] / А.К. Чиржик // Селекция прудовых рыб. – М.: «Колос», 1981. – С.92-93.
100. Шабунов, А.А. Чайковые птицы как биоиндикаторы состояния экосистем [Текст] / А.А. Шабунов, Н.М. Радченко // Информационно-методический и научно-педагогический журнал «Источник». Вологда, Изд. центр ВИРО, 2002. – № 1. – С. 55-58.
101. Шабунов, А.А. Синантропные птицы в Вологде и их роль в формировании паразитарных очагов. Паразитологические проблемы больших городов [Текст] / А.А. Шабунов // Тезисы докладов «Второе совещание по теме «Окружающая среда и проблемы паразитарного загрязнения». – СПб., 1996. – С. 111-112.

102. Юнчис, О.Н. Паразиты рыб как индикаторы состояния водной среды [Текст] / О.Н. Юнчис, Ю.А. Стрелков // Проблемы паразитологии, болезней рыб и рыбоводства в современных условиях. Сб. научных трудов. – Вып. 321. – СПб., 1997. – С. 111-117.
103. МУ 3.3.2.1758-03 Методы определения показателей качества иммунобиологических препаратов для профилактики и диагностики гриппа.
104. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 1, АМБ-агро, 111621, Москва, ул. Оренбургская, 15 «б»., 1998 год)
105. Заявка на полезную модель №2018135327 от 05.10.2018г, МПК А01М29/02. Устройство для отпугивания птиц [Текст] / Коровушкин А.А., Нефедова С.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Лазуткина Л.Н., Безносюк Р.В., Якунин Ю.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ.
106. Патент РФ № 2051579, МПК А01М29/02. Устройство для отпугивания птиц / Звонов Б.М., Терсков Н.Г., Валиков А.В. Малое производственное объединение "Пирс". Заявл. 25.03.1993 г., опубл. 10.01.1996 г.
107. Патент РФ № 2250611, МПК А01М29/02. Способ отпугивания птиц / Пивкин Н.М., Пивкин А.Н., Куценко Г.В., Забелин Л.В., Гафиятуллин Р.В. заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов". Заявл. 11.12.2002 г., опубл. 27.04.2005 г.
108. Allanarra, A. A. Demand-feeding as a self-regulating feeding system for rainbow trout in net-pens [Text] | A. A. Allanarra/ - pap. it Jst, Symp. Rainbow Trout, Stirang, 4-7 Sept. 2012: Aquaculture. 2012. –102, № 3. – P. 160-170.
109. Belova, N. F. The use of biologically active substances in the feeding of broiler chickens [Text] / N. F. Belova. – Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. Voronezh. – 2008. – pp. 111-112.
110. Bllanchetton, J. P. Recent developments in recirculation systems [Text] / J. P. Bllanchetton. – Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presented at the International conference «Aquaculture Europe 2012». – Italy, Trieste. – 2012. – P. 3-9.

111. Bllanchetton, J. P. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Model Farm recirculating system: comparison with a flow through system [Text] / J. P. Bllanchetton, A. A. Belaud. – Aquacultural engineering. – Vol. 40. – № 3. – 2011. – P. 140-144.
112. Buzlama, V. S. The mechanism of action of humic substances / V. S. Buzlama, V. N. Dolgoplov, A. V. Results and prospects for the use of humic drugs and feed additives in veterinary medicine [Text] | Proceedings of the 1st All-Russian Conference. Moscow. – pp. 24–35.
113. Eikebrokk B. Design and performance of the «BJOFYSH» water recirculation system [Text] / B. Eikebrokk. – Aquacult. Eng. 1990. – 9, № 4. – P. 285-294.
114. Ermolina, S. A., Biochemical indicators of the blood of broiler chickens when using algal oil [Text] / S. A. Ermolina, K. V. Buldakova, V. A. Sozinov. – The successes of modern natural science. – 2014. – № 9. – pp. 34–37.
115. Griбанова, E. A. Effect of potassium humate on the POL-AO system of liver of broiler chickens [Text] / E. A. Griбанова, R. G. Karimova, O. N. Pavlova. – Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. N. E. Bauman. – 2015. – vol. 222 (2). – pp. 68–72.
116. Hartno, S. Changes in the bacterial composition of water in a carp rearing tank [Text] / S. Hartno, U. Satoshi, K. Daijuk, D. Joshiaki // Aquaculture. 1985. – 44, № 3. – P. 243-247.
117. Kolesnikov, V. M. The main factors to improve the efficiency of broiler meat production [Text] / V. M. Kolesnikov. – Achievements of science and technology of agroindustrial complex. – 2004. – № 4. – pp. 37-38.
118. Kostikov, A. L. Crosses of meat chickens of domestic and foreign selection [Text] / A. L. Kostikov, N. V. Samburov. – Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2014. – № 5. – pp. 62–65.
119. Pavlova, O. N. The effectiveness of using the spirogum feed additive for growing chicken broilers. [Text] / O. N. Pavlova, V. V. Zaitsev, I. P. Tokarev. – Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – № 1. – pp. 119–122.

120. Vasiliev, A. A. Value, theory and practice of using humic acids in animal husbandry production. [Text] / A. A. Vasiliev,, A. P. Korobov, S. P. Moskalenko. – Agrarian Scientific Journal. – 2018. – № 1, pp. 3–6.