

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.М. КОКОВА»

*На правах рукописи*

ЛАБАЗАНОВ АНАТОЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**СОЗДАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПЛЕМЕННЫХ СТАД  
БЕЛОГО АМУРА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОВОДСТВА**

Специальность: 06.02.07 – Разведение, селекция и генетика  
сельскохозяйственных животных

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

*Научный руководитель:*  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Казанчев С.Ч.**

г. Нальчик – 2018г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. СОСТОЯНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ.....	10
1.1. Биологические основы селекции рыб.....	14
1.2. Роль племенной работы в сохранении продуктивных и товарных качеств разводимых рыб.....	27
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	43
3.1. Характеристика опытных прудов (гидрохимический режим)....	43
3.1.1. Гидробиологические особенности опытных прудов.....	44
3.1.2. Кормовая база.....	47
3.2. Комплексная оценка производителей белого амура.....	51
3.2.1. Оценка репродуктивных признаков.....	66
3.2.2. Внутривидовое скрещивание амуров различного происхождения.....	81
3.2.3. Влияние классности исходных маточных групп на рост и развитие молоди амура.....	87
3.2.4. Выращивание и содержание племенного материала.....	98
3.3. Экономические показатели результатов исследований.....	105
Заключение.....	107
Выводы.....	117
Рекомендации производству.....	120
Список использованной литературы.....	121

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Постоянно растущий объем работ с растительноядными рыбами требует дальнейшего увеличения численности маточных стад. Однако, существующее до настоящего времени бесконтрольное разведение этих рыб и полное отсутствие племенной работы с ними, при их широком промышленном использовании, связано с опасностью ухудшения качества производителей [116].

Поэтому, для дальнейшего успешного использования этого объекта искусственного разведения, необходимо разработать систему по разведению этих видов рыб, уточнить методы племенной работы с ними, а также выбрать направления предстоящей племенной работы. Соответственно задачам, которые ставят перед селекцией потребности рыбного хозяйства, направления селекции могут быть очень разнообразными, особенно при работе с такими специфическими объектами, так называемый «китайский равнинный комплекс» [107]. Эти виды в настоящее время все шире используются в рыбоводстве страны.

Особое место среди этого комплекса занимает белый амур (*Stenopharyngodon idella* (Val.)). Интерес к нему обусловлен особенностями питания, высокая пищевая ценность его мяса и большие эксплуатационные возможности, относительная несложность выращивания товарной рыбы как с моно-, так и поликультуре.

Сдерживающими моментом в широком использовании растительноядных рыб (в данном случае белого амура) является острый дефицит рыбопосадочного материала, который, по мнению некоторых авторов [65], происходит из-за отсутствия маточных стад растительноядных рыб с высокими продуктивными качествами.

В последние годы наблюдается заметное снижение темпов наращивания объема производства белого амура. Это связано со снижением рыбоводных

качеств у производителей белого амура, выращенных в условиях прудовых хозяйств. Успешное их решение, в значительной степени, зависит от правильной организации племенной работы с белым амуром.

Работая с новыми объектами, первой задачей было создание исходного маточного стада белого амура, изучение характера изменчивости и наследуемости ценных (в хозяйственном отношении) признаков и установление между ними корреляционных связей.

В Кабардино-Балкарской Республике селекционно-племенная работа с белым амуром проводится с 2008 года в полносистемном рыбоводном хозяйстве «Сарский» Майского района, занимающимся разведением украинских пород карпов. Стада производителей белого амура в хозяйстве состоят из особей, привезенных из рыбозаводов «Ставропольский» Ставропольского края и «Синюхинский» Краснодарского края.

Основным направлением племенной работы с белым амуром в республике является повышение приспособленности к факторам доместикиции, создание высокопродуктивных пользовательных племенных стад, устойчивых к неблагоприятным факторам промышленного разведения, с ускоренным половым созреванием и нерестом в более ранние сроки.

В связи с этим, необходимо дальнейшее совершенствование рациональных методов ведения отрасли, разработка принципиально новых способов выращивания рыб, обеспечивающих высокую биопродуктивность, что и определило актуальность исследований.

**Степень изученности проблемы.** Широкое внедрение растительноядных рыб в практику отечественного рыбоводства не могло базироваться на завозе посадочного материала с Дальнего Востока. Поэтому центральным вопросом, решение которого определяло успех хозяйственного освоения этих объектов, явилась разработка методов искусственного разведения.

Работа по формированию маточных стад, для организации их искусственного разведения была начата под руководством [98] с привлечением специалистов – ученых ГосНИОРХа и ВНИИПРХа: [14, 38, 61],

На современном этапе продолжается работа по освоению растительно-ядных рыб линий китайского и амурского происхождения, формированию маточных стад, выяснению эффекта внутривидового гетерозиса по выживаемости и темпу роста.

В данном контексте обобщены работы многих ученых [2, 5, 57, 62, 78, 86, 104, 124, 126].

В Кабардино-Балкарской Республике отсутствуют рекомендации, в которых предусматривалось бы выращивание рыб дальневосточного происхождения в определенной экономической обстановке. Решить данную проблему можно при использовании комплексного подхода. При этом важно учитывать многие факторы, и, в частности, биокультурного, биоэкологического, гидробиологического характера. Всё это явилось обоснованием темы и направлений наших исследований.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – создание высокопродуктивных племенных стад белого амура для промышленного рыбоводства, приспособленных к условиям республики и использование в масштабах гетерозисного эффекта у сеголеток по выживаемости и скорости роста, а также изучение влияния происхождения на племенные качества молоди белого амура.

Для достижения поставленной цели предстояло решить следующие задачи:

- изучить морфометрические особенности природных условий республики (гидрохимические, гидробиологические);
- формирование исходного высокопродуктивного племенного маточного стада;
- провести оценку основных племенных признаков (средняя масса, выживаемость в летних и зимних прудах, морфофизиологические особенности);

- выявить генетические «межлинейные» различия амуров, оценить степень их различий;
- установить: возраст и сроки, смещение полового созревания, четкость реакции организма на удлинение вегетационного сезона и на эколого-физиологические методы стимуляции дозревания половых продуктов;
- определить инкубационные качества икры и жизнестойкость свободных эмбрионов, применительно к условиям заводского воспроизводства;
- изучить биологические основы мелиоративного использования белого амура;
- провести оценку эффективности внутривидовой гибридизации белого амура и организации двухлинейного разведения путем использования рыб «амурского» (краснодарская линия) и «китайского» (ставропольская линия) происхождения.

**Научная новизна и теоретическая значимость.** Опыт выращивания растительноядных рыб (особенно белого амура) в республике невелик, поэтому настоящая научная работа носит ориентировочный характер. В Кабардино-Балкарской Республике нет собственных производителей белого амура, посадочный материал завозится из соседних республик. Впервые создано высокопродуктивное племенное маточное стадо белого амура и изучен характер изменчивости и наследуемости ценных (в хозяйственном отношении) признаков. Предложена научно обоснованная система разведения, изучен механизм избирательности питания и пищевые взаимоотношения растительноядных рыб. Определена роль и возможная продуктивность при внутривидовом скрещивании. В результате исследований разработаны теоретические и практические основы использования растительноядных рыб в целях повышения их продуктивности путем изменения потока веществ и энергии в нужном, для практических целей, направлении за счет сокращения длины трофических цепей и превращения трофических ресурсов водоемов в кормовую базу рыб и пищевую продукцию путем регулирования кратности водообмена.

Выявлены значения величины коэффициентов наследуемости и корреляции основных хозяйственно-полезных признаков у белого амура в зависимости от их линейной принадлежности.

**Практическая значимость работы и реализация результатов исследований.** Разработана технология и определены основные рыбоводно-биологические нормативы разведения и выращивания белого амура. Технология охватывает все этапы производственного цикла и основные направления использования белого амура: искусственное воспроизводство, выращивание производителей, формирование высокопродуктивных племенных стад, поликультура в прудовом хозяйстве, использование белого амура в качестве биологического мелиоратора. Технология широко используется в промышленном рыбоводстве республики.

В целом, по республике рыбы дают около 20% продукции прудовых хозяйств без увеличения затрат кормов и удобрений. Метод ведения рыбного хозяйства на основе поликультуры растительноядных рыб служит примером использования рациональной ресурсосберегающей технологии. Освоение растительноядных рыб является наиболее ярким проявлением научно-технической революции в рыбном хозяйстве республики.

Результаты наших исследований используются в учебном процессе по дисциплине «Прудовое рыбоводство», «Ихтиология», при подготовке кадров по специальности «Зоотехния», а также легли в основу разработанной рекомендации: «Экологические особенности выращивания растительноядных рыб (белого амура) в водоемах Кабардино-Балкарской республики» (2017).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Абиотические факторы, влияющие на гидробиологическую продуктивность искусственных водоемов (уточнение районов, благоприятных для проведения работ по разведению белого амура).
2. Оценка созданного племенного стада производителей (бонитировка производителей).

3. Определение основных норм отбора племенных производителей для выращивания ремонтного молодняка и уточнение особенностей применения гипофизарной инъекции.

4. Комплексная оценка племенных качеств производителей белого амура (восстановление возраста методом обратных вычислений размеров по величине годовых колец по чешуе).

5. Оценка состояния племенного материала (распределение на племенные классы, индивидуальное взвешивание, уровень изменчивости ценных в хозяйственном отношении признаков первичного исходного стада).

6. Репродуктивные признаки белого амура (этапы созревания, плодовитость – рабочая и относительная).

7. Эффективность внутривидовой гибридизации, организации двухлинейного разведения путем использования рыб ставропольского (китайского) и краснодарского (амурского) происхождения.

8. Выращивание племенного материала и товарной рыбы (подращивание личинок, выращивание сеголетков и двухлетков, особенности поликультуры).

9. Питание белого амура на последовательных этапах развития в онтогенезе.

**Апробация работы.** Основные результаты научных исследований доложены и обсуждены:

– на научно-практических конференциях Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета (2009-2016 гг.);

– на республиканских научных производственных совещаниях (2010-2014 гг.);

– на региональных конференциях по аквакультурному производству (г. Махачкала, 2013-2014 гг.).

– на Международной научно-практической конференции Горского государственного аграрного университета (Владикавказ, 2012 г.);

– на межвузовской конференции Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина (Краснодар, 2015 г.);

– на межвузовской конференции Пензенского государственного университета (Пенза, 2016 г.).

**Публикации.** Основные результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 11 научных работах (в том числе 5 статей в изданиях, включенных в перечень журналов, рекомендованных ВАК РФ) общим объемом 12,2 п.л., а также в ежегодных отчетах по научно-исследовательской работе (2010-2016 гг.) КБГАУ, в которых отражены основные положения и выводы диссертации, личный вклад соискателя – 85%.

**Объем и структура диссертационной работы.** Диссертация изложена на 139 страницах компьютерного текста, состоит из введения, трех глав (включающих общую характеристику работы, теоретическое обоснование, материал и методы исследования), результатов исследования, их обсуждения, заключения, выводов и практических рекомендаций, перспектив дальнейших исследований. Работа содержит 20 таблиц, иллюстрирована 7 рисунками, 1 схемой. Основной текст изложен на 120 страницах. Список литературы включает 174 источника, в том числе 29 – иностранных.

Работа выполнена в рамках межведомственной координационной программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК на 2010-2020 годы и в соответствии с плановой тематикой НИР ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова» «Разработка нормативов и внедрение рекомендаций по совершенствованию биоэкологических основ выращивания аквакультуры» (номер государственной регистрации – 01870000219).

# **1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.**

## **СОСТОЯНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ**

Товарное рыбоводство – быстро развивающаяся отрасль народного хозяйства, призванная обеспечить население страны полноценным белковым продуктом. За последние 20-25 лет производство товарной рыбы в стране возросло почти в 10 раз [57, 114].

Дальнейший рост продукции возможен только на основе комплексной интенсификации рыбоводства. Одним из важнейших путей интенсификации является улучшение качества объектов разведения путем создания новых высокопродуктивных пород рыб.

Хотя, выращиванием рыб в прудах, человек занимается в течении многих столетий процесс формирования пород рыб, по существу, только начинается. Даже у традиционного объекта товарного рыбоводства – карпа, имеется очень небольшое число пород, не столь существенно отличающихся друг от друга. Селекция карпа в большинстве случаев ограничена сравнительно малым числом поколений направленного отбора и охватывает небольшое число признаков. Фактически этот вид находится на начальной стадии породообразования и еще обладает достаточно широкой генетической изменчивостью. Ограниченное число пород форели создано за рубежом (США, Канада). Селекция других («новых») объектов товарного рыбоводства (растительноядные рыбы, буффало и др.) только начинается [32].

Характерными особенностями технологии современного высокоинтенсивного товарного рыбоводства являются чрезвычайно высокие плотности посадки, применение поликультуры (совместное выращивание разных видов рыб), интенсивное кормление искусственными кормами и снижение в рационе доли естественной пищи [58].

В настоящее время выращивание рыб осуществляется в условиях ухудшенного гидрохимического режима, более напряженной эпизоотической ситуации. Крайне неблагоприятные последствия имеет загрязнение водоисточников хозяйств технологическими отходами промышленных и сельскохозяйственных предприятий [55].

Одновременно, с развитием прудового рыбоводства, большое значение в производстве товарной рыбы приобретает культивирование их в садках и бассейнах хозяйств, использующих отработанные воды тепловых и атомных электростанций, а также в установках с замкнутым водообеспечением (индустриальное рыбоводство) [63, 115].

Таким образом, перед селекционерами стоит задача создания пород с высокой продуктивностью в условиях, резко отличных от природных. Решение этой задачи требует преобразования наследственных свойств объектов рыбоводства путем интенсивной селекционной работы [68, 70].

Вместе с тем, успешное использование пород рыб невозможно без хорошо налаженного племенного дела, основной задачей которого является выращивание необходимого числа племенных рыб в условиях, обеспечивающих полную реализацию породных особенностей.

По своей сути, товарное рыбоводство близко к другим отраслям животноводства и, поэтому, методы селекционно-племенной работы с рыбами и сельскохозяйственными животными имеют много общего. Однако, селекция и племенное дело в рыбоводстве имеют свою специфику, связанную с биологическими особенностями рыб: их высокой плодовитостью, наружным оплодотворением, поздним половым созреванием и др. В отличие от животноводства, где в центре внимания стоит отдельная особь, в рыбоводстве селекционер имеет дело с массовым материалом. В связи с этим, ряд методов селекционной работы, успешно используемых при селекции сельскохозяйственных животных (например, отбор по происхождению и др.), в работах с рыбами оказывается малоэффективным или вовсе непригодным. В то же время, в работах с

рыбами можно использовать специальные генетические методы (индуцированный гиногенез и мутагенез, экспериментальную полиплоидию и др.), применение которых на домашних животных практически невозможно, прежде всего, из-за низкой плодовитости последних.

**Другая важная особенность работ с рыбами связана со сложностью обеспечения стандартных, строго контролируемых условий содержания, что требует использования особых методов оценки селекционируемого материала.**

Таким образом, методы селекции и племенной работы с сельскохозяйственными животными не могут быть автоматически перенесены в рыбоводство. Рыбоводство должно иметь свою систему приемов и методов селекционно-племенной работы, построенную на общих принципах, но учитывающую биологические особенности рыб [75-80].

В разработке вопросов теории и практики селекционно-племенного дела в рыбоводстве, большие заслуги принадлежат советским ученым, среди которых в первую очередь следует назвать имена известных генетиков-селекционеров [7, 8, 63, 76-78]. Ими был выдвинут ряд основополагающих идей и осуществлены фундаментальные исследования по генетике рыб и вопросам селекционно-племенной работы.

Первые работы по генетике и селекции прудовых рыб в СССР относятся к 30-40-м годам. Чрезвычайно большое значение имели, проведенные в те годы [80], исследования по генетике чешуйного покрова у карпа. Полученные в этих исследованиях данные сразу же нашли практическое применение в селекционно-племенной работе. В 30-40-е годы на Украине под руководством ученого практика [110] началась селекционная работа с карпом, завершившаяся, впоследствии, созданием украинских пород карпа. В довоенный период, по инициативе многих авторов [67, 72, 73], была начата работа по гибридизации карпа с сазаном, подтвердившая эффективность промышленного скрещивания в рыбоводстве. Конец 40-х – начало 50-х годов связан с организацией работ по селекции ропшинского, белорусского и парского карпов (эти работы

возглавляли [64]). В этот же период [19] были выполнены исследования однополой формы серебряного карася, завершившиеся открытием естественного гиногенеза у данного вида.

Интерес к вопросам селекции и племенной работы возрастал параллельно с развитием прудового рыбоводства в СССР, строительством крупных карповых хозяйств и необходимостью увеличения общего объема товарной продукции. Уже к середине 60-х годов стало очевидным несоответствие между запросами промышленности и состоянием селекционно-племенного дела в отрасли. Прудовые хозяйства нуждались в больших по численности маточных стадах карпа, укомплектованных высокопродуктивными производителями. В этот период вопросы селекции и племенной работы начали интенсивно разрабатывать многие отраслевые институты. В 60-70-х годах во многих республиках страны были организованы работы по селекции местных пород карпа: [69, 71, 75] среднерусского (ВНИИПРХ), краснодарского (ГосНИОРХ, позднее ВНИИПРХ), казахстанского (КазНИИРХ), литовского (Институт зоологии и паразитологии АН ЛитССР), молдавского (МолНИРХС). Одновременно продолжались работы по селекции ропшинского (ГосНИОРХ), украинского (УкрНИИРХ) и белорусского (БелНИИРХ) карпов. В 60-х годах ГосНИОРХом были начаты работы по селекции радужной форели, а позднее – по селекции пеляди.

Развитию селекционных работ способствовали успехи в изучении генетических особенностей объектов разведения. На основе общих принципов селекции, и с учетом данных по генетике рыб, в 50-60-х годах были разработаны первые рекомендации по методам селекции и системе организации племенной работы в рыбоводстве [42, 75, 87, 90]. К этому времени, окончательно сложились представления о необходимости создания в отрасли специализированных селекционно-племенных хозяйств и внедрения двухлинейного разведения, позволяющего использовать эффект гетерозиса. В 60-70-х годах наметились заметные успехи в разработке генетических методов селекции рыб – индуцированного гиногенеза и мутагенеза.

Исследования по племенному делу в течение длительного времени были направлены, прежде всего, на разработку биотехники содержания, ремонта производителей карпа, способов проведения бонитировки маточных стад в промышленных хозяйствах. Начиная с 60-х годов, наряду с дальнейшим развитием этих работ, возникла необходимость проведения исследований, связанных с внедрением новой технологии и новых форм товарного рыбоводства (в частности, заводского метода воспроизводства, поликультуры, хозяйств индустриального типа и др.).

Несмотря на ряд имеющихся публикаций, вопросы селекции и племенного дела не получили пока еще достаточно полного отражения в рыбохозяйственной литературе. Вышедшая в 1979 г. чрезвычайно ценная книга В.С. Кирпичникова «Генетические основы селекции рыб» [70] посвящена, прежде всего, вопросам генетики рыб, в которой проблемы селекции изложены в краткой форме, а вопросы племенного дела не затронуты вообще.

Накопленный огромный исследовательский материал в области селекции и племенного дела нуждается в обобщении и подведении итогов научных и практических достижений. Такая работа одинаково важна, как для успешного внедрения уже имеющихся научных достижений, так и для развития будущих исследований [22, 108].

Чтобы изменить какой-либо признак в желаемом направлении, селекционер должен располагать сведениями об особенностях наследования этого признака и роли биологических факторов в его изменчивости [7].

## **1.1. Биологические основы селекции рыб**

Широкий круг научных работников-биологов и специалистов аквакультурного производства настоятельно ощущают острую необходимость в рабо-

тах, содержащих глубокий анализ современных задач и проблем в области селекции в прудовом рыбоводстве. Назрела потребность и в работах, где были бы рассмотрены пути внедрения новых и перестройки и совершенствования традиционных методов селекции на основе современных биологических, генетических концепций о материальной основе наследственности; о факторах, вызывающих ее изменения и сущности генетических процессов, протекающих в популяциях воздействием отбора.

Перед рыбоводами России стоят серьезные проблемы, требующие его коренной перестройки в ближайшие десятилетия. Предстоит к 2020 году двукратно увеличить производство рыбной продукции. Оно должно идти не столько по линии увеличения численности прудовых площадей, сколько по линии повышения их биологической продуктивности. Одним из основных путей достижения этого должна быть разработка методов селекции, базирующихся на современных принципах биологии, учитывающих специфику тенденции коренного преобразования и интенсификации всех отраслей аквакультурного производства.

В области селекции рыб важной задачей является увеличение производства товарной рыбы. Этого можно достичь как путем интенсификации рыбоводства в прудах, так и путем улучшения племенных качеств выращиваемой рыбы, а также методом адаптивной селекции к условиям внешней среды.

Одним из таких примеров является использование признака устойчивости к гипоксии в селекции белого амура.

Исследовательская работа селекции по этому признаку проводилась во Всесоюзном научно-производственном объединении по рыбоводству [64].

Как известно, наличие кислорода является одним из основных условий, необходимых для жизнедеятельности рыб. От концентрации кислорода в воде, интенсивности его поступления в организм при дыхании, зависит интенсивность обменных процессов [16, 18]. Существенный дефицит кислорода отрицательно сказывается на росте и развитии рыб и может привести к их массовой

гибели. При прудовом выращивании рыб постоянно поддерживать достаточный уровень кислорода в воде очень сложно и дорого. Поэтому, важное значение имеет отбор особей, более устойчивых к гипоксии, закрепление этого признака в ряде поколений путем селекции.

Повышение устойчивости к дефициту кислорода включено рыбоводами в число важнейших направлений в селекции среднерусского карпа. Поэтому намечено осуществить комплекс исследований, направленных, прежде всего, на решение методических вопросов [120, 121].

Разделение рыб по устойчивости к гипоксии основано на особенностях поведенческой реакции рыб в условиях дефицита кислорода. В емкость, заполненную прудовой водой, высаживают определенное количество рыб. Вначале, в результате реакции на испуг, все особи опускаются на дно. В дальнейшем, при асфиксии, происходит их перераспределение. Менее устойчивые особи, теряя реакцию на испуг, в первую очередь, поднимаются к поверхности воды, где их отлавливают. В конце периода разделения, у дна емкости остаются наиболее устойчивые рыбы, выдерживающие низкую концентрацию кислорода и продолжающие реагировать на испуг.

В соответствии с известной методикой [119] рыб высаживают в предварительно обескислороженную среду. Такой метод назван рыбоводами «разделением по острой гипоксии». В исследованиях применяют также «более щадящий», на наш взгляд, способ, названный «разделением по хронической гипоксии», при котором рыб помещают в водную среду, насыщенную кислородом до естественного уровня (8-12 мг/л). Процесс разделения рыб при этом становится более длительным (1-2 ч и более, в зависимости от температуры воды и плотности посадки рыбы в емкостях). В течение этого времени происходит адаптация рыб к постепенному снижению концентрации кислорода.

Наблюдение за поведением рыб при разделении по двум типам гипоксии выявило их следующие характерные различия [131].

При разделении по острой гипоксии у рыб одновременно срабатывают две разнонаправленные рефлекторные реакции. В результате реакции на испуг все особи вначале уходят в придонные слои, но, испытывая недостаток кислорода, вынуждены подниматься к поверхности воды. Причем более сильные особи ведут себя особенно активно – мечутся по емкости, расходуя много сил, и вследствие этого быстро впадают в шоковое состояние, перемешиваясь с ослабленными, «неустойчивыми» особями. Такое поведение рыб препятствует их четкой дифференцировке по устойчивости к дефициту кислорода. Воспроизводимость признака при повторном разделении рыб оказывается, в связи с этим, низкой [6, 9, 17].

В случае деления по хронической гипоксии рыбы ведут себя более спокойно. По мере истощения кислорода в воде менее устойчивые особи поднимаются к поверхности. Очередность всплывания рыб позволяет провести их дифференцировку по степени устойчивости к гипоксии. Результаты деления при таком способе оказываются более стабильными, чем при делении по острой гипоксии: большая часть рыб (70-80%), отнесенная при первом делении к группе «устойчивых», проявляет повышенную устойчивость и при последующем делении.

Разделение одних и тех же рыб вначале по хронической, а затем по острой гипоксии дают противоречивые результаты. В первых опытах [131] была обнаружена отрицательная корреляция между этими признаками: рыбы, более устойчивые к хронической гипоксии, оказывались менее устойчивыми к острой гипоксии. Однако, в последующих исследованиях корреляция оказалась в большинстве случаев хотя и невысокой, но положительной.

Различия в экспериментальных данных свидетельствуют о слабой взаимосвязи рассматриваемых признаков. Поэтому, авторы пришли к заключению о целесообразности применения в селекционных исследованиях только деление по хронической гипоксии. И в дальнейшем, в ходе исследований, будем использовать только этот способ.

Устойчивость к гипоксии непосредственно связана с процессом дыхания. Опыты по дыханию проводили в замкнутых респирометрах емкостью 16 л, в которые помещали 5-10 сеголетков (годовиков) или 1 двухлетка. Рыб помещали в респирометр при нормальном насыщении воды кислородом (10-12 мг/л). Температуру воды поддерживали на уровне 20°C. На протяжении всего опыта измеряли содержание кислорода с помощью кислородомеров К-215, совмещенных с самописцем, с точностью  $\pm 0,1\%$  [120].

В результате опытов (усредненные данные по 10 опытам на годовиках карпа) установлено, что устойчивые к гипоксии карпы обладают, по сравнению с неустойчивыми, более высоким уровнем дыхания, о чем свидетельствует более быстрое падение концентрации кислорода в воде.

Однако, при определенной (критической) концентрации кислорода, интенсивность дыхания у устойчивых рыб резко снижается. Устойчивые карпы потребляют остаток кислорода очень медленно и довольно длительное время, после чего рыбы впадают в шоковое состояние. Неустойчивые же карпы, после того как кислород достигает критической концентрации, в меньшей степени изменяют уровень его потребления, быстро расходуют его и погибают [125].

Величина критической концентрации кислорода характеризует предел функциональных адаптационных возможностей рыб. При его достижении истощаются компенсационные системы, поддерживающие нормальное физиологическое состояние рыб, снижается обмен веществ, что проявляется в замедлении дыхания. Именно при достижении критической концентрации, которая у разных особей варьирует в значительных пределах, начинается распределение рыб по степени устойчивости, что обеспечивает возможность проведения отбора.

Для устойчивых карпов характерен, в среднем, более низкий, по сравнению с неустойчивыми особями, порог критической концентрации, т. е. изме-

нение ритма дыхания происходит у них при более низкой концентрации кислорода. Еще бóльшие различия наблюдаются в отношении пороговой (пределно допустимой) концентрации кислорода, при которой рыбы впадают в шоковое состояние. Так, устойчивые карпы (сеголетки) выдерживали снижение концентрации кислорода до  $0,06 \pm 0,01$  мг/л, в то время как неустойчивые начинали погибать уже при концентрации  $0,23 \pm 0,1$  мг/л [121].

Таким образом, было установлено, что устойчивые к гипоксии особи обладают более высоким уровнем усвоения кислорода, что свидетельствует, в свою очередь, о более высоком уровне обмена веществ у них, и в то же время лучшей приспособляемости к дефициту кислорода, благодаря чему могут существовать длительное время в условиях крайне низкой его концентрации.

Можно предположить, что существенное снижение расхода кислорода у устойчивых рыб, при достижении критического уровня концентрации, компенсируется соответствующим усилением анаэробного гликолиза.

Рядом авторов [19, 64, 66, 82, 83, 84] было показано, что у карпа процессы аэробного и анаэробного окисления протекают сопряженно. У устойчивых особей при дефиците кислорода происходит, по-видимому, более существенное усиление анаэробного дыхания, что дает им возможность более экономно расходовать кислород.

Выше перечисленные авторы отмечают более высокую продуктивность устойчивых к гипоксии карпов, выращенных совместно с неустойчивыми особями. Ими были проведены опыты по отдельному выращиванию этих категорий рыб.

Для проведения опытов из каждой партии отбирали примерно по 30% наиболее и наименее устойчивых к гипоксии особей, которых высаживали в отдельные пруды площадью по 0,2 га каждый. Рыб выращивали по одинаковой технологии. Существенных различий в условиях среды между разными прудами

Во всех опытах устойчивые рыбы эффективнее использовали затраченный корм и продемонстрировали более высокую продуктивность. Некоторое их отставание по средней массе объясняется более высокой плотностью посадки рыб в пруду, чему способствовала относительно лучшая выживаемость рыб.

Происхождение карпа характеризуется различной устойчивостью к дефициту кислорода. При этом более устойчивые группы обладают и повышенной продуктивностью.

Анализ результатов исследований, выполненных авторами, позволяет заключить, что устойчивость рыб к гипоксии является важным селекционным признаком, на основании которого можно прогнозировать продуктивность рыб. Устойчивые особи обладают повышенной интенсивностью обменных процессов, благодаря чему они проявляют сравнительно высокую жизнеспособность и лучше растут.

В условиях дефицита кислорода они снижают его потребление более резко, чем неустойчивые, и могут дольше переносить его дефицит.

Таким образом, разделение и отбор рыб по устойчивости к гипоксии, можно отнести к важнейшим селекционным приемам, направленным на повышение продуктивности рыб и способствующим выведению пород с повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям выращивания [83, 132].

Важнейшей задачей селекции прудовых рыб является повышение их устойчивости к воздействиям окружающей среды, в частности, к высокой или низкой температуре [59, 74, 76, 85, 97].

Температура – один из важнейших биологических факторов, оказывающих влияние на хозяйственно-полезные признаки рыб. Процессы питания, обмен веществ, развитие и рост, размножение, миграция и другие проявления жизнедеятельности пойкилотермных гидробионтов, какими являются рыбы, зависят от биотических условий существования и, в первую очередь, от уровня

и динамики изменения температуры окружающей среды. Воздействуя на многие жизненные функции рыб, температура, в значительной мере, обуславливает и их продуктивные возможности.

Попытки акклиматизировать украинских карпов в III зоне рыбоводства в рыбхозе «Пара» Рязанской области не увенчались успехом: большинство завезенных производителей теряли продуктивность или не выдерживали климатических экстримумов зоны [80, 85, 91].

Основным методом при создании парского карпа был массовый отбор рыб по таким ценным в хозяйственном отношении признакам, как ускоренный темп роста, повышенная плодовитость и жизнестойкость [19, 33, 34, 42, 48].

На первых этапах селекции основное внимание уделяли отбору по массе тела в 2-летнем возрасте. Напряженность отбора в это время составляла от 0,01 до 0,4%. Одновременно с этим проводили отбор рыб с повышенной плодовитостью: вначале – при естественном нересте и при заводском методе воспроизводства.

Оценку эффективности селекции парского карпа проводили путем сравнения его рыбоводных показателей с рыбоводно-биологическими нормами для III зоны рыбоводства, а также рыбоводными данными промышленных хозяйств I-III зон, в которых выращивался парский карп.

Наличие высокопродуктивного стада карпа позволяет рыбхозу «Пара» стабильно выполнять плановые задания по производству рыбопосадочного материала и товарной рыбы.

Рыбхоз «Пара» работает как репродуктор, из которого 40-60 млн. заводских личинок ежегодно передаются промышленным хозяйствам I-III зон рыбоводства. В ряде областей (Куйбышевская, Владимирская, Липецкая, Московская, Воронежская и др.) ведутся работы по формированию маточных стад парского карпа.

Заводские личинки парского карпа были завезены на Центральную экспериментальную базу ВНИИПРХ («Якоть»). Самки парского карпа созревали в 5-годовалом возрасте.

Из двадцати проинъекцированных самок 95% отдали икру. На каждую самку получено по 313 тыс. личинок. В 1986 г., от повторно созревших 6-годовалых самок карпа, получено по 425 тыс. личинок [8].

В новых условиях ЦЭБ «Якоть» (I зона рыбоводства) парский карп сохранил высокие показатели не только по плодовитости, но и по темпу роста и выживаемости в летних и зимних прудах. Рыбопродуктивность выростных и нагульных прудов по парскому карпу и его гибридам достигла 18,6-30,5 ц/га при средней массе сеголетков 22-36 г, двухлетков – 470-610 г, что на 10-25% превысило показатели других, сравниваемых с ним групп карпа, как при совместном, так и отдельном выращивании. При этом затраты корма не превышали 2,5-3,0 ед. на ед. прироста рыбы.

Зимовка рыбопосадочного материала, проводимая на ЦЭБ «Якоть», показала высокую зимостойкость парского карпа и его гибридов. Выход из зимовальных прудов значительно превышал рыбоводно-биологические нормы.

По отдельным прудам выход годовиков карпа составлял 98-99%. Анализ выхода рыбопосадочного материала парского карпа на ЦЭБ «Якоть» при высокой плотности посадки (до 1,7-2,4 млн. экз./га) свидетельствует о том, что неустойчивые показатели по выходу годовиков из зимовальных прудов связаны с неблагоприятными условиями зимовки (в основном с термическим режимом). Парский карп отличается повышенной плодовитостью, холодоустойчивостью, способностью размножаться и питаться при низких температурах.

Улучшение продуктивных качеств рыб путем селекции возможно благодаря наличию у них, как и у других организмов, изменчивости многих морфологических, физиологических и биохимических признаков [21, 27]. Значительная часть этой изменчивости, как трактуют многие авторы [28, 29, 31], явля-

ется наследственной, и этим обеспечивается эффективность селекционной работы. Уровень генетической изменчивости в популяциях рыб, судя по результатам исследований полиморфизма белков, очень высок [30, 49].

Селекционные мероприятия в равной степени необходимы как при одомашнивании и создании новых пород прудовых рыб, так и при воспроизводстве и товарном выращивании озерно-речных, проходных и морских рыб [50, 81]. Охрана запасов и улучшение качества промысловых диких видов рыб, не воспроизводимых человеком, также требуют учета и использования достижений современной генетики. Большую роль играет селекция и при выращивании товарной рыбы.

Главной задачей, в этом случае, является повышение продуктивных качеств существующих и вновь создаваемых пород. Это повышение может быть достигнуто, в первую очередь, путем ускорения роста и увеличения выживаемости выращиваемых рыб [79].

Темп роста определяется количеством съеденной пищи и степенью ее усвоения. Соответственно, можно говорить о двух направлениях селекции по скорости роста – на более полное выедание кормовых организмов и кормовых смесей (повышение кормовой активности) и на лучшее усвоение пищи (снижение кормового коэффициента) [76, 155, 166, 167]. В обоих случаях, успех селекции будет в значительной степени зависеть от устойчивости рыб к отдельным неблагоприятным изменениям внешней среды и к болезням.

Важнейшей целью селекции прудовых и, особенно, садковых рыб является повышение их устойчивости к воздействиям окружающей среды, в частности, к высокой или низкой температуре, к пониженному содержанию в воде кислорода, к обитанию в кислых водах с низкими значениями рН, к наличию в воде промышленных и сельскохозяйственных отходов, накоплению продуктов обмена и т. д. [162]. Особое значение отбор на устойчивость приобретает при развитии садкового (так называемого стойлового) содержания рыб и при

выращивании рыб в бассейнах, аквариумах и в водоемах-охладителях при электростанциях [1, 3, 24, 45, 54].

Немаловажную роль в селекционных программах должна играть и селекция на повышение устойчивости рыб к инвазионным и инфекционным заболеваниям, в особенности к широко распространенным (глобальным) вирусным и бактериальным заболеваниям, а также к очаговым болезням, характерным для определенного района и трудно поддающимся обычным методам лечения и профилактики [68, 74, 155, 156, 158, 159, 163, 164].

Большое значение для развития прудового и садкового рыбоводства имеет улучшение показателей, связанных с размножением рыб. Задачи селекции в этом случае могут быть очень различными в зависимости от объекта селекции и условий выращивания рыб. Так, для прудового карпа *Cyprinus carpio*, пеляди *Coregonus peled* и тиляпии *Tilapia spp.* выгодно замедленное половое созревание [6, 7]. При селекции радужной форели *Salmo gairdneri* и сибирской пеляди целесообразно добиваться сдвига срока созревания производителей на более удобное время и создавать породы с разными сроками наступления половой зрелости [5, 8, 166]. Изменение времени созревания, сопровождаемое эффективным ответом на гипофизарную инъекцию, необходимо при проведении селекции белого амура *Stenopharyngodon idella* и двух видов толстолобиков *Hypophthalmichthys molitrix* и *Aristichthys nobilis* [110]. При селекции некоторых видов рыб весьма существенное значение может приобрести отбор на увеличение плодовитости и повышение жизнеспособности эмбрионов [117, 118, 139].

Одной из важнейших, но трудно выполнимых задач селекции следует считать улучшение качества рыб как продуктов питания – увеличение удельного веса съедобных частей, снижение жирности мяса, уменьшение костистости и т. д. [148, 160, 168, 169, 170].

В странах с широко развитой системой любительского лова рыб показателем при селекции становится легкость вылова рыб на удочку при сохранении ими способности к сопротивлению [150, 151]. Для быстро созревающих рыб (например, тилапии) первостепенной задачей является подбор сочетаний, дающих однополое потомство или потомство с полной стерильностью хотя бы одного из полов [148, 162]. Для гольцов рода *Salvelinus*, в том числе для гибридов *S. fontinalis* × *S. namaycush*, высаживаемых в глубокие пруды, одной из задач селекции является повышение способности рыб к удержанию газов в плавательном пузыре [147, 157]. Могут быть и другие, еще более специальные цели селекции прудовых рыб.

Достижение каждой из перечисленных здесь задач требует проведения большой, хорошо продуманной и, часто, очень длительной селекционной работы. Особенно трудно достигается изменение признаков, связанных с размножением. Наследуемость таких признаков обычно невелика, так как они определяются, в значительной мере, хорошо сбалансированными устойчивыми полиморфными генетическими системами, созданными в ходе постоянно действующего естественного отбора. Не менее сложна и селекция на устойчивость к заболеваниям, требующая выделения специальных изолированных участков и поисков маркеров устойчивости [165]. Трудности такой селекции заключаются, прежде всего, в природе взаимоотношений между «хозяином» (рыба) и «паразитом» (возбудитель болезни). Обычно, возбудитель болезни размножается во много раз быстрее и эффективнее хозяина, в ходе размножения он легко (в результате отбора) может изменить свою генетическую природу и вновь стать опасным для, отселекционированного на устойчивость, хозяина.

Переход на индустриальные методы выращивания рыб (в садках, водохранилищах и т. д.) требует их быстрого приспособления к новой среде обитания, новым видам кормов, новым способам размножения. Это отражено во многих работах и селекционных программах [86, 90].

Селекция должна начинаться одновременно с одомашниванием новых видов пресноводных рыб. Опоздание с началом селекционных работ может привести к обеднению генетической структуры разводимого вида (породы) и даже к быстрому его вырождению [88, 90].

При работе с неодомашненными рыбами, являющимися объектами разведения, в особенности с такими ценными видами, как осетровые рыбы, лососи и сиги, задачи селекции оказываются иными [2, 111]. Главная цель заключается в сохранении сложной естественной популяционной структуры каждого вида [42, 116]. Особенно это актуально для проходных лососевых рыб, обладающих сильным инстинктом дома, т. е. возвращающихся после нагула в море именно в ту реку или озеро и даже на то нерестилище, в котором они появились на свет. У таких рыб имеется множество локальных, репродуктивно изолированных популяций, генетически и экологически различающихся между собой. У нерки *Uncothynchus nerka*, например, число таких популяций превышает 2000 [154], а у атлантического лосося *Salmo salar* доходит до 10000 [146, 149]. Чтобы избежать генетического обеднения вида, необходимо, при разведении и при планировании промысла, принимать меры к воспроизводству возможно бóльшего числа локальных и сезонных рас, составляющих данный вид или речное стадо. Это требование относится и к воспроизводству многих непроходных пресноводных и морских рыб.

Не менее важно сохранить высокую гетерогенность в каждой разводимой популяции, в особенности при работе с такими плодовитыми рыбами, как осетровые, сиги, сазан, лещ и др.

В последние годы быстро развивается товарное выращивание диких видов рыб (лососей, угрей и многих других) в бассейнах, а также в речных и морских садках. В ряде стран начали появляться морские фермы – отгороженные участки моря на мелководье, иногда плавучие садки, в которых выращивают морских и проходных рыб, применяя интенсивную подкормку и даже

удобрение. Можно предположить, что площади морских ферм вскоре достигнут миллионов гектаров. В связи с этим возникла задача приспособления рыб (путем селекции) к такому товарному выращиванию. Применительно к лососевым рыбам это означает замедление полового созревания, ускорение роста и увеличение выживаемости рыб в морских садках [11, 15]. В общем виде задача селекции будет заключаться в приспособлении рыб к плотным посадкам и жизни в условиях ограниченного передвижения, повышении эффективности использования искусственных кормовых смесей, устойчивости к заболеваниям и т. д. [162, 168].

Изложенные в настоящей главе материалы свидетельствуют, что селекционные работы с разными видами рыб находятся на разном и, в целом, невысоком уровне. Основным методом селекции является массовый отбор. Семейный отбор и оценка по потомству применяются пока в ограниченном масштабе и носят скорее экспериментальный характер.

## **1.2. Роль племенной работы в сохранении продуктивных и товарных качеств разводимых рыб**

Важную роль в дальнейшем развитии прудового рыбоводства должна сыграть племенная работа с рыбами, являющимися объектами прудовой культуры. Методы племенной работы как в прудовом рыбоводстве, так и в других отраслях животноводства принципиально схожи. Однако, племенная работа с рыбами, разводимыми в прудах, имеет свою специфику, зависящую от биологических особенностей организма рыбы и условий ее обитания [22].

Племенная работа – это совокупность технологических мероприятий и организационной работы, направленных на максимальное выявление генетического потенциала объектов аквакультуры, созданных в ходе предшествующей

щей селекции. Племенную работу проводят на специализированных предприятиях – репродукторах, воспроизводственных комплексах. Основной метод племенной работы – коррелирующий отбор, то есть выбраковка всех особей, не отвечающих требованиям стандарта на породу, кросс или гибридную форму. Племенная работа в аквакультуре и, в частности, в рыбоводстве, должна рассматриваться как звено в технологической цепи производства продукции. Нормы отбора, выращивания и эксплуатации, разработанные применительно к каждому селекционному достижению (породе, кроссу, гибриду), являются основными технологическими параметрами племенной работы [25, 26].

Процесс одомашнивания неизбежно сопровождается сужением генофонда видов (генетическая смерть аллелей), поэтому необходимо разрабатывать способы резервации генофондов в виде нативных коллекций заповедных водоемов, а также длительной консервации исходных генов в виде генных банков. Большое значение во многих странах придается разработке и созданию информационных банков по генетике объектов аквакультуры на машинных носителях [27, 166, 171].

Селекционные мероприятия и генетический мониторинг, работы по генной инженерии не должны ограничиваться объектами аквакультуры для товарного или индустриального рыбоводства. Они обязательны при заводском способе воспроизводства проходных рыб, прежде всего, лососевых и осетровых рыб. Важнейшее значение имеют такие вопросы, как контроль над воспроизводством с учетом структуры эксплуатируемых видов, регулирование промысла во избежание генетического обеднения и подрыва структуры популяций. Эти вопросы также нашли отражение в материалах Международного симпозиума по селекции, гибридизации и генетической инженерии в аквакультуре (г. Пекин, 2002 г.) [167, 169, 170].

В нашей стране, в области генетики и селекции объектов аквакультуры, некоторые из перечисленных выше проблем не решаются вовсе или решаются не на должном уровне [3].

Отраслевые лаборатории научно-исследовательских институтов не дифференцированы по направлениям исследований в области генетики, селекции и гибридизации в аквакультуре, объектам рыбоводства. В некоторых работах иногда трудно вычленить направление селекции и признаки, по которым она проводится, не уделяется должное внимание прибыльной функции новых селекционных достижений, проблемам оптимизации селекционных программ по экономическим показателям.

Наблюдается отставание от мирового уровня развития науки по количественной генетике признаков продуктивности; работы по генной инженерии с объектами промышленного рыбоводства и рыболовства не проводятся. Недостаточно внимания уделяется разработке генетической профилактики болезней, селекции на повышение резистентности к заболеваниям и толерантности к неблагоприятным факторам среды [15, 16].

Коренного улучшения хозяйственной деятельности предприятий отрасли можно добиться, с одной стороны, путем селекционно-генетического совершенствования объектов аквакультуры – создания культурных пород и гибридов применительно к условиям интенсивной эксплуатации и создания технически оснащенного, индустриального производства рыбной и другой продукции в отрасли, с другой стороны [17, 18].

Генетические исследования, селекция объектов аквакультуры и организация племенной работы с ними на современном уровне производства в отрасли требуют большой работы, как со стороны научных учреждений, так и промышленности.

Мы надеемся, что предлагаемый обзор окажется полезным и нужным для широкого круга ученых и специалистов, занимающихся вопросами селекции и племенной работы с объектами товарного рыбоводства.

По многочисленным данным [33, 43, 48] научных исследований и производственного опыта, замена существующих беспородных маточных стад рыбхозов генетически улучшенными производителями позволяет существенно улучшить рыбоводно-экономические показатели хозяйств. Продуктивность выростных и нагульных прудов, как правило, повышается на 10-30%, а в отдельных случаях, где заменяются особенно низкопродуктивные заинбредированные стада – даже в полтора-два раза. Соответственно, снижаются кормовые затраты. Отселекционированные производители имеют высокую плодовитость. Так, за последние пять лет, от самок парского карпа получено, в среднем, по 450-550 тыс. шт. личинок, а от производителей элитного стада – по 600-700 тыс. шт. личинок.

В 1991-1995 гг., по плану международного сотрудничества, в нашу страну завезены зарубежные породы карпа: венгерский (татайский), румынский («Фрэсинет»), югославский и др. Систематическое изучение этих пород только начинается; однако, уже сейчас можно отметить их высокую продуктивность при благоприятных условиях выращивания. Разведение этих рыб, по видимому, будет перспективно в хозяйствах с высоким технологическим уровнем рыбоводства, а также в индустриальных тепловодных хозяйствах [41, 44].

И, тем не менее, несмотря на наличие комплекса пород и породных групп, их внедрение в производство осуществляется крайне медленно. Маточные стада в большинстве рыбхозов страны, за исключением отдельных республик, все еще представлены малопродуктивным карпом неизвестного происхождения. По ориентировочной оценке отселекционированные маточные стада составляют от общей численности производителей: в Ростовской области 20-30%, в Ставропольском крае – не более 15%, в Краснодарском крае – около 50%, в Астраханской области – до 60%. В остальных областях и республиках маточные стада почти полностью представлены беспородным материалом [60, 78, 79].

В соответствии с комплексной целевой программой «Пруд», к 2030 году должна быть обеспечена массовая репродукция имеющихся и создаваемых пород с заменой ими до 50-70% производителей маточных стад рыбхозов, а по отдельным республикам – до 100%. Решение этой важной задачи в принципе реально. Благодаря высокой плодовитости рыб в рыбоводстве нет проблем с массовым размножением отселекционированного племенного материала. Полная замена всех маточных стад улучшенными производителями может быть осуществлена максимум за 10 лет.

Важнейшим условием для обеспечения требуемого уровня племенного дела является создание достаточной сети племенных хозяйств репродукторов (или, как их еще называют, репродуктивных баз). Наиболее благополучное положение с этим вопросом в Краснодарском крае, где имеется более 20 репродукционных баз. Выращивание племенных рыб почти полностью сосредоточено в специализированных хозяйствах. Это существенным образом обеспечило задачу планомерного улучшения породного состава маточных стад рыбхозов, внедрения прогрессивных методов выращивания племенных рыб, организацию двухлинейного разведения и промышленного скрещивания.

И, тем не менее, анализ существующего положения в племенном рыбоводстве показывает, что осуществление в репродукторах только выращивания производителей, с последующей их передачей в промышленные хозяйства, само по себе недостаточно. Выращенные в репродукторах производители, попадая в промышленные хозяйства, как правило, не обеспечиваются соответствующими условиями содержания и эксплуатации, что отрицательно сказывается как на их собственных рыбоводно-биологических показателях, так и на продуктивности потомства [123, 127].

Из-за низкой плодовитости самок рыбхозы Ставропольского края содержат большой запас производителей, в два-три раза превышающий требования существующих норм.

Все это свидетельствует о настоятельной необходимости коренной перестройки в системе организации племенного дела в рыбоводстве. В репродукторах должны концентрироваться не только выращивание производителей, но и все работы с племенным материалом, включая формирование мощных маточных стад, получение потомства для товарного выращивания. Только в специализированных хозяйствах или отделениях крупных рыбхозов практически возможно полностью обеспечить комплекс требований по рациональному выращиванию и эксплуатации производителей.

Процесс концентрации производства молоди карпа в специализированных хозяйствах осуществляется (сознательно или стихийно) практически во всех республиках. В Ростовской области созданы мощные воспроизводственные комплексы по производству молоди как растительноядных рыб, так и карпа [128, 130].

Так как вопрос концентрации производства молоди в мощных специализированных хозяйствах настоятельно выдвигается и уже решается самой практикой, наша задача сознательно управлять этим процессом. Необходимо окончательно определить стратегию развития племенного рыбоводства. Конечно, в той или иной республике могут быть свои особенности в организации племенной работы, но принципиальные подходы к этому вопросу, несомненно, должны быть общими.

В ближайшее время Гидрорыбпроектом будет разрабатываться перспективная Генеральная схема развития селекционно-племенной работы. Селекционно-генетическим центром ВНПО по рыбоводству подготовлен проект рыбо-водно-биологического обоснования к этой схеме. Остановимся на принципиальных вопросах, отличающих предполагаемую схему [131, 134].

Во-первых, схемой предусматривается концентрация в специализированных репродукторах всего племенного фонда карпа. Предполагается создание всего 40-50 репродукторов, которые должны обеспечить производство двукрат-

ного запаса личинок амура. С целью обеспечения надежности системы предусматривается наличие дополнительных (резервных) хозяйств, страхующих работу основных репродукторов соответствующего региона.

Во-вторых, создание специализированных репродукторов планируется осуществлять, в основном, за счет технического перевооружения имеющихся в рыбхозах мощностей. В схему будут включены, в первую очередь, хозяйства, располагающие необходимым числом прудов и мощными инкубационными цехами. Строительство новых объектов допускается лишь в исключительных случаях. Для того, чтобы проектировщикам легче было подобрать хозяйства для организации репродукторов, предусматриваются следующие два серьезных изменения в требованиях к карповым племенным хозяйствам. Первое: снижается минимально допустимое количество прудов в репродукторах до 8-10 шт. И второе: предусматривается некоторое повышение плотности посадки племенных рыб в прудах за счет интенсификационных мероприятий, включающих кормление рыб более качественными кормами.

Схемой предусматривается также комплексное использование специализированных воспроизводственных комплексов растительноядных рыб, которые будут производить в качестве дополнительной продукции молодь карпа. Это снизит потребность в самостоятельных карповых репродукторах, особенно в южных районах страны, где имеется многочисленная сеть СВК.

Для снятия напряженности в работе инкубационных цехов репродукторов и специализированных комплексов предусматривается, что из них часть материалов будет поставляться в промышленные хозяйства (уже имеющие инкубационные цеха) в виде оплодотворенной икры.

Соблюдение изложенных основных принципов позволит значительно удешевить стоимость создания необходимой сети репродукторов – в два-три раза по сравнению с ранее разработанной схемой. И, главное, будет обеспе-

чена возможность полной концентрации племенного рыбоводства в специализированных хозяйствах, его перехода на промышленную основу, обеспечивающую рациональное использование племенного фонда.

Основной вопрос, требующий безотлагательного решения – это создание в системе рыбоводства органов Племенной службы и налаживание систематического учета и отчетности. В настоящее время с учетом и отчетностью в племенном рыбоводстве дело обстоит, как известно, крайне неблагоприятно. В информации, представляемой по формам РХ, как правило, отсутствуют сведения по породному и качественному составу племенных стад. Во многих случаях отсутствует даже элементарный учет: самки и самцы часто объединяются в общую группу «производители», совместно представляются сведения по разным группам ремонта. Такое положение, конечно, не случайно. Ведение племенной работы на всех уровнях, начиная от промышленных рыбхозов и кончая органами управления рыбными хозяйствами республик, рассматривается в виде дополнительной нагрузки к какой-либо основной работе. Рыбоводы-селекционеры имеются лишь в отдельных рыбхозах [124].

В соответствии с поручением Минсельхоза России селекционно-генетическим центром подготовлен проект положения о Племенной службе в рыбоводстве. Проектом предусмотрено наличие трех уровней органов Племенной службы в системе Минсельхоза России: селекционно-генетический центр ВНПО по рыбоводству (головная организация), специализированные подразделения региональных научно-исследовательских институтов, специалисты производственных подразделений и промышленных хозяйств. Будет установлен порядок, по которому необходимая отчетная документация по племенной работе будет по специализированным формам поступать от производственных объединений и промышленных рыбхозов в соответствующие лаборатории региональных научно-исследовательских институтов, которые, после анализа и обобщения полученных данных, представят сводную информацию в головную организацию – селекционно-генетический центр ВНПО по рыбоводству.

Наличие такой системы Племенной службы, конечно, не отменяет необходимость выделения и закрепления в органах управления рыбным хозяйством ответственных за племенную работу в соответствующих регионах.

Аналогичные органы Племенной службы организованы в системе Агропрома. Головную функцию при этом выполняет Головной селекционно-генетический центр, созданный при ТСХА. Необходим более тесный контакт в работе племенной службы Минсельхоза и системы Рыбхоза [124].

Новая система организации, на основе специализации и концентрации производства, предусматривает разделение рыбоводства на пользовательное и племенное [124, 159, 160].

Задача пользовательного рыбоводства состоит в производстве экономически выгодной, высококачественной товарной продукции, тогда как в задачу племенного рыбоводства входит селекция и расширенное воспроизводство высокопродуктивных производителей, посредством которых улучшаются продуктивные качества пользовательных стад. Работа племенных хозяйств направляется общими задачами отрасли и координируется запросами пользовательного рыбоводства [124].

Пользовательное рыбоводство функционирует на базе специализированных промышленных рыбопитомников и нагульных рыбных хозяйств. Свою работу оно строит на чистопородном разведении и широком использовании промышленной гибридизации. Племенное рыборазведение является наиболее ответственной технологической линией во всей деятельности прудового хозяйства. От уровня и качества его работы зависит результативность деятельности пользовательного рыборазведения. Отсутствие органической связи с пользовательным рыборазведением приводит к потере значения племенной работы [161].

Племенное рыборазведение основывается на деятельности полнораспространенных рыбных хозяйств трех типов: селекционно-племенные хозяйства выс-

шого типа (племзаводы), племенные рассадники-репродукторы первой категории (племхозы), племенные рассадники-репродукторы второй категории (племфермы) [123].

Племзаводы находятся при научно-исследовательских институтах. Основная их задача – совершенствование и создание новых, более продуктивных пород и породных групп прудовых рыб, и передача их племхозам. Селекционная работа ведется в этих хозяйствах методом массового и индивидуального отбора.

Племхозы находятся в подчинении промышленности и размещаются в зональном аспекте. В их задачу входит совершенствование продуктивных качеств и массовое воспроизводство районированных пород, а также передача их племенным фермам и промышленным хозяйствам. Работа выполняется научными сотрудниками методом массового и индивидуального отбора с учетом гомогенного подбора производителей [123].

Племенные фермы находятся в подчинении промышленности, количество их и направленность работы полностью координируется пользовательным рыбоводством. Работа выполняется только специалистами промышленности по методу массового отбора и подбора лучших гнезд. Эти хозяйства выполняют массовое воспроизводство районированных пород и передают их в необходимом количестве и соотношении, особенно при промышленной гибридизации, в хозяйства пользовательного рыборазведения. Последние полностью освобождаются от необходимости выращивания на племя ремонтного молодняка. Примером новой организации производства являются: в Ставропольском крае – рыбозавод «Ставропольский» и «Синюхинский» – в Краснодарском крае [15, 123].

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Методической основой работы был как однофакторный, так и многофакторный эксперимент. Основные направления работы показаны в схеме 1, а их объем – в таблице 1.

Базой послужили опытные и производственные пруды площадью 0,02-20 га с независимым водоснабжением, расположенные в степной зоне (V эколого-фенологическая рыбоводная зона). Для оценки селекционно-племенных качеств были подобраны пруды, расположенные в Майском (хутор Сарский, площадь 10-20 га) и в Терском районах (И.П. «Хамовых» площадь 2,5-8 га) (см. схему 1, перепад температур 3240-4140°C).

Биологическим материалом для экспериментальных работ служили разновозрастные производители белого амура (стенобионт) (*Stenopharyngodon idella* Val.), завезенные в Кабардино-Балкарскую Республику в разные годы (2008-2009 гг.) из Краснодарского края (краснодарская линия – амурского происхождения) и Ставропольского края (ставропольская линия – китайского происхождения). **В дальнейшем будут называться: «краснодарская линия» и «ставропольская линия».** Полученные от них половые продукты (икра, молоки, молодь), выращенные здесь производители местного беспородного амура.

В качестве основного критерия оценки племенных качеств использовали интенсивность роста [114, 116].

Для изучения селекционно-племенных качеств нами были отобраны по 60 экз. с неопределенным возрастом ставропольских (китайского происхождения) и краснодарских линий (амурского происхождения) производителей рыб. Отбор производился после предварительного взвешивания (индивидуально) и визуального определения возраста рыб по строению чешуи. Для этого, у каждого отобранного экземпляра брали чешую, расположенную под основанием первого спинного плавника, промывали слабым раствором нашатырного спирта, закладывали между двумя предметными стеклами и просматривали под лупой, подсчитывая количество годовых колец (полевой метод Кирпичникова В.С., 1969 [67, 72], в модификации профессора Казанчева С.Ч. [54, 58]).

Схема 1 – Основные направления научных исследований диссертационной работы



Таблица 1 – Объем исследований

№ п/п	Объекты исследования Исследуемые признаки	Кол-во проб	Кол-во анализов водной пробы	Общее кол-во анализов
Гидрохимический режим прудов				
1.	Физические свойства: температура прозрачность цвет	50 50 50	2 2 2	100 100 100
2.	Химический состав: кислородный режим (O <sub>2</sub> ) свободная углекислота (CO <sub>2</sub> ) карбонаты (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) рН воды нитраты и нитриты	50 50 50 50 50	2 2 2 2 2	100 100 100 100 100
3.	Гидробиологический анализ: фитопланктон зоопланктон зообентос	60 60 60	3 3 3	180 180 180
4.	Оценка племенных качеств завезенных производителей: бонитировка и учет племенных проб (индивидуальные измерения) распределение производителей на племенные классы отбор подбор	50 50 20 20	2 2 2 2	100 100 40 40
5.	Заводской способ воспроизводства: плодовитость икра молок репродуктивный потенциал	50 35 15 50	2 2 2 2	100 70 30 100
6.	Биотехника выращивания племенных рыб: изучение жизнеспособности потомства	100	1	100
7.	Улучшение породных качеств и массовое воспроизводство завезенных ведущих породных типов белого амура	100	1	100
	Анализ ихтиофауны	100	2	200

Племенную ценность отобранных рыб и дальнейшее их использование определяли на основе бонитировки.

Бонитировку проводили методом визуальной оценки [27] ряда признаков (выраженность половых признаков, размер рыб (крупные, средние, мелкие), характер телосложения, разделение их на классы, отсутствие уродств, травм и признаков заболеваний).

Визуальную оценку рыб при бонитировке выполняли индивидуальными измерениями: массу тела ( $P$ ), длину тела ( $l$ ), наибольшую высоту ( $H$ ), наибольшую толщину тела ( $B$ ) и наибольший обхват ( $O$ ). По этим данным рассчитали показатели экстерьера рыб: коэффициент упитанности  $K_u$  (по Т. Фультону), относительную (в %) высоту тела  $l/H$ , ширину  $B/l_H$  обхват тела  $O/l$ . Материалы подвергли статистической обработке с определением по каждому признаку средней арифметической, ее ошибки и коэффициента вариации. Основным методом [59] селекционно-племенного дела при формировании исходного маточного стада был корректирующий отбор по экстерьеру и скорости роста рыб, а также по рабочей плодовитости самок, направленный на выбраковку особей, не соответствующих стандарту, т.е. корректирующий.

Контроль за ростом белого амура в опытных прудах проводили путем периодических (2 раза в месяц), контрольных ловов [65, 68, 115]. Производителей и ремонтных особей старшего возраста взвешивали с точностью до 0,5 г. За показатель интенсивности роста принимали относительный прирост [22], соотно-

сительный коэффициент роста [160]  $q = \frac{Cp}{Cl}$ , вычислили удельную скорость роста массы ( $Cp$ ) и длину ( $Cl$ ), используя формулу (по Васнецову В.В., 1953):

$$C = \frac{l_g P_2 - l_g P_1}{(t_2 - t_1)0,4343},$$

где  $P_2, P_1$  – конечная и начальная масса;

$t_1, t_2$  – конечный и начальный возраст.

Из уравнения относительного коэффициента следует, что при значении  $q=3$  наступает изометрия в росте, если  $q>3$ , то наблюдается прирост массы, а если  $q<3$  – прирост длины тела.

Половые продукты от белого амура получали с помощью метода гипофизарных инъекций [40] (предварительный и разрешающий), с использованием отечественного синтетического препарата «Нерестин» (1А, 1Б). Всего собрано и отобрано 150 проб половых желез белого амура разного возраста [40, 42].

Для оценки племенных качеств отобранных производителей (самок) использовали показатель рабочей (абсолютной и относительной) плодовитости [61], т.е. количество икринок, полученных от самки в течение одного нерестового сезона; учитывали диаметр и массу овулировавшей икринки, объем эякулята, концентрацию и активность спермиев по общепринятым в рыбоводстве методикам [29, 39, 40, 42, 60, 76, 90, 117, 129].

Икру осеменяли «сухим способом». Инкубацию икры проводили в столитровых аппаратах ВНИИПРХ. В ходе инкубации определяли процент оплодотворенной икры, отход эмбрионов [39, 40, 45].

Выращивание подопытных групп молоди проводили совместно и отдельно в условиях одного пруда. Молодь выращивалась при плотности посадки 20-150 тыс. экз./га. Кормление рыб проводилось комбикормами марок 110-1, 110-2, 111-1, 111-2 и др., начиная с мая-июня, ежедневно два-три раза в день. Суточные рационы рассчитывали исходя из массы рыб, температуры воды и других абиотических факторов. В поставленных опытах изучали температурный и гидрологический режимы, гидрохимические показатели.

Температуру измеряли специальным водным термометром три раза в сутки.

Химические анализы проводили по общепринятой в рыбоводной практике методике [114]. Гидрологические показатели – содержание растворенного в воде кислорода, водородный показатель среды (рН) – определяли два

раза в неделю; содержание в воде растворенных органических веществ и биогенов – один раз в две недели. Изучение общего числа микроорганизмов определяли по методу [16].

Отбор проб и обработку фитопланктона осуществляли осадочным методом. При изучении качественного состава и планктонных водорослей использовали определители [31]. Биомассу определяли исходя из индивидуальных масс отдельных видов водорослей [24].

Отбор проб зоопланктона проводили по методу [52]. При подсчете биомассы зоопланктона использовали таблицы индивидуальных масс организмов [89].

Исследование питания рыб проводили методом индивидуальной обработки кишечников по методикам, предложенным [89], а также методикам, описанным в «Руководстве по изучению питания рыб в естественных условиях» (1979).

Выращивание товарной рыбы проводили в поли- и монокультуре при соотношении 3:1.

Все учитываемые показатели обработаны статистически [109].

В связи с тем, что экспериментальная работа проводилась по разделам, методика которых разная, в данной главе представлено общее направление. Более подробная методика проведения исследований и опытов описана в соответствующих разделах.

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **3.1. Характеристика опытных прудов (гидрохимический режим)**

Кабардино-Балкарская Республика расположена на северных склонах центральной части Большого Кавказского хребта.

Площадь республики небольшая – 12,5 тыс. м<sup>2</sup>, а природные условия разнообразны.

По характеру рельефа территория республики делится на три географические зоны: горная, предгорная и степная.

Рыбоводное хозяйство «Сарский» расположено между р. Малка, с левой стороны и р. Терек, с правой. По географическому делению хозяйство входит в степную зону (IV-V эколого-фенологическая рыбоводная зона) Майского района Кабардино-Балкарской Республики.

По морфометрическим показателям хозяйство относится к V эколого-климатической рыбоводной зоне.

Все опытные пруды: нерестовые, выростные, нагульные и зимовальные расположены в одной географической и эколого-климатической рыбоводной зоне [55].

Данные по сумме активных температур (более чем +574,2-871,2°C) самые теплые годы превосходят самые холодные в 6,1 раза, по продолжительности вегетационного периода с температурой более 3544,2°C. Средняя температура в апреле-октябре, т.е. вегетационный период наиболее интенсивного роста рыбы, колеблется от 3240,1 в 2012 г. до 4415,4 в 2015 году.

С точки зрения наличия благоприятных, для белого амура, температурных условий, особое положение занимают 2011-2013 годы, где средняя температура за вегетационный период составила от 3569,5°C до 4415,4°C. Степная

зона (V эколого-физиологическая рыбоводная зона) характеризуется сравнительно низкой обеспеченностью водными ресурсами в течение всего года (сумма осадков менее 400 мм за апрель-октябрь).

Весьма существенна роль температуры воды в физиологии рыб. Она оказывает большое влияние на многие жизненные функции. Поэтому, при разведении белого амура и создания племенного стада следует изучить все многообразные формы связи, существующие между организмами и средой.

В связи с тем, что наши исследования по созданию племенного стада белого амура выполнены на базе прудовых хозяйств хутора «Сарский» Майского района, представляется целесообразным дать характеристику водоемам, гидробиологическому режиму, трофической базе, ихтиофауне, а также рассмотреть перспективы развития племенного дела.

### **3.1.1. Гидробиологические особенности опытных прудов**

Сезонные и стационарные исследования гидробиологического режима показали, что на рост и развитие белого амура оказывает большое влияние гидробиологическое состояние водоемов (газовый, рН, окисляемость и солевой режим).

При работе с племенным материалом белого амура и при определении направления отбора следует обратить особое внимание на признаки, обеспечивающие скорейшую domestикацию, так как белый амур фактически является диким видом, находящимся на начальных этапах одомашнивания. Поэтому, в процессе формирования маточных стад мы обращали внимание и вели систематический контроль за основными физико-химическими параметрами среды опытных прудов [58].

Многими авторами установлено [7, 17, 112, 136, 141], что белый амур питается и растет при содержании растворенного кислорода в воде не ниже 6-8 мг/л.

При снижении кислорода в воде до 2,5-3,5 мг/л нарушаются физиологические процессы (питание, остановка роста и потери в массе, координация движений и гибель).

В ходе гидробиологических исследований установлено, что содержание растворенного кислорода в воде колебалась в пределах 9,1- 8,2 мг/л и не опускалась ниже 8,1 мг/л. Наибольших значений оно достигло весной (10,9 мг/л) при низкой температуре воды. Небольшое снижение произошло летом (7,3 мг/л), что было обусловлено процессом фотосинтеза при летнем развитии фитопланктона. Наименьшие значения содержания кислорода в воде (7,3- 8,0 мг/л) отмечены в конце лета и осенью, особенно в поверхностном слое, что связано с сокращением стока реки Терек и интенсивным повышением температуры.

Количество двуокси углерода достигало наибольших величин весной и осенью (3,4-8,7 мг/л). Летом, с развитием фотосинтетических процессов, оно снижалось до 1,2 мг/л. Снижение содержания  $\text{CO}_2$  в воде прудов отмечено летом (в отдельные дни до 0) и все же оно было выше в осенний период.

Оптимальные величины углекислоты для белого амура составляют 15-17,5 мг/л; при содержании в воде углекислоты 25-30 мг/л нарушается дыхание.

Величина рН в воде за вегетационный период изменялась незначительно и находилась в пределах 7,4-7,8, что указывает на слабощелочную среду.

Сезонная динамика биогенных элементов определялась, в основном, биохимическими процессами, связанными с жизнедеятельностью гидробионтов, интенсивностью минерализации органического вещества и степенью загрязнения вод. Значительные сезонные колебания отмечены также в содержании железа.

Наименьшее количество аммонийного азота в воде рыбоводных прудов зафиксировано весной, хотя в отдельные месяцы оно возрастало до 1,98 мг N/л. Летом и осенью оно составляло 1,7-1,8 мг N/л, что свидетельствует об ослаблении процессов самоочищения в прудовых водах из-за резкого падения водообмена в этот период (поливной режим).

Сезонная динамика содержания минерального фосфора в прудовых водах аналогична: уменьшение его количества от весны к лету и увеличение осенью (до 0,007 мг/л). Наибольшие значения (0,14 мг P/л) отмечены к концу осени.

Содержание растворенного железа в прудовых водах достигало максимальных значений осенью, а в другие сезоны колебалось от 0 до 0,9 мг/л.

Вода опытных прудов имеет среднюю минерализацию с суммой ионов в пределах 389-441,5 мг/л. Преобладающим катионом в воде является кальций (44,3-59,7 мг/л), преобладающим анионом – гидрокарбонатный анион, содержание которого находится в пределах 138,3-252,6 мг/л.

Количество растворенного органического вещества, определенного по величине перманганатной и бихроматной окисляемости, несколько возросло по сравнению с предыдущими годами; отмечено его постепенное снижение от весны к осени.

Величина перманганатной окисляемости в прудовых водах достигла наибольших величин весной в паводковый период от 17,1 до 18,0 мг O/л. Летом ее величина снижалась и не превышала 12,7 мг O/л. Осенью значение этого показателя не выходило за пределы 7,1-14,8 мг O/л.

Бихроматная окисляемость достигает наибольших значений весной – за счет увеличения поверхностного стока, и, осенью – в связи с накоплением органических соединений в воде. Увеличение до 125,9 мг O/л в отдельные периоды можно объяснить воздействием антропогенного фактора. На участках, где оно ослабевает, окисляемость снижалась до 39,0-71,2 мг O/л. В целом, колебания этого показателя не превышали 40-80 мг O/л. Таким образом, в результате активно протекающих процессов, гидробиологический режим соответствует нормативным данным для выращивания аквакультурного сообщества и имеет сходные показатели термического и гидробиологического режимов.

### 3.1.2. Кормовая база

#### *Кормовая база опытных прудов*

Гидробиологический анализ опытных водоемов в течение 2009-2014 гг. свидетельствует о том, что кормовая база разнообразна, на что сильное влияние оказал термический режим водоемов. В основном, она представлена фито-зоо-бентосом, так как белый амур в начальный период (мальковый период – 10-20 дневный возраст) питается только зообентосом, затем, в 20-40 дневном возрасте, в рационе появляется фитопланктон, в основном, макрофиты + искусственный корм.

Качественный показатель кормовой базы в начале вегетационного периода представлен различными видами коловраток мелких размеров.

Видовой и групповой составы зоопланктона опытных прудов, в общем, сходен; в них доминируют одни и те же виды коловраток: *Brachionus calyciflorus*, *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta* sp.

Эти виды составляют 97% всей биомассы. Остальные 3% приходятся на ветвистоусых – *Diapha nosoma brachyurum*, *Bosmina longirostis*, дафний и веслоногих рачков – *Acanthocyclops americanus*, *Meosocyclops oithonoidea*, *Eurytemora velox* и др. Значение коловраток составило 51%. Очевидно, это зависит от особенностей вертикального распределения зоопланктона при шлюзовой части прудов.

Численность и биомасса зоопланктона в опытных прудах в течение вегетационного периода характеризовались двумя подъемами: первый отмечен в начале посадки и второй – в конце вегетационного периода. В июле, во всех прудах наблюдалось резкое снижение численности биомассы бентосных организмов, до полного их отсутствия.

В отличие от других карповых, у белого амура жаберные тычинки сращены между собой и образуют своеобразную сетку для отцеживания фито-

планктона. Основу его пищи составляет фитопланктон, в основном, макрофиты – высшие сосудистые растения, а также прикрепленные низшие и плавающие водоросли.

Планктонные водоросли являются первичным звеном трофической цепи в водоемах: биогенные → первичная продукция → консументы I порядка → консументы II порядка.

Основную массу фитопланктона водоемов составляли представители диатомовых, зеленых и сине-зеленых. В структуре фитопланктона зарегистрировано 41-128 видов водорослей, представленных 42-128 таксонами, принадлежащие 5-6 систематическим группам.

Ранней весной (в апреле), когда температура воды еще низка ( $1,2-5^{\circ}$ ), фитопланктон беден ( $1-174,3 \text{ мг/м}^3$ ) и состоит из небольшого числа диатомовых водорослей.

В мае температура воды повышается от  $8$  до  $13,5^{\circ}$ . Биомасса фитопланктона в это время значительно возрастает ( $4,4-10599,8 \text{ мг/м}^3$ ). Представлен он, в основном, диатомовыми водорослями, однако, количественное развитие их в отдельные годы неодинаково. В 2012 г. биомасса диатомей не превышала  $665,8 \text{ мг/м}^3$ . Более интенсивная вегетация ( $2,3-10,3 \text{ г/м}^3$ ) наблюдалась в мае 2011 г. Преобладала *Melosira islandica* subsp. *helvetica* O. Müll, (до  $10,1 \text{ г/м}^3$ ). Доминирующий комплекс образован *Asterionella formosa* Hass., *Stephanodiscus hantzschii* Grün., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag. var. *elongatum*, а также *Stephanodiscus asirea* (Ehr.) Grün. var. *astraea*. Из зеленых водорослей, биомасса которых в мае не превышает  $82 \text{ мг/м}^3$ , появляются, в небольшом числе, *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. var., *quadricauda*, *S. bijugatus* (Turp.) Kütz. var. *bijugatus*, *Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex*, *Oocystis borei* Snow, *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle), Pr.-Lavr. var. *lauterbornii* и др. Биомасса синезеленых водорослей еще очень незначительна ( $0,2-5,6 \text{ мг/м}^3$ ).

Летом при высокой температуре воды – от  $+24^{\circ}\text{C}$  до  $+28^{\circ}\text{C}$  – наблюдается значительное количественное развитие фитопланктона:  $1,7-7293,3 \text{ мг/м}^3$ .

Диатомовые водоросли (особенно, в июне) продолжают значительно преобладать. Среди них в массе (до 4,2 г/м<sup>3</sup>) развивается *Stephanodiscus subtilis* (Van Goor) A. C1. Помимо этого вида, в летнем планктоне водоемов доминируют *Melosira granulata* Ralfs var. *granulata* et var. *angustissima* (O. Müll.) Hust и *Binuclearia lauterbornii* var. *lauterbornii*. Однако, биомасса последнего вида невелика (до 111,6 мг/м<sup>3</sup>), что объясняется небольшими размерами клеток. Им сопутствуют в течение всего лета *Stephanodiscus liantzschii*, *S. astraea*, *Asterionella formosa*, а в июне *Diatoma elongatum* var. *elongatum* и *Melosira islandica* subsp. *helvetica*. В августе, в заметном количестве, встречаются *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. var. *italica* и *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg.

Биомасса зеленых водорослей и в этот период не достигает значительных величин и обычно не превышает 400 мг/м<sup>3</sup>. В более или менее заметном количестве среди них, помимо *B. lauterbornii* var. *lauterbornii*, развиваются *Actinastrum hantzschii* Lagerh. var. *hantzschii*, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Micractinium bornchemiense* (Conrad) Korsch., *M. pusillum* Fres., *Scenedesmus quadricauda* var. *quadricauda*, *Tetrastrum glabrum* (Roll.) Ahlstr. et Tiff., *Chlamydomonas* sp. sp., *Pandorina charkoviensis* Korsch., *P. morum* (Müll.) Bory, *Eudorina elegans* Ehr.

Синезеленые водоросли интенсивно вегетируют у монаха в августе, в период наибольшего прогрева воды (до +24-28°C). Количественное развитие их в отдельные годы различно, но, всегда, по численности и биомассе они уступают диатомеям, что, очевидно, можно объяснить значительной проточностью. Максимальная их биомасса была отмечена в самом маловодном, в период наших исследований, 2013 году – 3,3 г/м<sup>3</sup>, а в другие годы она не превышала 360,4 мг/м<sup>3</sup>. Доля синезеленых водорослей в фитопланктоне опытных прудов колебалась от 6%, в августе 2012 г., до 39%, в августе 2013 г. Среди синезеленых водорослей преобладали *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. f. *aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis pulvereae*

(Wood) Elenk. f. pulverea et, f. delicatissima (W. et G. S. West) Elenk., Pseudanabaena galeata Böch. f. galeata, Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Breb. f. flos-aquae, A. scheremetievii Elenk. f. scheremetievii.

Осенью, с понижением температуры воды до +10°C, биомасса фитопланктона, в основном, уменьшается и, уже в сентябре, не превышает 761,8 мг/м<sup>3</sup>, а в октябре 402,8 мг/м<sup>3</sup>.

По таксономическому составу фитопланктон исследованных водных угодий характерен для водоемов соответствующих эколого-климатических зон Кабардино-Балкарской Республики.

По количественному развитию и видовому разнообразию фитопланктона в опытных прудах нами выделено три участка (табл. 2): верхний, средний, нижний.

Таблица 2 – Число видов (1) и биомасса (2 – мг/м<sup>3</sup>) водорослей в поверхностном слое воды опытных прудов

Водоросли	Верхний участок		Средний участок		Нижний участок		По всему водоему	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Bacillariophyta	35	181,2	58	683,0	50	540,2	76	508,6
Chlorophyta	35	4,6	56	20,0	53	13,1	69	14,0
Cyanophyta	15	31,7	27	87,1	22	40,5	33	59,7
Pyrrhophyta	2	0,3	3	0,9	2	0,9	3	0,8
Euglenophyta	2	0,1	4	0,2	2	0,1	4	0,1
Chrysophyta	1	–	3	0,02	–	–	1	0,01
Всего	90,0	217,9	151,0	791,3	129,0	594,8	186,0	583,2

**Верхний (шлюзный) участок** – характеризуется большими глубинами (3-4 м), высокими (до 1,4 м/мин.) скоростями течения и большой прозрачностью воды (0,7-1,5 м). Температура воды колеблется от +10°C в апреле, до +24-25°C в августе.

Особенностью участка является относительная бедность фитопланктона, хотя в отдельные сезоны биомасса его была довольно высокой – до 1,8

г/м<sup>3</sup> в августе 2012 г. и до 4,9 г/м<sup>3</sup> в мае 2013 г. По количественному развитию здесь преобладают диатомовые, а по разнообразию видов – диатомовые и зеленые водоросли.

**Средний участок** – самый обширный. Он характеризуется меньшими, чем в верхнем, глубинами (2,0-2,5 м) и более интенсивным прогреванием воды (до +26-27°С); однако, скорость течения и прозрачность воды ниже: в разные сезоны они колеблются, соответственно, от 0,4 до 0,8 м/мин. и от 0,3 до 0,8 м.

Фитопланктон среднего участка богат и качественно и количественно (табл. 2). По сравнению с верхним участком, здесь возросли разнообразнее: биомасса и число видов водорослей всех отделов, особенно диатомей. Кроме диатомей летом на этом участке более интенсивно вегетировали зеленые (0,7-320 мг/м<sup>3</sup>), а в конце летнего сезона и сине-зеленые водоросли (3-298,5 мг/м<sup>3</sup>).

**Нижний участок** – отличается меньшими глубинами (0,5-0,8 м), температура воды изменяется от +8°С в апреле до +24,5°С в августе.

Фитопланктон нижнего участка менее разнообразен и обилен, чем среднего. Менее обильно здесь представлены диатомовые (4,2-16,7 мг/м<sup>3</sup>), зеленые (2,3-105 мг/м<sup>3</sup>) и сине-зеленые водоросли (1,7-190 мг/м<sup>3</sup>), хотя комплекс доминирующих видов остается прежним. На подобное изменение фитопланктона оказывает влияние, видимо, уменьшение количества биогенных веществ.

### **3.2. Комплексная оценка производителей белого амура**

Плановая селекционно-племенная работа в республике начата в 2009 году. К этому времени было сформировано ремонтное маточное стадо 3+ белого амура, на основе завезенных производителей из Ставропольского (китайского происхождения) и Краснодарского краев (амурского происхождения). Все отобранные группы были одновозрастные, и, к началу плановой племенной работы, в республике насчитывалось по 60 экз. из Ставропольского и Красно-

дарского краев (одно ремонтное маточное стадо). Для оценки племенных качеств на базе хозяйственного комплекса хутора Сарский Майского района (V рыбоводная зона), был создан племенной репродуктор 3+ и 4+ белого амура.

Опыты проводили в 2009-2010 годах и, повторно, в 2011-2014 годах на тех же экземплярах с учетом выбраковки и изменения живой массы. Особо следили за тем, чтобы производители (половозрелые особи обоего пола, предназначенные для получения потомства) имели соответствующий возраст (4+ для самок и 3+ для самцов) и необходимые племенные и хозяйственные качества.

Возраст производителей был восстановлен методом обратных вычислений размеров по величине годовых колец на чешуе и костях. При обратных вычислениях по годовым кольцам и по чешуе весьма важен выбор места сбора чешуйного материала, так как нет единого мнения по этому вопросу среди рыбоводов-биологов. Согласно методике, мы, у каждой рыбы, брали по четыре чешуи из первого и второго рядов над боковой линией левой и правой сторон тела под спинным плавником. Первой считалась чешуя, на которую приходится перпендикуляр, опущенный от основания первого луча спинного плавника [55, 67].

Рыб измеряли от конца рылы до конца чешуйного покрова штангенциркулем с точностью до 0,1 см, дальше по методике.

Для выяснения различий между чешуями первого и второго рядов с левой и правой сторон тела измеряли их передний радиус (S), поперечный (d) и продольный (с) диаметры.

Поскольку, между размерами чешуи и длиной тела белого амура существует полная прямая зависимость [55, 67], для сравнения полученных и вычисленных размеров годовиков по чешуе с разных участков тела, обратные вычисления проводили методом В.С. Кирпичникова [67] по формуле:

$$l = A + \frac{S_1}{S} (l - A),$$

где  $S_1$  – передний радиус первого годового кольца на чешуе;

$S$  – передний радиус всей чешуи;

$A$  – длина рыбы в момент образования чешуйного покрова, которая нами определена.

При наличии регенерированных чешуй весь материал данной рыбы браковался, так как восстановленная чешуя влияет на индивидуальные размеры смежных чешуй. В связи со значительными колебаниями индивидуальных размеров рыб, анализу подвергалась, в основном, разность измерений, а при оценке достоверности использован второй порог надежности (вероятность безошибочных прогнозов) –  $P > 0,99$ .

Четыре места сбора чешуи (первый и второй ряды над боковой линией левой и правой сторон тела) – выбраны нами в связи с тем, что здесь чешуя растет наиболее равномерно и лучше всего видны годовые кольца. В связи с необходимостью сбора четырех-пяти чешуек на одном, строго локализованном участке тела, следовало выяснить, насколько переменны размеры смежных чешуй из одного ряда. С этой целью анализировались первая и третья чешуи первого ряда над боковой линией левой стороны тела у 50 экз. рыб.

Результаты свидетельствуют о том, что различия между ними, в среднем, от 0,01 мм, по переднему радиусу, до 0,02-0,06 мм по боковому и продольному диаметрам, что, в процентном выражении, не превышало 0,4.

Современный метод отбора растительноядных рыб при организации племенной работы предусматривает трехкратный отбор, проводимый среди молодых производителей при определенных нормативах по массе. На первых этапах отбирали наиболее крупных особей, не имеющих уродств, принимая во внимание выраженность половых признаков, так как для растительноядных рыб (белый амур) в данное время и на обозримую перспективу возможен заводской метод искусственного воспроизводства с гормональной стимуляцией созревания.

При заводском методе мы вторгаемся в комплекс сложных физиологических процессов, от нормального течения которых, во многом, зависит качество половых продуктов и сохранение воспроизводительных способностей

разводимых рыб. При этом существенное значение имеет тщательный отбор производителей по результатам бонитировки.

Бонитировку маточного стада провели после второй зимовки. Весенняя бонитировка является одним из наиболее важных производственных процессов в организации племенной работы в хозяйствах с целью:

- инвентаризации и учета производителей (индивидуальное взвешивание);
- оценки состояния племенного материала;
- определения возраста производителей;
- распределения на племенные классы;
- корректирующего отбора.

**Бонитировку производителей провели при облове зимовальных прудов.** Отлов рыбы из зимовальных прудов проводили на воде хамсоровым неводом. Из невода рыбу отбирали с помощью матерчатых рукавов, переносили в носилках с водой и взвешивали в неглубоких брезентовых носилках («люльках»).

К числу индивидуальных показателей, которые учитывались при бонитировке были отнесены следующие: пол, возраст, группа, метка, степень выраженности признаков пола и подготовленности к нересту, масса и данные измерений.

Во время бонитировки самки (кроме основных признаков наличия выпуклого, отвислого, мягкого брюшка), в зависимости от степени готовности к нересту, делили на три класса.

В группу I класса входят лучшие, наиболее зрелые самки, заметна припухлость в области генитального отверстия. Эту группу самок использовали для работы в первую очередь.

II класс – самки с аналогичными внешними признаками, но менее выраженными. Такие самки использовались после окончания работы с самками первой группы.

К III классу относятся самки, которые по внешним признакам не отличаются от самцов. Таких самок мы не использовали, а сразу, после бонитировки, выбраковывали.

Разделение самок на 3 класса весьма условно (но предусмотрена инструкцией по бонитировке рыб в рыбоводстве) и не отражает существующих в маточном стаде различий в состоянии гонад. Однако, выделение самок различающихся по состоянию гонад, требует специальных исследований (биопсия) и в промышленных хозяйствах неосуществимо.

Самцов разделили на классы с учетом тех же требований, которые предъявляют к самкам, при этом в I класс отнесли самцов, которые легко отдают молоки. Имеют хорошо выраженный «брачный» наряд.

Ко II классу относят самцов, которые выделяют очень мало молок или не текут. Таких самцов использовали в качестве резерва, остальных выбраковывали.

Важными показателями продуктивных качеств рыбы, наряду с живой массой, являются некоторые экстерьерные признаки, которые могут изменяться или остаются относительно постоянными в процессе роста и развития организма [96, 97]. В таблице 3 представлены усредненные данные (по 35 экз. одновозрастных групп самок и по 15 самцов каждой линии) основных показателей телосложения амурского амура за пятилетний период наблюдения<sup>1</sup>.

Анализ данных таблицы 3 показывает, что классный состав белого амурского амура почти идентичный, но превосходство имеет краснодарская линия (амурского происхождения) первого класса – 93,94%, против 90,76% ставропольской линии (китайского происхождения).

Таблица 3 – Основные промеры тела производителей белого амура, использованных в опытах 2010-2014 гг.  
(бонитировочные данные)\*

Возраст (лет +)	Кол-во (n)	Средняя масса, кг	Cv	Экстерьерные (величина промеров тела, см) показатели					Классный состав		
				средняя длина тела, см (ℓ)	длина головы, см (С)	высота тела (наиболь- шая), см (Н)	толщина тела (наиболь- шая), (m)	обхват тела, см (O)	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ставропольская линия (китайского происхождения)											
$\frac{4+}{3+}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{4,06 \pm 0,35}{3,35 \pm 0,42}$	$\frac{24,0}{23,1}$	$\frac{43,2 \pm 0,17}{39,5 \pm 0,62}$	$\frac{10,91 \pm 2,35}{10,55 \pm 3,17}$	$\frac{12,31 \pm 2,07}{11,31 \pm 3,17}$	$\frac{9,35 \pm 3,21}{8,11 \pm 2,75}$	$\frac{38,5 \pm 4,15}{31,7 \pm 0,61}$	$\frac{30}{24}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{1}{-}$
$\frac{5+}{4+}$	$\frac{33}{25}$	$\frac{4,68 \pm 0,51}{3,38 \pm 0,65}$	$\frac{16,5}{17,3}$	$\frac{48,1 \pm 0,27}{42,6 \pm 0,37}$	$\frac{11,01 \pm 2,41}{10,82 \pm 3,20}$	$\frac{14,38 \pm 2,03}{12,62 \pm 3,20}$	$\frac{10,59 \pm 3,07}{8,49 \pm 2,18}$	$\frac{38,9 \pm 3,17}{35,6 \pm 0,95}$	$\frac{30}{24}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{-}{-}$
$\frac{6+}{5+}$	$\frac{32}{24}$	$\frac{5,69 \pm 0,37}{4,20 \pm 0,63}$	$\frac{12,3}{11,2}$	$\frac{53,4 \pm 0,32}{46,7 \pm 0,72}$	$\frac{13,34 \pm 2,75}{11,87 \pm 2,16}$	$\frac{15,82 \pm 2,11}{13,56 \pm 2,85}$	$\frac{11,14 \pm 3,13}{10,02 \pm 2,74}$	$\frac{42,2 \pm 5,12}{39,7 \pm 0,63}$	$\frac{29}{24}$	$\frac{3}{-}$	$\frac{-}{-}$
$\frac{7+}{6+}$	$\frac{30}{23}$	$\frac{6,43 \pm 0,75}{4,70 \pm 0,76}$	$\frac{13,7}{8,1}$	$\frac{60,2 \pm 0,73}{52,3 \pm 0,81}$	$\frac{13,72 \pm 2,27}{13,09 \pm 3,13}$	$\frac{18,79 \pm 2,91}{14,01 \pm 2,97}$	$\frac{12,55 \pm 3,19}{10,43 \pm 2,35}$	$\frac{43,6 \pm 3,71}{40,2 \pm 0,53}$	$\frac{29}{23}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{-}{-}$

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Краснодарская линия (амурского происхождения)											
$\frac{4+}{3+}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{4,07 \pm 0,21}{3,45 \pm 0,37}$	$\frac{29,1}{25,5}$	$\frac{43,7 \pm 0,19}{39,8 \pm 0,81}$	$\frac{10,12 \pm 2,15}{10,60 \pm 4,25}$	$\frac{13,44 \pm 2,35}{11,50 \pm 3,81}$	$\frac{9,54 \pm 3,71}{9,00 \pm 2,18}$	$\frac{37,0 \pm 3,21}{33,2 \pm 0,18}$	$\frac{32}{24}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{-}{-}$
$\frac{5+}{4+}$	$\frac{34}{24}$	$\frac{4,92 \pm 0,38}{3,95 \pm 0,46}$	$\frac{25,1}{18,3}$	$\frac{48,3 \pm 0,36}{44,6 \pm 0,75}$	$\frac{11,45 \pm 2,63}{10,95 \pm 4,11}$	$\frac{14,64 \pm 2,41}{12,85 \pm 4,16}$	$\frac{10,67 \pm 3,09}{9,20 \pm 3,75}$	$\frac{40,9 \pm 2,32}{37,2 \pm 0,16}$	$\frac{32}{23}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{-}{-}$
$\frac{6+}{5+}$	$\frac{32}{23}$	$\frac{5,91 \pm 0,54}{4,40 \pm 0,76}$	$\frac{14,3}{10,1}$	$\frac{54,1 \pm 0,41}{48,3 \pm 0,67}$	$\frac{12,78 \pm 2,21}{10,98 \pm 3,54}$	$\frac{15,92 \pm 2,52}{13,87 \pm 3,75}$	$\frac{12,97 \pm 3,25}{10,15 \pm 3,41}$	$\frac{46,3 \pm 3,11}{40,5 \pm 0,13}$	$\frac{29}{23}$	$\frac{3}{-}$	$\frac{-}{-}$
$\frac{7+}{6+}$	$\frac{31}{22}$	$\frac{6,98 \pm 0,19}{4,90 \pm 0,61}$	$\frac{8,9}{7,6}$	$\frac{61,3 \pm 0,67}{54,4 \pm 0,48}$	$\frac{13,9 \pm 2,83}{11,10 \pm 2,75}$	$\frac{18,92 \pm 2,87}{14,05 \pm 4,72}$	$\frac{13,78 \pm 3,16}{11,45 \pm 2,84}$	$\frac{52,5 \pm 4,01}{45,5 \pm 0,17}$	$\frac{31}{22}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{-}$

\*Норматив: на 5 самок 3 самца.

В числителе – самки; в знаменателе – самцы.

Изменчивость самок по массе [60, 69] более интенсивно, с возрастом, протекает у краснодарской группы, но разница не достоверна ( $P > 0,95$ ). Распределение производителей по этому показателю свидетельствует, что их постановочная масса колеблется от 4,06 до 4,43 кг у ставропольской популяции (китайского происхождения) и, соответственно, от 4,07 до 4,58 кг у краснодарской (амурского происхождения).

Учитывая, что в стадах производителей предусматривается неодинаковое количество самок и самцов и искусственное оплодотворение икры (растительноядные рыбы в прудах не размножаются – метод гипофизарной инъекции) позволяет уменьшить количество самцов и, на каждые 5 самок, иметь не более 3 самцов. Запас самок и самцов соответствует нормативным данным. При определении качества (бонитировке) производителей мы строго следили за живой массой, так как масса – очень важный показатель при выращивании племенного стада белого амура и имеет большое значение в определенном возрасте.

При оценке (бонитировке) производителей мы использовали те же методы племенной работы, что и в карповодстве, но воспользовались показателями модального класса для растительноядных рыб.

В наших исследованиях, выполненных на восьми семьях белого амура (4 китайского и 4 амурского происхождения) в возрасте 2+, модальный класс особей выделен на основе учета 22 морфометрических признаков. Доля модальных особей в семье составляла 32-45%, что обеспечивает приемлемую напряженность модального отбора. «Средняя» группа, в дальнейшем, выполнила роль обучающей выборки, противопоставленной всем остальным особям в семьях при проведении дискриминантного анализа. Понятно, что методика модального отбора, пригодная для практического использования, не может предусматривать измерения большого числа признаков у каждой особи, оцениваемой на принадлежность к модальному классу. Пошаговый дискриминантный анализ и был использован при разработке процедуры оперативного

выявления модальных особей. Ученные морфометрические признаки были ранжированы по информативности в дискриминации групп. Два первые в списке давали ошибку отнесения в модальный класс, равную 40%. Расширение списка до четырех признаков снизило ее до приемлемых 10% и далее оказывалось неэффективным. Следует отметить, что первые четыре признака в списке информативности легко измеряются. Это длина головы, заглазничное расстояние, длина спинного плавника и постдорсальное расстояние.

Выбор направлений и методов племенной работы – главная проблема прикладной генетики рыб китайского равнинного комплекса. Острота ее определилась двумя обстоятельствами. Во-первых, неотложностью селекционных мероприятий из-за нежелательных сдвигов в биологии видов, сопровождающих их одомашнивание. Во-вторых, заметным отставанием теоретических разработок в области генетических основ селекции от нужд ее практики. Отсутствуют методы идентификации индивидуальных селекционно-ценных генотипов по фенотипу. Нет необходимой полноты сведений о сопряженной изменчивости характеристик рыб, составляющих комплекс признаков продуктивности. Объективность причин отставания не устраняет проблемы: генетика должна обосновать пути селекционного совершенствования исходного материала на основе наличных методов; пути пусть не самые эффективные теоретически, но, безусловно, надежные практически.

Предлагаемая схема [70-74] племенной работы: индивидуальные скрещивания, выбор лучшей по комплексу признаков семьи, второй цикл скрещиваний в пределах отобранной семьи, второй отбор и т.д., базируется на принципах семейной селекции в сочетании с периодическим отбором. Семейная селекция обеспечивает фиксацию отбором только предварительно доказанного генотипического преимущества. Периодический отбор позволяет планировать определенный селекционный результат в каждом поколении, начиная

с первого. При проведении необходимых мероприятий по стабилизации результата селекции с использованием предложенной методики модального отбора, полученная группа может составить ядро улучшенного маточного стада.

По живой массе самок, в зависимости от возраста, модальному классу соответствовали ставропольские линии: 4+ – 45%; 5+ – 48; 6+ – 75,5; 7+ – 85,8%, краснодарские линии, соответственно, 48; 59; 77; 87,9%, а у самцов – очень близкие процентные показатели к модальному классу, разница не достоверна ( $P < 0,95$ ).

В период опыта подобранные нектоны росли умеренно, прирост массы у ставропольской линии составил: у самок – 2,37 кг или 58,40% от первоначальной массы, у самцов – 1,35 кг или 40% ( $P > 0,95-0,999$ ), у краснодарской линии, соответственно: у самок – 2,91 кг или 71,5%, у самцов – 1,45 кг или 42,0% ( $P > 0,95-0,999$ ). За весь период работы с 2009-2014 гг. прирост живой массы был высоким. Масса самок значительно выше, чем у самцов, она колеблется у ставропольской линии (китайского происхождения) от 4,06 до 6,43 кг, у краснодарской (амурского происхождения) – 4,07-6,98 ( $P > 0,999$ ).

Среди отобранных самок и самцов белого амура отмечена большая изменчивость массы тела (у самок ставропольской  $C_v=24,0-13,7$  и краснодарской  $C_v=29,1-8,9$  соответственно), чем показатели экстерьера (рис. 1).

Исходя из вышеизложенного можно констатировать, что под воздействием своеобразного комплекса эколого-фенологических факторов сформировано местное стадо производителей белого амура двух линий, которые обладают характерными морфобиологическими, физиолого-экологическими свойствами.

Для того чтобы предотвратить явление инбридинга мы использовали метод двухлинейного разведения белого амура путем сохранения неродственных линий (отводки) из рыбхоза: «Ставропольский» Ставропольского края (китайского происхождения) и «Синюхинский» Краснодарского края (амурского происхождения).

При оценке селекционно-племенных качеств производителей наблюдения вели за указанными группами рыб до семилетнего возраста 7+. В течение 4-х лет опыта мы ежегодно проводили бонитировку (табл. 4). Установлена общая тенденция снижения скорости роста с возрастом, особенно заметная после достижения половой зрелости. Нами применен метод рендомизированной выборки, который завершился созданием исходного маточного стада для дальнейшей работы.

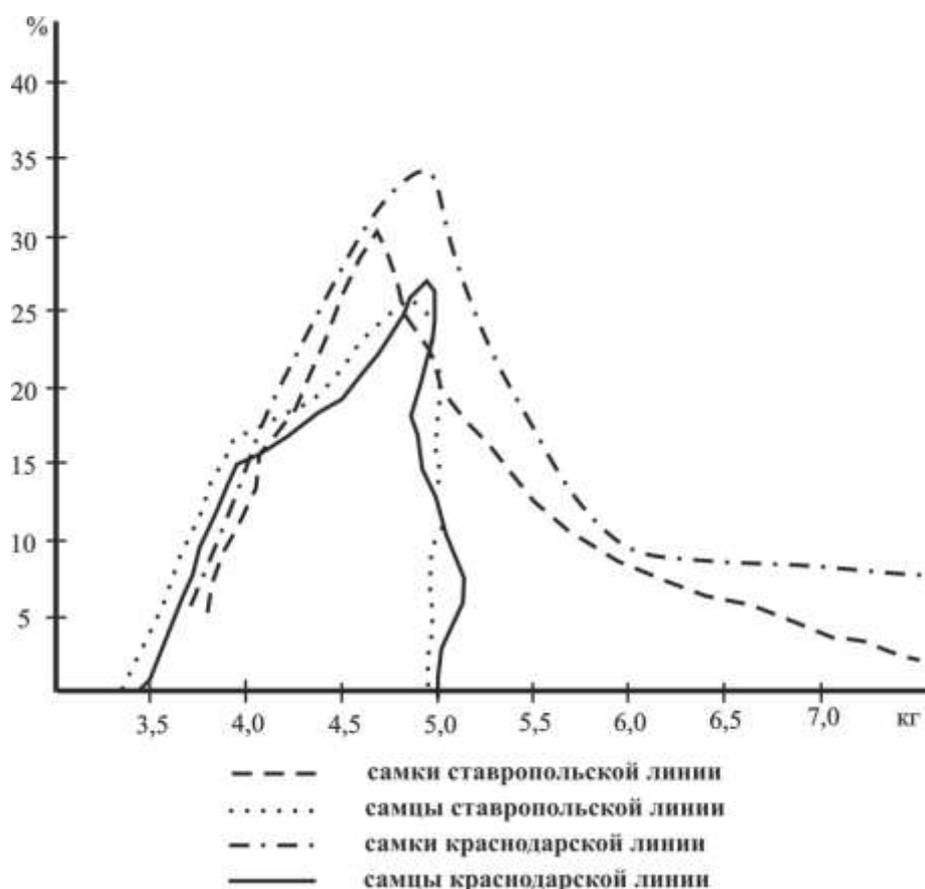


Рисунок 1 – Распределение самок и самцов по массе тела к модальному классу

При формировании исходного селекционного стада мы выяснили, какие основные их признаки могут быть использованы в дальнейшей работе. Поэтому, первым этапом исследований в этом направлении мы изучали уровень изменчивости ценных в хозяйственном отношении признаков первичного исходного стада рыб.

Таблица 4 – Индексы телосложения производителей белого амура, %

Возраст (лет +)	Количество (n)	Индексы									
		прогонистости	Cv	большеголовости, %	Cv	толщины, %	Cv	обхвата, %	Cv	коэффициент упитанности, %	Cv
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ставропольская линия (китайского происхождения)											
$\frac{4+}{3+}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{3,25 \pm 0,014}{3,49 \pm 0,019}$	$\frac{9,7}{8,9}$	$\frac{22,26 \pm 0,031}{26,70 \pm 0,091}$	$\frac{7,0}{7,4}$	$\frac{21,64 \pm 0,080}{19,53 \pm 0,083}$	$\frac{9,9}{8,5}$	$\frac{82,18 \pm 0,41}{80,15 \pm 0,32}$	$\frac{9,7}{10,8}$	$\frac{2,57 \pm 0,035}{2,55 \pm 0,031}$	$\frac{10,5}{12,8}$
$\frac{5+}{4+}$	$\frac{33}{25}$	$\frac{3,34 \pm 0,021}{3,58 \pm 0,031}$	$\frac{6,8}{8,1}$	$\frac{22,88 \pm 0,082}{27,39 \pm 0,063}$	$\frac{7,5}{8,3}$	$\frac{22,92 \pm 0,071}{20,87 \pm 0,043}$	$\frac{9,3}{8,8}$	$\frac{82,87 \pm 0,37}{80,45 \pm 0,52}$	$\frac{9,9}{10,5}$	$\frac{2,41 \pm 0,042}{2,45 \pm 0,042}$	$\frac{11,6}{11,1}$
$\frac{6+}{5+}$	$\frac{32}{24}$	$\frac{3,37 \pm 0,037}{3,69 \pm 0,055}$	$\frac{10,8}{8,2}$	$\frac{23,98 \pm 0,072}{27,52 \pm 0,032}$	$\frac{8,7}{9,2}$	$\frac{20,96 \pm 0,061}{19,35 \pm 0,091}$	$\frac{7,9}{7,6}$	$\frac{85,30 \pm 0,47}{82,35 \pm 0,53}$	$\frac{9,8}{10,4}$	$\frac{1,91 \pm 0,012}{1,89 \pm 0,018}$	$\frac{10,2}{10,3}$
$\frac{7+}{6+}$	$\frac{30}{23}$	$\frac{3,38 \pm 0,087}{3,78 \pm 0,061}$	$\frac{8,5}{9,9}$	$\frac{23,98 \pm 0,042}{27,85 \pm 0,081}$	$\frac{9,3}{9,8}$	$\frac{20,85 \pm 0,071}{19,45 \pm 0,095}$	$\frac{8,3}{8,8}$	$\frac{85,95 \pm 0,75}{82,83 \pm 0,61}$	$\frac{10,9}{9,7}$	$\frac{1,58 \pm 0,091}{1,55 \pm 0,075}$	$\frac{8,5}{7,1}$

Продолжение таблицы 4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Краснодарская линия (амурского происхождения)											
$\frac{4+}{3+}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{3,31 \pm 0,075}{3,65 \pm 0,061}$	$\frac{7,8}{9,5}$	$\frac{23,15 \pm 0,091}{26,63 \pm 0,075}$	$\frac{10,7}{9,5}$	$\frac{21,54 \pm 0,071}{20,09 \pm 0,053}$	$\frac{9,7}{8,1}$	$\frac{84,67 \pm 0,091}{82,91 \pm 0,087}$	$\frac{7,2}{7,8}$	$\frac{2,57 \pm 0,041}{2,55 \pm 0,042}$	$\frac{11,3}{12,9}$
$\frac{5+}{4+}$	$\frac{34}{23}$	$\frac{3,38 \pm 0,091}{3,57 \pm 0,042}$	$\frac{7,5}{10,3}$	$\frac{23,45 \pm 0,085}{24,55 \pm 0,025}$	$\frac{8,5}{11,8}$	$\frac{19,58 \pm 0,045}{17,93 \pm 0,053}$	$\frac{8,1}{8,9}$	$\frac{84,68 \pm 0,085}{82,95 \pm 0,073}$	$\frac{7,9}{7,6}$	$\frac{2,48 \pm 0,045}{2,45 \pm 0,032}$	$\frac{10,06}{13,2}$
$\frac{6+}{5+}$	$\frac{32}{23}$	$\frac{3,58 \pm 0,086}{3,68 \pm 0,058}$	$\frac{7,9}{10,8}$	$\frac{23,57 \pm 0,061}{24,73 \pm 0,037}$	$\frac{7,6}{7,9}$	$\frac{20,23 \pm 0,031}{18,94 \pm 0,067}$	$\frac{8,3}{7,8}$	$\frac{85,42 \pm 0,063}{83,85 \pm 0,075}$	$\frac{8,1}{9,5}$	$\frac{1,98 \pm 0,015}{1,96 \pm 0,070}$	$\frac{9,8}{13,9}$
$\frac{7+}{6+}$	$\frac{31}{22}$	$\frac{3,81 \pm 0,073}{3,87 \pm 0,049}$	$\frac{8,2}{11,3}$	$\frac{23,66 \pm 0,075}{24,85 \pm 0,081}$	$\frac{9,8}{7,7}$	$\frac{20,44 \pm 0,075}{19,20 \pm 0,043}$	$\frac{8,2}{8,1}$	$\frac{85,64 \pm 0,072}{83,63 \pm 0,022}$	$\frac{9,3}{10,5}$	$\frac{1,85 \pm 0,071}{1,78 \pm 0,013}$	$\frac{8,8}{7,5}$

\* В числителе – самки, в знаменателе – самцы.

О характере изменчивости основных признаков производителей белого амура свидетельствуют индексы телосложения, величины коэффициентов вариации и упитанности (табл. 4).

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что изучаемые признаки экстерьера неоднозначны для самок и самцов белого амура обеих линий.

По средним данным (табл. 4), индексы большеголовости самок 4+ и 7+ составили: у ставропольской линии (китайского происхождения) 4+ – 22,26, 7+ – 23,98, у краснодарской (амурского происхождения) соответственно 23,15 и 23,66%. Длина тела до конца чешуйчатого покрова, у самок ставропольской линии (китайского происхождения) – 43,2-60,2, у краснодарской (амурского происхождения) 43,7-61,3. Максимальная высота тела, соответственно, составила 13,31-18,79 и 12,44-18,92. У самок величины индексов прогонистости был равен: у ставропольской линии (китайского происхождения)  $3,25 \pm 0,014$ – $3,38 \pm 0,087$  и  $3,31 \pm 0,075$ – $3,81 \pm 0,073$  у краснодарской линии (амурского происхождения), у самцов, соответственно,  $3,49 \pm 0,019$ – $3,78 \pm 0,061$  и  $3,57 \pm 0,061$ – $3,87 \pm 0,049$  (рис. 2).

Изменчивость других показателей экстерьера у производителей белого амура незначительна. У самок белого амура отмечена обратная связь средней силы между массой и длиной головы ( $r = -0,33$ ), а также между массой тела и индексом обхвата ( $r = -0,30$ ). Среди самцов отмечена аналогичная связь массы тела и индекса обхвата ( $r = -0,45$ ).

Коэффициент упитанности (по Фультону) уменьшился к 7+ годам у самок с 2,57 до 1,58, у самцов с 2,55 до 1,55 ставропольской линии (китайского происхождения), и с 2,57 до 1,88, с 2,55 до 1,78, соответственно, краснодарской линии (амурского происхождения). Различие оказалось статистически достоверным ( $t_g = 3,75$ ). Резко сниженным оказался и коэффициент вариации этого признака 7,1% в 6+ вместо 12,8 в 3+ у самцов ставропольской линии (китайского происхождения) и 7,5 в 6+ вместо 12,9%, соответственно, краснодарской линии (амурского происхождения). У самок, соответственно, 8,5; 10,5 и 8,8, против 11,3%. Таким образом, наблюдается постепенное снижение этого показателя (по мере увеличения возраста и массы рыб), возможно, связанное с уменьшением относительности высоты тела рыб при их содержании в прудах. В целом, уровень изменчивости по коэффициенту упитанности оказался невысоким, распределение в 3+ и 4+ отмечалось правосторонней асимметрией, в 6+ и 7+ было нормальным (рис. 3).

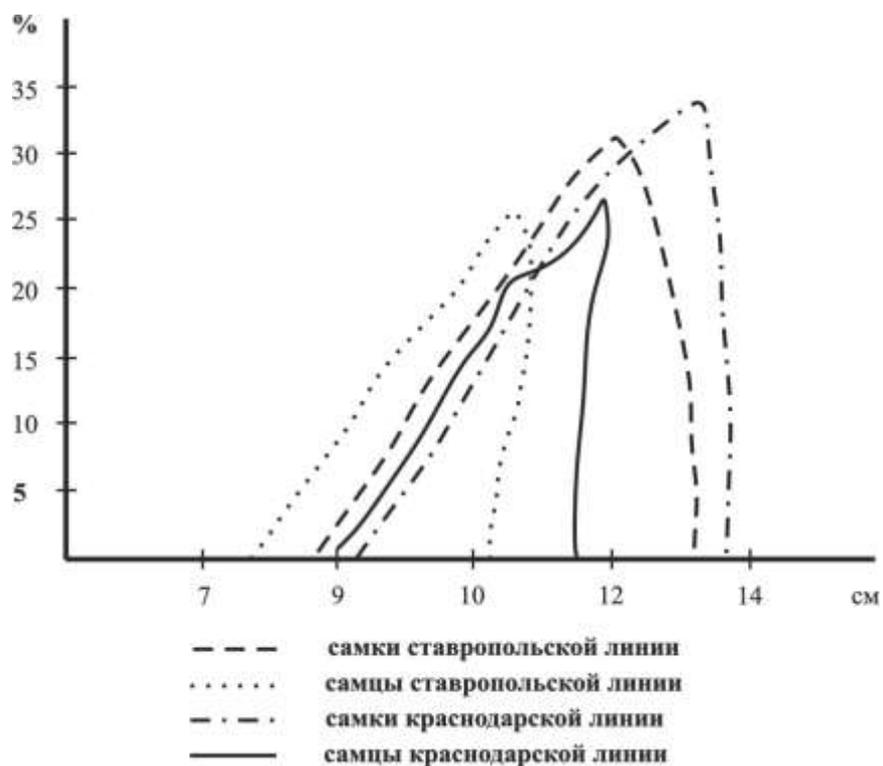


Рисунок 2– Распределение самок и самцов по толщине тела

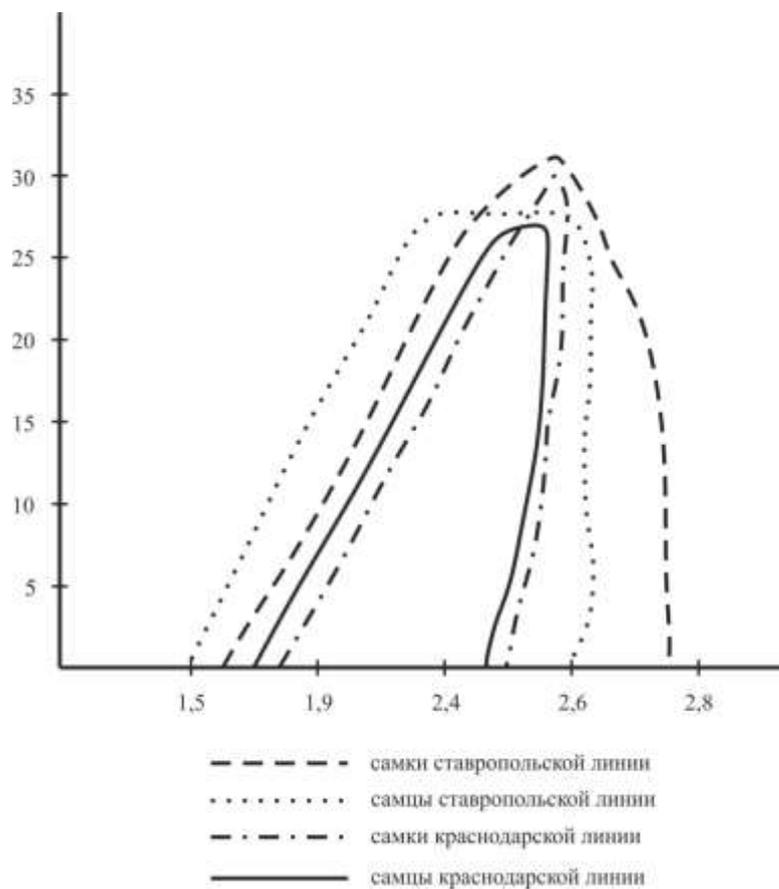


Рисунок 3 – Кривые изменчивости самок и самцов белого амура по коэффициенту упитанности (по Фультону, К)

Многие авторы [2, 5, 25, 27, 63, 68, 72] в своих исследованиях сравнивают экстерьерные показатели самок и самцов. По нашим данным (взвешено и измерено около 120 экз. рыб в основном от 3+ и до 7+) не установлено сходства по этим показателям среди белого амура, что хорошо видно на рисунках 1 и 2.

### **3.2.1. Оценка репродуктивных признаков**

В комплекс признаков, по которым проводится бонитировка рыб, включаются показатели репродуктивных качеств.

К репродуктивным признакам относят плодовитость, скорость полового созревания, сроки нереста, приспособленность к условиям заводского воспроизводства.

Работа по искусственному разведению была организована следующим образом. Отобранных производителей отсаживали в пруды для преднерестового содержания, легко облавливаемые (площадь 0,03-0,1 га, глубина 1,0-1,5 м) с постоянным водообменом, предотвращающим перегрев воды, из расчета 100 экз. на 1 га.

Единственным способом получения икры амура в условиях прудовых хозяйств является метод гипофизарной инъекции (физиологический).

Время инъектирования рассчитали таким образом, чтобы получение половых продуктов приходилось на дневное время. Для самок – двукратную инъекцию с интервалом 12-14 ч. Первая инъекция – предварительная, ее доза составила 1/8-1/3 общей дозы препарата [46]. Остальное количество (разрешающее) ввели через сутки после предварительной. Самцам препарат ввели один раз (половину дозы для самки). При проведении инъекций, для предупреждения травмирования производителей, применяли анестезирующий препарат – хинальдин. Для определения разрешающей дозы гипофизов использовали номограммы.

Потребность самок в гипофизе зависит от возраста производителей, массы и обхвата тела. С возрастом от 4+ до 7+ обхват тела увеличился на 4,1-15,5 см или на 10,65-42%. Тогда на 1 кг самки потребуется от 3,0 до 5 мг вещества гипофиза.

В нерестовый период самки (табл. 3 и 4) несколько различаются между собой по состоянию развития овоцитов в пределах 4-й стадии зрелости половых продуктов. Поэтому, одна и та же дозировка гипофиза, в одних случаях вызывает овуляцию икры, а в других – нет. Не вдаваясь в сущность гипофизарного воздействия на созревание половых продуктов рыб, можно сказать, что первая предварительная доза рассчитана на подготовку овоцитов к овуляции, а вторая – разрешающая доза – на обеспечение единовременной овуляции всей икры.

При определении разрешающей дозы гипофиза, в настоящее время, обычно исходят от обхвата тела самки. Наши наблюдения показали, что для правильного определения индивидуальной дозы необходимо учитывать не только обхват тела самки, но возраст и массу, а также количество имеющейся у нее икры. Это важно для получения максимального количества икры и для сохранения самок, которые при недостаточных дозах гипофиза не дают икру и погибают. Поскольку нет возможности непосредственного определения массы икры мы пользовались в своей работе показателями величины обхвата тела, массы и возраста рыбы.

К числу признаков, непосредственно определяющих племенную ценность рыб, относится время созревания производителей и их плодовитость.

В условиях хутора Сарский, самки белого амура созревают на четвертом году жизни (табл. 3, 4). Однако, среди белого амура встречаются отдельные особи, достигающие половой зрелости раньше, в трехгодовалом возрасте, при достижении массы 3,5-4 кг.

Особый интерес для селекции представляет время созревания в нерестовом сезоне. В литературе имеются сведения о гетерогенности производителей

белого амура по срокам созревания в [6, 112, 127]. Авторы считают, что сроки созревания самок генетически закреплены. Анализ нашего материала показывает, что, при относительно стабильном температурном режиме в период нерестового сезона, кривая распределения самок обеих линий по срокам созревания бывает многовершинная (и чаще имеет три пика). Это может служить подтверждением отмеченной выше точки зрения и дает основание предположить наличие в стаде группы самок, генетически различных по времени созревания. Естественно, что, при резких колебаниях температуры воды, указанная периодичность созревания самок нарушается, и кривая распределения рыб по срокам созревания имеет большее число вершин. Это связано, очевидно, с известной зависимостью между созреванием рыб и температурой воды. Например, 20 и 24 мая 2010 года, вслед за кратковременным подъемом температуры воды до +27°C, последовало резкое ее снижение до +18°C, что повлекло за собой уменьшение числа созревших самок белого амура.

Часть самок нам удалось разделить на две группы почти без затруднений; 39 самок были отнесены к первой нерестовой группе и 27 ко второй, что составило 40,9% от всех исследованных самок (табл. 5).

Некоторых самок трудно было отнести к какой-либо группе. Причиной этого был недостаток многолетнего повторения исследованных показателей или «пестрота» результатов в разные годы для одной и той же самки.

При разделении самок на группы мы учитывали целый ряд показателей: время инъектирования самки (№ тура), температурные условия преднерестового и нерестового периодов, рабочую плодовитость, массу и размер самок.

Мы выделили среди всех самок две нерестовые группы. К первой нерестовой группе – группе рано созревающих самок – отнесли тех производителей, использование которых несколько лет подряд в первой половине нерестовой компании давало хорошие результаты.

Таблица 5 – Репродуктивная характеристика самок белого амура при заводском методе воспроизводства

Возраст, лет +	Кол-во использов. самок (n), экз.	Количество отдавших икру, экз.		Кол-во самок, не давших икру	Индивидуальная рабочая плодовитость, тыс. экз. икринок на 1 самку	Относительная плодовитость, тыс. икринок на 1 кг массы		Выход личинок от икры, %	Выход личинок на одну самку, тыс. экз.	Всего получено личинок, млн. экз.	Масса производителя, кг	
		единовременно и полностью	частично или порционно			«А» до нереста	«Б» после нереста				до нереста	после нереста
Ставропольская линия (китайского происхождения)												
4+	35	9	23	3	356,0±8,0	74,6±0,81	87,68±0,53	64,57	227,84±5,61	7,52±10,5	4,77±2,61	4,16±2,35
5+	32	10	17	5	678,0±9,5	112,8±0,74	144,87±0,50	69,35	470,23±7,11	15,05±12,3	6,04±3,20	4,60±0,51
6+	28	10	12	6	986±10,2	130±0,97	176,0±0,45	75,61	745,51±6,13	22,37±13,5	7,55±0,97	5,60±0,38
7+	22	7	11	4	1,296±7,4	150±0,31	198,5±0,29	80,78	1046,91±17,2	29,31±16,7	8,59±0,73	6,53±0,89
Краснодарская линия (амурского происхождения)												
4+	35	10	20	5	384,2±6,5	79,4±0,16	91,3±0,73	67,52	259,41±13,4	8,31±17,2	4,84±0,17	4,21±0,18
5+	30	9	17	4	727,3±4,3	115,1±0,57	142,6±0,61	70,37	511,80±16,5	17,41±15,4	6,32±0,5	5,10±0,13
6+	26	8	15	3	1,110±5,9	137,9±0,82	179,0±0,95	78,91	875,90±10,1	28,03±13,7	8,05±0,19	6,20±0,29
7+	23	5	15	3	1,378±8,4	155,2±0,81	202,6±0,49	82,67	1139,20±11,7	35,32±14,1	9,88±0,37	6,80±0,41

Примечание: относительная плодовитость:

«А» – отношение рабочей плодовитости самки к ее массе до нереста;

«Б» – отношение рабочей плодовитости самки к ее массе после нереста.

Индивидуальная рабочая плодовитость этих самок была выше для данного сезона, а процент нормально развивающихся эмбрионов был не ниже 85%. Ко второй нерестовой группе мы отнесли поздно созревающих производителей, т.е. тех самок, использование которых из года в год, во второй половине нерестового сезона, было успешным.

При сравнении двух линий самок белого амура, различавшихся по времени нереста, установлено, что рано созревающие производители превосходят остальных по живой массе и упитанности ( $P=0,001$ ) и рабочей плодовитости ( $P=0,01$ ).

Икру от каждой самки отцеживали в отдельный таз, отдельно оплодотворяли смешенной молóкой нескольких самцов сухим русским способом и отдельно учитывали объемным методом (табл. 5).

В таблице 5 приводятся результаты получения икры от самок белого амура с различным обхватом и массой тела.

Как свидетельствуют данные таблицы 5, максимальный размах изменчивости из всех изучаемых признаков отмечается по рабочей и относительной рабочей плодовитости самок белого амура обеих линий, которую вычисляли как отношение рабочей плодовитости к массе самки с икрой и без икры.

При проведении рыбоводных селекционных исследований плодовитость рыб обычно сводится к анализу рабочей плодовитости. В селекции наибольший интерес имеет не средняя величина рабочей плодовитости, рассчитанная на одну рыбу, а индивидуальная рабочая плодовитость (табл. 5). Для более полной характеристики воспроизводительной способности отдельных самок мы вычисляли также относительную рабочую плодовитость до и после нереста. Исследуемые нами рыбы были помечены с помощью электронных чипов в области хвостового плавника.

Как показали исследования, у самок белого амура обеих линий количество овулировавшей икры не имеет прямой связи с массой и возрастом самок. Минимальное количество (тыс. шт.) икры дали самки 4+ с массой  $4,77\pm 2,61$  ставропольской (китайского происхождения) и 4+ с массой  $4,84\pm 0,17$  краснодарской линии (амурского происхождения), соответственно,  $356,0\pm 8,0$  и  $384,2\pm 6,5$ . Изменчивость по индивидуальному количеству полученной икры – от 28,5% до 61,3% (рис. 4, 5, 6).

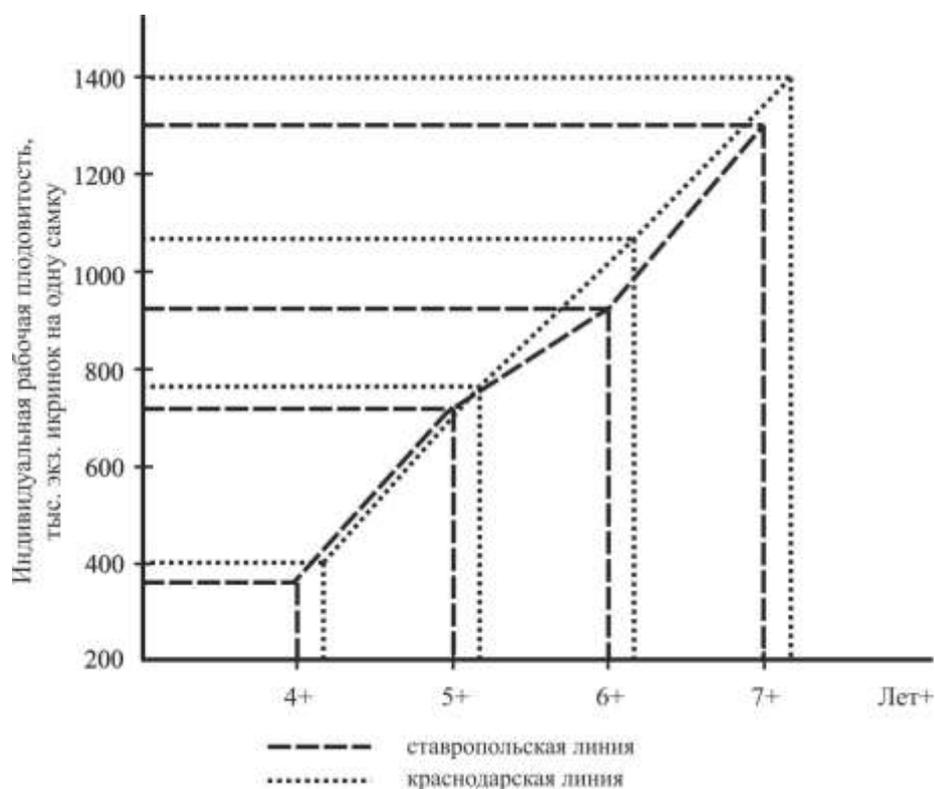


Рисунок 4 – Кривые изменчивости самок белого амура по индивидуальной рабочей плодовитости

Большое фенотипическое разнообразие обнаружено для самок белого амура: средняя рабочая плодовитость разных возрастов от 4+ до 7+ колебалась от 336,0 до 1,296 тыс. штук икринок у ставропольской линии (китайского происхождения) и от 384,2 до 1,378 тыс. штук икринок у краснодарской (амурского происхождения), коэффициент вариации составил 39,9-53,0% у ставропольской (китайского происхождения) и 41,2-64,7% у краснодарской линии (амурского происхождения). Установлено преимущество краснодарской линии (амурского происхождения) с высокой степенью достоверности ( $P < 0,001$ ).

Высокую вариабельность показателя рабочей плодовитости можно объяснить, прежде всего, разновозрастным составом. Однако, среди одновозрастных групп самок белого амура она довольно высокая: коэффициент вариации у пятигодовалых рыб составляет – у ставропольской линии (китайского происхождения) 24,% ( $n=33$ ), у краснодарской (амурского происхождения) 22,7% ( $n=34$ ), у шестигодовалых рыб, соответственно, 27,5 и 29,7% ( $n=20$  и  $n=32$ ).

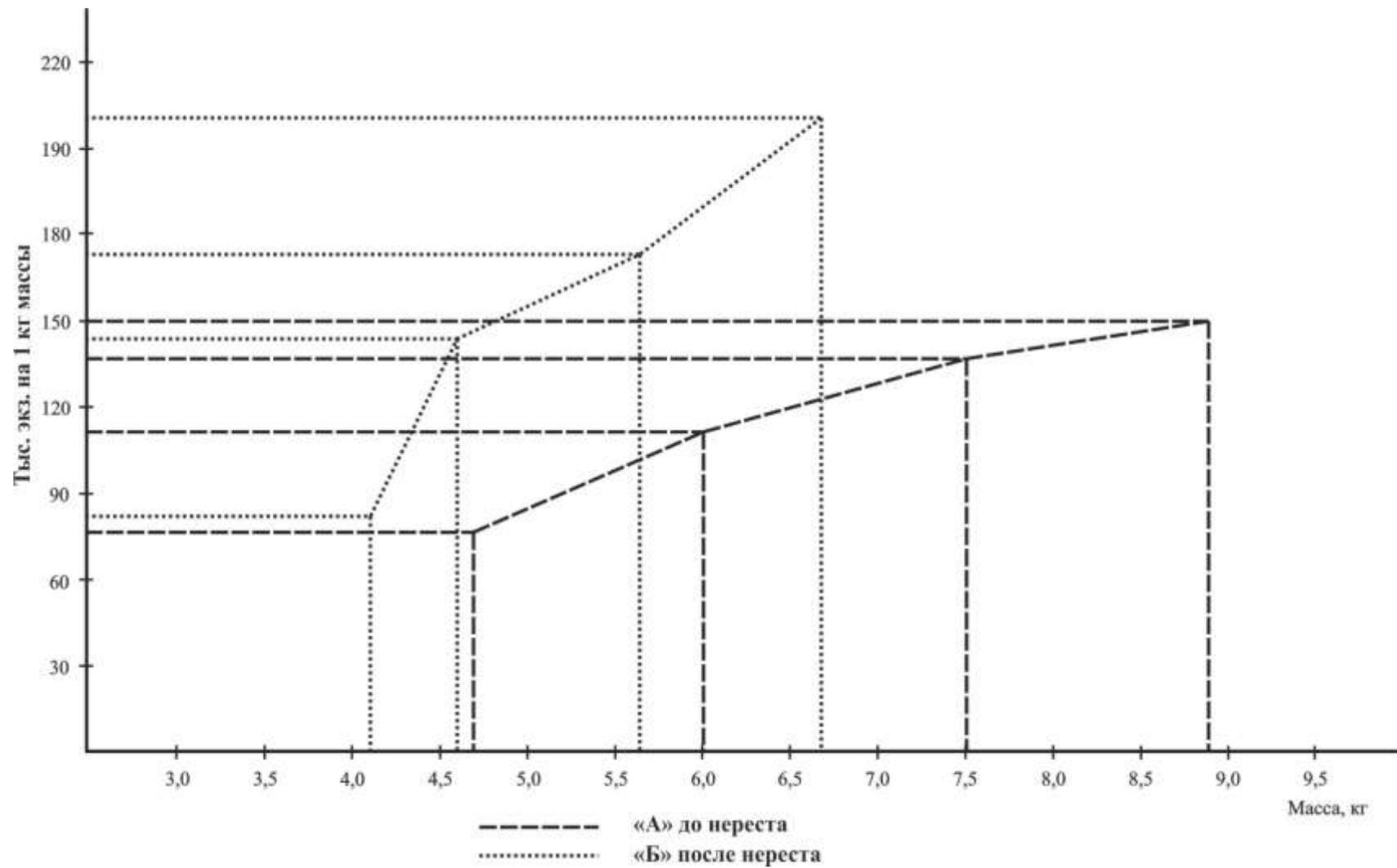


Рисунок 5 – Распределение самок белого амура по относительной плодовитости (ставропольская линия)

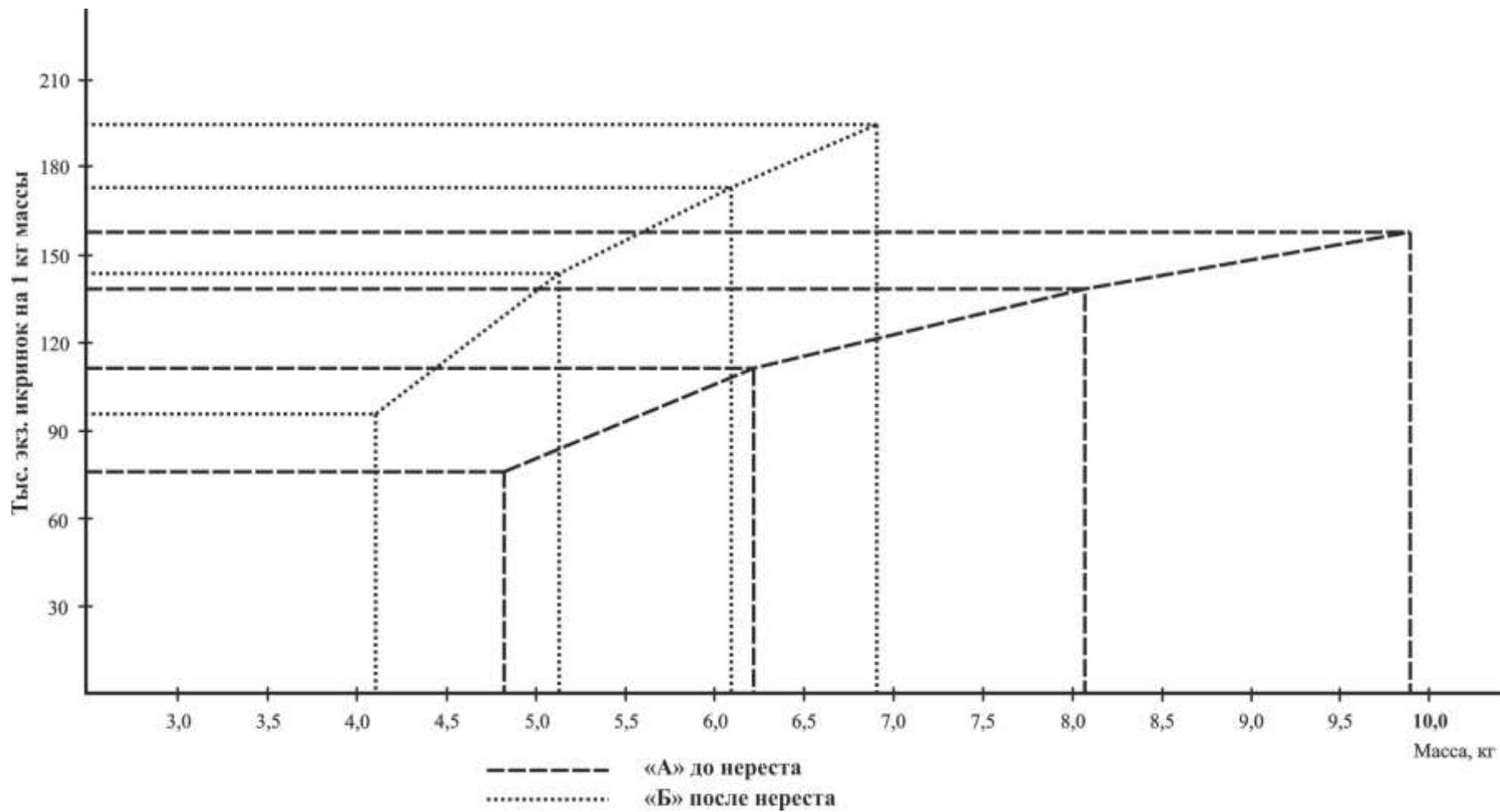


Рисунок 6 – Распределение самок белого амура по относительной плодовитости (краснодарская линия)

Сравнение групп самок с низкой и высокой рабочей плодовитостью показало превосходство в обеих линиях второй (в. р. п.) группы по упитанности и длине тела (хотя эта зависимость проявлялась не ежегодно).

Дополнительную характеристику репродуктивных способностей самок дает размер и масса овулировавших и начавших набухать икринок. При сравнении самок по среднему диаметру овулировавших икринок установлено, что изменчивость этого признака невелика (табл. 6).

Как показывают данные таблицы 6, индивидуальная изменчивость овулировавших икринок по диаметру у разных самок обеих линий белого амура, в среднем, невелика и колеблется от 3,75% до 4,99% у 4+ и 7+ ставропольской линии (китайского происхождения) и, соответственно, от 3,65% до 4,51% у краснодарской (амурского происхождения), а средние величины их мало отличаются. Соотношения между крупной и мелкой икрой у разных самок были неодинаковыми. Изменчивость массы овулировавшей икры отдельных самок выше, чем изменчивость диаметра икринок.

Диаметр начавших набухать икринок (через 6-8 минут после оплодотворения) возрастал почти вдвое. Масса икры большинства самок обеих линий после оплодотворения увеличилась в 3-5 раз. Изменчивость массы икры после оплодотворения ниже, чем овулировавшей. На изучаемом материале не установлено прямой зависимости между массой самки и массой икринок ( $P < 0,001$ ).

Наши наблюдения свидетельствуют о том, что увеличение изменчивости размера овулировавших икринок у отдельных самок является следствием нарушения процесса размножения при искусственном воспроизводстве.

Для племенной оценки самцов и изучения степени изменчивости их репродукционных показателей использовались данные, полученные в течение опыта 3+, 6+. В качестве основных критериев комплексной оценки брали количество и качество половых продуктов – молоко.

Таблица 6 – Изменчивость размеров и массы овулировавших икринок самок белого амура

Возраст, лет +	Кол-во самок, экз.	Масса, кг	Диаметр икринок, мм				Масса икринок, мг				
			овулировавших			после оплодотворения		овулировавших		после оплодотворения	
			M±m	Cv, %	σ	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Ставропольская линия (китайского происхождения)											
4+	33	4,77±2,61	1,46±0,007	3,35	0,054	2,57±0,015	4,27	0,89±0,05	8,91	4,81±0,023	5,21
5+	32	6,04±3,20	1,50±0,009	4,01	0,042	2,90±0,006	5,31	1,44±0,03	5,82	4,90±0,014	5,90
6+	28	7,55±0,97	1,53±0,008	3,75	0,043	2,90±0,018	5,90	1,51±0,004	4,96	4,93±0,011	4,83
7+	22	8,59±0,73	1,56±0,006	4,99	0,037	2,94±0,012	4,59	1,55±0,003	4,41	4,96±0,005	5,92
Краснодарская линия (амурского происхождения)											
4+	32	4,84±0,17	1,47±0,007	3,65	0,053	2,63±0,002	4,66	0,91±0,008	8,37	4,83±0,008	5,71
5+	30	6,32±0,50	1,51±0,013	4,23	0,049	2,91±0,008	4,31	1,47±0,007	5,71	4,95±0,009	5,92
6+	31	8,05±0,19	1,55±0,017	4,01	0,053	2,94±0,013	5,81	1,60±0,009	5,06	4,98±0,013	5,81
7+	30	9,88±0,37	1,60±0,008	4,51	0,041	2,96±0,011	4,49	1,63±0,006	5,63	4,95±0,012	4,49

Для определения качества половых продуктов пробы молоки брались методом сцеживания (отдельно у каждого производителя), после проведения однократной гипофизарной инъекции. Объем устанавливали с помощью мерной пробирки, с точностью до 0,5 мл. Концентрацию спермиев подсчитывали в камере Горяева, их активность – по времени поступательного движения 50-60% спермиев в воде при температуре +21-24°C.

Отобранных производителей-самцов до посадки их в преднерестовые садки выдерживали в 5%-ных солевых ваннах, а затем, в течение двух-трех часов, – в проточных садках для освобождения производителей от кожных и жаберных паразитов, исключаящую возможность переноса их на половую продукцию.

Анализ результатов (табл. 3-4) показал, что самцы белого амура обеих линий соответствует модальным нормативам. Самцы имеют хорошие показатели упитанности с 3+ до 6+ лет:  $2,55 \pm 0,041 - 1,55 \pm 0,075$  у ставропольской линии (китайского происхождения) и  $2,55 \pm 0,042 - 1,78 \pm 0,013$  у краснодарской линии (амурского происхождения). Но с возрастом коэффициент упитанности падает (табл. 4) до  $1,89 \pm 0,018 - 1,55 \pm 0,075$  у ставропольской линии (китайского происхождения) и  $1,96 \pm 0,070 - 1,78 \pm 0,013$  у краснодарской (амурского происхождения). Коэффициент упитанности больше 2,1 имеют 75% у ставропольской и 85% у краснодарской линии – 3+, 4+ годовалых и 1,89-1,78 у 5+, 6+ годовалых линий. Коэффициент вариации составляет 12,8-13,1% у ставропольской линии (китайского происхождения) и 12,9-13,5% у краснодарской (амурского происхождения), т.е. занимает промежуточное положение между коэффициентом длины и массы тела ( $P > 0,99 - 0,999$ ).

Данные о влиянии самцов на жизненность потомства в опытах встречаются очень редко, исследования, в основном, проводятся по изучению роли самок и весьма ограниченное внимание уделяется роли самцов.

В связи с этим, на первый план мы выдвинули программу племенной работы, основанную на использовании производителей рыб-самцов, значительно превосходящих самок по своим наследственным качествам. При этом

можно достигнуть значительного увеличения рыбной продукции, улучшить физиологическое состояние и качество половых продуктов. Преимущество этой программы в том, что она обеспечивает широкое влияние самцов на качество популяции, которое, особенно, усиливается при широком внедрении искусственного оплодотворения икры и получения потомства от белого амура заводским методом [2, 7].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что оценка самцов белого амура по живой массе оказалась наиболее эффективной, чем по экстерьерным показателям и вычислением индексов телосложения.

В связи с этим, разумные пределы унификации каждого из факторов, влияющих на половую продуктивность самцов белого амура, видимо, надо устанавливать применительно к различным рыбоводным зонам и к физиологическим особенностям отдельных возрастов.

При исследовании репродуктивных качеств самцов мы провели микроскопическое изучение гонад половозрелых самцов. Было обнаружено, что в нерестовый период все ампулы семенников у большинства самцов были заполнены молоками. У некоторых растительноядных рыб вымет молок самцами происходит не сразу, а порционно [27]. Порционной отдачей молок можно объяснить тот факт, что от зрелых самцов растительноводных рыб удастся получить лишь от несколько капель до 5 см<sup>3</sup> молоки. Это обстоятельство повсюду вынудило рыбоводов при работе с самцами прибегать к помощи гипофизарных инъекций.

Для инъекции мы применяли сухие гипофизы сазана. Дозы сухого гипофиза для самцов не превышали от 6 до 15 мг на рыбу. Морфологическая характеристика молок полученного от самцов белого амура представлена в таблице 7.

Анализ полученных нами данных показывает, что с увеличением возраста и размера самцов белого амура при введении одной и той же дозы гипофиза, увеличивается количество продуцируемых ими молок. Более крупные, 5-6 годовалые самцы, продуцируют еще большее количество молок.

Таким образом, условия нагула самцов оказывают влияние на объем получаемых молок, но не отражаются на концентрации спермы. Однако, существует связь между концентрацией и возрастом рыб. С возрастом, у белого амура концентрация сперматозоидов в эякуляте значительно увеличивается при введении одной и той же дозы гипофиза (12-15 мг на 1 рыбу) (табл. 8).

Таблица 7 – Количество молок, полученное от самцов белого амура разного возраста при разных дозах гипофиза, см<sup>3</sup>

Возраст	Количество гипофиза, мг	Длина рыб, см			Число самцов
		35-40	40-45	46-62	
3+	6	20,0	25,0	30,0	6
	12	25,0	31,0	33,0	9
4+	8	14,0	22,0	25,0	5
	12	26,6	33,7	38,8	10
5+	12	30,1	35,5	40,2	11
	15	29,0	30,5	34,1	7
6+	12	37,3	41,5	43,8	11
	15	36,5	40,0	41,0	6

Таблица 8 – Концентрация спермы белого амура разного возраста

Возраст рыб	Количество спермиев в мм <sup>3</sup> , млн.			Число самцов
	мин.	макс.	M±m	
3+	16,8	25,3	22,4±1,3	15
4+	24,7	55,5	33,1±1,7	15
5+	28,2	60,3	43,3±2,4	15
6+	42,4	80,2	67,2±3,3	15

Так, у 3-х годовалых самцов, концентрация молок, в среднем, равна 22,4±1,3 млн. спермиев в 1 мм<sup>3</sup>, а у 6-ти годовалых она достигает 67,2±3,3 млн. Следовательно, рабочая плодовитость самцов увеличивается с возрастом не

только за счет увеличения объема, но и за счет повышения концентрации спермы.

Для искусственного оплодотворения икры пригодна сперма с оценкой 5 и 4, ее определяют по характеру движения (табл. 9).

Таблица 9 – Активность спермиев белого амура в зависимости от температуры воды (продолжительность движения, сек.)

Температура воды, °С	Активное, вахровое движение	Колебательное движение	Движение единичных спермиев
18,0	54	41	16
19,0	51	43	20
21,0	49	51	16
24,0	42	39	21
26,0	28	24	30
28,0	27	19	26
29,0	16	20	14

Жизнь и продолжительность движения спермиев находится в прямой зависимости от температуры воды. Как видно из таблицы, почти во всех случаях, повышение температуры воды вызывает сокращение времени движения спермиев. Эти показатели имеют важное значение при искусственном оплодотворении икры.

Производители разного возраста различались по ряду химических и физиологических показателей половых продуктов. В частности, у производителей двухлетков наряду с индивидуальными различиями в сперме отмечены определенные изменения в ее химическом составе, связанные с возрастом. Сперма амуров различных возрастных групп различалась по содержанию влаги и сухого вещества. Содержание сухого вещества было наиболее высоким в сперме самцов среднего возраста (рис. 7). Большое количество протеина наблюдалось в сухом веществе спермы самцов среднего возраста и стареющих

самцов. Заметна тенденция к увеличению жира в сперме с возрастом. Содержание зольных элементов по отдельным возрастным группам различалось мало.

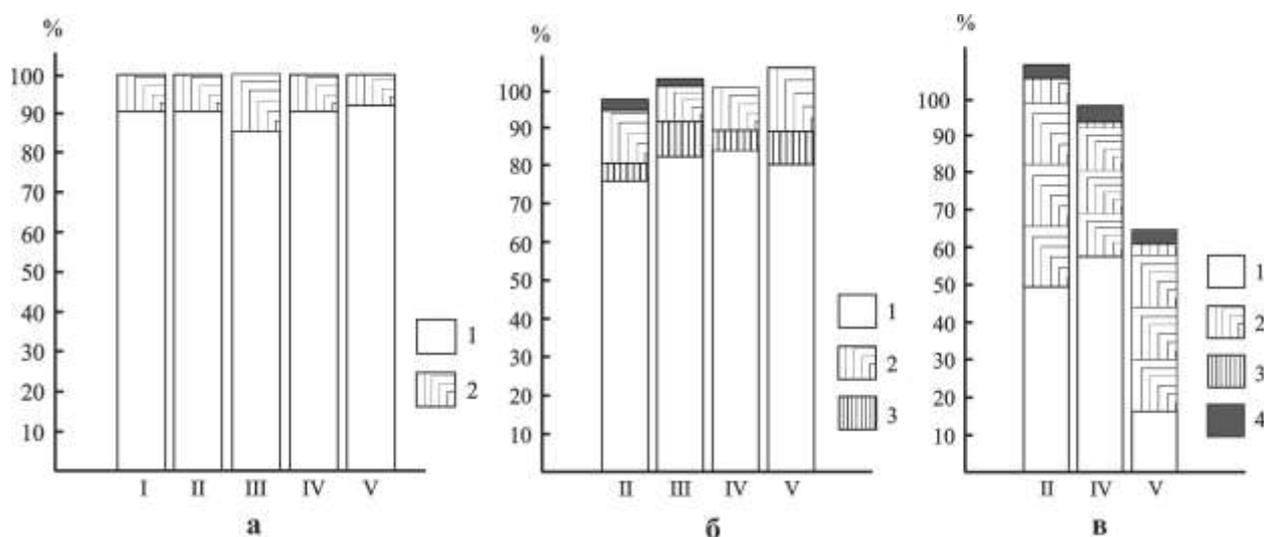


Рисунок 7 – Химический состав спермы производителей амура:

а – содержание влаги (1) и сухого вещества (2), %; б – состав сухого вещества (в %): 1 – протеин, 2 – жир, 3 – зола; в – содержание микроэлементов в золе спермы (мг%): 1 – медь, 2 – цинк, 3 – кобальт, 4 – марганец. Сочетание производителей: I – впервые нерестующие, II – молодь, III – среднего возраста, IV – стареющие, V – старые

На изменение химического состава спермы с возрастом указывают и результаты наблюдений, проводившихся с одними и теми же самцами в течение нескольких лет. Например, по мере увеличения возраста самцов от 4 до 6 и от 5 до 7 лет, в содержании протеина и золы в их сперме не обнаружено заметных возрастных различий, но содержание жира увеличилось, соответственно, от 6,52 до 9,15% и от 6,98 до 11,3%. Обнаружены также возрастные различия в содержании в сперме меди, цинка (рис. 7). В сперме молодых и среднего возраста самцов количество этих микроэлементов было значительно выше, чем в сперме старших возрастных групп ( $P > 0,95-0,999$ ).

Содержание нуклеиновых кислот в сперме амуров разного возраста колебалось от 248,61 до 479,9 мг%, в частности, наблюдалось преобладание ДНК. Максимальное количество нуклеиновых кислот отмечено в молоке 7-

летнего самца. С возрастом содержание нуклеиновых кислот в сумме уменьшилось. Однако у впервые нерестующего 4-летнего самца нуклеиновых кислот в молоке содержалось меньше, чем у самца среднего возраста. Содержание АТФ в молоке амура достаточно велико. Минимальное содержание АТФ (5,15 мг%) отмечено у впервые нерестующего самца, максимальное (10,12 мг%) – у самца среднего возраста.

Глюкоза, в очень незначительном количестве (1,5 мг%), обнаружена только у впервые нерестующего самца. У самца среднего возраста отмечены лишь ее следы, у старшего возраста она отсутствовала.

Молока самца среднего возраста отличалась максимальным количеством лецитина и холестерина (соответственно, 64,0 и 96,0 мг%).

Таким образом, на активность сперматозоидов влияет возраст самцов, однако эта зависимость значительно осложняется воздействием других факторов.

Проведенный анализ показывает, что самцы белого амура при выращивании в условиях Кабардино-Балкарской Республики обладают хорошими экстерьерными и репродуктивными показателями. По живой массе и телосложению они соответствуют нормативам для данного вида.

### **3.2.2. Внутривидовое скрещивание амуров различного происхождения**

Внутривидовые скрещивания являются наиболее доступным средством расширения генетической изменчивости, являющейся основой отбора и, вообще, селекции. Именно они могут использоваться для создания породных групп или (в случае наличия гибридной мощи) применяться для двухлинейного разведения.

Перед нами стояла задача оценить качество потомства, полученных при скрещивании рыб краснодарской линии амурского и ставропольской линии

китайского происхождения, сравнив его по массе и жизнеспособности с родительскими формами. Работа проводилась в тех же рыбоводных прудах хутора Сарский Майского района Кабардино-Балкарской Республики.

Потомство получали методом диаллельного скрещивания производителей белого амура краснодарской линии амурского и ставропольской линии китайского происхождения.

Полученное потомство подращивали по вариантам скрещивания в садках из капронового сита в трехкратной повторности. По достижении мальками массы 200-300 мг их метили подрезанием плавников и выращивали до сеголетков: в садках (трехкратная повторность) и в условиях одного пруда (двукратная повторность). Полученный в результате проведенных работ материал обработан с применением методов статистического анализа.

В результате проведенных исследований нами были получены данные о состоянии производителей белого амура краснодарской линии амурского и ставропольской линии китайского происхождения, о качестве их половых продуктов, сравнительная характеристика роста и развития личинок, мальков, сеголетков, выращенных отдельно, в условиях одного пруда, их физиологического состояния и проявления гетерозисного эффекта у гибридных форм. Производители белого амура разного происхождения были хорошо подготовлены к нересту. Особи краснодарской линии (амурского) и ставропольской линии (китайского) происхождения имели практически одинаковые морфометрические показатели (табл. 3-4, 5-9). Среднее количество икры от одной самки было не менее 800 тыс., т.е. используемые в работе самки как белого амура амурского (краснодарской) и китайского (ставропольской) линии относились к категории «высокоплодовитых». Физиологические показатели рыб краснодарской линии амурского и ставропольской линии китайского происхождения были удовлетворительными, и их физиологическое состояние было примерно одинаковым.

Во время инкубации икры белого амура краснодарской линии амурского и ставропольской линии белого амура китайского происхождения проценты

оплодотворения и выхода свободных эмбрионов были высокими, однако четких различий между вариантами скрещивания по этим показателям обнаружено не было.

Диаметр неоплодотворенных икринок от самок ставропольской линии китайского происхождения был меньше, чем белого амура краснодарской линии амурского происхождения. Этим можно объяснить то, что масса личинок, полученных от самок краснодарской линии амурского происхождения при выклеве была выше, чем масса личинок ставропольской линии китайского происхождения.

Несмотря на разницу в массе после перехода личинок на активное питание, на начальных этапах средняя масса подращиваемой в садках молоди была примерно одинаковой. Наибольшие различия между вариантами скрещивания по массе были недостоверными ( $P < 0,95$ ).

Четкие различия по массе и другим морфометрическим показателям между вариантами скрещивания были отмечены у мальков белого амура ставропольской линии китайского и белого амура краснодарской линии амурского происхождения в месячном возрасте. На данном этапе подращивания в садках лучших результатов по всем показателям достигли рыбы гибридных форм; несколько хуже эти показатели были у мальков ставропольской линии китайского происхождения, что подтверждается статистически ( $P > 0,99$ ).

С точки зрения физиологического состояния мальков и таких его показателей, как содержание жира в мышцах и интенсивность дыхания, отмечалось некоторое превосходство гибридных форм над исходными как у белого амура китайского ставропольской линии и, так и у краснодарской линии амурского происхождения.

Гетерозистный эффект по морфометрическим показателям начинает проявляться у мальков в месячном возрасте, причем его проявление у разных гибридных форм неодинаково. Значения индексов гетерозиса у мальков гибридной формы, полученных от самок китайского происхождения (ставро-

польская линия) и амурских самцов (краснодарская линия), намного превосходят показатели молоди, полученные при скрещивании самок краснодарской линии (амурского происхождения) и самцов ставропольской линии (китайского происхождения). При этом истинный гетерозис [76-80] был намного выше гипотетического  $P > 0,99$  (табл. 10).

Таблица 10 – Индексы гетерозиса по массе у месячных мальков, подращенных в садках (%) [75-80]

Год	Вид рыбы	Амурско-китайского		Китайско-амурского	
		гипотетический	истинный	гипотетический	истинный
2010	БАК (ставропольская линия)	18,7	33,3	16,5	34,1
2011	БАК (ставропольская линия)	12,0	23,7	26,6	39,9
	БАА (краснодарская линия)	13,7	27,6	12,8	24,5
2013	БАК (ставропольская линия)	16,3	29,5	22,5	36,5
	БАА (краснодарская линия)	17,6	37,5	62,3	89,8

*Примечание:* БАК – белый амур китайской популяции (ставропольская линия); БАА – белый амур амурской популяции (краснодарская линия).

Превосходство гибридных форм над исходными по выживаемости начинает проявляться уже на ранних стадиях развития мальков и продолжается в

течение всего периода выращивания. Самые низкие показатели выживаемости имел белый амур, полученный от скрещивания китайских самок и самцов (табл. 11).

Таблица 11 – Индексы гетерозиса по выживаемости мальков при подращивании в садках (%)

Срок выращивания, дни	Год	Белый амур амурского происхождения (краснодарская линия)				Белый амур китайского происхождения (ставропольская линия)			
		Амурско-китайского		Китайско-амурского		Амурско-китайского		Китайско-амурского	
		гипотетический	истинный	гипотетический	истинный	гипотетический	истинный	гипотетический	истинный
10	2009	3,4	6,5	3,6	5,4	3,7	5,8	3,5	5,6
	2010	2,7	3,6	0,5	1,4	5,0	7,4	3,3	5,7
	2011	6,1	8,8	5,7	8,4	4,3	6,4	2,6	4,0
20	2009	7,7	12,7	2,9	3,1	12,3	14,5	10,7	11,9
	2010	5,6	6,9	2,0	3,2	15,6	16,4	11,5	12,3
	2011	7,4	11,0	6,2	9,7	8,4	11,2	7,8	10,5
30	2009	8,8	14,2	4,7	5,3	12,2	13,9	12,1	13,3
	2010	6,2	7,0	4,8	5,1	14,3	15,3	11,7	12,6
	2011	8,9	12,0	8,2	11,3	10,9	11,4	14,6	15,1

На начальных этапах развития индексы гетерозиса по выживаемости у обоих видов рыб невысокие (всего 3-5%), но с ростом они увеличиваются: уже в месячном возрасте их значение составляет 9-15%. Здесь также отмечается превосходство истинного гетерозиса [76-80] над гипотетическим ( $P > 0,99$ ).

При выращивании подращенных меченых мальков в прудах лучшие морфометрические показатели имели сеголетки гибридных форм; наиболее низкими, как и при подращивании, они были у сеголетков китайского происхождения (ставропольская линия). Выживаемость гибридных сеголетков в прудах была выше, чем выживаемость сеголетков исходных форм ( $P > 0,99$ ).

Индексы гетерозиса в условиях одного пруда у сеголетков белого амура по массе колебались от 11,3 до 23%, по выживаемости – от 14,6 до 27,5%. Сеголетки гибридной формы К×А имели самый высокий гетерозисный эффект как по массе, так и по выживаемости (54,0 и 33,3%). Такое же превосходство у сеголетков данной гибридной формы отмечено и по сравнению с белым амуром амурского происхождения (краснодарская линия) ( $P>0,999$ ). Истинный гетерозис [76-80] обеих гибридных форм был выше гипотетического. Все это может свидетельствовать о том, что производители белого амура амурского происхождения (краснодарская линия) и белого амура китайского происхождения (ставропольская линия) проявили признаки некоторой заинбредированности (табл. 12).

Таблица 12 – Индексы гетерозиса сеголетков белого амура разного происхождения, выращенных в условиях одного пруда

Год	Вид рыбы	Показатели	Амурско×китайского		Китайско×амурского	
			гипотетический	истинный	гипотетический	истинный
2010	БАК	по массе	11,3	16,1	15,3	17,8
		по выживаемости	14,6	17,9	25,9	37,8
2011	БАК	по массе	23,0	33,8	54,0	67,6
		по выживаемости	27,5	49,1	33,3	55,9
	БАА	по массе	10,2	18,6	43,3	54,2
		по выживаемости	16,8	32,0	23,9	40,0

Выращивание сеголетков белого амура китайского происхождения (ставропольская линия), полученных от разных вариантов скрещивания, в отдельных прудах выявило преимущество гибридной формы над исходными.

Разница в массе между ними была все время достоверной ( $P > 0,99$ ). Морфометрические показатели сеголетков исходных форм были практически одинаковыми.

При анализе физиологического состояния исследуемых сеголетков белого амура разного происхождения были обнаружены различия в ряде физиологических показателей (интенсивность дыхания, содержание жира и белка в мышцах), причем самые низкие показатели были у сеголетков китайского происхождения.

### **3.2.3. Влияние классности исходных маточных групп на рост и развитие молоди амура**

Одним из наиболее точных методов определения племенных достоинств нектонного сообщества является оценка их по качеству потомства.

Рост и развитие молоди, полученной от производителей различных классов, мы изучали в относительно выровненных условиях содержания. Размерно-весовые показатели молоди в день выклева свидетельствуют о высокой их зависимости от размерных показателей икры. Чем больше были размеры икры, тем выше живая масса молоди.

В опытах 2010 года, личинки I класса в день выклева достоверно превосходили по массе тела своих сверстников из II (на 4,0%) и III классов (на 15,0%) ( $P > 0,999$ ). Однако, по длине тела они существенно уступали (на 9,5%) личинкам второго и превосходили на 3,4% ( $P < 0,95$ ) личинок III класса. Благодаря такому соотношению живой массы и длины тела личинки I класса имели более высокий показатель упитанности, который, по сравнению с личинками II и III классов, был больше на 37,8 и 21,8%, соответственно ( $P > 0,99-0,999$ ).

В период эндогенного питания молоди наибольший прирост живой массы был отмечен у личинок II класса ( $P > 0,999$ ). На четвертый день развития (полный переход на активное питание) эта группа молоди обладала наиболь-

шей массой и длиной тела ( $P > 0,99-0,999$ ), но несколько меньшей упитанностью (коэффициент упитанности 0,80, против 0,94 и 0,86 у молоди I и III классов) ( $P > 0,99$ ). Характерной особенностью роста в этот период являлось то, что длина тела молоди I и III классов относительно быстрее увеличивалась, чем масса тела (табл. 13).

Таблица 13 – Удельная скорость и относительный коэффициент роста молоди карпа в нерестовых прудах

Класс	Показатели	I		II		III	
		удельная скорость роста	Ср	удельная скорость роста	Ср	удельная скорость роста	Ср
Сл	Сл		Сл				
Ставропольская линия (китайского происхождения)							
4	Р, мг	0,2534	2,9	0,2735	3,7	0,2441	2,7
	ℓ, мм	0,0881		0,0741		0,0898	
9	Р, мг	0,1905	3,8	0,1070	7,0	0,1861	3,7
	ℓ, мм	0,0454		0,0152		0,0502	
12	Р, мг	0,2920	4,8	0,1404	4,6	0,2841	6,7
	ℓ, мм	0,0486		0,0307		0,0424	
За весь период	Р, мг	0,2799	4,7	0,1615	4,6	0,2069	3,5
	ℓ, мм	0,0525		0,0354		0,0589	
Краснодарская линия (амурского происхождения)							
4	Р, мг	0,2798	2,6	0,2870	1,8	0,2890	1,2
	ℓ, мм	0,0998		0,1031		0,0708	
9	Р, мг	0,5182	5,9	0,3311	4,8	0,3542	5,2
	ℓ, мм	0,0867		0,0695		0,0680	
12	Р, мг	0,1627	2,1	0,0783	2,8	0,1358	4,3
	ℓ, мм	0,0494		0,0313		0,0313	
За весь период	Р, мг	0,2208	3,8	0,1887	4,0	0,2081	4,0
	ℓ, мм	0,0560		0,0474		0,0515	

Примечание: Р – масса; ℓ – длина.

К 9-дневному возрасту наибольшей живой массы достигали личинки I класса. По сравнению с личинками II и III классов этот показатель у них был выше на 34,4 и 9,4% ( $P > 0,9-0,999$ ), соответственно. Кроме того, эта группа личинок обладала более высокой упитанностью, хотя и недостоверной ( $P > 0,99$ ). Прирост живой массы личинок к этому возрасту был несколько (на 9,4%) ( $P > 0,99$ ) выше в группе III класса, что, видимо, объясняется их меньшей «стартовой» массой.

В период с 9 по 12-й день, вследствие более высокой плотности посадки, у молоди I и II классов рост резко снизился, по сравнению с ростом молоди III класса. Поэтому удельная скорость роста живой массы молоди I и II классов, по сравнению с молодью III класса за этот период, снизилась в 2,2 и 1,5 раза, соответственно ( $P < 0,95$ ).

Прирост живой массы в I и II классах составил 44,2 и 52,4%, соответственно, в то время как в III классе этот показатель был равен 35,9%. Именно этот период определил более высокий показатель их массы (на 17,9 и 49,9% по сравнению с I и II классами, хотя в первом случае разница между средними недостоверна) ( $P < 0,95$ ).

В целом, за период подращивания молоди в нерестовых прудах в 2010 г., наибольшей удельной скоростью роста отличалась молодь I класса – 0,27, что на 15 и 28% выше ( $P > 0,999$ ), по сравнению с данным показателем в группах молоди II и III классов, соответственно. Подобная закономерность отмечена и для удельной скорости роста длины тела. Однако, относительный коэффициент роста был наиболее высоким у молоди II – класса ( $P > 0,99$ ). Несмотря на значительное увеличение изменчивости живой массы и длины тела к 9-дневному возрасту, различий между классами по этим показателям не выявлено. К концу подращивания (12 дней) более высокая вариабельность живой массы, длины тела и коэффициента упитанности наблюдались в группе молоди I класса ( $P > 0,99-0,999$ ).

В опыте 2010 г., при подращивании в нерестовых прудах молоди амура краснодарской линии, выявлено влияние класса родителей на качество потомства.

Установлено, что рост личинок в течение 9 дней после выклева был равномерным по всем группам. Однако анализ прироста живой массы и линейных размеров за этот период показали существенные различия между ними. Так, если живая масса личинок I класса увеличилась в 10,4 раза, а длина тела в 2,1 раза, то у личинок II и III классов, соответственно, в 9,0 и 7,6 раза и в 1,9 и 1,7 раза ( $P > 0,99 - 0,999$ ). Подобная закономерность наблюдалась и по удельной скорости роста до 9-дневного возраста, которая в группе молоди I класса составила 0,3343, II класса – 0,3168 и в группе молоди III класса – 0,2908 ( $P > 0,99 - 0,999$ ), хотя после перехода на активное питание отмечается некоторое снижение этого показателя у молоди II класса, по сравнению с молодью I и III классов (см. табл. 13).

Увеличение скорости роста длины тела за этот период у молоди I класса привело к некоторому увеличению относительного коэффициента роста 5,9 против 4,8 и 5,2, соответственно, у молоди II и III классов) ( $P > 0,999$ ).

Изменчивость изучаемых признаков молоди к 9-дневному возрасту значительно увеличилась и достигла наибольшего уровня по живой массе у молоди I класса (58,1% против 30,0 и 21,8% у молоди II и III классов, соответственно).

В процессе подращивания личинок важно определить не только скорость их роста, но и физиологическое состояние организма. Наиболее доступными и объективными параметрами функциональной полноценности личинок является нормальное соотношение процессов роста и морфогенеза

Изучение морфогенеза (скорости личиночного превращения) в течение первых девяти дней после выклева показало, что самой высокой она была у молоди I класса (табл. 14). Так, если в 9-дневном возрасте на этапе  $C_2$  (сгущение мезенхимы в местах будущих анального и спинного плавников) количество личинок I класса оставалось самым малым (3,4% против 6,7 и 30,0% среди

молоди II и III классов), то на этапе явного разделения хвостового плавника на две лопасти (этап D<sub>2</sub> по В.В. Васнецову) их было на 13,3% больше, чем в двух других группах (P>0,999).

Таблица 14 – Количество личинок (%), находящихся на разных стадиях морфогенеза (2010 г.)

Возраст, дней	Личиночная стадия развития	Класс родителей		
		I	II	III
9	C <sub>2</sub>	3,4	6,7	30,0
	D <sub>1</sub>	43,3	53,3	30,0
	D <sub>2</sub>	53,3	40,0	40,0
16	D <sub>1</sub>	3,3	6,7	3,3
	D <sub>2</sub>	53,3	63,3	43,4
	E	43,4	30,0	53,3

В период подращивания с 9 по 16 сутки удельная скорость роста личинок I класса значительно замедлилась и составила всего лишь 75,6% этого показателя молоди III класса. Однако снижение удельной скорости личинок I и II классов в этот период подращивания можно объяснить значительным увеличением живой массы их по сравнению с III классом. В то же время наблюдалось увеличение удельной скорости роста длины тела личинок I класса (0,0494), что привело к уменьшению показателя соотносительного коэффициента роста (2,1) и коэффициента упитанности. В конце периода подращивания личинки первого и второго классов имели существенно меньший показатель индекса большеголовости, хотя личинки III класса были более упитанными.

Изменчивость живой массы и индексов телосложения у молоди к концу периода подращивания возросла, причем в более значительной степени в группе молоди I класса.

Кроме того, опытные группы различались и по скорости личиночного превращения. В возрасте 16 дней на этапе E было обнаружено более 50% личинок среди молоди III класса (табл. 30), 44,3% – I класса и 30% – среди молоди II класса. Самый низкий показатель скорости морфогенеза отмечен в группе личинок II класса. Полученные данные свидетельствуют о том, что скорость морфогенеза в значительной степени зависит от скорости роста личинок, что, в свою очередь, обуславливается в течение первых девяти дней подращивания качеством родителей, а затем – преимущественно, влиянием плотности посадки молоди.

Важным критерием при групповой оценке является выход молоди из инкубационных аппаратов, поскольку определяет плодовитость особей [36, 95, 106, 137], называя этот показатель фактической плодовитостью, рекомендует использовать его в качестве критерия для определения продуктивности амура.

Таким образом, отбор производителей амура оказывает влияние на качество потомства и его жизнеспособность на первых этапах постэмбрионального развития.

Прудовое рыбоводство Кабардино-Балкарской Республики развивается в специфических условиях континентального климата. Разведение белого амура в этих условиях встречает определенные препятствия, особенно в горной части республики, далеко не всегда компенсируемые совершенствованием технологии. На территории республики отмечено большое разнообразие почвенно-климатических зон: от I до V рыболовной зоны. Каждая зона имеет свою специфику по отношению к рыборазведению, но имеет и много общих особенностей. Продолжительность периода с температурой воздуха +15°C, в зависимости от рыболовных зон, составляет от 65 до 210 суток. Характерны высокие температуры в летние месяцы, пики температур наблюдаются в июле–августе, а также майские возвраты холодов.

Изучение остальных основных племенных качеств белого амура, и тем более особенностей его питания, совершенно необходимо для определения биологически обоснованных нормативов посадки и разработки конкретных

биотехнических приемов выращивания ее в зависимости от трофических ресурсов рыбоводных прудов.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что определяющим фактором развития трофической цепи прудовых хозяйств является температурный режим и содержание кислорода.

Наши опыты показали, что переход молоди белого амура от питания планктонным сообществом на потребление свойственной ему пищи происходит в возрасте 30 суток при длине мальков около 13 мм.

Проведенные нами эксперименты по выращиванию молоди белого амура, с соблюдением всех факторов (термического, светового, биоэкологического, трофического и водообмена) свидетельствуют, что время перехода на специфическое питание определяется не только возрастом рыбы, но зависит в значительной степени от обеспеченности ее на данном этапе живым кормом, необходимость в котором молодь амура испытывает в первые 2-3 месяца жизни. Уловить сроки перехода от одной пищи к другой удалось благодаря малой площади экспериментальных прудов (0,1-0,2 га) и монокультуре белого амура (табл. 15).

Так, при выращивании нами молоди белого амура в III-V рыбоводных зонах, преимущественное потребление зоопланктонного сообщества (мелкие и крупные *Rotatoria* и *Copepoda*, а также из множеств *Cladocer* личинки жуков, хирономиды) отмечалось до 90-дневного возраста (масса молоди 10 г, длина 9,0 см). Характерно, что полного перехода на потребление макрофитов не было зафиксировано в этом случае и у сеголетков, в питании которых зоопланктонное сообщество составляло, нередко, до 40-50% пищевого комка.

Зоопланктон состоял из мелких форм коловраток – *Rotatoria* (аспланхна – *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *Hexarthra mira*, *Filinia longiseta*, *Filinia passa*, *Brachionus calyciflorus*, *Trichocera cylindrica*, *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella testugo*, *Asplanchna girodi*, *Lacinularia ismailoviensis*, *Diurella stilata*, *Rothulus* sp., *Monostyla lunaris*, *Brachionus urceolaris*, *Br. angularis*, *Br. calyciflorus*. Из веслоногих ракообразных (*Copepoda*) наибольшее значение в питании молоди белого

амура имели: *Cyclops stenuus* и широко распространенные виды *Macrocyclops albidus*, *M. fuscus*, *Acanthocyclops viridis*, *Fucyclops macrurus*, *E. macruroides*, *Mesocyclops leuckartii*, *Diaptomus sp.*, *D. amblyodon*, *D. gracilis*, *D. graciloides*, *Nauplii*, *Parastenocaris*, *Elaphoidella*, *Ceuthonectes* и другие.

Таблица 15 – Трофическая цепь белого амура на разных стадиях развития

Трофическая цепь	Стадия развития							
	личиночный период		этапы развития малькового периода		сеголеточный период			
	20	30	I – 35	II – 40	60	90	120	150
Rotatoria	5,0	2,1	5,8	0,4	0,5	0,3	0,2	1,2
Cladocera	91,5	92,3	70,5	55,6	45,5	35,1	30,7	30,1
Copepoda	0,9	3,6	4,5	2,4	2,5	1,9	1,7	1,6
Chironomidae	2,6	3,0	10,7	15,2	13,2	12,1	12,0	11,9
Высшая водная растительность	0	0	8,5	26,4	38,3	50,6	55,5	55,2
Средний индекс потребления, ‰	38,2	435	-	-	-	-	-	-
Средний индекс наполнения, ‰	-	-	487	505	880	915	975	1135

Ветвистоусые рачки, или *Cladocera*, представляют одну из важнейших групп пресноводного планктона. Большинство ветвистоусых рачков отмирают осенью при температуре +3°C. Кладоцеры служат существенным элементом пищи многих пресноводных рыб в ранний период их жизни, в том числе белого амура, об этом свидетельствуют данные таблицы 4 по учету трофической цепи.

Как показывают данные таблицы, массовое развитие кладоцер в рыбоводных прудах наблюдается в летние месяцы и связано это с повышением температуры воды. Основными представителями этой группы были следующие виды: *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina*, *Mosna restirostis*, *Sida crustallina*, *Diaphanosoma brachiurum*, *Bythotrephes longimana*, *Bosmina longirostris*, *Alona rectangularis*, *A. guttata*, *A. quadrangularis*, *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii*, *Leptodora sp.*, *Polyphemus rectirostris*, *Acroperus harpae*, *Alonella excise*.

При оценке количества хирономид, мы исследовали соотношение площадей, занимаемых различными грунтами и степень его заселения хирономидами как трофической базы рыб. Придерживаясь знаменитого выражения Е.А. Богданова «порода идет через рот», активность питания является одним из признаков селекционного отбора.

В экспериментальных рыбоводных прудах были найдены следующие личинки Chironomidae: подсемейство Chironominae; Chironomini: Chiromini *longifrons* Konst., Chironominae *macrophthalma* Tschern., Chironominae *genuinae* Lip., *Chironomus f. I. plumosus* L., *Chironomus f. I. semireductus* Lenz., *Cryptochironomus dneprijerei* Krus., *Cryptochironomus dneprius* Tschern., *Cryptochironomus gracilidentatus* Konst., *Cryptochironomus latidentatus* Konst., *Cryptochironomus lipini* Konst., *Einfeldia gr. carbonaria* Meig., *Microtendipes gr. chloris* Meig., *Paratendipes gr. tarsalis* Walk., *Polypedilum brevia antennatum* Tschern., *Polypedilum monodontatum* Konst., *Polypedilum tridentatami* sp. n., *Stenochironomus* sp., *Stictochironomus «connectens №2»* Lip. и фитофилы, часть реофилов, которые присутствуют в составе Chironominae, видимо снесены речными водами питающих рыбоводных прудов.

Однако характерно, что при изобилии предпочитаемых трофи белый амур остается узким фитофагом (нередко монофагом), обнаруживая при этом четко выраженное избирательное отношение к трофи.

Среди излюбленных кормовых растений в прудах преобладала группа плавающих и погруженных макрофитов (рдест: гребенчатый, нитевидный,

элодея, роголистник, уруть, ряска малая и трехдольная) и многие другие. Активно потребляет белый амур харовые и некоторые нитчатые водоросли (кладофору), донные лехи, водные злаки.

При сравнении трофической цепи в питании белого амура, обнаруженные нами в процессе наблюдений и рядом других исследователей [10, 37, 51, 52, 111, 135], обращает на себя внимание несовпадение спектров питания рыб в целом и состава выделенных групп предпочтительности трофической цепи. Это обстоятельство не должно смущать рыбководов. Различия трофической цепи, выведенных экспериментально в разных климатических зонах при различных условиях содержания и кормления – вполне закономерное явление, подтверждающее, что избирательность в питании является многофакторным показателем, зависящим от возраста рыбы, состава и степени излюбленности трофи, трофической адаптации, из которых главную роль играет температурный режим.

Эту особенность необходимо учитывать при выращивании племенного ремонтного молодняка, отборе лучших особей по темпу роста, экстерьеру и типичности. Напряженность отбора (количество оставляемых на племя особей по сравнению с количеством выращенных) однолетнего ремонтного молодняка составил от 10 до 15% (табл. 16).

В течение ряда лет мы изучали рост молоди амура, получаемой на экспериментальной базе хутора Сарский, от выращенных здесь производителей местного беспородного амура и завезенных племенных самцов и самок I и II классов со Ставропольского и Краснодарского краев. По классности завезенные производители были выше местных.

Характеризующийся медленным ростом и созревающим на четвертом-пятом году – ближе к II классу. Из данных таблицы 16 следует, что линейный рост и рост массы амура в опытных прудах отличаются большим разнообразием. В частности, средняя длина сеголеток, полученных от Ставропольских (китайского происхождения) и Краснодарских (амурского происхождения) производителей в условиях одного пруда в зависимости от рыбоводных зон

Таблица 16 – Пределы средних показателей роста амура в различных рыбоводных зонах

Показатели	Ед. изм.	Рыбоводные зоны								
		III			IV			V		
		А.М.П.	Ставр.	Красн.	А.М.П.	Ставр.	Красн.	А.М.П.	Ставр.	Красн.
Плотность посадки	тыс.экз./га	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Возраст	дн.	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Средние размеры мальков:										
масса средняя	мг	0,137±1,18	0,134±2,51	0,136±3,11	0,137±1,18	0,134±2,51	0,136±3,11	0,137±1,18	0,134±2,51	0,136±3,11
колебания		0,114-161	0,117-168	0,119-171	0,114-161	0,117-168	0,119-171	0,114-161	0,117-168	0,119-171
длина средняя	мм	0,395±5,81	0,417±4,32	0,425±3,71	0,395±5,81	0,417±4,32	0,425±3,71	0,395±5,81	0,417±4,32	0,425±3,71
колебания		0,31-0,49	0,32-0,53	0,34-0,56	0,31-0,49	0,32-0,53	0,34-0,56	0,31-0,49	0,32-0,53	0,34-0,56
Вегетационный период выращивания сеголеток	$t$ °С дней	$\frac{120}{2680}$	$\frac{120}{2680}$	$\frac{120}{2680}$	$\frac{150}{3600}$	$\frac{150}{3600}$	$\frac{150}{3600}$	$\frac{180}{4320}$	$\frac{180}{4320}$	$\frac{180}{4320}$
Количество рыб, выловленных осенью	тыс. экз.	117,0	117,3	117,5	120,8	125,6	127,8	123,3	131,7	138,5
Выход	%	78,1	78,2	78,5	80,5	83,7	85,2	82,2	87,8	92,3
Средние размеры сеголеток:										
масса средняя	г	23,1±5,33	24,9±3,71	26,1±4,61	25,0±2,51	26,8±3,19	30,5±4,51	26,5±3,28	28,7±4,31	30,0±3,75
колебания		20,5-26,2	22,4-28	24-30	24,7-32	25-33	28-32	25-35	26-37	27-36
длина средняя	см	10,0±0,57	10,3±0,71	10,5±0,33	10,7±0,45	10,9±0,81	11,5±0,73	12,6±0,37	12,8±0,23	13,2±0,84
колебания		7-11	8-12	8-13	8-14	8-15	9-16	9-17	9-18	9-20
Средний прирост за вегетационный период:										
масса	г	22,96±4,57	24,5±5,78	25,96±6,11	24,9±2,48	26,7±6,37	30,4±5,81	26,4±3,89	28,6±6,23	29,9±5,35
длина	см	9,61±3,71	9,88±3,55	10,1±2,91	10,31±3,23	10,78±4,57	12,08±2,89	10,61±3,75	11,08±4,53	11,47±5,27
Напряженность отбора	V, %	12	12	12	14	14	14	18	18	18

Примечание: А.М.П. – амур местного происхождения; Ставр. – ставропольская линия (китайского происхождения); Красн. – краснодарская линия (амурского происхождения).

составляла: III – 10,3-10,5; IV – 10,9-11,5; V – 11,5-11,9 см ( $P>0,99$ ). У местных она была ниже, соответственно, по зонам: III – на 3-7,5; IV – 1,8-7; V – 4,3-7,6 %. Такие же незначительные расхождения наблюдались и в средних показателях массы подопытных рыб. Средняя масса у сеголеток разного происхождения отличалась: 23,1-26,5 г от местных производителей и 24,9-28,7 г Ставропольских (китайского происхождения) и 26,1-30 г Краснодарских (амурского происхождения) ( $P>0,99$ ).

Следует обратить внимание на температуру среды, и что главную роль играет более теплый и продолжительный вегетационный период. В III рыбоводной зоне он длится 120 дней, а сумма тепла составляет 2680 градусо-дней, а в прудах IV рыбоводной зоны этот показатель составляет около 150 дней, а сумма тепла достигает 3600 градусо-дней; в V рыбоводной зоне, соответственно, 180 дней и 4320 градусо-дней, что больше на 928 градусо-дней в IV зоне и на 1690 дней в V ( $P>0,99$ ).

Результаты исследования показали, что при совместном выращивании опытных групп (в условиях одного пруда) разного происхождения преимущество Ставропольских (китайского происхождения) и Краснодарских амуров (амурского происхождения) по выживаемости составило: в IV рыбоводной зоне – 3,2-4,7%, а в V – 5,5-10,1% ( $P>0,99$ ).

Напряженность отбора среди сеголетков разного происхождения колебалась от 12 до 18% при селекционном дифференциале 3,5-30,7 г. Более жесткая выбраковка происходила среди местных амуров, так как было много особей с низкой живой массой, не отвечающих породному стандарту.

Широкое использование в рыбоводстве Кабардино-Балкарской Республики этого вида рыб в значительной степени сдерживается дефицитом посадочного материала.

#### **3.2.4. Выращивание и содержание племенного материала**

Растительоядные рыбы (белый амур) теплолюбивы – стенобионты. Сумма активных температур выше ( $+15^{\circ}\text{C}$ ), обеспечивающая нормальное функционирование воспроизводительной системы, должна превышать 2600

градусо-дней [55, 58]. В республике она составляет: горная часть 800°C (I-II рыболовные зоны), предгорная часть (III рыболовная зона) – 1600-2200°C и степная – 3240-4140 (IV-V рыболовные зоны) градусо-дней. Благоприятными в климатическом отношении для формирования и выращивания ремонтного стада является степная зона республики (IV-V и часть III зоны рыболовства).

Ввиду отсутствия сведений о наследуемости различий по скорости роста на первых годах жизни и о корреляциях этого признака с другими хозяйственными полезными качествами, трудно определить нормы отбора среди разновозрастных групп, и поэтому мы ограничивались выбраковкой отстающих в росте, уродливых и травмированных особей, т.е. использовали рендомизированный метод выборки на первом подготовительном этапе племенной работы, который должен завершиться созданием исходного маточного стада для дальнейшей работы.

В своих научных разработках многие исследователи [2, 14, 16, 28, 33, 35, 36, 38] рекомендуют, что в климатическом отношении районами для выращивания производителей и формирования маточных стад являются V-VII зоны рыболовства. Выращивание производителей растительноядных рыб (белого амура) в обычных прудовых хозяйствах следует считать нецелесообразным.

В своих исследованиях мы провели опыты и в хозяйствах III рыболовной зоны, где сумма активных температур не превышает 2200°C градусодней, дефицит равен 400°C, т.е.  $P > 0,999$ .

Молодь, полученная при разведении «в себе» – гомогенна, по принципу «лучшие с лучшими». В процессе работы над белым амуром разного происхождения были сформированы две структурные единицы, имеющие общее происхождение, но отличающиеся как по кровности, так и по хозяйственным качествам, приспособленные к воспроизводству и содержанию в определенной рыболовной зоне со специфическими климатическими условиями.

На всех этапах селекции оценка производителей проводилась в два периода: по комплексу признаков, характеризующих телосложение и соответствие желательному типу в осенний период (загрузки зимовальных прудов) и по собственной продуктивности производителей, включающей выход личинок в пересчете на одного производителя (матки), выход сеголетков, в процентах к посадке

(жизнестойкость), и выход 1+, 2+ и 3+ годовиков в процентах к посадке (зимостойкость). На основании сопоставления оценок определяется суммарный класс особи, который является критерием племенной ценности производителя.

На племя отбирали лучших особей по темпу роста, экстерьеру и типичности.

Напряженность отбора годовалого молодняка была самой высокой и составляла 20-25%. В 2-годовалом возрасте напряженность отбора колебалась от 50 до 60%. В 3-годовалом возрасте проводили, в основном, корректирующий отбор, т.е. отбраковали особей, не соответствующих племенным кондициям, а в 4-х использовали рендомизированный отбор.

Для получения межлинейного потомства будут использованы как самки, так и самцы всех двух, выращиваемых в Кабардино-Балкарской Республике, линий белых амуров. Поэтому содержание в чистоте каждой линии будет являться первоочередной задачей проведения селекционных работ с белым амуром.

Оптимальные условия содержания и соответствующее качество производителей, используемых при получении молоди, способствовали тому, что масса ремонтных групп всех возрастов превышала стандартную на 25-35% ( $P > 0,99 - 0,999$ ), а показатели телосложения отвечали требованиям, предъявляемым к I классу. Методы подбора производителей при получении ремонтной молоди и условия выращивания одновозрастных амуров были схожими. Поэтому достаточно рассмотреть все этапы выращивания рыб, полученных в первый год исследования (табл. 17).

Как свидетельствуют данные таблицы, на первом году жизни между сравниваемыми группами наблюдались большие различия по темпу роста, при идентичной постановочной массе 1,42 у ставропольской линии (китайского происхождения) и 1,53 кг у краснодарской (амурского происхождения) ( $P < 0,95$ ). Динамика увеличения живой массы на первом году жизни была выше у краснодарской линии (амурского происхождения) на 16,5 г, или на 12% ( $P > 0,99$ ), по среднесуточному приросту превосходство краснодарской линии составило 18,7% ( $P > 0,99$ ).

Таблица 17 – Особенности отбора ремонтного молодняка после нагула

Возраст рыб, лет	Выход после зимовки, %	Посадка				Вылов		
		кол-во рыб, экз.	средняя масса, кг	напряженность отбора V, %	селекционный дифференциал S, г	выход, %	средняя масса, кг	прирост за лето, г
Ставропольская линия (белый амур китайского происхождения)								
1+	78,5	2200	1,42±2,13	25,6	20	81,2	2,32±0,16±0,70	900
2+	81,3	1100	2,42±2,45	58,4	80	83,5	3,42±0,19±0,61	1000
3+	84,7	490	3,5±3,17	65,9	108	88,9	4,62±0,27±0,66	1120
4+	86,9	280	4,67±3,25	73,6	112	91,5	5,84±0,42±0,76	1170
Краснодарская линия (белый амур амурского происхождения)								
1+	80,7	2500	1,53±0,71	25,2	26	83,5	2,69±0,85	1065
2+	86,3	1250	2,57±0,63	60,5	85	87,6	3,78±0,38	1210
3+	90,4	500	3,68±0,45	70,3	120	90,8	5,02±0,72	1345
4+	95,2	350	4,79±0,39	79,7	130	95,1	6,16±6,59	1371

Селекционный дифференциал – разница между фенотипической средней отобранной группы особей и средней всего родительского поколения до отбора. Селекционный дифференциал характеризует интенсивность отбора.

На 2-4-ом годах жизни по абсолютному приросту живой массы краснодарская линия превосходила ставропольскую (китайского происхождения) на 47,1, 36,7, 28,6%, соответственно ( $P > 0,999$ ). Наиболее высокий среднесуточный прирост массы у обеих линий отмечены в июле и августе. Среднесуточный прирост живой массы в опыте у ремонтного молодняка краснодарской линии был на 18,3% больше, чем у молоди ставропольской линии ( $P > 0,999$ ). Эти различия на 2-4-ом годах значительно увеличились и составили, соответственно, 21, 20 и 17% ( $P > 0,99-0,999$ ).

Преимущества ремонтного молодняка краснодарской линии (амурского происхождения) по среднесуточным приростам массы тела в течение выращивания обусловили их больший конечный показатель живой массы (6,10 кг,  $P > 0,999$ ).

Из анализа изменчивости живой массы видны сильные различия по этому показателю между опытными группами и отмечен более высокий уровень вариабельности живой массы ремонтного молодняка краснодарской линии (35,2% против 28,9), чем у ставропольской линии. Это объясняется присутствием в группе рекордистов по живой массе ( $P \geq 6,10$  кг).

Формирование двух параллельных стад белого амура (ставропольской и краснодарской линий) осуществляли в условиях рыбхоза «Сарский».

При ежегодном изучении экстерьерных показателей было установлено, что все ремонтные группы белого амура осенью характеризовались наилучшим телосложением и, в большинстве случаев, имели массу тела больше стандартной. Причем показатели прогонистости, большеголовости, толщины и обхвата, а также коэффициент упитанности у амуров (амурского происхождения) краснодарской линии были выше, чем у амуров (китайского происхождения) ставропольской линии (табл. 18).

Таблица 18 – Экстерьерные показатели ремонтного молодняка

Показатели	Возраст рыб, + лет	Белый амур краснодарской линии (амурского происхождения)			Белый амур ставропольской линии (китайского происхождения)		
		M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %
Индекс прогонистости, ℓ/Н	1+	2,80±0,02	0,14	4,9	2,75±0,03	0,13	4,7
	2+	3,01±0,01	0,12	3,9	2,97±0,06	0,12	4,2
	3+	3,18±0,03	0,34	10,6	3,08±0,09	0,32	9,8
	4+	3,12±0,01	0,14	4,9	3,10±0,02	0,15	3,7
Большеголовость, С/ℓ	1+	25,10±0,19	0,04	3,24	26,91±0,18	0,05	4,0
	2+	24,30±0,17	0,55	3,9	25,07±0,19	0,48	3,4
	3+	22,70±0,13	0,48	3,7	22,3±0,21	0,51	3,6
	4+	20,61±0,14	0,57	4,7	10,10±0,17	0,53	3,4
Коэффициент упитанности, Ку	1+	2,57±0,03	0,13	10,7	2,50±0,03	0,14	12,0
	2+	2,41±0,07	0,16	9,5	2,40±0,07	0,13	9,2
	3+	2,16±0,06	0,21	10,1	2,15±0,05	0,18	9,8
	4+	2,13±0,09	0,17	10,5	2,10±0,09	0,18	9,6
Толщина тела, Вт/ℓ	1+	15,02±0,01	1,7	9,7	15,0±0,02	1,8	9,8
	2+	16,07±0,02	1,5	9,8	15,7±0,03	1,7	9,6
	3+	16,7±0,05	1,8	9,9	16,4±0,11	1,8	9,2
	4+	18,01±0,13	1,6	9,5	17,3±0,10	1,6	9,0
Индекс обхвата, О/ℓ, %	1+	65,3±0,57	0,06	3,43	63,1±0,72	3,5	10,0
	2+	70,8±0,43	0,05	3,2	69,5±0,63	3,6	9,0
	3+	76,71±0,34	0,07	3,5	73,7±0,42	3,4	8,8
	4+	82,5±0,45	0,08	3,6	81,5±0,27	3,5	8,9

В частности, у них относительно меньшая длина головы (25,1% против 26,91) и лучшие показатели индекса обхвата (82,5 против 81,5%). В возрасте от года до 4 лет у всех групп белого амура индексы прогонистости увеличились, а индексы большеголовости и коэффициент упитанности уменьшились.

Из корреляционного анализа пластических индексов (табл. 19) отмечена высокая положительная связь их с живой массой особей ( $r=0,84-0,96$ ). Причем такая закономерность свойственна всем опытным группам ремонтного молодняка. Высокая корреляция с живой массой характерна для массы порки ( $r=0,98-0,99$ ). С индексами телосложения живая масса коррелирует слабо.

Таблица 19 – Корреляция живой массы ремонтного молодняка белого амура с пластическими признаками

Уровень связи	Показатели	Белый амур	
		краснодарская линия (амурского происхождения)	ставропольская линия (китайского происхождения)
Тесный ( $\geq 0,7$ )	Длина тела	0,96	0,94
	Длина головы	0,91	0,89
	Высота тела	0,95	0,93
	Толщина тела	0,86	0,84
	Масса порки	0,99	0,98
	Масса внутренних органов в целом	0,73	0,70

Таким образом, выявлена высокая положительная связь живой массы ремонтного молодняка различного происхождения с пластическими признаками.

### 3.3. Экономические показатели результатов исследований

МП «Сарский» в настоящее время является основной базой по воспроизводству растительноядных рыб и акклиматизации новых объектов рыбоводства в республике. Производственные мощности предприятия позволяют производить более 500 млн. личинок и практически полностью удовлетворить потребности рыбхозов республики и за его пределами в посадочном материале растительноядных рыб.

Проектная мощность хозяйства 250-300 производителей растительноядных рыб в год, из них 70 белого и 60 пестрого толстолобиков, 50 белого амура и 70 ремонтного молодняка, общая площадь водного зеркала хозяйства составляет 120 га.

Производство личинок растительноядных рыб поставлено на должный биоэкологический уровень и ежегодно увеличивается.

Инкубационный сезон в хозяйстве начинается в конце первой – начале второй декады мая, когда температура воды в прудах поднимается до +20-24°С.

Основные экономические показатели производства характеризует таблица 20.

Как видно из таблицы 20, специализированные прудовые хозяйства МП «Сарский» Майского района успешно развивают производство и реализацию ремонтного племенного молодняка белого амура. При этом значительно улучшаются экономические показатели за 5 лет, объем реализации продукции возрос на 75,5%, сумма прибыли, полученная от ее реализации, увеличилась в 2,7 раза.

Ежегодно на 1 руб. затрат приходится 3,2-3,4 руб. продукции. Рентабельность производства продукции составляет 29,3-30,6%.

За пять лет выпуск племенной продукции белого амура возрос почти два раза. В общем объеме реализации на племенных личинок приходится 41,3%, дороженную молодь – 40,7%. В общей сумме прибыли доля от реализации

племенных личинок составляет 36,4%, а от реализации подрощенной племенной молодежи – 53%.

Таблица 20 – Экономическая эффективность создания племенного стада белого амура

Показатели	Белый амур	
	краснодарская линия (амурского происхождения)	ставропольская линия (китайского происхождения)
Количество производителей		
самки	23	22
самцы	15	15
Количество полученного подрощенного ремонтного молодняка O <sup>+</sup> (всего млн. экз.)	21,85	20,09
Выход:		
подрощенного молодняка O <sup>+</sup> (%)	75,7	71,4
на 1 самку (млн. экз.)	0,95	0,913
Средняя масса подрощенного молодняка O <sup>+</sup> (г)	40	40
Себестоимость 1 ц подрощенного молодняка O <sup>+</sup> (тыс. руб.)	6,0	6,0
Реализационная цена 1 ц подрощенного молодняка O <sup>+</sup> (тыс. руб.)	15,0	15,0
Прибыль, тыс. руб.	51,000	48,780

Необходимо отметить, что и конечные результаты по выходу племенных сеголетков из выростных прудов, зарыбленных подрощенной молодежью белого амура (амурского происхождения), гораздо выше, чем из прудов, зарыбленных личинками (китайского происхождения) (примерно вдвое).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Назрела острая необходимость разработки технологии нагульного рыбоводства, учитывающей специфику экологических условий прудов горной, предгорной и степной зон.

В условиях Кабардино-Балкарской Республики основные производственные процессы выращивания товарной рыбы в прудовых хозяйствах до сих пор осуществляются по старой, стандартной технологии, разработанной для V зоны рыбоводства и не учитывающие специфику условий горной и предгорной зон. Это определяет низкую рыбопродуктивность прудовых хозяйств, расположенных в горной и предгорной зонах республики, отнесенных нами по вегетационному режиму к I, II, III и IV рыболовным зонам, что, в свою очередь, будет способствовать дальнейшему развитию прудового рыбоводства в горной и предгорной частях республики.

Природно-климатические условия горной и предгорной зон определяют особенности экологических факторов рыболовных прудов. Водоснабжение прудов осуществляется за счет холодных слабоминерализованных и бедных биогенными веществами вод водотоков, берущих начало в горах. Поэтому пруды отличаются слабой эвтрофностью, что, в конечном итоге, определяет набор нектонного сообщества – поликультура растительноядных рыб «китайского комплекса». В своих научных разработках многие исследователи рекомендуют, что в климатическом отношении районами для выращивания производителей растительноядных рыб и формирования маточных стад являются V-VII зоны рыбоводства. Выращивание производителей этих видов рыб (белого амура) в обычных прудовых хозяйствах следует считать нецелесообразным.

При монокультуре карпа остаются неиспользованными значительные кормовые ресурсы прудов, внедрение в поликультуру с карпом растительноядных рыб повышает рыбопродуктивность на 15-20%. Поэтому внедрение этих объектов требует научно обоснованной системы разведения растительноядных рыб, особенно белого амура.

Сдерживающим моментом использования растительоядных рыб (в данном случае, белого амура) является острый дефицит рыбопосадочного материала из-за отсутствия маточных стад с высокими продуктивными качествами.

Растительоядные рыбы дальневосточного комплекса, зарекомендовали себя как ценные объекты товарного рыбоводства в прудовых хозяйствах. Практика разведения белого амура показывает, что невозможно добиться значительного увеличения показателей продуктивности лишь путем совершенствования биотехнических приемов содержания и кормления, если объект не обладает наследственными задатками высокой продуктивности. Поэтому генетическое улучшение разводимых рыб является неотъемлемой и составной частью проблемы их рыбохозяйственного освоения.

В рыбоводческой практике большое значение для повышения продуктивности имеет применение промышленной гибридизации. Однако, возможности использования этого метода при работе с белым амуром ограничены отсутствием разнообразия селекционного материала. Узкий ареал распространения этого вида у себя на родине и короткой медленной сменой поколений не позволяет получить в ближайшем будущем многочисленные генетически различимые группы с целью использования их для гибридизации. На сегодняшний день для практического использования доступны лишь 2 группы белого амура – китайского и амурского происхождения, скрещивание которых сопровождается проявлением гетерозисного эффекта у гибридных форм по массе и выживаемости.

Плановая племенная работа в республике начата в 2009 году. К этому времени было сформировано ремонтное маточное стадо 3+ белого амура, на основе завезенных производителей из Ставропольского (китайского происхождения) и Краснодарского краев (амурского происхождения). Все отобранные группы были одновозрастные и к началу племенной работы в республике насчитывалось 110 экземпляров. Для оценки племенных качеств из общего количества выделены самки и самцы по норме 5 самок на 3 самца, идентичных по классному составу и массе.

Классный состав белого амура почти равнозначный, превосходство имеют амуры амурского происхождения краснодарской линии первого класса – 93,94%, против 90,7% амуры китайского происхождения ставропольской линии.

По живой массе самок, в зависимости от возраста, модальному классу соответствовали самки ставропольской линии (амуры китайского происхождения): 4+ – 45%; 5+ – 48; 6+ – 75,5; 7+ – 85,8%; краснодарской линии (амуры амурского происхождения): 48; 59; 77; 87,9%, а у самцов очень близкие процентные показатели к модальному классу, разница не достоверна ( $P < 0,95$ ).

Селекционно-племенная работа с белым амуром, проводимая в Кабардино-Балкарском ГАУ, осуществляется в рамках комплексной целевой программы «Пруд» и осуществляется по двум направлениям. Это, во-первых, селекция белого амура, имеющая целью создание высокопродуктивных племенных стад, приспособленных к условиям республики, особенностям заводского получения личинок и отличающиеся высокими показателями в отношении рабочей плодовитости, выхода личинок из инкубируемой икры, выживаемости сеголеток и ускоренного созревания в сезоне. Во-вторых, организация двулинейного разведения белого амура амурского происхождения (краснодарская линия) и китайского происхождения (ставропольская линия) с целью проведения их неродственного скрещивания и использования в промышленном масштабе гетерозисного эффекта у сеголетков по выживаемости и скорости роста.

В период опыта подобранные нектоны росли умеренно, прирост массы у ставропольской линии (китайского происхождения) составил: у самок – 2,37 кг или 58,4% от первоначальной массы, у самцов – 1,35 кг или 40% ( $P > 0,99-0,999$ ), у краснодарской линии (амурского происхождения), соответственно: у самок – 2,91 кг или 71,5%, у самцов – 1,45 кг или 42,0% ( $P > 0,99-0,999$ ).

Под воздействием своеобразного комплекса эколого-фенологических факторов сформировано племенное местное стало производителей белого

амура двух линий, которые обладают характерными морфо биологическими физиолого-экологическими свойствами.

Большое фенотипическое разнообразие обнаружено для самок белого амура: средняя рабочая плодовитость разных возрастов от 4+ до 7+ колебалась от 336,0 до 1,296 тыс. штук икринок у ставропольской линии (китайского происхождения) и от 384,2 до 1,378 тыс. штук икринок – у краснодарской линии (амурского происхождения); коэффициент вариации составил 39,9-53,0% у ставропольской китайского происхождения и 41,2-64,7% у краснодарской линии (амурского происхождения). Установлено преимущество краснодарской линии (амурского происхождения) с высокой степенью достоверности ( $P < 0,001$ ).

Анализ результатов показал, что самцы белого амура обеих линий соответствует модальным нормативам, имеют хорошие показатели упитанности с 3+ до 6+ лет 2,55-1,55 у ставропольской линии (китайского происхождения), 2,55-1,78 – у краснодарской линии (амурского происхождения). Коэффициент упитанности больше 2,1 имеют 75% у ставропольской (китайского происхождения) и 85% у краснодарской линии (амурского происхождения) – 3+, 4+ годовалых и 1,89-1,78 у 5+, 6+ годовалых обеих линий. Самцы белого амура при выращивании в Кабардино-Балкарской Республике обладают хорошими экстерьерными и репродуктивными показателями. По живой массе и телосложению они соответствуют нормативам для данного вида.

Выращивание сеголеток белого амура амурского происхождения (краснодарская линия), полученных от разных вариантов скрещивания в отдельных прудах, выявило преимущество гибридной формы над исходными. Разница в массе между ними была все время достоверной ( $P > 0,99$ ). Морфометрические показатели сеголетков исходных форм были практически идентичными.

Рост и развитие молоди, полученной от производителей различных классов, изучались в относительно выровненных условиях содержания (в условиях одного пруда), личинки I класса в день выклева достоверно превосходили по массе тела своих сверстников из II (на 4,0%) и III классов (на 15,0%) ( $P > 0,999$ ).

Личинки I класса имели более высокий показатель упитанности, который по сравнению с личинками II и III классов был больше на 37,8 и 21,8%, соответственно, ( $P > 0,99-0,999$ ). Прирост живой массы I и II классов составил 52,4-44,2%, соответственно, в то время как в III классе этот показатель был равен 35,9%.

В целом, за период подращивания молоди в выростных прудах в 2010 г., наибольшей удельной скоростью роста отличалась молодь I класса – 0,27, что на 15 и 28% выше ( $P > 0,999$ ) по сравнению с данными показателями в группах молоди II и III классов, соответственно.

Увеличение скорости роста длины тела за этот период у молоди I класса привело к некоторому увеличению относительного коэффициента роста: 5,9 против 4,9 и 5,1, соответственно, у молоди II и III классов ( $P > 0,999$ ).

Изучение морфогенеза (скорости личиночного превращения) в течение первых девяти дней после выклева показало, что самой высокой она была у молоди I класса.

Проведенные опыты показали, что переход молоди белого амура от питания планктонным сообществом на потребление свойственной ему пищи происходит в возрасте 30 суток при длине мальков около 13-15 мм. Уловить сроки перехода от одной пищи к другой удалось благодаря малой площади экспериментальных прудов (0,1-0,2 га) и монокультуре белого амура.

Линейный рост и рост массы амура в опытных прудах отличается большим разнообразием. В частности, средняя длина сеголеток, полученных от ставропольских (китайского происхождения) и краснодарских (амурского происхождения) производителей в условиях одного пруда, в зависимости от рыбоводных зон, составляла: III – 10,3-10,5; IV – 10,9-11,5; V – 11,5-11,9 см ( $P > 0,99$ ). Средняя масса у сеголетков разного происхождения колебалась: 24,9-28,7 г у ставропольских (китайского происхождения) и 26,1-30 г у краснодарских (амурского происхождения) ( $P > 0,99$ ).

Следует обратить внимание на температуру среды, где большое значение играет более теплый и продолжительный вегетационный период. В III рыбководной зоне он длится 120 дней, а сумма тепла составляет 2200 градусо-дней, в прудах IV рыбководной зоны этот показатель составляет около 150 дней, а сумма тепла достигает 3600 градусо-дней; в V рыбководной зоне, соответственно, 180 дней и 4320 градусо-дней, что больше на 1400 градусо-дней в IV зоне и на 2120 дней в V ( $P > 0,99$ ).

Результаты исследования показали, что при совместном выращивании опытных групп (в условиях одного пруда) разного происхождения преимущество Краснодарских (амурского происхождения) и Ставропольских (китайского происхождения) амуров по выживаемости составило: в IV рыбководной зоне – 3,2-4,7%, а в V – 5,5-10,1% ( $P > 0,99$ ).

Напряженность отбора среди сеголетков разного происхождения колебалась от 12 до 18% при селекционном дифференциале 3,5-30,7 г. Более жесткая выбраковка происходила среди местных амуров, так как было много особей с низкой живой массой, не отвечающих породному стандарту.

Широкое использование в рыбководстве Кабардино-Балкарской Республики этого вида рыб в значительной степени сдерживается дефицитом посадочного материала.

В своих исследованиях мы провели опыты и в хозяйствах III рыбководной зоны, где сумма активных температур не превышает 2200°С градусо-дней, дефицит равен 400°С, т.е.  $P > 0,999$ .

Молодь полученная при разведении «в себе» – гомогенна, по принципу «лучшие с лучшими». в процессе работы над белым амуром разного происхождения были сформированы две структурные единицы, имеющие общее происхождение, но отличающиеся как по кровности, так и по хозяйственным качествам, приспособленные к воспроизводству и содержанию в определенной рыбководной зоне со специфическими климатическими условиями.

На всех этапах оценка производителей проводилась в два периода: по комплексу признаков, характеризующих телосложение и соответствие желательному типу в осенний период (загрузки зимовальных прудов) и по собственной продуктивности производителей, включающей выход личинок в пересчете на одного производителя (матки), выход сеголетков, в процентах к посадке (жизнестойкость), и выход 1+, 2+ и 3+ годовиков в процентах к посадке (зимостойкость). На основании сопоставления оценок определялся суммарный класс особи, который является критерием племенной ценности производителя.

На племя отбирали лучших особей по темпу роста, экстерьеру и типичности.

Напряженность отбора годовалого молодняка была самой высокой и составляла 20-25%. В 2-годовалом возрасте напряженность отбора колебалась от 50 до 60%. В 3-годовалом возрасте проводили, в основном, корректирующий отбор, т.е. отбраковали особей не соответствующих племенным кондициям, а с 4-х летними использовали рендомизированный отбор.

Для получения межлинейного потомства были использованы как самки, так и самцы всех двух выращиваемых в Кабардино-Балкарской Республике линий белых амуров. Поэтому содержание в чистоте каждой линии являлось первоочередной задачей проведения племенной работы с белым амуром.

Оптимальные условия содержания и соответствующее качество производителей, используемых при получении молоди, способствовали тому, что масса ремонтных групп всех возрастов превышала стандартную на 25-35% ( $P > 0,99-0,999$ ), а показатели телосложения отвечали требованиям, предъявляемым к I классу.

На первом году жизни между сравниваемыми группами наблюдались большие различия по темпу роста, при идентичной постановочной массе 1,42 у ставропольской линии (китайского происхождения) и 1,53 кг у краснодарской (амурского происхождения) ( $P < 0,95$ ). Динамика живой массы на первом году жизни была выше у краснодарской линии (амурского происхождения) на

16,5 г или на 12% ( $P>0,99$ ), по среднесуточному приросту превосходство краснодарской линии (амурского происхождения) составило 18,7% ( $P>0,99$ ).

На 2-4-ом годах жизни по абсолютному приросту живой массы краснодарская линия (амурского происхождения) превосходила ставропольскую (китайского происхождения) на 47,1, 36,7, 28,6%, соответственно ( $P>0,999$ ). Наиболее высокий среднесуточный прирост массы у обеих линий отмечены в июле и августе. Среднесуточный прирост живой массы в опыте у ремонтного молодняка краснодарской линии (амурского происхождения) был на 18,3% больше, чем у молодки ставропольской линии (китайского происхождения) ( $P>0,999$ ). Эти различия на 2-4-ом годах значительно увеличились и составили, соответственно, 21, 20 и 17% ( $P>0,99-0,999$ ).

Преимущества ремонтного молодняка краснодарской линии (амурского происхождения) по среднесуточным приростам массы тела в течение выращивания обусловили их больший конечный показатель живой массы (6,10 кг,  $P>0,999$ ).

Из анализа изменчивости живой массы видны сильные различия по этому показателю между опытными группами и отмечен более высокий уровень вариабельности живой массы ремонтного молодняка краснодарской линии (амурского происхождения) – 35,2%, против 28,9 у ставропольской линии (китайского происхождения). Это объясняется присутствием в группе рекордистов по живой массе ( $P\geq 8,10$  кг).

Формирование двух параллельных стад белого амура (ставропольской (китайского происхождения) и краснодарской (амурского происхождения) линий) осуществляли в условиях рыбхоза «Сарский».

При ежегодном изучении экстерьерных показателей было установлено, что все ремонтные группы белого амура осенью характеризовались наилучшим телосложением и в большинстве случаев имели массу тела больше стандартной. Причем показатели прогонистости, большеголовости, толщины и об-

хвата, а также коэффициент упитанности у амуров (амурского происхождения) краснодарской линии были выше, чем у амуров (китайского происхождения) ставропольской линии.

В частности, у них относительно меньшая длина головы (25,1% против 26,91) и лучшие показатели индекса обхвата (82,5 против 81,5%). В возрасте от года до 4 лет у всех групп белого амура индексы прогонистости увеличились, а индексы большеголовости и коэффициент упитанности уменьшились.

Из корреляционного анализа пластических индексов отмечена высокая положительная связь их с живой массой особей ( $r=0,84-0,96$ ). Причем такая закономерность свойственна всем опытным группам ремонтного молодняка. Высокая корреляция с живой массой характерна для массы порки ( $r=0,98-0,99$ ). С индексами телосложения живая масса коррелирует слабо.

Таким образом, выявлена высокая положительная связь живой массы ремонтного молодняка различного происхождения с пластическими признаками.

Специализированные прудовые хозяйства МП «Сарский» Майского района успешно развивают производство и реализацию ремонтного племенного молодняка белого амура. При этом значительно улучшились экономические показатели за 5 лет, объем реализации продукции возрос на 75,5%, сумма прибыли, полученной от ее реализации, увеличилась в 2,7 раза.

Ежегодно на 1 руб. затрат приходится 2,2-2,4 руб. продукции. Рентабельность производства продукции составляет 29,3-30,6%.

За пять лет выпуск племенной продукции белого амура возрос почти два раза. В общем объеме реализации на племенных личинок приходится 41,3%, дорощенную молодь – 40,7%. В общей сумме прибыли доля от реализации племенных личинок составляет 36,4%, а от реализации подрощенной племенной молоди – 53%.

Необходимо отметить, что и конечные результаты по выходу племенных сеголетков из выростных прудов, зарыбленных подрощенной молодью белого амура, гораздо выше, чем из прудов, зарыбленных обычными личинками (примерно вдвое).

Таким образом, оценка качества потомства, полученного от диаллельного скрещивания производителей белого амура различного происхождения, подращиваемого в садках и выращиваемого в условиях одного пруда, показала, что рыбы гибридных форм обладают повышенной жизнеспособностью, скоростью роста и развития по сравнению с исходными формами. Характерное для гибридов ускорение роста, так же как и повышенная выживаемость, наиболее четко выразилась в течение первых месяцев выращивания.

Преимущество гибридов, наметившееся при межпопуляционном скрещивании белого амура различного происхождения может служить косвенным подтверждением предположения о существовании генетических различий между скрещиваемыми популяциями.

Результаты проведенных нами исследований показывают, что осуществление двулинейного разведения белого амура с последующими промышленным скрещиванием производителей амурского (краснодарская линия) и китайского (ставропольская линия) происхождения будет способствовать повышению выхода и улучшению качества посадочного материала растительноядных рыб.

## ВЫВОДЫ

1. Экологические условия прудового хозяйства разнообразны. Вегетационный период выращивания рыб в горной и предгорной части республики короткий; сумма температур соответствует 800-1800°C, в равнинной части градусо-дней колеблется от 2600 до 3400°C. Продолжительность вегетационного периода составляет 6-7 месяцев и соответствует стандартам V рыбоводной зоны.

Уровень развития естественной кормовой базы в прудах характеризуется средними величинами. Средне сезонная биомасса планктонного сообщества была равна: зоопланктон – 10,5-15,1 мг/м<sup>3</sup>, фитопланктон в пределах 8,6-10,5 мг/м<sup>3</sup> (P>0,99).

2. По живой массе самок в зависимости от возраста, модальному классу соответствовали у ставропольской линии (китайского происхождения): 4+ – 45%; 5+ – 48,6; 6+ – 75,5; 7+ – 85,8%, у краснодарской линии (амурского происхождения), соответственно: 48;59;77; 87,9%, а у самцов очень близки процентные показатели к модальному классу, разница не достоверна (P<0,99).

3. За период опыта, подобранные рыбы росли умеренно, прирост массы у ставропольской линии (китайского происхождения) составил: у самок – 2,37 кг или 58,4% от первоначальной массы, у самцов – 1,35 кг или 40% (P>0,95-0,999), у краснодарской линии (амурского происхождения), соответственно: у самок – 2,91 кг или 71,5%, у самцов – 1,45 кг или 42,0% (P>0,95-0,999). За весь период работы с 2009-2014 гг. прирост живой массы был высоким. Масса самок значительно выше, чем у самцов, она колеблется у ставропольской линии (китайского происхождения) от 4,06 до 6,43 кг, у краснодарской (амурского происхождения) – 4,07-6,98 (P>0,999).

4. Под воздействием своеобразного комплекса эколого-климатических факторов создано высокопродуктивное племенное стадо производителей белого амура двух линий, которое обладает характерными морфо биологическими, физиолого-экологическими свойствами. По всем морфометрическим показателям краснодарская линия (амурского происхождения) превосходила

ставропольскую линию (китайского происхождения) ( $P > 0,95-0,999$ ) по массе, длине, высоте и толщине тела и классному составу.

5. Большое фенотипическое разнообразие обнаружено для самок белого амура: средняя рабочая плодовитость разных возрастов от 4+ до 7+ колебалась от 336,0 до 1,296 тыс. штук икринок у ставропольской линии (китайского происхождения) и от 384,2 до 1,378 тыс. штук икринок у краснодарской (амурского происхождения), коэффициент вариации составил 39,9-53,0% у ставропольской (китайского происхождения) и 41,2-64,7% у краснодарской линии (амурского происхождения). Установлено преимущество краснодарской линии (амурского происхождения) с высокой степенью достоверности ( $P > 0,999$ ).

6. Индивидуальная изменчивость овулировавших икринок по диаметру у разных самок обеих линий белого амура, в среднем невелики, и колеблется от 3,75% до 4,99% у 4+ и 7+ ставропольской линии (китайского происхождения) и, соответственно, от 3,85% до 5,51 у краснодарской (амурского происхождения), а средние величины их мало отличаются.

7. Самцы имеют хорошие показатели (соответствует модальным нормативам) упитанности с 3+ до 6+ лет 2,55-1,55 у ставропольской линии (китайского происхождения) и 2,65-1,78 у краснодарской линии (амурского происхождения), но с возрастом коэффициент упитанности падает до 1,89-1,55 у ставропольской линии (китайского происхождения) и 1,96-1,78 у краснодарской (амурского происхождения). Коэффициент упитанности больше 2,1 имеют 75% у ставропольской (китайского происхождения) и 85% у краснодарской линии (амурского происхождения).

8. Четкие различия по массе и другим морфометрическим показателям между вариантами скрещивания были отмечены у белого амура китайского и амурского происхождения. На данном этапе выращивания (мальковый, сеголеточный, годичный) лучших результатов по всем показателям достигли рыбы гибридных форм; несколько хуже эти показатели были у рыб китайского происхождения ( $P > 0,99$ ).

9. Более высокое качество икры, жизнеспособность и скорость роста молоди, в сочетании с лучшей плодовитостью особей I класса, обеспечивают значительно большую эффективность производства рыбопосадочного материала. Валовая продукция сеголетков (в расчете на одно гнездо) составила 59,6 ц, что, соответственно, в 1,6; 2,6 и 9,3 раза выше ( $P > 0,99-0,999$ ) аналогичного показателя в группах II и III классов и среднего по стаду.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью повышение эффективности разведение белого амура целесообразно:

1. Рекомендуется перейти на двухлинейное разведение и межлинейное скрещивание что позволяет поддерживать высокую гетерогенность популяции рыб.
2. Для ускорение сезонного созревание производителей, смещение срока в нерестовых компаниях на более ранние, с целью удлинение вегетационного сезона.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азизов, Ф.Ф. Опыт выращивания растительноядных рыб в поликультуре с карпом / Ф.Ф. Азизов, Ф.М. Раджабов, А.Х. Хаитов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2017. – № 1-2. – С. 226-231.
2. Алиев, Д. С. Состояние и перспективы работ с растительноядными рыбами в Средней Азии и Казахстане / Д. С. Алиев // Сб. «Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР». – Ашхабад : АН ТуркмССР, 1963. – С. 203-208.
3. Алтухов, Ю.П. К организации двухлинейного разведения белого толстолобика в условиях Молдавии : в кн. «Совершенствование технологии выращивания рыб» / Ю.П. Алтухов. – Кишинев, 1982. – С. 30-43.
4. Алтухов, Ю.П. О числе мономорфных и полиморфных локусов популяции кеты / Ю.П. Алтухов, Е.А. Салменкова, Г.Д. Сачко // Генетика. – 1976. – Т. 8. – 3 2. – С. 67-73.
5. Андрияшева, М.А. Гетерозис при внутривидовых скрещиваниях карпа / М.А. Андрияшева // Известия ГосНИОРХ. – 1966. – Т. 61. – С. 62-79.
6. Андрияшева, М.А. Индивидуальная рыбоводно-биологическая характеристика самок белого толстолобика цимлянского стада / М.А. Андрияшева // Изв. ГосНИОРХ. – 1988. – Т. 105. – С. 30-45.
7. Андрияшева, М.А. Итоги первого этапа селекции растительноядных рыб : в кн. «Материалы Всесоюз. совещ. по организации селекционно-племенной работы и улучшению содержания маточных стад в рыбхозах страны» / М.А. Андрияшева. – М., 1975. – С. 88-99.
8. Андрияшева, М.А. Селекционно-генетический анализ маточного стада растительноядных рыб по плодовитости / М.А. Андрияшева // Изв. ГосНИИ озерного и речного рыбного хозяйства. – Л., 1978. – Т. 130. – С. 15-35.
9. Ариков, П.Д. Выращивание сеголеток белого амура в моно- и поликультуре в целях использования их в борьбе с зарастанием водоемов /

П.Д. Ариков, П.П. Леука, П.Д. Дерменжи // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – № 3 (135). – С. 49-54.

10. Артамонова, Т.И. Использование высокобелковых трав для кормления двухлетков белого амура / Т.И. Артамонова, Ф.Г. Федорченко, М.К. Трубникова, Р.П. Мамонтова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 11. – С. 43-48.

11. Багров, А.М. Естественный биопродукционный потенциал внутренних водоемов России и рационализация его использования / А.М. Багров, В.К. Виноградов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 9-14.

12. Багров, А.М. Способ выращивания рыбы в поликультуре / А.М. Багров, В.И. Федорченко, В.Д. Степанов, Ф.Г. Федорченко // Патент на изобретение RUS 2218759 25.06.2002.

13. Балахин, И.А. Типы трансферина и их связь с некоторыми показателями экстерьера у карпа / И.А. Балахин, В.Д. Саломатин // Гидробиологический журнал. – 1970. – Т. 6. – № 6. – С. 56-61.

14. Балтаджи, Р.А. Морфологические различия растительноядных рыб на ранних периодах развития / Р.А. Балтаджи // Вопросы ихтиологии. – 1976. – № 3. – С. 31-36.

15. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л.С. Берг. – М.-Л., 1949. – 4. 2. – С. 180-195.

16. Бессмертная, Р.Е. Вопросы питания личинок белого амура / Р.Е. Бессмертная // Сб. «Новые исследования по экологии и разведению растительноядных рыб». – М. : Наука, 1968.

17. Бизяев, И.Н. Результаты вселения амуров и толстолобиков в открытые водоемы Азовско-Кубанского района / И.Н. Бизяев // Сб. «Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб». – М. : Наука, 1966. – С. 49-59.

18. Боброва, Ю.П. Питание и рост белого амура в условиях прудовых хозяйств центральной части РСФСР / Ю.П. Боброва // Сб. «Новые исследования по экологии и разведению растительноядных рыб». – М. : Наука, 1968. – С. 106-123.

19. Богерук, А.К. Современное состояние, проблемы и перспективы развития племенного рыбоводства в Российской Федерации / А.К. Богерук, А.В. Призенко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 7 (7). – С. 2-10.
20. Боднарчук, В.Г. Продуктивность белого амура как биомелиоратора : в сб. «Актуальные проблемы повышения продуктивности и охраны здоровья животных» / В.Г. Боднарчук, С.В. Окрут, И.В. Введенский. – 2006. – С. 28-31.
21. Борбат, Н.А. Результаты селекции растительноядных рыб Далеко-восточного комплекса ОАО «Херсонрыбхоз» / Н.А. Борбат, В.И. Саркисян // Рибогосподарська наука України. – 2009. – № 3 (9). – С. 85-87.
22. Брюзгин. Селекционно-племенная работа в прудовом рыбоводстве России / Брюзгин // Рыбоводство и рыболовство. – 1997. – № 3. – С. 10-15.
23. Бурлаков, А.Б. Усиление стимулирующего созревания производителей белого амура действия 17-оксипрогестерона пептидным морфогеном гидры / А.Б. Бурлаков // Вестник научных конференций. – 2017. – № 4-1 (20). – С. 30-34.
24. Быков, А.Д. Рыбохозяйственное значение и оценка влияния белого амура на экосистему водоемов-охладителей Центральной России / А.Д. Быков // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 25-36.
25. Веригин, Б.В. Итоги работы по акклиматизации дальневосточных растительноядных рыб и мероприятия по их дальнейшему освоению и изучению в новых районах / Б.В. Веригин // Вопросы ихтиологии. – 1961. – 1. – Вып. 4(21). – С. 640-649.
26. Веригин, Б.В. Современное состояние и перспективы использования толстолобика и белого амура в водоемах Советского Союза : в кн. «Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР» / Б.В. Веригин. – Ашхабад, 1963. – С. 20-38.
27. Виноградов, В.К. О биотехнике разведения растительноядных рыб / В.К. Виноградов, Л.В. Ерохин // Тр. ВНИИПРХ. – 1976. – Вып. 36. – С. 19-41.

28. Виноградов, В.К. О методах искусственного разведения растительноядных рыб : в кн. «Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб» / В.К. Виноградов, Л.В. Ерохина и др. – М.: Наука, 1966. – С. 61-72.
29. Виноградов, В.К. Промышленная биотехника искусственного воспроизводства дальневосточных растительноядных рыб / В.К. Виноградов, Л.В. Ерохин // ВНИИ прудового рыбного хозяйства. Сб. научных трудов «Растительноядные рыбы». – М., 1964. – Вып. 26. – С. 3-15.
30. Виноградов, В.К. Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства в аквакультуре России / В.К. Виноградов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 29-32.
31. Вишняков, В.С. Систематика и распространение диатомовых водорослей рода *Epithemia* Kützing в водоемах Центральной Азии / В.С. Вишняков, М.С. Куликовский, С.И. Генкал, Н.И. Дорофенюк [и др.] // Биология внутренних водоемов. – 2014. – № 4. – С. 18-32.
32. Власов, В.А. Морфо-физиологическая характеристика маточного поголовья растительноядных рыб рыбхоза «Ергенинский» / В.А. Власов, Н.И. Маслова, Г.Е. Серветник // Природообустройство. – 2017. – № 2. – С. 120-127.
33. Вовк, П.С. Состояние и задачи в области акклиматизации белого амура и толстолобика на Украине / П.С. Вовк, В.А. Приходько // Сб. «Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР». – Ашхабад : АН ТуркмССР, 1963. – С. 39-47.
34. Воронова, Г.П. О технологических приемах выращивания белого амура в поликультуре рыб с использованием зеленых кормов наземной растительности / Г.П. Воронова, Л.А. Куцко, С.Н. Пантелей // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2011. – № 27. – С. 50-57.
35. Воропаев, Н.В. Выращивание двухлеток толстолобика и их и гибридов в поликультуре с карпом / Н.В. Воропаев // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ. – 1970. – №4. – С. 31-41.

36. Воропаев, Н.В. Особенности биологии и хозяйственная ценность гибридов толстолобиков / Н.В. Воропаев // Сб. научн. тр. «Поликультура растительных рыб в прудовом хозяйстве и естественных водоемах». – М. : ВНИИПРХ, 1975. – Вып. 15. – С. 19-44.

37. Газиев, У.С. Ряска в питании молоди белого амура в условиях Таджикистана : в сб. «Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства» / У.С. Газиев // Материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 57-61.

38. Гамаюн, Е.П. Выращивание и содержание производителей карпа и растительных рыб / Е.П. Гамаюн, Г.Я. Кренке // Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. Серия «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов». – 1982. – 45 с.

39. Ганчаров, К.А. Определение качества половых продуктов самцов рыб : методические указания / К.А. Ганчаров. – Л. : ГосНИОРХ, 1977. – 45 с.

40. Гербильский, Н.Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в рыбоводстве / Н.Л. Гербильский // Метод гипофизарной инъекции и его роль в воспроизводстве рыбных запасов. – М., 1941. – Т. 1. – С. 5-36.

41. Гмыря, И.Ф. Особенности биологии и хозяйственная ценность гибридов толстолобиков / И.Ф. Гмыря // Тр. ВНИИПРХ. – М., 1975. – Вып. 15. – С. 21-38.

42. Головинская, К.А. Состояние и перспективы развития селекционно-генетических исследований и племенного дела в рыбоводстве СССР : в кн. «Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции» / К.А. Головинская. – Л., 1983. – С. 22-30.

43. Голод, В.М. Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод. – М. : Росинформагротех, 2005. – 428 с.

44. Горбач, Э.И. Рост белого амура / Э.И. Горбач // Известия ТИНРО. – 1974. – 92. – С. 77-93.

45. Даупов, Ж.А. К состоянию условий нереста белого амура (*Stenopharyngodon idella*. Valenciennes) в р. Иле : в сб. «Актуальные научные вопросы и современные образовательные технологии» / Ж.А. Даупов, Б.К. Кенжебеков // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции: в 7 частях. – 2013. – С. 39-40.
46. Дементьев, В.Н. Генетическое маркирование породы карпа с помощью гена окраски / В.Н. Дементьев, В.Я. Катасонов, В.В. Дума, Л.Н. Дума [и др.] // Известия КГТУ. – 2009. – № 15. – С. 24-27.
47. Дементьев, Н.В. Биохимические маркеры в селекции карповых рыб / Н.В. Дементьев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 36.
48. Животовский, Л.А. Биологические основы формирования маточных стад растительноядных рыб в водоемах Ростовской области / Л.А. Животовский, Ю.П. Алтухов // Известия ГосНИОРХ. – 1980. – С. 30-50.
49. Животовский, Л.А. Показатели сходства популяций по полиморфным признакам / Л.А. Животовский // Журнал общей биологии. – 1979. – Т. 40. – Вып. 4. – С. 587-602.
50. Залепухин, В.В. Актуальность оценки качества производителей рыб в современных условиях / В.В. Залепухин // Вестник волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. – 2011. – № 1. – С. 60-66.
51. Зеленин, А.М. Темп роста белого амура и его обратное расчисление по чешуе : в кн. «Биологические ресурсы водоемов Молдавии» / А.М. Зеленин. – 1970. – № 7. – С. 84-86.
52. Золотова, З.К. К вопросу об избирательности в питании белого амура / З.К. Золотова // Тр. ВНИИ пруд. рыбн. хозяйства. – 1966. 14. – С. 39-49.
53. Иванова, Е.Е. Акклиматизации рыб в бассейнах юга России / Е.Е. Иванова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – № 10. – С. 36-40.

54. Ильин, В.М. Биотехника выращивания трехлеток растительноядных рыб вместе с карпом / В.М. Ильин, Л.М. Соловьева, Н.П. Ушаков // Тр. ВНИИ пруд. рыбн. хозяйства. – 1966. – 14. – С. 275-300.

55. Казанчев, С.Ч. Биолого-экологическая характеристика пресных водоемов КБР (флора и фауна) / С.Ч. Казанчев, Д.К. Кожаева. – Нальчик, 2011. – 312 с.

56. Казанчев, С.Ч. Влияние возраста самцов белого амура на их репродуктивные качества / С.Ч. Казанчев, А.Б. Хабжоков, А.В. Лабазанов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (116). – С. 44-50.

57. Казанчев, С.Ч. Формирование маточного стада производителей белого толстолобика в водоемах комплексного назначения / С.Ч. Казанчев // Юбилейная конференция «Аграрная наука как основа самообеспечения регионов продовольствием». – Нальчик, 2001. – С. 140-146.

58. Казанчев, С.Ч. Экологические факторы, влияющие на рост и развитие личинок бикультурного материала / С.Ч. Казанчев, М.Б. Улимбашев, А.Б. Хабжоков, А.В. Лабазанов. – КрасГАУ, 2015. – С. 22-27.

59. Катасонов, В.Я. Инструкция по племенной работе и селекции парского карпа / В.Я. Катасонов. – М. : ВНИИПРХ, 1978. – С. 20-31.

60. Катасонов, В.Я. Инструкция по племенной работе с карпом в репродукторах и промышленных хозяйствах / В.Я. Катасонов. – М. : ВНИИПРХ, 1982. – С. 35-43.

61. Катасонов, В.Я. Исследования по диплоидному гипогенезу у карпа. IV сообщение / В.Я. Катасонов, Б.И. Гомельский // Генетика. – 1979. – №9. – Т. 15. – С. 163-165.

62. Катасонов, В.Я. Организация племенного дела в рыбоводстве / В.Я. Катасонов, В.Н. Дементьев, А.А. Кочетов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 5. – С. 25-29.

63. Катасонов, В.Я. Породы и гибридные формы карпа селекции ВНИИПРХ : в сб. «Перспективы и проблемы развития аквакультуры в составе

АПК» / В.Я. Катасонов, В.Н. Дементьев, А.В. Рекубратский // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2014. – С. 35-46.

64. Катасонов, В.Я. Признаки гипоксии / В.Я. Катасонов // Генетика. – 1978. – №3. – С. 71-76.

65. Катасонов, В.Я. Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я. Катасонов, Н.Б. Черфас. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 170-178.

66. Кириллов, В.Н. Морфофункциональные особенности адаптации молоди белого амура к различным уровням солености воды / В.Н. Кириллов // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 3. – С. 68-70.

67. Кирпичников, В.С. Важнейшие типы чешуйчатого покрова у карпа и их связь с хозяйственно ценными признаками / В.С. Кирпичников, К.А. Головинская, Е.И. Балкашина // Рыбное хозяйство. – 1937. – № 10-11. – С. 51-59.

68. Кирпичников, В.С. Генетические исследования рыб в СССР и за рубежом : в кн. «Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции» / В.С. Кирпичников. – Л., 1983. – С. 7-22.

69. Кирпичников, В.С. Генетические методы селекции рыб / В.С. Кирпичников // Бюл. Москов. о-ва испытат. природы. – 1959. – Т. 64. – С. 121-137.

70. Кирпичников, В.С. Генетические основы селекции рыб / В.С. Кирпичников, Д.П. Поликсенов, К.А. Головинская. – Л., 1979. – С. 5-19.

71. Кирпичников, В.С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном и селекция гибридов / В.С. Кирпичников. – Л., 1967. – С. 115-131.

72. Кирпичников, В.С. Использование генетической селекции в промышленном рыбоводстве СССР и стран Восточной Европы (состояние и перспективы) // Тр. Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва. – М., 1973«б». – Вып. 21. – С. 94-108.

73. Кирпичников, В.С. Материалы по генетике и селекции карпа. Песочное сообщение / В.С. Кирпичников, Е.И. Балакшина // Биологический журнал. – 1936. – Вып. 5. – № 2. – С. 327-376.

74. Кирпичников, В.С. Методы проверки производителей по потомству в карповых хозяйствах / В.С. Кирпичников // Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – Л., 1966«а». – Т. 61. – С. 40-61.
75. Кирпичников, В.С. Новые генетические методы селекции рыб / В.С. Кирпичников, Н.Б. Черфас, Р.М. Цой // Сб. научных трудов ТСХА. – 1967. – С. 25-40.
76. Кирпичников, В.С. Освоение растительноядных рыб и новых объектов рыбоводства и акклиматизации / В.С. Кирпичников // Сб. научных трудов ВНИИ прудового рыбного хозяйства. – М., 1979. – Вып. 35. – С. 36-48.
77. Кирпичников, В.С. Приспособительный характер биохимического полиморфизма у рыб : в кн. «Функциональная морфология, генетика и биохимия клетки» / В.С. Кирпичников. – Л., 1976. – С. 320-327.
78. Кирпичников, В.С. Селекционно-генетические исследований и состояние племенного дела в прудовом рыбоводстве СССР / В.С. Кирпичников, В.Я. Катасонов // Сб. ВНИИПРХ «Генетика и селекция рыб». – М., 1978. – Вып. 20. – С. 3-15.
79. Кирпичников, В.С. Теория селекции рыб / В.С. Кирпичников. – М., 1969. – С. 5-29.
80. Кирпичников, В.С. Цели и методы селекции карпа / В.С. Кирпичников // Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – Л., 1966«а». – Т. 61. – С. 7-28.
81. Князев, И.В. О формировании маточного стада белого амура в Западной Сибири в прудах с использованием геотермальной воды : в сб. «Современные проблемы гидробиологии Сибири» / И.В. Князев, А.А. Бабушкин, И.З. Халитов. – 2001. – С. 161-162.
82. Ковальчук, О.М. Естественная резистентность и производительность белого амура, выращенного при разных условиях содержания / О.М. Ковальчук // Биология животных. – 2011. – Т. 13. – № 1-2. – С. 422-427.
83. Кожаева, Д.К. Биология белого амура / Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, Л.А. Казанчев, З.В. Кумыкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 5. – № 37-1. – С. 259-262.

84. Комилов, Ф.С. Исследование белого амура на максимальную продуктивность на основе компьютерной модели макрофитной экосистемы рыбного пруда / Ф.С. Комилов, И.Л. Косимов, Р.Н. Одинаев // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2016. – № 1-2 (196). – С. 77-83.
85. Конрадт, А.Г. Задачи селекционно-племенной работы с растительными рыбами / А.Г. Конрадт // Изв. ГосНИИ озерного и речного рыбного хозяйства. – Л., 1973. – Т. 85. – С. 2-17.
86. Кормилин, В.В. Направления и методы селекции белого толстолобика в Казахстане / В.В. Кормилин, Р.М. Цой // Тр. ВНИИПРХ. – 1982. – Вып. 33. – С. 104-117.
87. Коровушкин, А.А. Перспективы разведения растительных рыб / А.А. Коровушкин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – №4 (36). – С. 48-55.
88. Косимов, И.Л. Белый амур: проведение компьютерных экспериментов с моделью рыбного пруда / И.Л. Косимов, Ф.С. Комилов // Наука и инновация. – 2014. – № 1. – С. 8-14.
89. Магомаев, Ф. М. Белый амур как биологический мелиоратор в водоемах Дагестана / Ф. М. Магомаев // Тр. ВНИИ пруд. рыбн. хозяйства. – 1971. – Вып. 7. – С. 82-92.
90. Мартышев, Ф.Г. Влияние плотности посадки и кормления на биологические и хозяйственно-полезные особенности карпов-производителей / Ф.Г. Мартышев, Ю.В. Кудряшева, Н.И. Маслова, Е.С. Слуцкий // Известия ТСХА. – 1979. – Вып. 5. – С. 171-184.
91. Марченко, В.В. Племенное рыбоводство в Ставропольском крае : в сб. «Роль и значение современной науки и техники для развития общества / В.В. Марченко, С.Ф. Силкина, И.А. Бакуменко // Сборник статей международной научно-практической конференции: в 3 частях. – 2017. – С. 133-140.

92. Маслова, Н.И. Роль биохимических исследований в селекции рыб / Н.И. Маслова, Г.И. Пронина, А.О. Ревякин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 4. – № 28-1. – С. 221-224.

93. Мельченков, Е.А. Результаты исследований в области акклиматизации и рыбохозяйственного освоения перспективных объектов аквакультуры / Е.А. Мельченков, Т.А. Канидьева // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 42-56.

94. Моружи И.В. Сложности ведения племенной работы со стадами рыб в современной России / И.В. Моружи, Е.В. Пищенко // В сб.: «Достижения академической науки на юге России. Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства. Аквакультура: мировой опыт и российские разработки. Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию южного научного центра Российской академии наук. Южный научный центр Российской академии наук. – 2017. – С. 365-368.

95. Моружи, И.В. Развитие товарного рыбоводства в Новосибирской области / И.В. Моружи, Е.В. Пищенко, Ю.Ю. Марченко, Д.В. Кропачев [и др.] // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (33). – С. 70-74.

96. Ненашев, Г.А. Генетическое разнообразие трансферина и его связь с хозяйственно ценными признаками белого и пестрого толстолобика / Г.А. Ненашев, Ф.Ю. Рыбаков // Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – Л., 1978. – Т. 130. – С. 112-118.

97. Ненашев, Г.А. Определение наследуемости различных признаков у рыб / Г.А. Ненашев // Генетика. – 1966«а». – № 11. – С. 100-108.

98. Никольский, Г.В. Исследования растительноядных рыб и внедрение их в практику рыбоводства хозяйства и мелиорации водоемов / Г.В. Никольский, Б.Б. Веригин, А.П. Макеева, Г.В. Попова, С.Г. Соин // Вестник Московского университета. – 1968. – № 2. – С. 35-40.

99. Никольский, Г.В. О теоретических основах работ по акклиматизации рыб / Г.В. Никольский // Сб. «Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР». – Ашхабад : АН ТуркмССР, 1963. – С. 9-19.
100. Никоро, З.С. Применение и способы определения коэффициента наследуемости / З.С. Никоро, П.Ф. Рокицкий // Генетика. – 1972. – Т. 6. – № 4. – С. 170-177.
101. Паавер, Т.К. Генетический полиморфизм белков амурского сазана : в кн. «Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции» / Т.К. Паавер. – Л., 1983«б». – С. 180-186.
102. Пантелей, С.Н. Питание карпа и белого амура при совместном выращивании в опытных прудах рыбхоза «Вилейка» / С.Н. Пантелей, Г.П. Воронова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2010. – № 26. – С. 119-122.
103. Пащенко, Н.И. Исследование формирования органа обоняния в онтогенезе белого амура *Stenopharyngodon idella* с помощью сканирующей электронной микроскопии // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55. – № 5. – С. 692-698.
104. Паюсова, А.Н. Опыт разведения белого амура в Алма-атинском прудовом хозяйстве : в кн. «Новые исследования по экологии и разведению растительноядных рыб» / А.Н. Паюсова. – М. : Наука, 1978. – С. 37-45.
105. Паюсова, А.Н. Сравнительная характеристика стад белого амура по частотам аллельных генов эстеразы сыворотки крови / А.Н. Паюсова, Т.Н. Целикова // Биологические науки. – 1981. – № 5. – С. 87-89.
106. Пенкин, Р.И., Ступин В.А., Тюрин В.В., Волчков Ю.А. Перспектива использования морфометрических индексов для анализа внутрисемейной гетерогенности сеголеток белого амура : в сб. «Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий» / В.Г. Боднарчук, С.В. Окрут, И.В. Введенский // Материалы XV межреспубликанской научной конференции. – 2002. – С. 155-157.

107. Петухова, Н.Г. Основы рыбоводно-биологического обоснования вселения дальневосточных растительноядных рыб в Иваньковское водохранилище / Н.Г. Петухова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 2. – № 7. – С. 312-314.

108. Пищенко, Е.В. Использование метода массового направленного отбора при селекции рыб / Е.В. Пищенко, И.В. Морузи // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – № 4 (136). – С. 31-38.

109. Плохинский, Н.А. Биометрия для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М. : Колос. – 270 с.

110. Поляков, Г.Д. Количественная оценка и приспособительное значение изменчивости плодовитости и скорости воспроизводства популяции рыб: в кн. «Закономерности роста и созревания рыб» / Г.Д. Поляков. – М., 1971. – С. 5-20.

111. Поляруш, В.П. Внутривидовое скрещивание растительноядных рыб : в кн. «Генетика промысловых рыб и объектов аквакультуры» / В.П. Поляруш. – М., 1983. – С. 103-107.

112. Поляруш, В.П. Характеристика рыбоводно-биологических показателей потомства растительноядных рыб при внутривидовом скрещивании / В.П. Поляруш // Сб. научн. тр. «Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации». – М. : ВНИИПРХ, 1979. – Вып. 26. – С. 178-189.

113. Попов, О.В. Применение гематологического анализа для характеристики племенных групп карпа: в кн. «Генетика и селекция рыб» / О.В. Попов // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ. – М., 1978. – Вып. 20. – С. 188-198.

114. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю.А. Привезенцев. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 50-75.

115. Привезенцев, Ю.А. Племенная работа в рыбоводстве : учеб. пособ. для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Зоотехния» /

Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т. – Москва : МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010.

116. Привезенцев, Ю.А. Проблема сохранения генофонда в рыбоводстве : в кн. «Селекция рыб» / Ю.А. Привезенцев, С.А. Пилиев. – М. : Агропромиздат, 1989. – С. 220-231.

117. Привезенцев, Ю.А. Совершенствование маточного стада карпа в хозяйствах Нечерноземья / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов // Сб. научных трудов «Селекция рыб». – М., 2004. – С. 105-125.

118. Пронин, Г.М. Изменение некоторых показателей эякулята самцов карпа при различных условиях их содержания в преднерестовый период / Г.М. Пронин // Сб. научн. тр. «Биотехника товарного рыбоводства». – М. : ВНИИПРХ, 1976. – Вып. 16. – С. 117-185.

119. Пронина, Г.И. Сравнительная физиолого-иммунологическая характеристика выращиваемых в аквакультуре разных видов рыб семейства карповые (Cyprinidae) / Г.И. Пронина, Н.Ю. Корягина, А.Б. Петрушин, А.О. Ревякин // Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57. – № 3. – С. 371-374.

120. Романенко, В.Д. Биоэнергетические механизмы акклиматизации рыб к температурным и газовым факторам среды / В.Д. Романенко, О.М. Арсан // Гидробиология. – Киев, 1974. – Т. 23. – С. 51-57.

121. Романов, В.В. Устойчивость к гипоксии карпов и амурских сазанов / В.В. Романов, В.Г. Сапрыкин // Гидробиологический журнал. – Киев, 1985. – С. 30-40.

122. Садырбаева, Н.Н. Реинтродукция белого амура в Иле-Балхашский бассейн / Н.Н. Садырбаева, Т.С. Абжанов, Ж.А. Даупов // Вестник научных конференций. – 2016. – № 11-6 (15). – С. 159-161.

123. Серветник, Г.Е. О состоянии и перспективах развития селекционно-племенной работы в товарном рыбоводстве системы Росрыбхоза / Г.Е. Серветник // Зоотехния. – 2016. – № 43. – С. 9-17.

124. Серветник, Г.Е. О развитии сельскохозяйственного рыбоводства в России / Г.Е. Серветник // Сб. научн. трудов «Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития». – М. : ВНИИР, 2010. – С. 23-48.

125. Складов, В.Я. Аквакультура юга России, перспективы развития / В.Я. Складов, Л.Г. Бондаренко, Ю.И. Коваленко [и др.] // Труды ВНИРО. – 2013. – Т. 150. – С. 50-56.

126. Слуцкий, Е.С. Воспроизводительная система самцов белого амура / Е.С. Слуцкий // Физиология прудовых рыб. – М., 1975. – Вып. 12. – С. 62-69.

127. Слуцкий, Е.С. Изменчивость и корреляционные связи морфологических признаков у сеголеток ропшинского карпа / Е.С. Слуцкий, Ю.Ф. Тищенко // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. – Т. 130. – С. 88-102.

128. Слуцкий, Е.С. Об изменчивости некоторых рыбоводных признаков у самок белого амура на Цимлянском нерестово-выростном хозяйстве / Е.С. Слуцкий // Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ. – 1971. – Т. 5. – С. 157-172.

129. Слуцкий, Е.С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е.С. Слуцкий // Изв. ГосНИИ озерного и речного рыбного хозяйства. – Л., 1978. – Т. 134. – С. 15-32.

130. Соин, С.Г. Морфо-экологические особенности развития белого амура и толстолобика : в кн. «Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР» / С.Г. Соин. – Ашхабад, 1963.

131. Строганов, Н.С. Избирательная способность амуров к пище / Н.С. Строганов // Сб. «Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР». – Ашхабад : АН ТуркмССР, 1963. – С. 181-191.

132. Строганов, Н.С. Сезонные и возрастные изменения печени и кишечника у белого амура и толстолобика / Н.С. Строганов, Н.С. Бузинова // Научные доклады высш. школы биол. наук. – 1971. – Вып. 86. – № 2. – С. 5-10.

133. Субботкин, М.Ф. Изменчивость белков крови в онтогенезе и возможные аспекты эволюции осетровых рыб сем. Acipenseridae / М.Ф. Субботкин, Т.А. Субботкина // Биология внутренних водоемов. – 2016. – № 4. – С. 69-78.

134. Суховерхов, Ф.М. Результаты опытов и перспективы использования белого амура, белого и пестрого толстолобиков / Ф.М. Суховерхов // Материалы Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному освоению растительноядных рыб. – М., 1963.

135. Фефелова, Т.А. Выращивание белого амура в прудах ООО «Рыбхоз» : в сб. «В мире научных открытий» / Т.А. Фефелова // Материалы V Всероссийской студенческой научной конференции (с международным участием). – 2016. – С. 67-69.

136. Хабжоков, А.Б. Рост белого амура *Stenopharyngodon idella* (val) современные проблемы науки и образования / А.Б. Хабжоков, С.Ч. Казанчев, А.В. Белянский, А.В. Лабазанов // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 568.

137. Хабжоков, А.Б. Состояние и пути совершенствования племенной работы в рыбоводных хозяйствах Кабардино-Балкарской Республики / А.Б. Хабжоков, А.В. Лабазанов, С.Ч. Казанчев // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8-1. – С. 54-59.

138. Хабжоков, А.Б. Экологические особенности выращивания растительноядных рыб (белого амура) в водоемах КБР / А.Б. Хабжоков, С.Ч. Казанчев, А.В. Лабазанов, А.В. Белянский. – Нальчик, 2017.

139. Черфас, Н.Б. Новые генетические методы селекции рыб / Н.Б. Черфас, Р.М. Цой. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 101 с.

140. Шило, Е.И. Видовые аспекты роста мышечной ткани белого амура (*Stenopharyngodon idella* val.) и белого толстолобика в постнатальном онтогенезе : в сб. «Фундаментальные и прикладные исследования в ветеринарии и биотехнологии» / Е.И. Шило // Материалы Международной научно-практи-

ческой конференции, посвященной 80-летию образования иркутской государственной сельскохозяйственной академии и 10-летию первого выпуска ветеринарных врачей. – 2014. – С. 151-157.

141. Шило, И.Н. Фитопланктон Волгоградского водохранилища в 1963-1964 гг. / И.Н. Шило // Тр. Саратовского от. ГосНИОРХ. – 1964. – № 8.

142. Щербенюк, Ю.И. Анализ биохимического полиморфизма отводок местного и немецкого карпа в Черепетском тепловодном хозяйстве : в кн. «Разведение и селекция рыб в тепловодных хозяйствах» / Ю.И. Щербенюк // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. – Л., 1980«б». – Вып. 150.

143. Щербенюк, Ю.И. Связь полиморфных систем эстераз и трансферринов с хозяйственно важными признаками карпа : в кн. «Биохимическая генетика рыб» / Ю.И. Щербенюк. – Л., 1973. – С. 129-137.

144. Щербина, М.А. Специализированные репродукционные комбикорма для самок карповых рыб, выращиваемых в прудах / М.А. Щербина, В.Я. Катасонов, И.А. Жидков, В.Н. Дементьев [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 94-99.

145. Янинович, И.Е. Повышение эффективности прудового рыбоводства на основе расширения видовой структуры поликультуры рыб / И.Е. Янинович, Н.В. Гринжевский, Т.М. Швец // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 10. – С. 29-35.

146. Allendorf F.W., Utter F.M. Genetic variation of steelhead. – In: Annual reports of the college of fisheries. – Seattle, 2001. – С. 200-220.

147. Arise A. Genetische Untersuchungen an domestizierten stammen von *Lebistes reticulatus* (Peters) // Mitt Hamburg zool. Mus. Inst. – 2009. – Bd. 67. – S. 140-150.

148. Bakos J. Production of carps, naving a better productive capacity, by means of corossbreeding different regional breeds. – Külon. Kisere. Közlem, 2004. – Vol. 65B. – P. – 35-47.

149. Bardach J. benavioral individuality in the cichli fish *Tilapia mossambica* // Behav. Biol. – 2005. – Vol. 13. – №3. – P. 90-110.

150. Beukema R.A. Chromosomal polymorphism in cardinals, *Cardinalis cardinalis* // *Can J. Genet. Cytol.* – 2001. – Vol. 21. – №4. – P. 500-520.
151. Chaudhuri H. Fish hybridization in Asia with special reference to India. – In: *Rep. FAO/UNDP (TA)*. – Rome, 2004. – №2927. – P. 150-160.
152. Chevassus B. hybridization in salmonids: result and perspectives // *Aquaculture*. – 2005. – Vol. 17. – №2. – P. 110-115.
153. Donaldson L. Selective breeding of salmonoid fishes. – In: *Marine aquaculture*. – Newport, 2009. – P. 60-75.
154. Donaldson L., Menasveta D. Selective breeding of chinook salmon // *Trans. Am. Fish. Soc.* – 2001. – Vol. 90. – №2. – P. 150-165.
155. Ehlinger N.F. Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata* // *Evolution*. – 2004. – Vol. 34. – №1. – P. 76-90.
156. Ehlinger N.F. Selective breeding of trout for resistance to furunculosis. – №4 // *Fish Game*. – 2003. – Vol. 11. – №2. – P. 73-80.
157. Gjedrem T. Genetic variation in tolerance of brown trout to acid water. – In: *SNSF – Project*. – Norway. Oslo, 2002. – FRS/76. – P. 10-20.
158. Gjedrem T. Possibilities for genetic gain in salmonids // *Aquaculture*. – 2001. – Vol. 16. – №1. – P. 23-29.
159. Hicking I. Soluble lens proteins of some scombroid fishes // *Copeia*. – 2003. – №2. – P. 400-420.
160. Hulata et al. Iron and susceptibility to infection disease // *Science*. – 2007. – Vol. 188. – №4192. – P. 1040-1055.
161. Hulata et al. The experimental modification of meristic characters in nerring (*Clupea harengus* L.) // *Rapp. proc.-verdreum.* – 2006. – Vol. 26. – №3. – P. 300-320.
162. Hutt H. Development of the heterosis concept. – In: *Heterosis*. Ames, 2002. – P. 50-70.
163. Kinghorn. (1981) Development as a short-term laboratory system for the evaluation of carp growth in ponds. – *Bamidgen*, 2004. – Vol. 32. – №1. – P. 16-26.
164. Merla. (2005) *Shoot carp*. – *Bamidgen*, 2005. – 30. – №3. – P. 35-40.

165. Moav et al. A genetic aspect of the origin of cancer, based in part upon studies of neoplasms in fishes. – In: Progress in experimental tumor research. – Basel, 2007. – Vol. 20. – P. 320-340.
166. Moav et al. Further genetic studies of *Aplacheilichthys latipes* // Genetics (USA). – 2005. – Vol. 15. – №1. – P. 10-23.
167. Refstie T. et al. genetics and implication of the golden color morph in green sunfish (*Lepomis cyanellus*) // Progr. Fish-cult. – 2000. – Vol. 40. – №2. – P. 25-37.
168. Schäperclaus. (2000, 2000, 2006) Linkage between a regulator locus for melanocyte cell differentiation and an esterase locus in *Xiphophorus* // Hered. – 2000. – Vol. 71. – №6. – P. 403-407.
169. Sengbusch J., Meske P. Notes on the chromosomes of two species of fresh water cottoid fishes // Cytol inform. Serv. – 2006. – Vol. 13. – P. 25-30.
170. Snieszko P. Globin evolution was apparently very rapid in early vertebrates: a reasonable case against the Zateconstancy hypothesis // Mol. Evol. – 2006. – Vol. 17. – №2. – P. 114-120.
171. Steffens S. (2001, 2002, 2004, 2005) A study of the phenomenon of the Tobi-Koi or shoot carp. I on the earliest stage at which the shoot carp appears. – Bamidgen, 2001. – №2. – P. 41-44.
172. Swarts U. Cytogenetics. – In: Fish physiology. – London; New-York, 2004. – Vol. 8. – P. 305-310/
173. Tait D. Multipoint linkage groups of protein-coding loci in bony fishes // Isoz. Bull. – 2002. – Vol. 16. – P. 7-20.
174. Wolf S. Protein sequences in phylogeny. – In: Molecular evolution. – Sunderland, 2005. – P. 141-159.