

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Астраханский государственный университет»

На правах рукописи



ТЯПУГИН ВАСИЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОДУКЦИОННЫХ СТАД БЕЛУГИ ДВУМЯ МЕТОДАМИ В САДКАХ
В УСЛОВИЯХ НИЖНЕЙ ВОЛГИ**

Специальность 06.04.01 «Рыбное хозяйство и аквакультура»

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук
Васильева Л.М.

Новосибирск, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	10
1.1. Краткая история формирования продукционных стад осетровых	10
1.2. Современное состояние промысловых запасов белуги в Каспии	20
1.3. Некоторые биологические особенности белуги	27
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	36
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	44
3.1. Рыбоводно-биологические показатели самок волжской белуги естественной генерации	44
3.1.1. Изменения показателей репродуктивной функции самок белуги, произшедшие за последние годы	45
3.1.2. Рыбоводно-биологические и гематологические показатели самок белуги яровой и озимой расы	47
3.1.3. Оценка потомства, полученного от самок белуги разной расы	49
3.2. Формирование продукционного стада белуги методом от икры до половозрелого состояния	53
3.2.1. Рыбоводно-биологические показатели сеголетков белуги, выращенных в садках и отловленных в море	54
3.2.2. Морфометрические и гематологические показатели ремонтных групп белуги, выращенных в садках	59
3.2.3. Морфометрические и гематологические показатели ремонтных групп белуги, отловленных в северной части моря	62
3.3. Формирование продукционного стада белуги методом доместикации	65
3.3.1. Исследования процессов прижизненного извлечения икры от самок белуги естественной генерации	65
3.3.2. Перевод прооперированных самок белуги на кормление искусственными кормами	68
3.4. Оценка репродуктивной функции доместифицированных самок белуги, впервые созревших в садках	73
3.4.1. Созревание самок белуги в садках	74
3.4.2. Сравнительная оценка репродуктивной способности самок белуги, созревших в садках и в природной среде обитания	75
3.4.3. Влияние условий содержания на процесс созревания доместифицированных самок белуги	78

3.5. Влияние межнерестовых периодов на репродуктивную функцию доместицированных самок белуги	80
3.5.1. Прирост массы доместицированных самок белуги до повторного созревания в садках.....	80
3.5.2. Рыбоводно-биологические и гематологические показатели самок белуги, дважды созревших в садках	83
3.5.3. Рыбоводно-биологические и гематологические показатели доместицированных самок белуги, трижды созревших в садках	86
3.6. Рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами в условиях нижней Волги	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
ВЫВОДЫ	94
ПРИЛОЖЕНИЕ А	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ	116

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. В современных условиях катастрофического сокращения природных запасов осетровых рыб особую озабоченность вызывает состояние белуги, которая уже отнесена в ранг исчезающего вида. Белуга была важным объектом каспийского промышленного лова осетровых, т. к. от неё получали ценнейшие деликатесные продукты питания – дорогостоящую чёрную икру и нежнейшее мясо рыбы. Физиологическое состояние производителей белуги, естественной популяции за последние годы претерпели значительные изменения, кроме того, в рыбоводный процесс стали вовлекаться особи озимых рас вместо яровых. Для сохранения этого редкого уникального вида осетровых рыб необходимо принятие мер по охране природных ресурсов белуги и повышению эффективности как естественного воспроизводства, так и искусственного. В то же время естественное воспроизводство белуги в Волго-Каспийском бассейне фактически сведено к нулю, масштабы искусственного воспроизводства значительно снижены из-за возрастающего дефицита производителей. В этих условиях возникает необходимость ускоренного формирования продукционных стад белуги в контролируемых условиях содержания как для целей искусственного воспроизводства, так и товарного осетроводства. Известные методы формирования стада производителей изучены и применяются для многих видов осетровых рыб, в частности, русского и сибирского осетров, стерляди и др., но условия выращивания и содержания белуги в садках недостаточно исследованы. В этой связи исследования по особенностям формирования маточных стад белуги в садках двумя методами в условиях нижней Волги, где ещё возможна заготовки производителей из природной среды обитания, весьма важны и актуальны.

Степень её разработанности. В России продукционные стада осетровых рыб начали формироваться сравнительно недавно, в связи со стремительным снижением природных ресурсов. Наметились три основных направления использования производителей осетровых рыб из продукционных стад: получение

потомства для целей воспроизводства, выращивание посадочного материала для товарных хозяйств, производство ценной деликатесной пищевой икры. Известны методы формирования маточных стад осетровых рыб: от икры до половозрелого состояния и domestикация или адаптация диких особей к искусственным условиям содержания (Львов, 1986; Кондратьев, 1994; Соловьева, 1994; Шебанин и др. 1994; Подушка, 1999; Свирский и др. 2000; Чебанов и др. 2000; Васильева, 2000; Тяпугин, 2006). Первые опытные ремонтно-маточные стада осетровых формировались в тепловодных хозяйствах и зонах прудового рыбоводства с наиболее благоприятными температурными условиями выращивания. Процессы формирования продукционных стад белуги в садках при естественных температурах воды мало изучены. Информация о получении зрелых половых продуктов от выращенных производителей белуги крайне скудна (Бурцев, 1983; Львов, Соловьева, 1996). Известно лишь, что созревшие производители имели солидный возраст: самцы 12–14 лет, самки 16–20, поэтому не многие хозяйства берутся за формирование маточных стад белуги методом от икры до половозрелого состояния. Современные технологии прижизненного получения икры от осетровых рыб и последующим переводом прооперированных самок в продукционные стада позволяют их многократное использование в репродуктивном процессе (Бурцев 1969; Подушка, 1986, 1999; Бурцев и др., 1999; Подушка, 1999, Тяпугин и др. 2009). Метод domestикации производителей белуги может осуществляться только в тех регионах, где имеется возможность заготовки производителей естественной генерации, в основном это Каспийский бассейн.

В современных условиях весьма актуальны исследования физиологического состояния белуги естественной генерации для оценки изменений, произошедших за последние годы, а также особенностей формирования продукционных стад белуги в садках в нижней части Волги двумя методами – от икры до половозрелого состояния и domestикацией.

Цель исследований: разработать рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами в условиях

нижней Волги и оценить морфометрические и физиологические изменения производителей белуги, естественной генерации.

Задачи исследований.

1. Исследовать рыбоводно-биологические показатели самок белуги волжской популяции и оценить изменения, произошедшие за последние годы в Волго-Каспийском бассейне.

2. Изучить морфо-биологические и физиолого-биохимические показатели сеголеток и разновозрастных ремонтных групп белуги, выращенных в садках, и сравнить с особями, отловленными из естественной среды обитания.

3. Разработать оптимальные условия доместикации прооперированных самок белуги после прижизненного извлечения икры к содержанию в садках.

4. Сравнить рыбоводно-биологические показатели репродуктивной функции самок белуги, впервые созревших в садках и в природных условиях.

5. Исследовать физиологическое состояние и показатели репродуктивной функции самок белуги, неоднократно созревших в садках, в зависимости от продолжительности межнерестовых интервалов.

6. Разработать рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами – «от икры до икры» и доместикацией.

Научная новизна. Впервые изучены показатели репродуктивной функции и физиологического состояния самок белуги яровой и озимой рас нижней Волги. Оценено потомство, полученное от них. Представлена возрастная динамика рыбоводно-биологических показателей и физиологического состояния сеголеток и ремонтных групп РМС белуги, выращенных в садках и отловленных в северной части моря. Исследованы рыбоводно-биологические показатели репродуктивной функции самок белуги, впервые созревших в садках и в природной среде обитания. Впервые изучено влияние продолжительности межнерестовых интервалов на рыбоводно-биологические показатели репродуктивной функции самок белуги, неоднократно созревших в садках.

Теоретическая и практическая значимость работы. Показана биологическая особенность самок белуги, позволяющая адаптироваться к

искусственным условиям содержания в садках, несвойственных для них, и неоднократно созревать в них. Установлено, что скорость протекания генеративных процессов у самок белуги, содержащихся в садках выше, чем в природной среде обитания.

Разработаны рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках в условиях нижней Волги двумя методами: от икры до половозрелого состояния и доместикацией, в которых подробно отражены основные приёмы выращивания рыб в садках от личинки до созревания, а также адаптации самок белуги естественной генерации после прижизненного изъятия икры к искусственным условиям содержания. Применение указанных разработок в практической деятельности рыбоводов позволит сформировать эффективные продукционные стада белуги, от которых можно регулярно получать икру для рыбоводных целей и товарного производства. Представленные разработки успешно применяются в Астраханской области на рыбоводных предприятиях ООО «АРК «Белуга» и ООО «РВК Раскат». Кроме того, результаты и выводы, изложенные в диссертации, могут быть использованы в работе научно-исследовательских институтов, в высших и средних учебных заведениях при чтении дисциплин «Осетроводство», «Аквакультура», «Искусственное воспроизводство осетровых рыб», «Кормление рыб в аквакультуре» и др.

Методология и методы исследований. Для выполнения исследований по теме диссертации была разработана схема экспериментальных работ, согласно которой выполнялся комплексный анализ производителей белуги по рыбоводно-биологическим и некоторым физиолого-биохимическим показателям: концентрация гемоглобина, общего сывороточного белка и скорости оседания эритроцитов. Осуществлялся регулярный мониторинг за температурным и гидрохимическим режимами в садках, а также периодически определялись содержание биогенных веществ в воде. Проводились исследования рыбоводно-биологических показателей (масса, длина и упитанность) и физиологического состояния сеголетков и ремонтных групп белуги, выращиваемых в садках, в

сравнении с естественными условиями содержания. Оценивались показатели репродуктивной функции (масса рыбы, выход икры, рабочая плодовитость, процент оплодотворения, размер ооцитов) самок белуги, созревших в садках.

Основные положения, выносимые на защиту:

- качественные изменения репродуктивной функции самок белуги естественной генерации яровых и озимых рас;
- возрастная динамика морфо-биологических показателей сеголетков и ремонтных групп белуги, выращенных в садках и отловленных в море;
- преимущества формирования продукционных стад белуги в садках методом доместикации;
- сравнительная оценка показателей репродуктивной функции доместичированных самок белуги, неоднократно созревших в садках;
- рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами.

Степень достоверности и апробация работы. В представленной диссертационной работе использованы современные методики сбора и обработки проб, анализа полученных результатов исследования, применяемые в рыбоводной науке и практике. Научные положения и выводы, сформулированные в работе, подтверждаются обширными экспериментальными данными, которые получены в результате реализации разработанной схемы исследований. Методы, использованные при проведении исследований, соответствуют поставленным цели и задачам, представленные выводы базируются на анализе и обобщении полученных результатов и отвечают сформулированным задачам.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на международных конференциях: Первой научной конференции «Проблемы современного товарного осетроводства» (Астрахань, 2000), Международной конференции «Современные проблемы Каспия» (Астрахань, 2002), IV Международной научной конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2006), III Международной научной конференции с элементами научной школы для молодёжи «Экокультура

и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии» (Астрахань, 2010); Международного научно-технологического форума «Биоиндустрия – основа зелёной экономики, качества жизни и активного долголетия» «Инновационные технологии АПК России» (Москва, 2014).

Публикации. По результатам проведённых исследований опубликовано 17 научных работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертационная работа включает введение, литературный обзор, материалы и методы исследования, шесть глав экспериментальной части, заключение, выводы, список использованной литературы и приложения. Работа изложена на 116 стр. машинописного текста, включая 34 таблицы, 10 рисунков. Список литературы содержит 151 источник, в том числе 12 на иностранных языках.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Осетровые – уникальные реликтовые рыбы, обитавшие в северном полушарии нашей планеты в те далёкие времена, когда динозавры ходили по земле, в настоящее время находятся на грани исчезновения. Более 90% мировых запасов осетровых рыб сосредоточено в Каспийском бассейне, где обитают 6 видов этих рыб: белуга, русский и персидский осётр, севрюга, шип и стерлядь. В современных условиях, в силу целого ряда причин, запасы каспийских осетровых катастрофически сокращаются, и в ближайшие годы стоит угроза потери природных популяций этих ценных реликтовых видов рыб. В связи с этим необходимо предпринимать срочные, неординарные меры по сохранению и восстановлению природных ресурсов осетровых рыб. По мнению учёных и специалистов, работающих в области осетроводства, следует сосредоточить усилия на решении трёх важнейших задач.

1. Повышение эффективности естественного и искусственного воспроизводства осетровых рыб.

2. Развитие товарного осетроводства.

3. Ускоренное формирование продукционных (маточных) стад в промышленных условиях для целей искусственного воспроизводства и товарного осетроводства. Именно последняя задача – формирование маточных стад в контролируемых условиях, является ключевой в настоящее время для восстановления природных ресурсов осетровых рыб.

1.1. Краткая история формирования продукционных стад осетровых

История создания и эксплуатации маточных стад осетровых относительно коротка. Идея введения осетровых в культуру давно уже интересовала русских рыбоводов, включая родоначальника заводского рыборазведения в России В. П. Врасского (Грим, 1905). В XIX в. исследователи и рыбоводы-практики проявляли повышенный интерес к культивированию осетровых рыб и прежде

всего стерляди. В конце 70-х–начале 80-х гг. прошлого столетия запасы осетровых находились в относительно благополучном состоянии, поэтому многими специалистами негативно воспринимались предложения о необходимости создания и выращивания в искусственных условиях маточных стад осетровых. Крупные размеры взрослых рыб в сочетании с поздним достижением половой зрелости (свыше 15 и более лет для белуги, калуги, многих осетров), адаптивные особенности, характерные для хищников и дальних мигрантов (Васнецов, 1947), затрудняли их одомашнивание. Общеизвестным было мнение, что в прудах стерлядь не способна созревать и всю жизнь остаётся стерильной (Счастнев, 1941). В научной литературе было распространено ошибочное представление, что у осетровых в искусственных условиях процесс созревания половых желёз нарушается. Фундаментальные исследования и эксперименты по выращиванию различных видов осетровых рыб от икры до половозрелого состояния в прудах и бассейнах провёл Н. С. Строганов, результаты его работ обобщены в монографии «Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах» (Н. С. Строганов, 1968).

В начале 70-х гг. прошлого века была проведена акклиматизация, а затем и выращивание веслоноса до половозрелого состояния, и после созревания были осуществлены работы по искусственному воспроизводству (Виноградов, Мельченков, Ерохина и др., 1984). В те же годы проводились работы по формированию маточных стад стерляди (Михеев, 1972) и сибирского осетра (Соколов, Малютин, 1977).

В России промышленные маточные стада осетровых рыб начали формироваться сравнительно недавно. Ещё 25 лет тому назад вопрос о необходимости создания продукционных стад осетровых являлся дискуссионным. Считалось, что для большинства видов это мероприятие является чрезвычайно сложным биологически и экономически неоправданным. Однако стремительное снижение естественных запасов осетровых побудило специалистов коренным образом пересмотреть своё отношение к вопросам формирования репродуктивных стад. Трудно осмыслить, что ещё совсем недавно в Каспийском бассейне уловы этих видов рыб достигали 25–27 тыс. т, которые составляли до

85 % мировых запасов. При этом, не поддаётся также осмыслению, с какой скоростью такие богатейшие запасы этих эндемиков были разгромлены за какие-то истекшие 15–20 лет. Именно эта сторона проблемы побудила специалистов решать проблему формирования продукционных стад. Наметились три основных направления использования маточных стад: выращивание молоди для выпуска в естественные водоёмы, производство посадочного материала для товарных хозяйств и получение товарной пищевой икры. Поскольку осетровые в большинстве случаев являются длительно созревающими видами, то важным является вопрос об ускорении сроков выращивания рыб до половой зрелости (Подушка, 1999, Тяпугин, Васильева, 2012). Решение этой проблемы осуществляется двумя путями, а именно, за счёт доместикации диких производителей и выращивания зрелых рыб из потомства искусственной генерации.

Гибрид белуги со стерлядью – бестер, полученный проф. Н. И. Николукиным и Н. А. Тимофеевой в 1952 г. (Николукин, 1953), стал первым объектом товарного осетроводства, на котором разрабатывалась биотехнология выращивания товарных осетровых и создания маточных стад в рыбоводных хозяйствах разных типов – прудовых, садковых и бассейновых, пресноводных и морских (Николукин и Бурцев, 1969; Романычева, 1976; Крылова, 2003). Экспериментальное выращивание бестера в прудах проводилось более 10 лет в Тепловском рыбопитомнике Саратовской области, откуда всё ремонтно-маточное стадо бестера в 1963 г. было переведено в Аксайский рыбхоз Ростовской области. Выполненные экспериментальные работы показали, что гибридные формы осетровых созревают гораздо раньше, чем чистые виды рыб. Так, самцы бестера достигли половой зрелости в 3–4-летнем возрасте, самки – в 6–7 лет (Бурцев, 1969). Селекционная работа с этими гибридами продолжается до настоящего времени (Бурцев и др., 1989).

Существенное значение для решения проблемы полноциклового разведения осетровых имели исследования развития половых желёз созревших в искусственных условиях гибридов осетровых рыб и получения от них потомства

(Николюкин, Тимофеева, 1960; Николюкин 1964; Бурцев 1967; Акимова и др., 1979).

Однако, несмотря на достигнутые успехи в формировании маточных стад чистых видов осетровых и их гибридов, до начала 80-х гг. многолетнее выращивание рыб до половозрелости в искусственных условиях считалось экономически нецелесообразным. Перелом наметился лишь в 1981 г., когда на Конаковском живорыбном заводе впервые было получено потомство от выращенных в неволе производителей сибирского осетра ленской популяции (Бердичевский, и др. 1983). Посадочный материал ленского осетра, получаемый в Центре Европейской части страны, стал более доступным для потребителей и был завезён во многие рыбоводные хозяйства различных регионов (Смольянов, 1989). На основании полученных данных И. И. Смольяновым (1978) была разработана «Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах», послужившая основой ко многим нормативным документам по выращиванию разных осетровых рыб в различных регионах России. К настоящему времени накоплен огромный опыт формирования маточных стад осетровых многими предприятиями России. Первые опытные ремонтно-маточные стада осетровых формировались в тепловодных хозяйствах и зонах прудового рыбоводства с наиболее благоприятными условиями выращивания, таких как Аксайский рыбхоз (Ростовская область), Бертюльский ОРЗ (Астраханская область), Волгореченское тепловодное хозяйство (Кострома), рыбопитомник «Горячий ключ» (Краснодарский край), Икрянинский ЭОРЗ (Астраханская область), Конаковское тепловодное хозяйство (Тверская область) и т.д.

Информация о получении зрелых половых продуктов от выращенных производителей белуги крайне скудна (Бурцев, 1983; Львов, Соловьева, 1996). Известно лишь, что созревшие производители имели солидный возраст: самцы 12–14 лет, самки 16–20. Поэтому не многие хозяйства берутся за формирование маточных стад данного вида. В последние годы созрели самцы белуги, выращенные в рыбоводном цехе Алексинского химического комбината, в Электрогорском рыбоводном предприятии, на Рязанской ГРЭС, в научно-

производственном центре по осетроводству «БИОС». На тепловодных предприятиях срок созревания самцов белуги составил 4–6 лет, в Центре «БИОС» в прудах на естественной температуре воды – 12–14 лет. Масса созревших самцов белуги отличается незначительно – 25–35 кг.

Известно, что действующие осетровые рыбоводные заводы по искусственному воспроизводству дельты Волги функционируют в соответствии с «принципиальной схемой», разработанной ещё в 60-х гг. прошлого века. Принятая биотехника выращивания белуги предусматривает: ежегодную заготовку производителей из промысловых уловов, гормональную стимуляцию созревания половых продуктов и краткосрочное подращивание молоди в прудах до выпуска в естественные водоёмы. Эта схема осетрового хозяйства не предусматривает сохранение жизни производителей после получения икры и спермы, в результате искусственное воспроизводство белуги оказалось полностью зависимым от вылова производителей из природных водоёмов. Сложившаяся система искусственного воспроизводства, основанная на разовом использовании производителей, была сравнительно эффективна до тех пор, пока численность нерестовых популяций была многочисленной. В настоящее время резко сокращающееся количество идущей на нерест белуги не позволяет рыбоводным заводам работать по устоявшейся схеме. Нужны более совершенные технологии, позволяющие получать от минимального количества самок и самцов осетровых рыб не только максимальный выход потомства, но многократно использовать производителей в репродуктивном процессе. Решение этой задачи возможно за счёт сохранения жизни самки после операционного изъятия половых продуктов от осетровых (Бурцев, 1969; Подушка, 1986; Бурцев и др., 1999; Подушка, 1999; Шеходанов и др., 1999; Тяпугин и др., 2010) и перевода прооперированных самок в искусственные условия содержания.

Известны два метода формирования продукционных стад осетровых рыб: выращивание от икры до половозрелого состояния в искусственных условиях, так называемый - «от икры до икры», и одомашнивание (доместикация) половозрелых рыб, отловленных в естественных водоёмах. Стада осетровых рыб,

сформированных методом «от икры до икры», следует называть как ремонтно-маточные (РМС), т. к. в них кроме зрелых производителей содержатся неполовозрелые особи – ремонтные группы. Формирование ремонтно-маточного стада основывается на отборе элитного потомства из посадочного материала по установленным критериям с последующим выращиванием до половозрелого состояния (Шевченко и др., 1999; Тяпугин, Ферафонов, 2002; Попова и др., 2006; Львов и др., 2007). На стадии сеголетки осетровых рыб ведётся массовый отбор в подготовительные группы, которые содержатся в бассейнах в течение 2–3 лет, затем проводится корректирующий отбор и перевод этих рыб в состав ремонтно-маточного стада. В качестве основных критериев при отборе используют морфометрические признаки: масса тела (r), длина тела до развилки хвостового стебля (L_1 , см), коэффициент упитанности и длина хвостового стебля (l_x , см), измеряемый от начала анального плавника до развилки хвостового стебля. Существенным преимуществом этого метода является то, что рыба с ранних стадий онтогенеза хорошо приспособлена к условиям содержания, искусственному кормлению, имеется возможность проводить массовый отбор. Недостатками являются большая вероятность близкородственного скрещивания вследствие ограниченного числа исходных производителей и длительный период выращивания до первого получения половых продуктов (Васильева, 2000). Этот метод является наиболее распространённым, широко применяется при создании маточных стад стерляди, сибирского осетра, белуги, русского осетра, севрюги, амурского осетра, калуги (Львов, 1986; Кондратьев, 1994; Соловьева, 1994; Шибанин и др. 1994; Свирский и др. 2000; и др. 2000). При формировании ремонтно-маточного стада сроки полового созревания значительно варьируют в зависимости от температурного режима содержания (Васильева, 2000). Данные по созреванию осетровых в различных условиях: природных, индустриальных и прудовых (содержание в НПЦ «Биос»), представлены в табл. 1.

Сроки созревания осетровых видов рыб в различных условиях содержания

Вид рыб	Самцы			Самки		
	природные условия	ИРХ	НПЦ «БИОС»	природные условия	ИРХ	НПЦ «БИОС»
Стерлядь	3–4	2*	2–4	5–6	3–4*	2–5*
Русский осётр	6–7	3–4*	–	8–9	6–7**	–
Севрюга	5–6	3**	–	7–8	5–6**	–
Белуга	9–10	4–6*	12–14*	16–18	8–10*	18–20*
Сибирский осётр	6–7	2–3*	6–7*	8–9	6*	9–10*

Примечание: *– фактические данные, **– литературные источники

Оказалось, что и самцы, и самки всех видов осетровых рыб быстрее всего созревают в промышленных условиях при регулируемых температурных режимах, сроки созревания рыб в природных условиях и содержащихся в прудах имеют незначительные различия.

Метод «доместикации» – одомашнивание диких производителей осетровых рыб, заключается в получении от них половых продуктов с дальнейшим приучением к искусственным условиям содержания и повторном созревании. От заготовленных в природных условиях производителей прижизненно получают половые продукты и затем адаптируют к искусственным условиям содержания (Тяпугин, 2006). Наибольшая сложность возникает в работе с самками, которых оперируют для получения икры. Известны два способа проведения операций: по Бурцеву (разрез в брюшной полости) и по Подушке (подрезанием яйцеводов), последний менее травматичен, поэтому нашёл широкое распространение. Операцию осуществляют с применением анестезии для ослабления стресса. После операции самок осетровых рыб выдерживают в бассейнах в течение 1–2 недель, затем постепенно приучают к искусственным кормам. К настоящему времени получены положительные результаты по одомашниванию белуги и русского осетра, выживаемость по белуге составляет 95–98 %, по русскому осетру – 75–80% (Тяпугин, 2006). Этот метод позволяет в 2–3 раза сократить сроки формирования продукционного стада осетровых, т.к. он определяется только межнерестовым периодом. Метод доместикации осетровых рыб успешно применяется в научно-

производственном центре по осетроводству «БИОС», а затем и на всех осетровых рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству в Астраханской области, где ещё имеется возможность заготовки диких производителей (Тяпугин, Китанов, 2006).

Методом domestikации были сформированы маточные стада стерляди (Михеев, Михеева, 1981; Львов, 1982), обского осетра (Кондратьев, 1988), адриатического осетра (Wraï, 1994). Первые опыты по «одомашниванию» диких самок русского осетра в Нижнем Поволжье начаты сотрудниками лаборатории индустриального осетроводства КаспНИРХ (Львов, Попова, Чуканов, 1991). Были получены положительные результаты по адаптации и созреванию диких самок русского осетра в прудах. Работы по приучению к условиям содержания в прудах диких самок белуги в Низовьях Волги начаты в 1996 г. (Шеходанов, Минияров, Тяпугин, 1999).

К настоящему времени в ряде рыбоводных хозяйств России сформированы методом domestikации продукционные стада сибирского осетра, белуги, бестера, стерляди, русского осетра и веслоноса (Васильева, 2000). Продукционные стада, сформированные методом domestikации, имеются на осетровых рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству, расположенных на Нижней Волге, и в хозяйствах, занимающихся товарным осетроводством. Производители из domestikцированных стад осетровых рыб используются как в рыбоводных процессах для целей искусственного воспроизводства, так и для получения товарной продукции в виде рыбопосадочного материала и пищевой икры, в некоторых стадах имеются самки белуги, у которых неоднократно (4–6 раз) извлекали икру.

При формировании продукционных стад осетровых рыб методом domestikации имеется ряд проблем, требующих научных изысканий, в частности, таких как сокращение межнерестовых интервалов у работающих производителей и разработка привлекательных специализированных комбикормов для рыб, содержащихся в стадах, с технологией кормления, особенно на этапе приучения «диких» особей к потреблению искусственных кормов в условиях рыбоводных

предприятий (Дурин и др., 1997; Васильева, Ходоревская, 1999; Тяпугин, Васильева, 2000; Васильева, 2001, 2004;).

Работы по формированию маточного стада осетровых методом доместикации весьма перспективны в силу того, что можно получить положительный результат в виде повторно созревших самок уже через короткий промежуток времени. Однако этот метод имеет существенный недостаток, т. к. неизвестна история каждой особи, что затрудняет ведение селекционно-племенной деятельности, кроме того, осетровые рыбы весьма консервативны в пищевом поведении и при приучении к искусственным кормам могут отказываться потреблять их, поэтому оптимизация процесса кормления рыбы занимает ключевое место в биотехнике доместикации (Тяпугин, Васильева, 2000), т. к. не все особи адаптируются к искусственным условиям содержания.

Имеются сведения сотрудников КрасНИИРХа о созревании производителей белуги, выращенных от «икры до икры» в прудовых условиях рыбоводного хозяйства (Чебанов и др., 2001). В работах по получению потомства были задействованы самцы и самка одной генерации, что привело к появлению значительного количества аномально развивающихся эмбрионов, хотя процент оплодотворения икры был высоким. Сотрудниками этого института показана необходимость разработки мер, направленных на снижение негативных последствий искусственного отбора для максимального сохранения исходного генотипического разнообразия при формировании РМС осетровых (Березовская и др., 1999; Чмырь, 1999; Чебанов, Чмырь, 2000; Chebanov, 1998; Chebanov, Billard, 2001; Chebanov et al, 2002).

Интересные результаты экспериментальных работ по формированию и эксплуатации маточного стада стерляди, а также сибирского осетра, были получены в Тюменском рыбопитомнике, где была предложена оригинальная технологическая схема формирования и содержания РМС стерляди в бассейнах с использованием геотермальных вод (Рождественский, Вдовченко, 1999; Чепуркина и др., 2004). Было показано, что использование геотермальных вод позволяет увеличить скорость темпов роста у стерляди в 3,8–7,5 раз по сравнению с традиционным способом выращивания молоди в прудах на воде из р. Иртыш.

Китайские исследователи при формировании продукционных стад дальневосточных видов осетровых рыб указывают, что ремонтные группы амурского осетра хорошо адаптируются к содержанию в традиционных для китайского рыбоводства прудах, озёрах и садках (Zhuang et al., 2002).

В Соединённых Штатах действуют программы по воспроизводству запасов короткорылового осетра *Asipenser Brevirostrum*, причём икра у самок отбирается прижизненными методами (Smith et al., 2002a, b; Smith, Collins, 1996; Weber et al., 1998; Collins et al., 1999).

Во Франции формируется ремонтно-маточное стадо сибирского осетра с содержанием ремонта в бассейнах и кормлением искусственными кормами с целью получения посадочного материала для товарного осетроводства, здесь же осуществляется европейская программа по восстановлению атлантического осетра (Williot et al., 1991, 1997; Billard et al., 1999).

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) разработано принципиально новое решение проблемы, предусматривающее создание производственной базы по выращиванию производителей и эксплуатации маточных стад осетровых путём использования имеющегося потенциала тепловодных промышленных хозяйств (Багров, Виноградов, 1999; 2001). Такой подход позволяет вдвое сократить сроки реализации поставленной задачи и обеспечить стабильную эксплуатацию осетровых рыбоводных заводов. Так, согласно нормативно-технологической документации по разведению и выращиванию осетровых рыб, разработанных ВНИИПРХ, при выращивании осетра при среднегодовой температуре около 25°C годовики могут достигнуть массы не менее 3 кг. Самки белуги созреют на пятом году жизни. На осетровых рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству дельты Волги формируются маточные стада из потомства искусственной генерации и доместичированных производителей белуги. В вопросах формирования ремонтно-маточных стад осетровых рыб, в том числе и белуги, много нерешённых проблем, таких как уточнение сроков созревания самок и самцов, содержащихся при естественной и управляемой температуре

воды, определение пола в раннем возрасте рыб, получение физиологически полноценного потомства с использованием оптимальных рецептур комбикормов и т. д. Самым существенным недостатком в решении этой проблемы является то, что в последнее время практически полностью отсутствует генетический контроль формируемых стад осетровых рыб, а также углубленные исследования их физиолого-биохимического статуса. При этом преимущество при формировании продукционных стад отдаётся осетру и белуге, в то время как севрюге практически не уделяется должного внимания, несмотря на то, что численность этого вида осетровых рыб в природе стремительно сокращается.

В мире интерес к товарному выращиванию осетровых рыб проявился в конце 60-х гг. прошлого века и с каждым годом возрастает. С целью получения товарной продукции и, прежде всего, пищевой икры из осетровых рыб формируются ремонтно-маточные стада методом «от икры до икры». Такие стада уже сформированы и интенсивно эксплуатируются во многих странах мира: Китай, США, Россия, Германия, Франция, Италия, Болгария, Молдова, Израиль, Голландия и др., в них ежегодно производится свыше 500 т пищевой осетровой икры.

1.2. Современное состояние промысловых запасов белуги в Каспии

Белуга была важным объектом каспийского промышленного лова осетровых рыб, т. к. от неё получали ценнейшие деликатесные продукты питания – дорогостоящую чёрную икру и нежнейшее мясо рыбы. Основным местом её обитания и добычи всегда был Волго-Каспийский бассейн, распределение белуги на пастбищах Каспийского моря определяется факторами среды и численностью популяции (Книпович, 1921; Бабушкин, 1964; Пискунов, 1965; Захаров, 1975).

До 1960 г. формирование запасов белуги осуществлялось за счёт естественного воспроизводства. В траловых уловах молодь встречалась единично. Плотность её запаса составляла 0,2–0,76 экз./100 трал. В 1961–1970 гг. в результате деятельности осетровых рыбодных заводов по искусственному

воспроизводству молоди численность её на морских пастбищах увеличилась в 5 раз. Средний улов за этот период достиг 3,3 экз./100 трал. В начале XXI в. относительные показатели вылова молоди возросли до 14,0 экз./100 трал (Легеза, 1989).

Однако за последние годы численность белуги в Каспийском море стремительно сокращается. Низкая эффективность естественного воспроизводства, снижение масштабов заводского воспроизводства на фоне вспышки браконьерства привели к тому, что данный вид отнесён в ранг исчезающего. Резкое снижение численности популяции белуги произошло после распада Советского Союза в 1991 г. Образование независимых прикаспийских государств способствовало фактическому возобновлению морского промысла и резкому росту браконьерства, изымающего в первую очередь наиболее крупных и зрелых особей. Снижение численности белуги, к сожалению, продолжается и в настоящее время, что подтверждается траловыми съёмками на всей акватории Каспия. В средней и южной частях Каспийского моря вылов белуги за одно траление начал резко сокращаться с 1996 г. до настоящего времени, прослеживается тенденция преобладания мелких особей белуги (Ходоревская, 2002). Анализ материалов учётной траловой съёмки показывает, что летний показатель улова молоди белуги на 100 тралений в 2001–2002 гг. возрос по сравнению с 1994 г. с 10,0 экз./100 тралений до 14–18,0 экз./100 тралений. В настоящее время относительные показатели вылова молоди белуги уменьшились и не превышают 6–7 экз. за 100 тралений.

В начале XXI в. изменилась и доля белуги, составляющая промысловый запас. Количество взрослых рыб возросло до 14,8 %. Наблюдается тенденция увеличения взрослых особей белуги длиной более 180 см и снижение численности молоди белуги на пастбищах Северного Каспия. Качественная структура белуги характеризовалась следующими показателями: длина от 44 до 200 см (средне популяционная – 144,9 см), масса от 0,32 до 62 кг (средне популяционная – 25,3 кг).

В уловах встречались особи белуги в возрасте от 1 года до 17 лет. У самок преобладали рыбы поколения 1994 г. (30,0 %), у самцов – особи поколений 1997 и 1991 гг. (по 22,2 %). Средний возраст самок составил 9,0 лет, самцов 9,1 лет. Средний возраст популяции 8,65 лет. Позитивным фактором являлось повышение доли самок в популяции с 22,2 % в 2000 г. до 59,1 % в 2002 г. В 2002 г. значительно возрастает процент особей длиной более 180 см с 8,7 % в 1999 г. до 20,6 % (Ходоревская, 2002). В дальнейшем численность белуги в Каспийском море начала резко сокращаться, основной причиной уменьшения запасов белуги является возобновлённый с 1991 г. морской промысел осетровых и значительно возросшее браконьерство. Огромное влияние на формирование запасов популяции белуги оказывают результаты искусственного воспроизводства. Согласно имеющимся данным, доля популяции белуги от заводского разведения превышает 98 %. Объёмы выпуска молоди белуги в 1997–2001 гг. составили от 2,8 до 17,1 млн. экз. В последние годы количество выращиваемой молоди белуги всеми прикаспийскими государствами сократилось более чем в 5 раз (Ходоревская, 2002). Снижение интенсивности пополнения популяции белуги молодью искусственной и естественной генерации, а также прессинг незаконного вылова как в море, так и на путях нерестовых миграций, всё это поставило под угрозу существование популяции этого уникального вида каспийской реликтовой ихтиофауны. Российская Федерация принимает ряд мер, направленных на сохранение популяции белуги. С 2000 г. запрещён промышленный лов, а её изъятие производится только для выполнения работ по воспроизводству и научно-исследовательских программ.

Промысловые уловы белуги постоянно менялись, так, перед первой мировой войной добыча её достигала 7,85 тыс. т, составляя около одной четверти улова всех осетровых рыб в бассейн. В начале 80-х гг. прошлого столетия её здесь вылавливали от 1,6 до 2,0 тыс. т. На рис. 1 показаны промысловые уловы белуги в Волго-Каспийском бассейне с 1965 по 2004 гг., которые характеризуются постоянным снижением, особенно резкий спад добычи белуги обозначился с

начала 90-х гг., а в начале нынешнего столетия Россией в одностороннем порядке был принят мораторий на отлов белуги для промышленных целей.

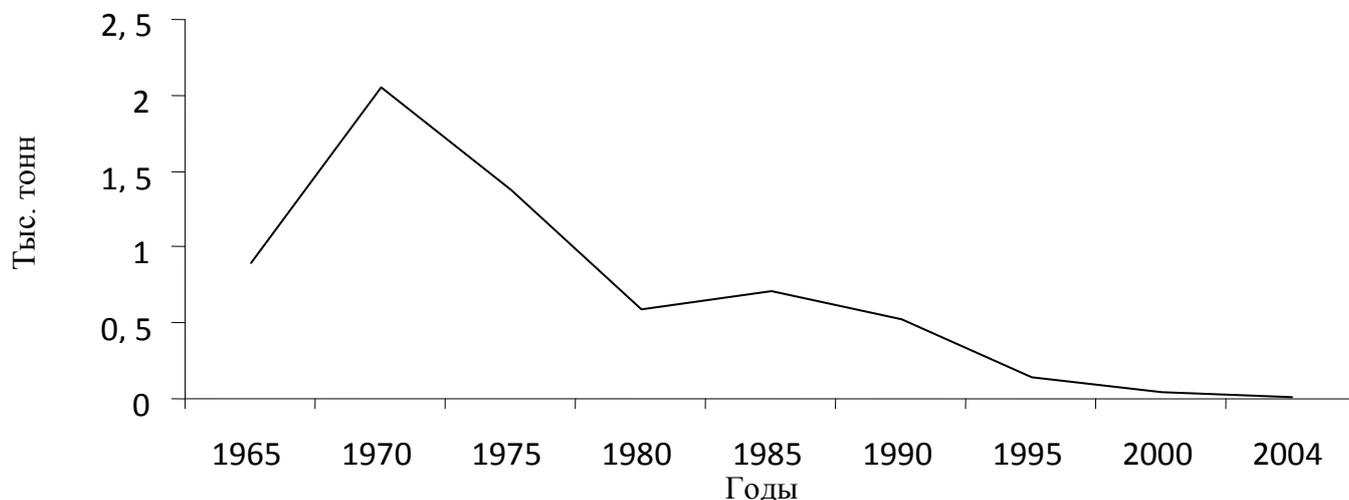


Рис. 1. Промысловые уловы белуги в Волго-Каспийском бассейне в 1965–2004 гг.

Траловые съёмки, регулярно проводимые сотрудниками КаспНИРХа, показывают, что численность белуги в Каспийском море также постоянно менялась, максимальная наблюдалась в конце 70-х гг. (21,3 млн. экз.), а затем неуклонно снижалась и к началу XXI в. сократилась более чем в 10 раз. По мнению Ходоревской и др., (2002), это вызвано тем, что значительная часть особей белуги нагуливается в прибрежной зоне моря, где интенсивность незаконного промысла наиболее высока. Представленные в табл. 2 численность белуги в море и её уловы с 1965 г. свидетельствуют о том, что начиная с конца 70-х гг. эти показатели постоянно снижаются, особенно резкое падение промысловых уловов произошло в начале 2000-х гг., когда численность сократилась до 2,0 тыс. экз. и уловы упали с 1,38 до 0,015 тыс. тонн. Обращает на себя внимание и то, что средняя популяционная масса рыб также имеет тенденцию к снижению, что указывает на неблагоприятное состояние популяции каспийской белуги.

**Промысловые уловы белуги в Волго-Каспийском районе
(Ходоревская, Новикова, 2002)**

Год промысла	Средняя популяционная масса, кг	Улов, тыс. т	Численность, тыс. экз.
1965	94,3	0,90	9,5
1970	102,3	2,05	20,0
1975	95,7	1,38	14,4
1980	83,0	0,59	6,6
1985	74,0	0,71	9,6
1990	54,6	0,52	9,6
1995	121,2	0,14	6,7
2000	71,8	0,044	2,8
2004	63	0,015	2,0

В 1924–1931 гг. средняя масса белуги, вылавливаемой в низовьях Волги, колебалась от 71,4 до 83,5 кг, а в 1931–1947 гг. составляла 45,7–68,8 кг. Отмеченное резкое снижение средней массы белуги явление не случайное, а вызванное большими изменениями, произошедшими в эти годы в каспийском белужьем красноловье. В 1941 г. после запрещения всякого лова осетровых на пастбищах качественный состав уловов белуги в Северном Каспии стал постепенно улучшаться (Бабушкин, 1964). В начале 70-х гг. средняя популяционная масса белуги была в пределах 100 кг, в конце 90-х и начале 2000 гг. – 60 кг.

В современных условиях нерестовая популяция белуги состоит в основном из впервые созревающих рыб (47,7 %), повторно созревающие рыбы составляют (44 %), величина остатка крайне низкая – 8,3 % (Ходоревская и др. 2002).

Сокращение численности производителей белуги, пропускаемых на нерестилища, явилось основной причиной снижения эффективности её естественного воспроизводства. Пропуск самок на нерестилища сократился с 33,6 (1979–1985 гг.) до 21 % (1986–1992 гг.), а в последние 3–5 лет производители белуги вообще не доходят на места нереста, при одновременном снижении за последние двадцать пять лет общей численности производителей в среднем с 5,4 до 0,7 тыс.

экз., т. е. на 87 %.

В условиях сокращения нерестовой части популяции, усиления браконьерства в реке численность производителей на нерестилищах критически мала (Ходоревская, Новикова, 1995). Сократилась доля самок с 38,3 в 80-е гг. до 8% в начале 2000-х гг. (табл. 3). Всё это свидетельствует о том, что условия для размножения и обитания белуги не оптимальны (Распопов, 1993). В настоящее время естественное воспроизводство белуги в Волге практически исчезло.

Таблица 3

Эффективность размножения белуги в Волге

Год	Пропуск производителей, тыс. экз.	Доля самок, %	Промысловый возврат, тыс. т
1980	5,4	38,3	0,47
1985	6,2	24,5	0,54
1990	4,1	17,6	0,43
1995	1,2	24,6	0,14
2000	0,69	13,0	0,148
2004	0,7	8,0	0,109

В 1991–2005 гг. формирование естественного воспроизводства осетровых проходило, с одной стороны, в условиях устойчивого повышения водности Волги в весенне-летний период, с другой – стабильного сокращения нерестовой части популяции и соответственно пропуска производителей на нерестилища.

Возросшее браконьерское изъятие ходовых производителей осетровых рыб на основных водотоках Нижней Волги является причиной низкой эффективности нерестилищ верхней и средней зон. Особенно это ощутимо в маловодные годы. Об этом свидетельствует тот факт, что с 1997 г. скат личинок белуги с этой нерестовой зоны р. Волга отмечен только в многоводные годы с объёмом стока весеннего половодья не менее 120,0 км³. В более благоприятных условиях для естественного размножения оказалась яровая форма этого вида. Однако численность нерестовой части этой биологической группы в настоящее время исчисляется единичными экземплярами.

Современное состояние естественного воспроизводства белуги не только не может обеспечить промысловую численность, но и поддержать гетерогенность

популяции. Естественно, что на этом фоне важную роль в сохранении вида является искусственное воспроизводство, сыгравшее в своё время существенное значение в сохранении численности каспийской белуги. Ведущая роль в пополнении запасов белуги принадлежит осетровым рыбоводным заводам Нижней Волги.

Согласно статистическим данным, выпуск молоди белуги осетровыми рыбоводными заводами начался с 1959 г. с колебаниями от 0,5 млн. экз. до 20,6 млн экз. в год. В последние годы воспроизводство этого вида рыбоводными заводами Нижнего Поволжья не превышает 0,1 млн. экз. (рис. 2). В 2010 г. выпуск молоди белуги составил всего 45 тыс. шт.

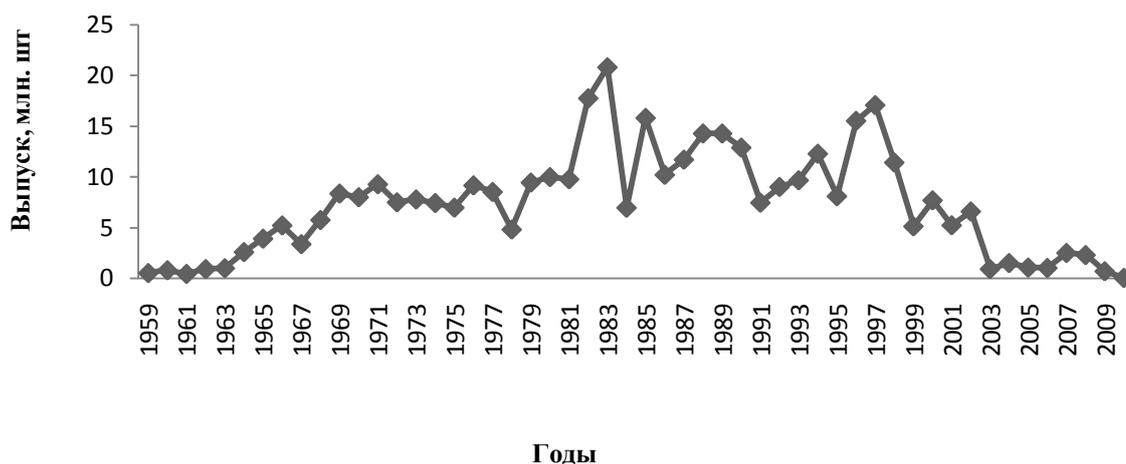


Рис. 2. Динамика искусственного воспроизводства белуги волжскими рыбоводными заводами

Представленные многолетние данные, отражающие динамику выпуска молоди белуги ОРЗ Нижней Волги за период с 1959 по 2010 гг., свидетельствуют, что объёмы выпуска молоди практически сводятся к нулю. Максимальные объёмы искусственного воспроизводства рыбоводными заводами «Севкаспрыбвод» были достигнуты за период со второй половины и до конца прошлого столетия. Это обусловлено тем, что в эксплуатацию вводились новые производственные мощности, а также разработанная технология

воспроизводства отвечала требованиям производства и полноте обеспечения необходимого количества и качества производителей.

Из представленных данных видно, что начиная с 1970 г. объёмы воспроизводства молоди белуги стабилизировались на уровне 10–15 млн. шт. в год, что в полной мере отвечало предложениям по видовому соотношению выпуска молоди осетровых в Каспий. Согласно динамике воспроизводства, 1984 и 1998 гг. отличаются максимумом выпуска молоди белуги в Каспий, достигшим 18–20 млн. шт. Начиная с 1999 г. объёмы воспроизводства белуги начали резко снижаться в связи с интенсивным изъятием нерестовой части популяции и сокращения общих запасов в море. На осетровых рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству управления «Севкаспрыбвод» обеспеченность рыбоводных процессов за последние годы составляла следующее количество самок белуги: осенью 2004 г. заготовлена одна самка массой 110 кг, а весной 2005 г. две самки общей массой 470 кг. В 2007 г. в весеннюю путину было отловлено всего три самки общей массой 375 кг. За последние три года (2008–2010 гг.) в общей сложности для целей искусственного воспроизводства заготовлено лишь 3 самки, в 2012, 2014 и 2015 годах не заготовлено ни одной самки белуги (данные Севкаспрыбвода).

Таким образом, как в ближайшей, так в отдалённой перспективе необходимо искать альтернативные варианты повышения масштабов искусственного воспроизводства молоди белуги для пополнения естественных запасов. Одним из основных мероприятий по сохранению генофонда данного вида является формирование продукционных стад в заводских условиях двумя известными методами: domestikацией зрелых производителей и выращиванием белуги от икры до половой зрелости.

1.3. Некоторые биологические особенности белуги

Белуга (*Huso huso*) – достигает возраста свыше 100–118 лет (Кожин, 1964;

Бабушкин, 1964; Цепкин, Соколов, 1971). Однако в настоящее время такие экземпляры практически не встречаются. По данным М. И. Легезы (1971), в 1962–1969 гг. предельный возраст белуги в море составлял 63 года. Максимальный возраст каспийской белуги в настоящее время не превышает 50–56 лет (Распопов, 1993). В. В. Петров (1927) описывает самку массой более одной тонны в возрасте 72–78 лет. Возраст самца белуги весом 725 кг оказался равным 113 годам (возможные отклонения от 107 до 118 лет). Этот возраст, по-видимому, является не предельным для белуги, если учесть, что отдельные особи достигают веса 1 800 кг. Средняя длина самок белуги, входящих в реки на нерест, колеблется от 230 до 270 см массой от 90 до 120 кг, а зрелые самцы от 180 до 220 см массой от 60 до 90 кг. В последние годы происходит омоложение нерестовой части популяции белуги: в уловах всё чаще встречаются молодые мелкие особи: самки 12–14 лет массой 50–70 кг, самцы 8–10 лет массой 35–50 кг, хотя считалось (Никольский, 1950), что самки волжской белуги созревают в возрасте 16–23 года, а самцы в 12–18 лет. Средние показатели длины и массы данного вида рыб составляют 153,9 см и 37,3 кг. Старше возрастные рыбы не превышают 9%, а на долю впервые созревающих особей приходится до 35% (Мажник и др., 2005). Белуга имеет массивное, толстое тело, рыло короткое, тупое (*huso* в переводе с латинского языка – свинья). Рот полулунной формы, большой, но, в отличие от калуги, не переходящий на бока головы. В спинном плавнике 48–81 лучей, в анальном – 22–41. Спинных жучек 9–17, боковых 37–53, брюшных 7–14. В спинном ряду первая жучка наименьшая. Жаберных тычинок 17–36. Спина и бока тела серовато-тёмные, брюхо белое. В уловах встречаются рыбы с чёрной окраской спины и боков тела. Относится к 120-хромосомной группе осетров: $2n = 116 + 4$, $NF = 184$ (Берг, 1948; Pirogovsky et al., 1989). Иногда выделяются подвиды: в Чёрном море – *H. huso ponticus* (Sal'ònicov and Malyatskiy, 1934), в Азовском – *H. huso maoticus* (Sal'ònicov and Malyatskiy, 1934) (Аннотированный каталог..., 1998). Белуга – самая крупная рыба Каспийского моря. Сведения о вылове наиболее крупных рыб приведены в табл. 4.

Наиболее крупные белуги, выловленные в Каспийском море

Год, месяц	Место вылова	Длина, см	Вес, кг	Возраст, лет
<i>Самки</i>				
1827	–	–	1 500	–
1890, XII	Бирючья коса	–	1 200*	–
1890, XII	То же	–	1 200**	–
1922, XII	Волго-Каспийский район	–	1 229	–
1926	Уральский район	424	Около 1 000	72–78
1995	Северный Каспий		1 800	–
<i>Самцы</i>				
1937	Ялама (Средний Каспий)	490	1 004	91–101
1939, III/V	Северный Каспий	490	841	–
1940	Северный Каспий	400	725	107–118

Примечание: * – в том числе 156 кг икры, ** – в том числе 245 кг икры.

Но огромные рыбы встречаются крайне редко и их значение в промысле невелико. По данным С. Г. Гмелина (1783), в низовьях Волги в конце XVIII столетия основную массу уловов белуги составляли экземпляры весом 655–820 кг. Насколько резко изменилось это положение в Волге видно хотя бы из того, что О. А. Гримм (1893, 1902) средний вес белуги в 1879–1892 гг. определял в 72,1 кг.

Длина половозрелых рыб сильно варьирует. По имеющимся данным длина самок, входящих для икрометания в Волгу, колебалась от 136 до 405 см, а самцов – от 148 до 339 см. Самки, как правило, гораздо крупнее самцов. Длина самок, мигрирующих в Куру, колебалась от 151 до 411 см, самцов – от 138 до 330 см (Бабушкин, 1964).

Вопросы полового созревания и периодичности нереста каспийской белуги менее изучены, чем у осетра и севрюги (Петров, 1927; Бабушкин, Борзенко 1951; Бабушкин, 1964; Делицин, 1966; Пашкин, 1968, 1969). Половозрелость у белуги наступает поздно: у самцов минимум в возрасте 12 лет, у самок в 15 лет. Половая зрелость у каспийской белуги наступает очень поздно. Наименьший возраст белуги, мигрирующей в Волгу на нерест, для самцов 12 лет, для самок 15 лет, а в Куру этот момент наступает для самцов в 13 лет, для самок в 18 лет. Основная

масса самцов этой рыбы созревает на 13–18 году. Самки в массовом количестве достигают зрелости в возрасте 16–27 лет, причём большее число их созревает на 22–27 году жизни. Столь позднее наступление половой зрелости обязывает вести промысел белуги с большой осторожностью, иначе запасы её будут подорваны (Бабушкин, 1964). В реке Дон самки созревают в возрасте 16–17 лет, самцы в 12–14 лет, самки волжской белуги – в 16–23 года; куринская белуга созревает ещё позже: самки – в 18–30, а самцы – в 16–25 лет (Мильштейн, 1982), созревание самок растянуто. Основное их количество начинает нереститься в возрасте 16–27 лет, причём большая часть из них на 22–27 году жизни. Интервалы между нерестовыми циклами составляют не менее 3–5 лет (Бабушкин, 1964; Пашкин, 1968), а в среднем между первым и вторым созреванием – 9 лет (Маилян, Касимов, 1980). Повторный нерест каспийской белуги, по оценкам В. М. Распопова (1992; 1993), наблюдается у самок с интервалом в 4–8 лет, у самцов – в 4–7 лет. При благоприятных условиях белуга, по мнению автора, может заходить в Волгу на нерест до 9 раз. Индивидуальная абсолютная плодовитость белуги колеблется от 150 до 3 915,3 тыс. икринок (Распопов, 1987). Абсолютная плодовитость волжской белуги в среднем равна 855 тыс. икринок (минимум – 225 тыс. шт., максимум – 710 тыс. шт.); уральской белуги – 738 тыс. шт. икринок (221–320 тыс. шт.). У куринской белуги абсолютная плодовитость составляет от 329 до 790 тыс. икринок; у донской – от 360 до 420 тыс. шт. (Мильштейн, 1982). От самки белуги массой более 1 000 кг получали до 200 кг икры, т. е. свыше 7 млн. икринок. В настоящее время в уловах преобладают самки плодовитостью 500–600 тыс. икринок.

В большинстве крупных рек белуга имеет озимую и яровую формы. В Волгу производители белуги заходят в сентябре–октябре (озимая форма) и в марте–апреле (яровая) (Распопов, 1981), преобладает озимая, зимующая на ямах раса. В Урале наоборот, около 70 % мигрирующих рыб составляет яровая раса, нерестящаяся в год захода в реку. Период размножения приходится на апрель–май. Нерест белуги проходит на пике паводка и начинается при температуре воды 6–7 °С. Оптимальными температурами для нереста являются 9–17 °С. Икра откладывается на глубоких местах (от 4 до 12–15 м) с быстрым

течением на каменистых грядках и галечных россыпях. Плодовитость в зависимости от размеров самок колеблется от 150 тыс. до 7 729,7 тыс. икринок. Среднегодовая абсолютная плодовитость за период с 1970 по 1985 гг. варьировала от 832,7 до 580,8 тыс. икринок; отмечена чёткая закономерность снижения средней абсолютной плодовитости к 1985 г. (Распопов, 1987). Икринки крупные, у волжской белуги их диаметр варьирует от 3,6 до 4,3 мм и масса от 25 до 38,5 мг. Нерест не ежегодный.

Белуга (*Huso huso*) распространена в Каспийском море повсеместно. Основные нерестовые реки – Волга и Урал. Анадромные миграции этого вида весьма сходны во всех частях ареала. Выделяют яровую и озимую расу (Берг, 1934, 1948), различающиеся биологическими особенностями и антигенным составом сывороточных белков (Бабушкин, 1942, 1964; Кожин, 1964, Каратаева и др., 1971; Лукьяненко и др., 1984). Максимальный ход белуги приходится на март–апрель и октябрь–декабрь. Яровые рыбы обычно несколько мельче озимых. В дельте Волги нерестовый ход на протяжении года выражается двухвершинной кривой с весенним и осенним максимумами (Бабушкин, 1964). В конце марта – начале апреля при температуре воды 4–7 °С наблюдается первый максимум нерестового хода с последующим его снижением. При температуре воды 11–17 °С отмечен второй осенний максимум. В нерестовой популяции белуги доминируют особи осеннего хода, численность которых составляет 60–70 % (Распопов, Путилина, 1989; Ходоревская и др., 1989). Белуга мигрирует по всему руслу реки, но предпочитает верхние слои воды (Распопов, Путилина, 1989; Распопов, Новикова, 1997).

Белуга относится к малохромосомным видам осетровых рыб. Кариотип белуги насчитывает $2n = 116 \pm 3$ хромосом. Число хромосомных плеч $NF = (180 \pm 4)$. Имеются данные по уровню биохимического полиморфизма. Доля полиморфных локусов у белуги составляет 26,8 %, доля гетерозигот 6,6 % (Богерук и др., 2001).

Каспийская белуга с генетических позиций не является однородной и состоит из трёх субпопуляций: волжской, уральской и южнокаспийской. На зимовку особи всех субпопуляций каспийской белуги покидают акваторию

Северного Каспия и концентрируются в Среднем и Южном Каспии. Белуга волжского происхождения нагуливалась в восточной части Среднего Каспия. В целом доля белуги волжского происхождения составляет 46 %, уральская – 54 %, южнокаспийская белуга в настоящее время практически исчезла (табл. 5).

Таблица 5

Популяционная структура каспийской белуги, %

Субпопуляции белуги	Годы исследований		
	2002	2003	2004
Волжская	47,0	44,4	46,1
Уральская	41,2	50	53,9
Южнокаспийская	11,8	5,6	0

В летнее время белуга волжского и уральского происхождения концентрируется в основном в Северном и Среднем Каспии. При этом примерно 60 % волжской белуги выловлено в восточной части Северного Каспия, 30 % и 10 % соответственно в западных частях Северного и Среднего Каспия. Примерно две трети рыб уральского происхождения выловлено в восточной части Северного Каспия и около 36 % рыб на восточном шельфе Среднего Каспия. Белуги южнокаспийского происхождения в уловах не встречались. Так, если в 2002 г. в море она составляла в среднем примерно 12 %, то в 2003 г. она снизилась почти вдвое – до 6 %, а в 2004 г. в уловах она практически не встречалась. Наметилась также тенденция роста доли белуги уральского происхождения с 41,2 % в 2002 г. до 53,9 % в 2004 г.

Таким образом, соотношение между различными субпопуляциями каспийской белуги в уловах изменяется: происходит увеличение доли белуги уральского происхождения при остающемся постоянном количестве волжских рыб (Каратаева и др., 1971; Гераскин и др., 2004, 2006).

Биологическая оценка нерестовых стад волжской белуги даётся в ряде работ (Бабушкин, 1964; Делицин, 1966; Пашкин, 1967; 1968; 1969; 1972; Павлов, Распопов, 1971; Распопов, 1981). В 1924–1938 гг. на нерест в Волгу мигрировали рыбы в возрасте от 12 до 61 года, в том числе самки 15–61 года (Бабушкин, 1964).

Белуга откладывает икру при температуре воды 8–15°C с последующим её развитием при 8–17 °С. Нерест белуги в естественных условиях проходит при температуре 5–8 °С. В искусственных условиях получение зрелой икры осуществляется в диапазоне 7–9 °С. Товарной массы (3–5 кг) на фоне естественных температур достигает в течение 2–3 лет.

Скат личинок белуги в реке, по некоторым данным, происходит практически без задержки. По другим данным, молодь белуги некоторое время нагуливается в реке, после чего скатывается на нагульные пастбища в море. В Каспийском море основные нагульные поля белуги расположены в северной его части. В пределах Каспийского моря также имеют место сезонные миграции: весной и летом большинство особей сосредоточено в северной части моря на основных нагульных площадях, в то время как осенью и зимой обнаружена миграция в среднюю и южную часть Каспия.

Характер питания белуги меняется в зависимости от возраста. Молодь длиной до 5 см питается придонными беспозвоночными – мизидами, гаммаридами, олигохетами и др. (Pirogovsky, Sokolov, Vasil'ev, 1989). Сеголетки в море питаются мизидами и рыбой (Беляева и др., 1972). Пища крупных и взрослых белуг состоит главным образом из рыбы, видовой состав которой зависит от района обитания. Рацион питания белуги состоит в основном из килек, сельдей, воблы и других частичковых видов рыб (Молодцова, Полянинова, 2005). В искусственных условиях адаптируется к гранулированным и пастообразным кормам. В Каспийском море её основными кормовыми объектами являются вобла, судак, сазан, лещ, кильки и другие рыбы. Белуга охотно поедает собственную молодь и других осетровых. В Чёрном море в её желудках встречаются хамса и бычки.

Азовская белуга самая быстрорастущая, раносозревающая и наиболее ценная внутривидовая форма белуги. В прошлом достигала 4,6 м длины и массы 750 кг при максимальном возрасте 58 лет, сейчас предельный возраст не превышает 36 лет. Самцы созревают в основном в 12–14 лет, самки в 18–20 лет при массе 60–80 кг.

Белуга была очень широко распространена в бассейнах рек Чёрного, Азовского и Каспийского морей. Заходила в р. Кубань. По Днестру поднималась до устья р. Ушицы. В начале XX в. она ловилась у г. Сороки. Очень высоко белуга поднималась по Днепру и его притокам – Стыри, Припяти, Сожу по Десне. В Дону ловили почти на всём его протяжении, промыслили у городов Задонска, Павловска. Чрезвычайно широко белуга была распространена в бассейне р. Волга. Её вылавливали в устье р. Шоши, у г. Ярославля. Костные останки крупных белуг обнаружены на р. Шексне. Отмечены случаи поимки белуги в районе Череповца. Встречалась белуга также в Оке, в её притоке – р. Москве. Белуга заходила в Суру, Самару, в Вятку до современного г. Кирова, в р. Белую, Каму до устья р. Вишеры. В Тереке белуга встречалась в районе г. Моздока. В других реках западного побережья Каспия она была многочисленна в р. Куре, поднималась до Тбилиси. По Уралу белуга доходила до Оренбурга, попадалась также в его притоке – р. Самкмаре.

Приведённые материалы свидетельствуют о том, что сокращение ареала белуги, как и других проходных видов осетровых, происходило постепенно на протяжении двух последних столетий, задолго до сооружения на наших южных реках плотин гидроэлектростанций. Особенно значительное изменение ареала и снижение численности этого вида имело место на рубеже XIX и XX вв., что было обусловлено как интенсивным промыслом, так и изменением гидрологического режима рек в результате вырубки лесов, распашки больших земельных площадей и загрязнения вод промышленными отходами (Берг, 1948; Цепкин, Соколов, 1971; Pirogovsky, Sokolov, Vasil'ev, 1989).

Таким образом, критическое состояние с природными ресурсами белуги – редкого уникального вида осетровых рыб, приводит к необходимости усиления мер по её сохранности в природных водоёмах Каспийского бассейна, повышения эффективности естественного и искусственного воспроизводства. В современных условиях истощения природных ресурсов белуги важнейшей задачей является ускоренное формирование продукционных стад в промышленных масштабах.

Нами была поставлена цель – разработать основные положения формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами. Исходя из поставленной цели были определены задачи исследований: изучить рыбоводно-физиологические показатели белуги естественной генерации прошлых лет в сравнении с современным состоянием; сравнить репродуктивные показатели самок белуги яровой и озимой рас и потомство, полученное от них; определить условия формирования ремонтно-маточного стада белуги методом от икры до половозрелого состояния, изучить морфо-физиологические показатели сеголеток и особей ремонтных групп, выращиваемых в садках; исследовать формирование продукционных стад белуги методом доместикации, изучить приёмы работы с самками белуги по прижизненному получению икры, особенности кормления доместигированных производителей и созревания самок в садках, оценить их репродуктивные показатели; определить влияние межнерестовых циклов на величину прироста массы самок белуги, выхода икры и размер ооцитов; сравнить репродуктивные показатели доместигированных самок белуги, созревших в садках и прудах; разработать практические рекомендации по формированию продукционных стад белуги в садках двумя методами.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение 14 лет с 2002 по 2015 гг. на базе садкового комплекса ООО АРК «Белуга» (рис. 3), расположенной примерно в 50 км выше г. Астрахани на р. Волга в шлюзовом канале волжского вододелителя, и частично на базе ФГУП научно-производственного центра по осетроводству «БИОС», расположенной на правоприбрежной зоне р. Бахтемир в 47 км от г. Астрахани.



Рис. 3. Участок садковой линии для выращивания осетровых рыб на товарном хозяйстве ООО АРК «Белуга»

В садках содержались продукционные стада, сформированные двумя методами – от икры до половозрелого состояния и доместикации. Производители белуги и разновозрастные рыбы старших ремонтных групп содержались в садках площадью 25 м². Вода в шлюзовом канале поступала из основного русла Волги, её скорость течения регулировалась задвижками, что позволяло создавать оптимальные условия для роста и развития рыб.

Климат Астраханской области резко континентальный, характеризуется дефицитом влаги. Среднегодовое количество осадков составляет 180 мм. Безморозный период составляет 240–255 дней, из которых 100–120 дней имеют

температуру воздуха выше +20 °С. Средняя многолетняя температура составляет +9,5 °С. Наиболее холодный месяц январь (–6 °С), многолетняя средняя температура июля составляет +25 °С.

Объектами исследований явились оплодотворённая икра, личинки, сеголетки и разновозрастные особи белуги (*Huso huso*), выращенные в садках при формировании ремонтно-маточного стада, и нагуливающиеся в северной части моря, а также зрелые производители естественной генерации и доместифицированные, созревшие в искусственных условиях. Сбор материала для изучения процесса созревания белуги проводили на протяжении всего периода формирования продукционных стад.

Для оценки зрелости гонад и развития половых клеток использовалась универсальная шкала зрелости (Сакун, Буцкая, 1963) с некоторыми дополнениями (Персов, 1947, 1970, 1975; Казанский, 1956, 1957, 1978; Серебрякова 1964; Трусов, 1964, 1972; Фалеева, 1965, 1971). Инъецирование рыб проводили гормоном гипофиза (глицериновая вытяжка) по общепринятой методике (Мильштейн, 1972; Боев, 1984) и сурфагоном по методике Гончарова (1984). У самок белуги икру получали двумя методами: вскрытием брюшной полости при массе производителя более 150 кг и операционно-прижизненным извлечением икры у рыб массой 35–120 кг (Бурцев, 1969); Подушка, 1986). Операции по получению икры белуги проводили на универсальном операционном столе (рис. 4). Сперму у самцов белуги получали прижизненно с помощью катетера, её активность определялась по шкале Г. М. Персова (1948).

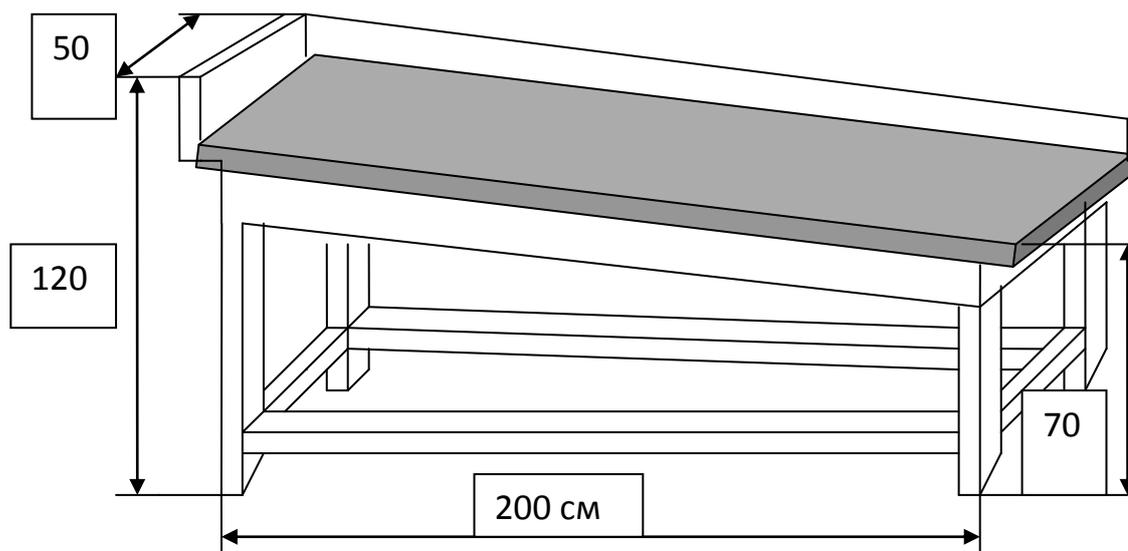


Рис. 4. Операционный стол для получения икры

Стол имеет жёсткий каркас с углом наклона 25° , что облегчает получение икры. Для снижения стресса у самок применяли анестезию.

Икра оплодотворялась полусухим способом. Для обесклеивания икры белуги применялся речной ил. Оплодотворённая икра инкубировалась в аппаратах «Осетр» в проточном и замкнутом режимах в зависимости от сроков получения с загрузкой от 0,5 до 2 кг на один вкладыш. В процессе инкубации проводилась профилактическая обработка оплодотворённой икры красителями (фиолетовым К, малахитовым зелёным, метиленовой синью).

При приучении диких производителей белуги к искусственным условиям содержания использовались самки и самцы белуги массой от 30 до 120 кг.

Выращивание молоди проводилось в пластиковых бассейнах объёмом 4 м^3 в проточном и замкнутом режиме с плотностью посадки от 10 до 25 тыс. на один бассейн. С двухлетнего возраста ремонт белуги выращивался в садках объёмом $16\text{--}18 \text{ м}^3$ с плотностью посадки $10\text{--}15 \text{ кг/м}^2$.

Кормление молоди белуги осуществляли гранулированными кормами «Сорпенс». Расчёт норм кормления, величины задаваемой крупки вёлся согласно рекомендациям производителя в соответствии с массовыми показателями и температурным режимом. В качестве профилактических мероприятий сеголетков один раз в неделю кормили пастообразными кормами с добавлением витаминного

комплекса.

Проводился комплексный анализ производителей белуги по рыбоводно-биологическим и некоторым физиолого-биохимическим показателям – концентрации гемоглобина, общего сывороточного белка, крови и скорости оседания эритроцитов.

Репродуктивную функцию самок белуги оценивали по показателям: процент выхода икры от массы рыбы, рабочая плодовитость, размер ооцитов, процент оплодотворения и выход личинок.

Гидрологический и гидрохимический режимы водной среды исследовали при помощи термооксиметра и тест-наборов «RedSea» и «Tetratest». Размерно-массовые показатели определяли по общепринятой методике (Правдин, 1966). Для оценки функционального состояния рыб брали кровь из хвостовой вены при помощи медицинского шприца.

Определение концентрации гемоглобина

Определение количества гемоглобина в крови проводили фотоколориметрическим методом при помощи прибора КФК-3.

Гемоглобин крови при взаимодействии с железосинеродистым калием (красная кровяная соль) окисляется в метгемоглобин (гемиглобин), образующий с ацетонциангидрином гемиглобинцианид (цианметгемоглобин), интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации гемоглобина в крови.

Ход определения сводился к следующему: в пробирки вносили по 5 мл трансформирующего раствора, добавляя по 0,02 мл крови (разведение в 251 раз), тщательно перемешивали и выдерживали при комнатной температуре (18–25°C) в течение 20 минут. После этого измеряли величину оптической плотности опытных проб против холостой пробы (трансформирующего раствора) при длине волны 540 нм в стандартной кювете толщиной 10 мм.

Калибровочный раствор с концентрацией гемоглобина 120 г/л обрабатывали как и пробу цельной крови. Окраска устойчива в течение 1 часа.

Концентрацию гемоглобина в крови рассчитывали в г/л по формуле:

$$C = E_o / E_k \times 120,$$

Где C – концентрация гемоглобина в опытной пробе, г/л; E_o – оптическая плотность опытной пробы, ед. опт. плотн.; E_k – оптическая плотность калибровочной пробы, ед. опт. плотн.; 120 – концентрация гемоглобина в калибровочном растворе, г/л.

Концентрация гемоглобина рассчитывалась в г/л.

Определение количества общего сывороточного белка (ОСБ) в крови

Определение содержания белка в плазме крови проводили биуретовым методом. Сущность метода сводится к следующему. Ионы меди в щелочной среде взаимодействуют с пептидными связями сыворотки крови с образованием комплекса красного цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации общего белка и измеряется фотометрически при длине волны 540 (500–560) нм. В пробирки вносится по 5 мл рабочего раствора биуретового реагента, добавляется по 0,1 мл сыворотки крови, тщательно перемешивается и инкубируется при комнатной температуре (18–20 °С) в течение 30 минут. Затем измеряется величина оптической плотности опытных проб против контрольной пробы (рабочего раствора биуретового реагента с добавлением 0,1 мл дистиллированной воды) в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм.

Концентрацию ОСБ определяли по формуле:

$$C = E_o / E_k \times 60,$$

где C – концентрация ОСБ в опытной пробе, г/л; E_o – оптическая плотность опытной пробы, ед. опт.; E_k – оптическая плотность калибровочной пробы, ед. опт.; 60 – концентрация ОСБ в калибровочном растворе, г/л.

Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) проводили по общепринятой методике с помощью прибора Панченкова. Определение этого показателя заключается в следующем: стенки капилляра смачивают 5 %-м раствором цитрата натрия. Для этого в капилляр набирается раствор, а затем сливается обратно. После этого вновь набирается раствор цитрата натрия в капилляр до отметки «Р» и сливается на часовое стекло. Далее в капилляр набирается кровь до отметки «К» и дважды тщательно смешивается с раствором. Смесь набирают в тот же капилляр до отметки «100». При этом нужно тщательно следить, чтобы в капилляр не попали пузырьки воздуха или сгустки крови. Наполненный капилляр ставится в стойку и через час фиксируются деления до границы осевших эритроцитов.

Определение количества эритроцитов в крови

Унифицированный метод подсчёта эритроцитов в счётной камере Горяева (1972). Развести образец исследуемой крови в 200 раз в 0,9 % растворе NaCl или растворе Гайема (берётся 20 мкл крови и 4 мл раствора). Камеру и покровное стекло насухо протереть марлей. Не допускается использование для протирки ватных тампонов из-за остающихся на стекле волокон. Аккуратно притереть покровное стекло к камере, слегка надавливая на него до появления цветных колец Ньютона. Заполнить камеру разведённой кровью и выдержать 1 минуту для прекращения движения клеток. При малом увеличении (окуляр $\times 10$, объектив $\times 8$) посчитать эритроциты в 5 больших квадратах, разделённых на 16 малых (т. е. в 80 малых квадратах). Рекомендуется считать клетки в квадратах, расположенных по диагонали. Расчёт количества эритроцитов в 1 мкл крови производят по следующей формуле:

$$X = (a \times 4\,000 \times 200) / 80,$$

где X – число эритроцитов в 1 мкл крови: a – число сосчитанных эритроцитов.

В результате сокращения

$$X = a \times 10\,000.$$

Практически, после сокращений в формуле, количество посчитанных эритроцитов умножают на 10 000.

$$X = (a \times 4\,000 \times 200)/80.$$

Определение содержания холестерина и глюкозы

Содержание холестерина и глюкозы в плазме крови исследовали энзиматическим колориметрическим методом (Меньшиков, 1987). Использовали диагностические наборы фирмы «Агат-Мед» (Россия), «Ольвекс Диагностикум».

Для сравнительной оценки качества потомства белуги искусственной генерации использовали имеющиеся в КаспНИРХе данные по ряду морфофизиологических показателей молодежи и разновозрастных особей, отловленных в Северном Каспии.

Объём проанализированного материала представлен в табл. 6.

Таблица 6

. Объём проанализированного материала по теме диссертационной работы

Объекты исследований	Количество проб	Количество анализов
Сеголетки	30	111
Двухлетки	13	52
Трёхлетки	16	32
Пятилетки	12	60
Шести-, семилетки	24	120
Семилетки	13	26
Семи-, восьмилетки	12	48
Самки белуги	51	357
Биохимические анализы	128	489
Морфометрические анализы	128	256

Полученные материалы обработаны статистически с использованием программы Microsoft Excel, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента (Лакин, 1990). Для выполнения работ была разработана схема (рис. 5).

Для выполнения работы была разработана схема исследований.

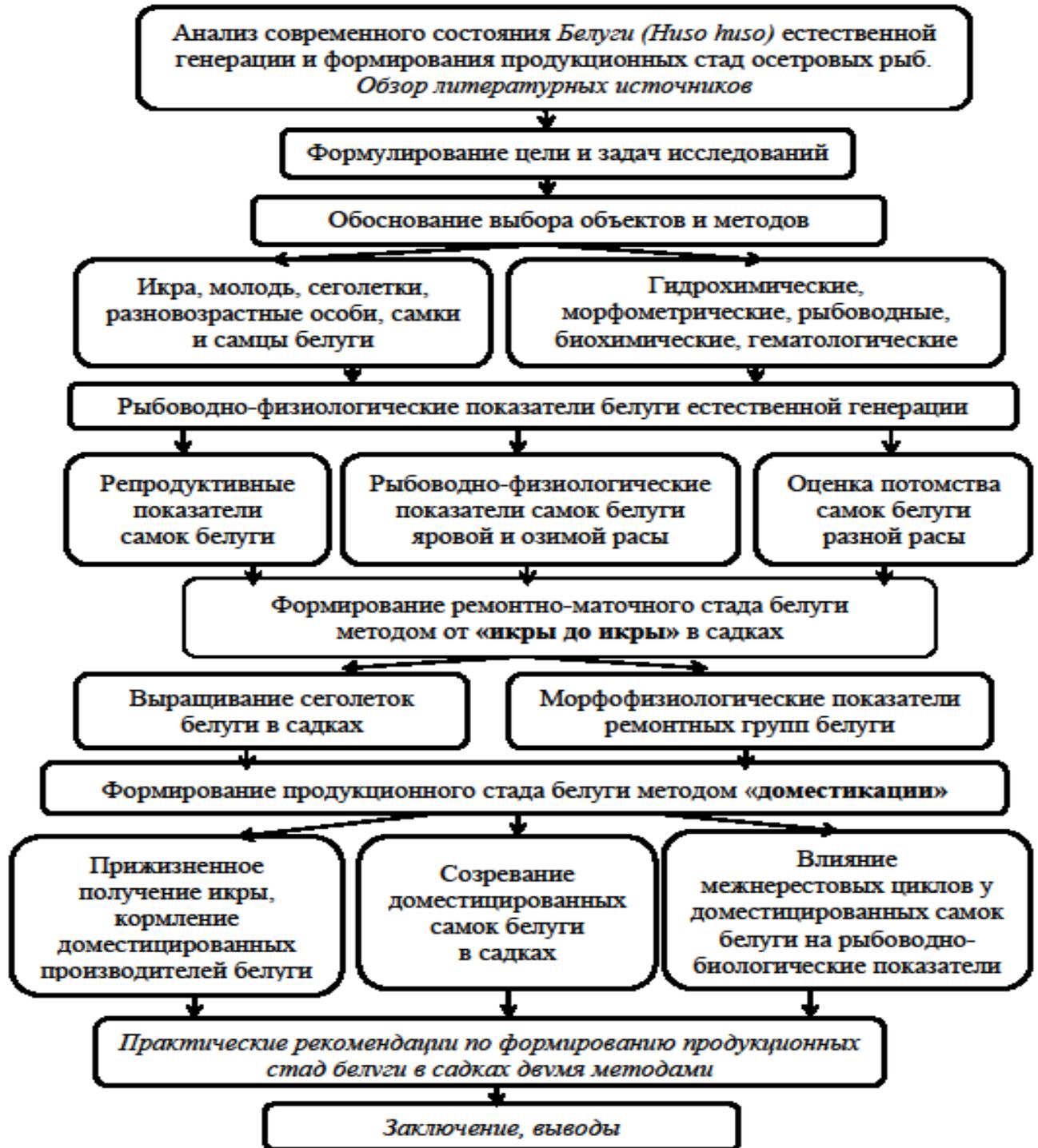


Рис. 5. Схема исследовательских работ

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Рыбоводно-биологические показатели самок волжской белуги естественной генерации

По данным мониторинговых исследований, за последнее время физиологическое состояние осетровых оценивается как функционально напряжённое. Для него характерно неустойчивое функционирование физиологических систем, т. е. колебания физиолого-биохимических показателей как в сторону улучшения, так и в сторону ухудшения (Гераскин, 1998). В связи с этим использование самок осетровых рыб в рыбоводных процессах, особенно в последние годы, связано с большими трудностями, значительно возросло количество производителей, не реагирующих на гормональные инъекции. Вышеизложенное потребовало проведения комплексных исследований физиологического статуса производителей осетровых рыб и полученного потомства. Это было вызвано тем, что оценка только рыбоводных показателей, характеризующих состояние только одной функциональной системы, часто не бывает объективной и не даёт желаемого результата. В связи с этим основная задача работы заключалась в том, чтобы на основе физиолого-биохимических и рыбоводно-биологических показателей репродуктивной функции производителей и выращиваемого потомства установить взаимосвязь между ними и дать интегральную оценку физиологического статуса самок белуги. Эти исследования позволяют в целом оценить физиологическое состояние производителей, отобрать лучших и гарантированно получить положительный результат при рыбоводном освоении. В современных условиях самки белуги сильно отличались между собой по рыбоводным показателям: морфометрическим характеристикам, размерам ооцитов, процентам выхода икры от массы рыбы, оплодотворения и др. Такой разброс по этим параметрам характерен сейчас для нерестового стада белуги естественных популяций, поэтому оценка состояния таких рыб имеет особое значение.

3.1.1. Изменения показателей репродуктивной функции самок белуги, произошедшие за последние годы

Для оценки современного физиологического состояния производителей белуги естественной генерации нами был выполнен анализ рыбоводно-биологических характеристик самок белуги за прошедшие годы – с 1960 по 1980 гг., в сравнении с состоянием начала 2000-х гг. Сравнительные результаты анализа (табл. 7) свидетельствуют о существенных изменениях, характеризующих биологическое состояние самок белуги. В современных условиях произошло снижение почти всех параметров, характеризующих репродуктивную функцию производителей белуги: выход икры, размеры ооцитов, процент оплодотворения, выход личинок и масса самок, что свидетельствует об ухудшении репродуктивной функции.

Таблица 7

Рыбоводно-биологические показатели самок белуги естественной генерации за период с 1964 по 1980 гг. в сравнении с началом 2000-х гг.

Год	Ср. масса самок, кг	Ср. масса икры, кг	Ср. количество икринок		Ср. оплодотворяемость икры, %	Ср. кол-во опл. икринок, тыс. шт.	Выход личинок, %
			в 1 гр., шт.	тыс. шт.			
			31,9±0,5	462,1±27,2	77,8±4,1	355,6±22,3	70,6±3,8
1965	138,7±8,4	16,9 ± 1,0	31,1±0,3	527,0±31,8	86,5±1,3	457,3±29,6	71,9±5,3
1966	146,2± 4,2	16,6 ± 1,5	33,3±0,8	555,4±53,8	91,4±1,6	545,6±43,0	64,9±4,5
1967	136,4±11,3	16,0±1,3	32,4±0,4	523,7±41,5	84,2±2,1	433,1±36,7	68,7±5,5
1968	144,8±9,3	15,6±1,0	35,4±0,7	550,1±35,4	85,5±3,2	454,9±21	59,2±9
1969	152,1±6,6	17,3±0,8	33,6±0,5	580,6±26,1	86,2±1,4	501,3±25,1	66,7±4,8
1970	181±11,2	20,9±1,3	33±0,8	687,7±42,5	83,8±3,8	590,1±45,9	69,5±5,9
1971	145,1±11,4	19,8±1,9	33,2±0,7	616,3±54,4	85,8±1,7	540,4±47,3	72,6±1,5
1972	150,1±10,7	19,6±0,8	33,5±0,6	653,8±22,4	87,2±1,3	575,6±23,7	65±4,5
1973	128,9±10,9	14,7±1,1	34,4±0,9	502,8±34,3	89,7±1,3	460,5±34,3	74,1±4,6
1974	155±11,9	17,9±1,8	36,5±0,8	646,8±58,7	85,5±1,7	560,3±58,1	73,3±2,3
1975	160,5±10,9	19,1±1,5	32,6±1,1	609,6±41,6	85,8±2,0	538,4±42,8	66,3±5,9
1976	169±10,4	18,5±1,4	35±0,8	642,7±39,6	87,3±1,9	564,5±39,9	65,8±5,1
1977	173,9±11,5	19,4±1,3	34,3±0,7	660,8±43,6	86,2±1,2	568,7±37,1	72,5±5,5
1978	146,6±12,8	15,6±1,5	36,2±0,7	557±48,6	89,2±1,5	520,8±47,5	68±4,0
1979	154,7±8,3	17,3±1,1	34,5±1,0	587,7±31,6	87±1,5	512,8±29,7	71,8±2,6
1980	135,3±16,1	15,3±2,2	34,3±1,1	514,9±61,2	86,3±2,5	429,6±66,8	75,2±2,8
2001	86,4±15,9	9,2±1,7	36,2±0,8	321,2±47,2	70±4,6	280,8±43,4	68±2,4
2002	96,5	9,2	37	340,4	65	221,2	72
2005	72,1	7,8	39	304,2	68	206,8	70

Так, в предыдущие годы вес получаемой икры находился в пределах от 11,3 до 19,7 кг, или выход в процентах в среднем составлял свыше 11, то уже в 2000 гг. выход икры не превышал 10 кг, или около 10 %. Значительно снизился и процент оплодотворения икры – в среднем с 85 до 70, такая же тенденция прослеживается и в выходе личинок, следует отметить, что и размеры икринок уменьшились, если в 60–70-х гг. в 1 грамме было в среднем 33–34 ооцитов, то в последующем их количество возросло почти до 40 штук. Значительные изменения произошли и с массой самок белуги, так, в 60–70-х гг. прошлого столетия масса производителей, участвующих в рыбоводном процессе, превышала 100 кг и в среднем была около 150 кг, то в начале 2000-х гг. средняя масса самок белуги опустилась ниже 100 кг, что наглядно показано на рис. 6, отдельные особи имели массу даже 50–60 кг.

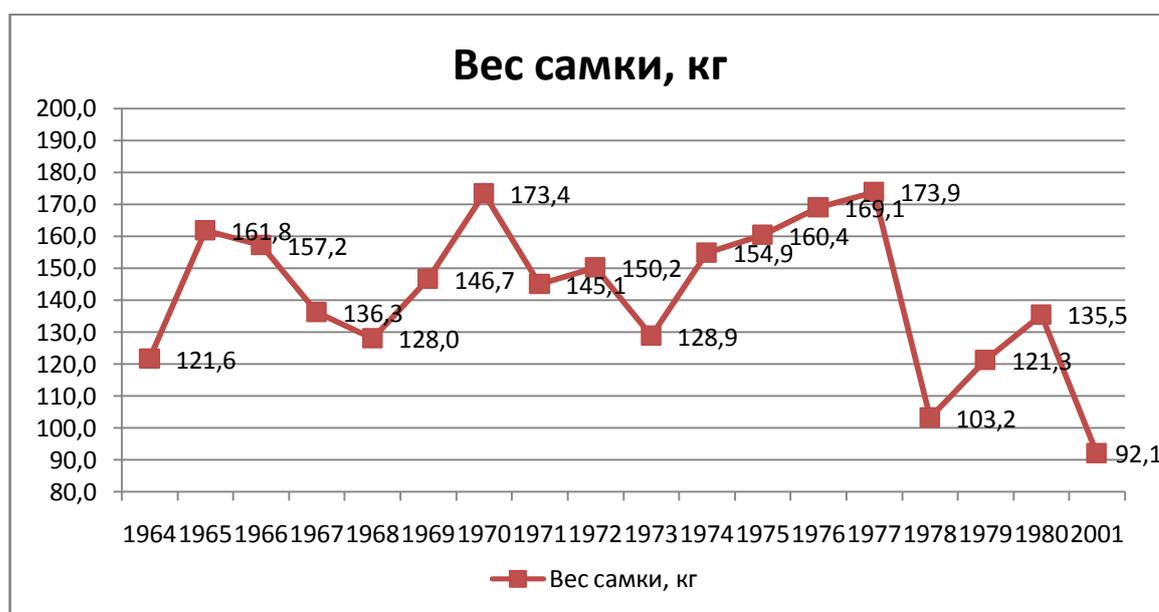


Рис. 6. Масса белуги

Таким образом, прослеживается тенденция ухудшения показателей, характеризующих репродуктивную функцию самок белуги в начале XXI в. в сравнении с серединой XX в. Причин такого положения несколько, это ухудшение гидрологических и гидрохимических режимов в период нерестовой миграции производителей, и к тому же нерестовой стадии достигли производители белуги, выращенные от заводской молодежи, т. е. белуги искусственной генерации.

3.1.2. Рыбоводно-биологические и гематологические показатели самок белуги яровой и озимой расы

В последние годы в рыбоводные процессы осетровых заводов по искусственному воспроизводству всё больше вовлекаются белуги озимой расы, в связи с этим возникла необходимость изучения различий рыбоводно-физиологических показателей производителей различных рас. Были выполнены исследования по семи самкам белуги яровой (3) и озимой рас (4) по рыбоводно-биологическим и гематологическим показателям, таким как гемоглобин, ОСБ, СОЭ. Рыбоводно-биологические параметры озимых самок оказались выше, чем у яровых (табл. 8).

Таблица 8

Рыбоводно-биологические параметры производителей белуги

№ самки	Раса	Масса самок, кг	Наибольшая длина, L, см	Длина до развилки, l, см	Масса икры, кг. Выход икры, %	Кол-во икры в 1 г, шт.	Процент оплодотворения	
							Белуга	Бестер
1	яровая	183	271	245	28,5 15,6	32	88,2	69,8
2		100	250	230	14,3 14,3	40	76,7	95,4
3		77	224	204	9,9 12,8	34	58,4	60,0
4	озимая	250	304	278	45,0 18,0	31	98,3	96,7
5		170	287	265	28,0 16,5	28	80,2	70,4
6		120	254	232	19,6 16,3	32	95,6	98,0
7		104	253	224	Не созрела			

Средняя масса озимых самок составляла 161 кг, в то время как яровых – 120 кг, что почти на 40 кг меньше. Общая длина и длина до развилки хвостового плавника была больше у озимых рыб, чем у яровых. Это показывает, что морфометрические показатели самок белуги, заходящих в реку на зимовку и

нерестящиеся будущей весной, были выше.

Выход икры также оказался выше у озимых самок и составил в среднем 17 %, у яровых – 14,2 %, размеры ооцитов также различаются, более крупные были у озимых (в среднем в 1 г 30 шт.), в то время как у яровых самок белуги в 1 г в среднем было 35 шт. Особо следует отметить, что и процент оплодотворения икры, полученной от озимых самок, был выше и в среднем составил по белуге – 91,4 %, по бестеру – 88,3 %, что выше нормативных показателей, а средний процент оплодотворения икры, полученной от яровых самок, по белуге – 74,4, по бестеру – 75, что значительно ниже показателей, чем у озимой белуги, и даже меньше нормативных значений (80 %). Наименьший процент оплодотворения икры (58,4 %) отмечался у третьей самки.

Таким образом, репродуктивная функция самки белуги озимой расы была лучше подготовлена к воспроизводству, чем яровых.

Гематологические исследования оценки физиологического состояния самок белуги также выявили различия у сезонных рас, о чём свидетельствуют показатели, представленные в табл. 9.

Таблица 9

Физиологические параметры самок белуги

№ самки	Раса	Вес, кг	Гемоглобин, г/л	Белок, г/л	СОЭ, мм/ч
1	яровая	183	63,0	17,6	2
2		100	74,0	25,0	2
3		77	70,0	20,0	2
4	озимая	250	53,0	17,6	–
5		170	47,0	11,8	1
6		120	38,0	11,5	1
7		104	55,0	17,6	1

Так, среднее значение содержания гемоглобина у озимых рас составляло 48,2 г/л, а яровых – было выше (среднее значение – 69), общий сывороточный белок у яровых самок также был выше – 20,9 г/л, а у озимых – 14,6 г/л. Отмечается тенденция к уменьшению концентрации гемоглобина, белка в сыворотке крови с увеличением времени выдерживания самок белуги в

искусственных условиях (бетонные бассейны), а при длительном выдерживании – резко выраженная анемия менее 50 г/л (Коржуев, 1964, Тяпугин, 2003), что свидетельствует о снижении уровня обменных и окислительных процессов в организме. Несмотря на крайнюю истощённость озимых самок белуги (по гематологическим показателям) от них была получена доброкачественная икра (табл. 7). Из четырёх самок созрели три, седьмая самка не отдала икру, хотя имела неплохие морфометрические и гематологические показатели. Значение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) был в пределах допустимого и указывал на то, что патологических изменений у самок белуги не наблюдалось.

Таким образом, анализ результатов выполненных исследований белуги выявил, что от озимых самок, несмотря на крайнюю истощённость, были получены лучшие рыбоводно-биологические показатели: выход икры и процент оплодотворения, в отличие от яровых самок.

3.1.3. Оценка потомства, полученного от самок белуги разной расы

Полученная икра от шести самок белуги оплодотворялась спермой, взятой от самцов белуги и стерляди, и было получено потомство чистого вида – белуги и гибридной формы – бестера, для определения влияния качества спермы на жизнестойкость молоди рыб.

Инкубация икры проводилась в аппарате «Осетр». Всего было задействовано 12 вкладышей – по количеству вариантов опыта (6 вкладышей для икры белуги, 6 вкладышей для икры бестера). В каждом вкладыше инкубировалось по 0,5 кг икры, однако количество икринок варьировало от 14 до 20 тыс. шт. (в зависимости от размера).

Анализ результатов инкубации икры (табл. 10) показал, что разнокачественность потомства проявляется уже на ранних стадиях развития, а затем или выявленные различия усиливаются с возрастом (самка 3), или включаются компенсаторные механизмы и различия нивелируются (самка 2). Изучая развитие эмбрионов на более поздней стадии (стадия 25 по Детлаф,

Гинзбург, 1954) сближения боковых пластинок и образования утолщения в области зачатков хвостов, обнаруживаются множественные аномалии у потомства от третьей и пятой самок, безусловно явившиеся основной причиной их повышенного отхода и, возможно, низкого темпа роста при выращивании молоди. Так, у эмбрионов белуги от пятой озимой самки наблюдались искривления позвоночника в различных отделах – 11,6%; недоразвитие головного отдела – 2,9 %; выросты в хвостовом отделе – 1,4 %; ацефалия или отсутствие головы – 1,8 %; отставание в развитии на второй стадии – 3,6 %. У эмбрионов белуги от третьей яровой самки голова недоразвита – 3,6 %; искривление хвостового стебля (бестер) – 1,7 %; различные нарушения в строении головного отдела – 5,1 %; отставание в развитии – 3,4 %.

Таблица 10

Результаты инкубации икры от шести самок белуги

№ самок	Раса	% развивающейся икры		Выход личинок от живой икры, %	
		Белуга	Бестер	Белуга	Бестер
1	Яровая	83,7	66,7	77,0	73,5
2		81,7	95,5	62,6	67,6
3		80,4	62,3	62,0	46,2
4	Озимая	89,0	85,2	81,9	97,0
5		87,1	79,2	70,9	59,2
6		94,6	88,9	79,5	95,1

Следует отметить, что подобные аномалии эмбриогенеза носят необратимый характер и в конечном итоге приводят к гибели организма. Потомство от других самок, развивавшееся в таких же условиях, отличалось более высокой жизнестойкостью при незначительных отклонениях от нормы в пределах 1,4–3,8 %.

Процент развивающейся икры оказался выше у озимых самок № 4, 5, 6 и в среднем составил по белуге 90,2 %, по бестеру – 84 %, в то время как у яровых самок средний процент развивающейся икры по белуге – 83,9, по бестеру – 74,8. Показатель выхода личинок от живой икры также, в основном, был выше от озимых самок и в среднем составил по белуге – 77,4, по бестеру – 83,8 %, у яровых самок этот показатель в среднем составил по белуге – 67,2, по бестеру – 62,4 %, что также намного хуже, чем у озимых рыб. Низкие значения выхода личинок

от живой икры были зарегистрированы по бестеру у яровой самки № 3 (46,2 %) и у озимой самки №5 (59,2 %), возможно в этих случаях оказала влияние некачественная сперма стерляди.

Определённый отпечаток на темп роста потомства накладывают индивидуальные особенности, заложенные у родительских пар (рис. 7).

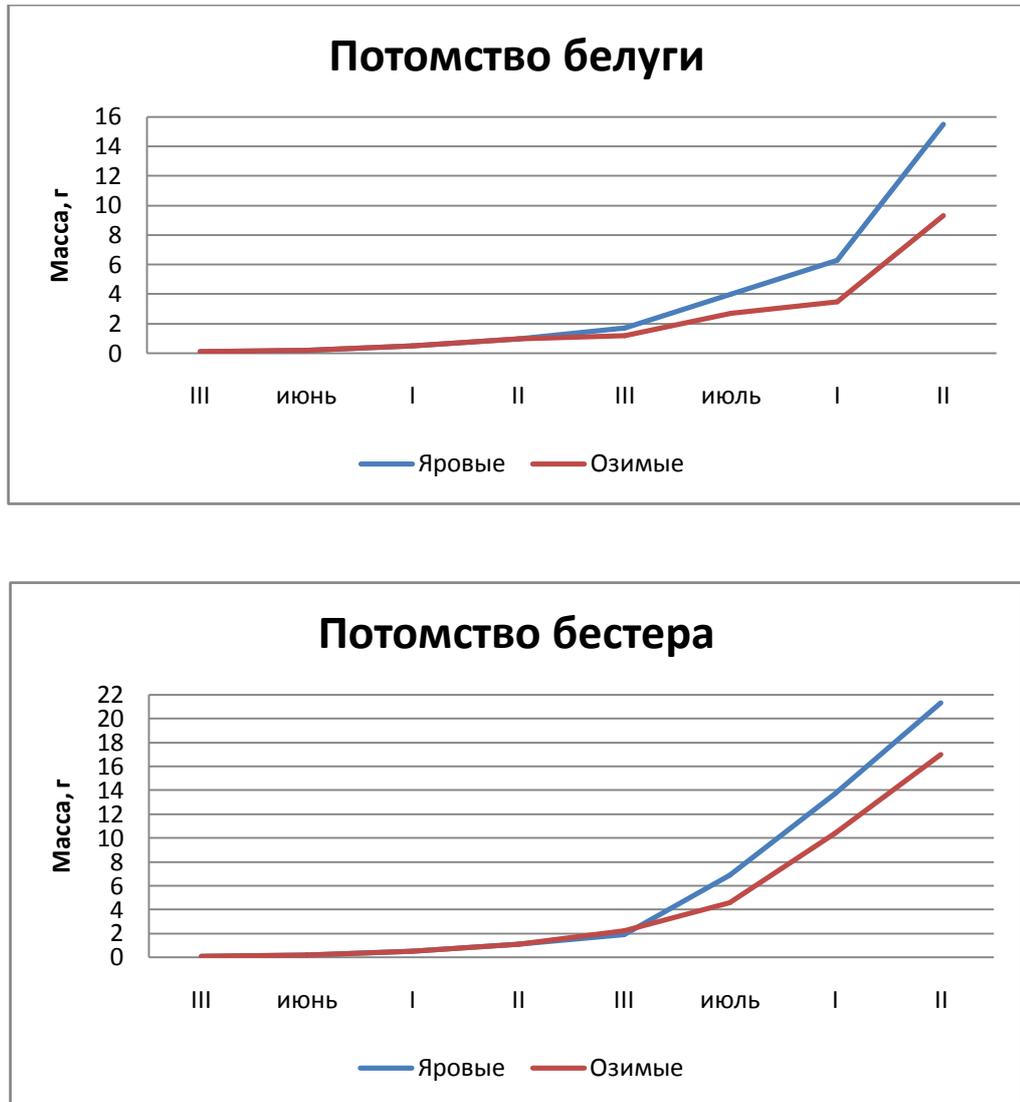


Рис. 7. Темпы роста молоди белуги и бестера в течение 2-х месяцев

Так, темпы роста молоди белуги и бестера, полученной от яровых самок, были выше, чем от озимых, надо отметить, что эти различия наблюдались на протяжении всего эксперимента, начиная от инкубации икры и до стадии молоди. Потомство от первой самки всегда опережало по рыбоводным показателям модальную группу (самки 2, 3, 4, 5), а молодь третьей самки постоянно отставала в развитии и отход этой молоди многократно превышал средние показатели.

После двух месяцев выращивания молодь данной самки пришлось вывести из эксперимента. Минимальный темп роста отмечен у молоди, полученной от самки 4, однако у гибрида бестера потомство отличалось достаточно высоким темпом роста, это говорит о том, что при подборе родительских пар для нереста в искусственных условиях немалое значение имеет и качество самцов. Особую значимость подбор родительских пар при работе с производителями приобретает в селекционно-племенной деятельности и при формировании ремонтно-маточных стад.

Результаты исследований крови у потомства, полученного от шести самок белуги (табл. 11), свидетельствуют, что концентрация гемоглобина, в основном, соответствовала определённым нормам – 29–55 г/л (по данным Житенёвой, 1997). Молодь, полученная от яровых самок, в среднем имела концентрацию гемоглобина (34,8г/л), что укладывается в нормативные значения, в то время как потомство, полученное от озимых самок, имело средние значения 27,5 г/л, что ниже нормы. У потомства, полученного от самок 3, 4, 6, отмечена незначительная анемия (22,7, 23,3, 28,3 г/л).

Таблица 11

Физиология крови у потомства от шести самок белуги

№ самки	Раса	Масса, г	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	СОЭ, мм/ч
1	Яровая	15,0	42,7	56,0	0,67
2		15,3	39,0	65,0	0,33
3		12,3	22,7	55,0	0,33
4	Озимая	13,3	28,3	54,0	0,33
5		11,1	31,0	51,0	0,67
6		10,8	23,3	51,0	0,67

Содержание общего белка в сыворотке крови оказалось несколько выше у яровых (58,7 г/л), чем у озимых (52 г/л) самок. Показатель скорости оседания эритроцитов имел незначительные различия и был невысоким, что свидетельствует об отсутствии патологий у молоди.

Учитывая, что показатели крови у потомства, полученного от яровых самок (1, 2), выше, чем от озимых (4, 6), можно провести коррелятивные связи между гематологическими характеристиками производителей и молоди. Так, от яровых самок белуги с содержанием гемоглобина 53–77 г/л и сывороточного белка

17,6–20,0 г/л смогли получить более жизнестойкое потомство. Озимые самки, от которых получено потомство с низкими гематологическими показателями, отличались и низким содержанием гемоглобина и общего сывороточного белка (38–55 г/л и 11,5–11,8 г/л соответственно), и были менее жизнестойкие.

Таким образом, выполненные исследования выявили, что озимые самки белуги, несмотря на крайнюю истощённость (низкие показатели гемоглобина и сывороточного белка), показали лучшие репродуктивные качества – выход икры и процент оплодотворения, в отличие от яровых самок. В тоже время молодь белуги и бестера, полученная от яровых самок белуги, которые имели высокие гематологические показатели, была более жизнестойкой, что подтверждается основным рыбоводным показателем – темпом роста и данными по концентрации гемоглобина и общего белка в сыворотке крови.

Учитывая удовлетворительные физиологические и рыбоводные показатели, часть молоди белуги и бестера, участвующая в эксперименте, была отобрана для пополнения ремонтно-маточного стада.

3.2. Формирование продукционного стада белуги методом от икры до половозрелого состояния

Формирование продукционного или ремонтно-маточного стада (РМС) осетровых рыб методом от икры до половозрелого состояния получило широкое распространение в прудах, бассейнах и садках. Технология процесса формирования РМС для таких видов осетровых рыб, как русский и сибирский осётр, стерлядь, различных гибридных форм, в том числе бестер, хорошо изучена, применяется на многих рыбоводных заводах. Но до сих пор технология создания репродуктивных стад белуги методом от икры до половозрелого состояния мало изучена, по многим причинам из-за того, что этот вид осетровых поздно созревает (17–20 лет) и на его содержание требуются большие затраты.

Изучались морфометрические и гематологические показатели сеголетков и разновозрастных групп белуги, выращенных в садках при формировании РМС, в сравнении с рыбами из естественной среды обитания.

3.2.1. Рыбоводно-биологические показатели сеголетков белуги, выращенных в садках и отловленных в море

В 2012 г. выполнялись исследования по выращиванию сеголетков белуги в сетчатых садках шлюзового канала волжского вододелителя.

Перед началом работы с производителями самок белуги предварительно протестировали на предмет готовности к оплодотворению, для чего определялся процент поляризации ооцитов. Затем при прогреве воды до температуры 11 °С самки инъецировались гипофизом, после получения икры от самки прижизненным способом проводили процесс оплодотворения, инкубацию икры осуществляли в аппаратах «Осетр». Перевод личинок на экзогенное питание и выращивание молоди до полной адаптации к искусственным кормам осуществляли в пластиковых бассейнах, в которые помещались однодневные личинки при плотности их посадки не более 0,5–0,7 тыс./м², согласно биотехнологическим нормативам по товарному осетроводству (Васильева и др., 2010). На экзогенное питание личинок белуги переводили с помощью живых кормов – декапсулированных яиц артемии солины, после чего через 10–12 дней молодь постепенно (увеличивая долю комбикормов и снижая долю живых кормов) приучали к искусственным кормам, использовали стартовый комбикорм французской фирмы Sorrens с содержанием белка и жира 56:14 из расчёта 0,2–1 % от массы тела рыб, количество задаваемого корма определяли в зависимости от биомассы молоди и температуры воды. В дальнейшем по мере роста молоди в комбикорма добавляли фарш из мелких рыб (килька) в зависимости от общего состояния белуги. В бассейнах молодь белуги содержалась до средней массы 15 г, после чего её пересаживали в сетчатые садки для дальнейшего выращивания.

Температурный и гидрохимический режимы в садках, в основном, соответствовали рыбоводным требованиям, за исключением периода весеннего паводка (табл. 12).

Таблица 12

Характеристика качества воды в садках вододелителя

Показатели	ОСТ 15-282-83	Вода в садках
Перепад температуры воды в садках относительно Волги, °С.	Не более 5	2,5–7,5
Прозрачность*, м	Не менее 0,75–1	0,2–0,8
Взвешенные вещества*, г/м ³	До 25	30–35
Водородный показатель*, рН.	6,5–8,5	7,9–8,1
Кислород растворенный, мг/л	Не ниже 5	11–12
Свободная двуокись углерода, мг/л	До 25	4–5
Азот аммонийный, мг/л	До 1,5	0,1–0,2
Нитриты, мг/л	До 0,05	0,006–0,1
Нитраты, мг/л	До 2,0	0,22–1,2
Фосфаты, мг/л	До 0,5	0,04–0,09
Органическое вещество*, мг/л	10-11,5	16,3–17

Примечание: * –не соответствует ОСТу.

В период выращивания осуществлялся ежедневный контроль температуры воды и содержания в ней кислорода (рис. 8).

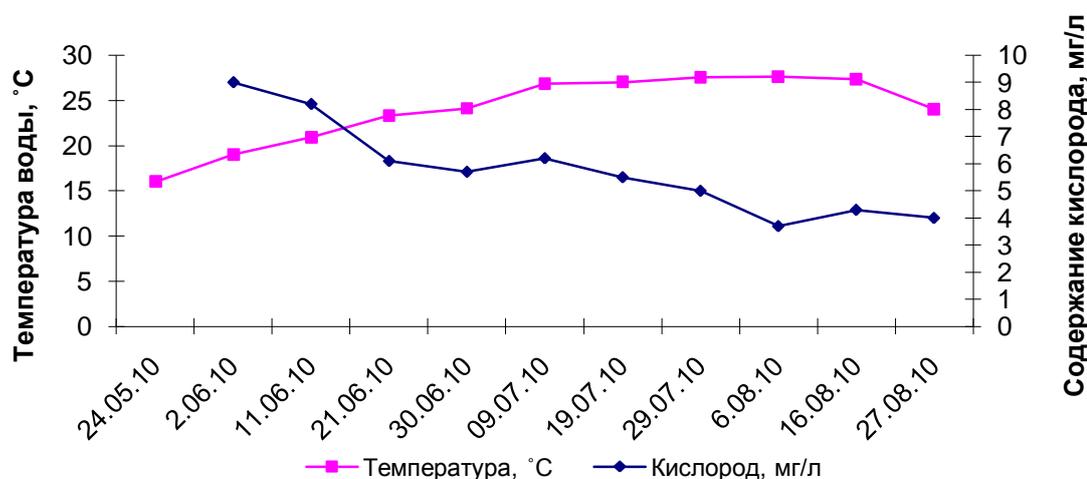


Рис. 8. Динамика температурного режима и насыщения кислородом в воде

Характерной особенностью этого периода явилось то, что в конце июля и в первой половине августа прогрев воды в шлюзовом канале достигал критических температур 28–29 °С, содержание кислорода в ней понижалось до 4 мг/л. В этот же период рН водной среды смещался в щелочную сторону, скорее всего, из-за интенсивного развития сине-зелёных водорослей, качество воды ухудшилось и по таким важным показателям, как содержание нитритного и аммиачного азота (табл. 13).

Таблица 13

Гидрохимические показатели водной среды при выращивании сеголеток белуги

Показатели	Дата сбора проб				
	7.07.2010	15.07.2010	20.07.2010	3.08.2010	18.08.2010
рН	8,6	7,3	8,6	8,0	7,9
NO ₂ , мг/л	0,05	0,05	0,1	–	0,25
NH ₃ , мг/л	0,05	0,15	0,25	0,3	0,2

Естественно, что это повлияло на темпы роста молоди белуги в этот неблагоприятный период развития сеголетков (рис. 9). С понижением температуры воды и повышением концентрации кислорода в ней к концу лета и началу осени интенсивность роста молоди возросла и уже в конце сентября масса сеголеток достигала 250–260 г.

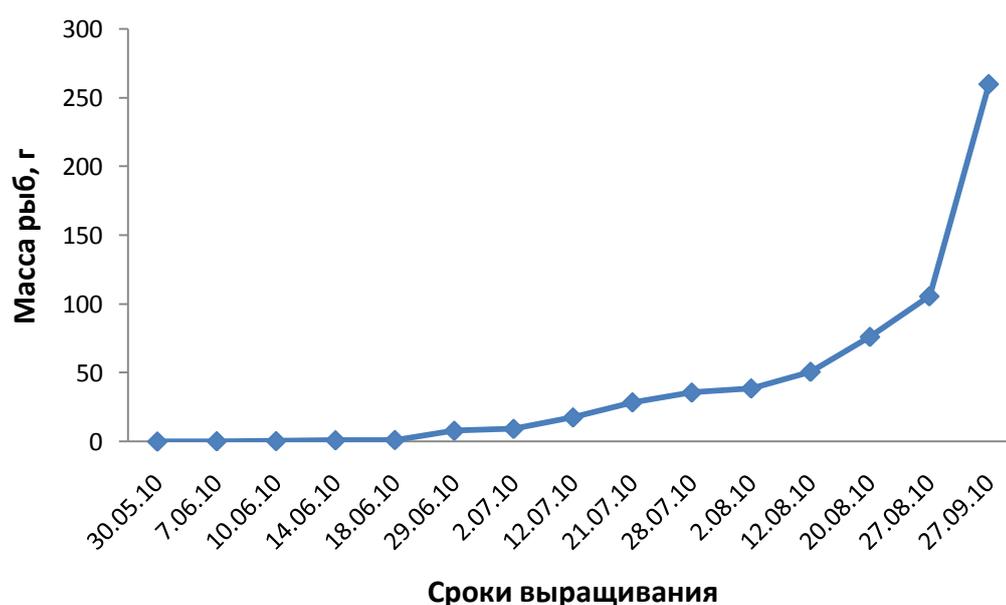


Рис. 9. Темп роста молоди белуги в садках

Температура среды обитания для гидробионтов является определяющим фактором для деятельности функционально важных систем организма на всех этапах их жизненного цикла (Винберг, 1956; Строганов, 1962; Лукьяненко, 1984; Grigg, 1967 и др.).

В процессе выращивания сеголетков проводились морфометрические и гематологические исследования, характеризующие физиологическое состояние белуги (табл. 14).

Таблица 14

Морфометрические и гематологические показатели сеголетков белуги, выращенных в садках

Статистические показатели	Масса рыб, г	Длина рыб, см	Концентрация Гемоглобина, г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л	СОЭ мм/час
27.07.12 (n=10)					
<i>M±m</i>	24,6±1,1	17,6±0,3	32,6±1,6	11,1±0,5	1,5±0,2
σ	2,5	1,2	3,6	1,0	0,4
CV%	10	6,7	10	9,4	23,6
27.09.12 (n=12)					
<i>M±m</i>	260,0±12,1	40,3±1,1	65,4±2,9	23,4±1,3	2,5±0,2
σ	38,3	2,4	6,5	2,9	0,4
CV%	14,6	5,9	9,9	12,6	14,1
Упитанность	0,4				

В период летнего прогрева воды в садках до экстремальных значений (показания 27.07.12) концентрация гемоглобина и общего белка в сыворотке крови у молоди белуги оказалась сравнительно низкой, не превысив 32,6±1,6 и 11,1–0,5г/л соответственно. В то же время в конце сентября с понижением температуры воды содержание гемоглобина и общего белка возросло в 2 раза. Известно, что белуга является холодолюбивой рыбой, поэтому высокий летний прогрев воды отрицательно повлиял на темп роста и функциональное состояние растущей молоди. Об этом свидетельствует и тот факт, что после снижения температуры и стабилизации гидрохимических показателей водной среды темп роста заметно возрос с одновременным улучшением функционального состояния молоди. Так, к концу сентября масса сеголетков белуги возросла, улучшилось их

функциональное состояние. Скорость оседания эритроцитов соответствовала норме, что указывает на отсутствие у выращенной молодежи патологических процессов.

Для сравнения изучались сеголетки белуги, выловленные из природной среды обитания, их морфофизиологические показатели (табл. 15), которые показывают, что они уступают молодежи, выращенной в садках. Так, масса диких сеголеток белуги была на 23 % и длина на 10 % меньше, чем особей, культивируемых в садках.

Таблица 15

**Морфо-физиологические показатели сеголеток белуги,
выловленных в водах Северного Каспия**

Показатели	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см		Упитанность (по Фультону)	Концентрация Гемоглобина, г/л	Общий Белок в сыворотке крови, г/л
		<i>L</i>	<i>l</i>			
<i>n</i> = 13						
<i>M</i> ± <i>m</i>	200±21,1	36,1±1,2	29,2±1,2	0,34±0,01	50,1±2,8	13,9±1,2
δ	76,1	4,64	4,3	0,03	9,97	4,39
<i>CV</i> %	45,07	12,84	14,6	8,1	19,92	31,64

Это же подтверждается и показателями, характеризующими физиологическое состояние белуги, в частности, коэффициентом упитанности у молодежи, выращенной в садках, составлял 0,40, в то время как у рыб естественного происхождения того же возраста – 0,34, содержание гемоглобина – 65,4 г/л против 50,1 г/л у сеголеток, нагуливающих в море, то же прослеживается и по показателю общего белка в сыворотке крови – 23,4 г/л и 13,9 г/л соответственно.

Таким образом, сеголетки белуги, выращенные в садках, имели лучшие морфометрические (масса, длина и упитанность рыб) и гематологические (содержание гемоглобина и общего белка) показатели в сравнении с молодежью, отловленной в водах Северного Каспия. Можно ожидать, что иммунный статус белуги, культивируемой в садках, будет выше, чем у рыб естественной генерации. Это объясняется тем, что молодежь белуги, содержащаяся в садках, меньше двигалась в поисках пищи, а наоборот интенсивно питалась полноценными сбалансированными кормами, в отличие от рыб из естественной среды обитания.

3.2.2. Морфометрические и гематологические показатели ремонтных групп белуги, выращенных в садках

Анализ ремонтно-маточного стада белуги, выращенного от икры и содержащегося в садках ООО АРК «Белуга», показал, что имеются поколения этого вида осетровых рыб разного возраста (рис. 10) от двухлеток до 11-годовиков. Средняя масса двухлеток составляла 1,5 кг, пятилеток – 10,2, семилетки достигали массы 17–18 кг, восьмилетки – 19–20, и одиннадцатилетки – 25–27 кг. В то же время по данным КаспНИРХа двухлетки, отловленные в море, весили 0,9 кг, пятилетки – 7,6, семилетки – 13,7, и одиннадцатилетки – 22–23 кг. Это указывает на то, что особи, содержащиеся в стадах при интенсивном кормлении, быстрее росли и лучше набирали массу тела.

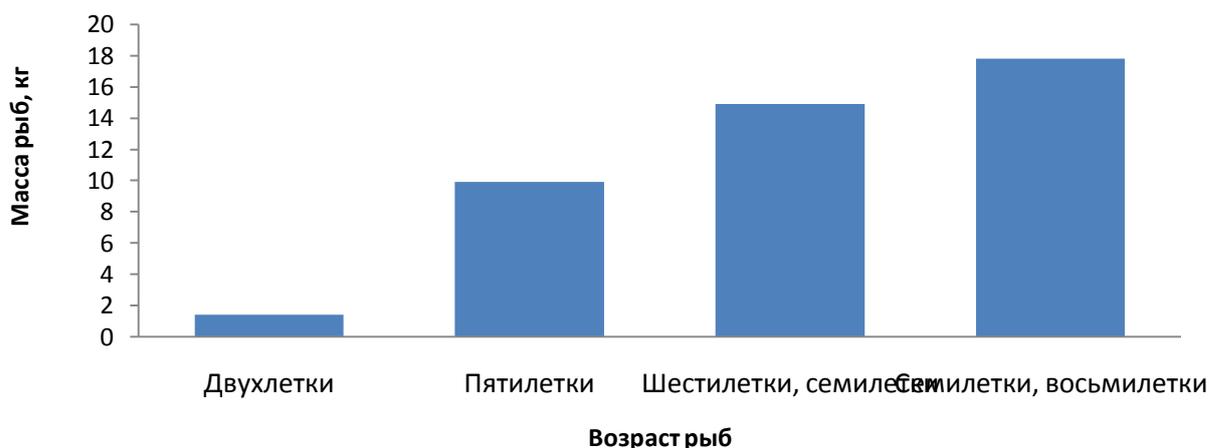


Рис. 10. Масса разновозрастной белуги из ремонтного стада на ООО АРК «Белуга»

Исследования морфометрических и гематологических показателей проводились на молоди белуги в возрасте 2,4,7 и 8 лет, которая выращивалась в садках рыбоводного предприятия.

Выращивание белуги в двухлетнем возрасте осуществлялось в садках площадью 12 м² при невысокой плотности посадки – 5 кг/м², что положительно

сказалась на морфометрических показателях культивируемых рыб, так, их масса была в среднем около полутора килограмм, длина свыше полуметра (табл. 16).

Таблица 16

Морфометрические и гематологические показатели двухлеток белуги, выращенных в садках

Показатели	Масса, кг	Длина, см	Концентрация Гемоглобин, г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л	Коэффициент Упитанности (по Фультону)	СОЭ мм/час
$M \pm m$	1,4±0,82	66,6±1,21	59,7±7,7	33,4±1,7	0,48±0,01	4,7±0,4
δ	0,29	4,37	20,3	4,6	0,04	1,1
CV%	10,2	6,56	34	13,7	8,3	22,8

По гематологическим показателям (содержание гемоглобина, общий сывороточный белок, СОЭ), характеризующим физиологическое состояние белуги можно утверждать, что особи хорошо развивались, имели высокие темпы роста и развития, без патологий.

В работе было обследовано 12 белуг в 4-летнем возрасте, их физиологическое состояние также оценивали по морфометрическим и физиолого-биохимическим показателям (табл.17).

Таблица 17

Морфометрические и гематологические показатели четырехлеток белуги, выращенных в садках

Показатели	Масса, кг	Длина, см	Концентрация гемоглобина, г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л	Коэффициент Упитанности (по Фультону)	0СОЭ мм/час
$M \pm m$	9,9±0,2	103,6±1,8	68,8±3,8	31,9±1,4	0,89	4,7±0,2
σ	0,7	6,1	13,2	4,8	60,2	1,04
CV%	6,6	5,9	19,2	14,9	53,1	21,7

Четырёхлетние белуги, содержащиеся в садках, имели размерно-массовые показатели по длине 103,6 см и массе 10,2 кг, при этом разброс коэффициентов вариации по размерно-массовым показателям незначителен – 5,9 и 6,6 %, и индивидуальные значения массы также варьировали незначительно – от 9,2 до 11,3 кг. Гематологические показатели – концентрация общего гемоглобина и

сывороточного белка в крови, были в пределах нормы. Так, содержание гемоглобина в среднем составило $68,8 \pm 3,8$ г/л, а количество общего сывороточного белка $31,9 \pm 1,4$ г/л, однако разброс этого показателя был в широких пределах от 24 до 40 г/л и обусловлен конкурентной напряжённостью внутри выращиваемой партии рыб. В связи с этим следует рекомендовать чаще проводить сортировку выращиваемой белуги в садках. Скорость оседания эритроцитов у 4-летней белуги характеризуется нормой, составив в среднем $4,7 \pm 0,2$ мм/ч, что свидетельствует об отсутствии патологий в развитии.

Семилетки белуги в количестве 24 штук, выращенные в садках с плотностью посадки 18 кг/м^2 , также исследовались по морфометрическим и физиолого-биохимическим показателям (табл. 18). Масса семилетней белуги в среднем составляла 16,9 кг, средняя величина общей длины составляла свыше 1 метра – 125,6 см, эти показатели были выше, чем у рыб естественной генерации.

Таблица 18

Рыбоводно-биологические и физиолого-биохимические показатели семилеток белуги, выращенных в садках

Показатели	Масса рыб, кг	Длина рыб, см	Концентрация гемоглобина г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л	Коэффициент упитанности (по Фультону)	СОЭ мм/час
<i>M±m</i>	$16,9 \pm 0,7$	$125,6 \pm 2,1$	$56,9 \pm 2,2$	$32,1 \pm 1,1$	$0,86 \pm 0,01$	$4,7 \pm 0,2$
σ	3,6	7,4	10,9	5,7	30,8	1,1
<i>CV%</i>	24,1	5,9	19,2	17,7	48,1	12,7

Физиологическое состояние обследованных рыб по показателям упитанности, концентрации гемоглобина, содержанию общего белка в сыворотке крови разнились незначительно. По показателям концентрации общего сывороточного белка и гемоглобина в крови рыб, составившие, соответственно $32,1 \pm 1,1$ г/л и $56,9 \pm 2,2$ г/л, можно судить, что семилетки белуги близки к значениям зрелых особей.

Восьмилетние белуги, выращиваемые в садках, при достаточно высокой плотности посадки ($22,4 \text{ кг/м}^2$) имели хорошие морфометрические показатели (масса, общая длина и коэффициент упитанности), а данные по гематологическим

показателям (содержание гемоглобина, общего сывороточного белка и СОЭ) (табл. 19) свидетельствуют об удовлетворительном физиологическом состоянии рыб и отсутствии патологий.

Таблица 19

**Рыбоводно-биологические и физиолого-биохимические показатели молоди белуги
восьмилетнего возраста**

№ чип	Масса рыб, кг	Длина рыб, см	Концентрация гемоглобина, г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л	Коэффициент упитанности (по Фультону)	СОЭ мм/час
$M \pm m$	19,6±0,7	138,2±1,5	74,5±3,4	28,8±1,0	0,75±0,01	4,9±0,4
σ	2,5	5,3	11,9	3,4	20,6	1,36
CV%	13,9	4,3	15,9	11,9	18,6	27,7

При этом следует отметить, что в этом возрасте, по данным Персова (1975), идёт активное развитие гамето- и гонадогенеза, поэтому начиная с восьмилетнего возраста белуги в ремонтно-маточном стаде необходимо проводить дифференцировку по половым признакам, вычлняя самцов для реализации и концентрируя самок для дальнейшего роста.

Таким образом, выполненные исследования по морфометрическим и гематологическим показателям разновозрастных ремонтных групп белуги, выращенных в садках, показали, что темпы роста и развития рыб, их физиологическое состояние соответствуют возрастным особенностям, а процесс формирования ремонтных групп стада осуществляется успешно.

**3.2.3. Морфометрические и гематологические показатели
ремонтных групп белуги, отловленных в северной части моря**

Представлялось также важным проанализировать и сравнить полученные результаты по морфометрическим и гематологическим показателям четырёхлетней белуги, выращенной в садках, с особями того же возраста, отловленными из естественной среды обитания в Северном Каспии (данные КаспНИРХа). Так,

средняя масса белуг, отловленных в море, за четыре года достигла в среднем массы 8,3 кг и длины тела 109,2 см. Концентрация общего сывороточного белка в среднем у дикой молодежи составила $27,1 \pm 1,1$ г/л, а гемоглобина $58,5 \pm 5,6$ г/л (табл. 20).

Таблица 20

Морфометрические и гематологические показатели четырёхлетней белуги, отловленной в Северном Каспии

Показатели	Масса рыбы, кг	Длина рыб, см		Коэффициент упитанности по Фультону	Концентрация гемоглобина, г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л
		<i>L</i>	<i>l</i>			
<i>n</i> = 16						
<i>M</i> ± <i>m</i>	8,3±0,2	109,2±2,3	71,6±1,4	0,68±0,05	58,5±5,6	27,1±1,1
δ	0,78	9,25	5,7	0,2	10,07	4,06
<i>CV</i> %	23,16	10,98	8	31	18,82	20,23

Сравнивая четырёхлетних белуг, выращенных в садках, с рыбами того же возраста, отловленными в море, можно отметить, что последние уступали особям из садков по морфометрическим и гематологическим показателям. Так, масса белуги в четырёхлетнем возрасте в среднем составляла 8,3 кг, а общая длина 109,2 см, в то время как выращенная в садках имела массу 9,9 кг и длину 103,6 см, коэффициент упитанности 0,89 и 0,68 соответственно.

Масса семилеток, отловленных в Северном Каспии, составила $13,7 \pm 0,3$ кг, длина тела – $115,4 \pm 0,95$ с концентрацией гемоглобина $60,8 \pm 3,9$ г/л и общего белка в сыворотке крови $22,6 \pm 1,3$ г/л (табл. 21).

Таблица 21

Морфометрические и гематологические показатели семилеток белуги, отловленных в Северном Каспии

Показатели	Масса рыб, кг	Длина рыб, см	Коэффициент упитанности по Фультону	Концентрация гемоглобина, г/л	Общий белок в сыворотке крови, г/л
<i>n</i> = 13					
<i>M</i> ± <i>m</i>	13,7±0,46	115,4±0,95	0,89±0,01	60,8±3,9	22,6±1,3
δ	1,66	3,43	0,05	14,32	4,71
<i>CV</i> %	12,08	2,97	5,7	23,56	20,86

При этом средняя масса белуги в семилетнем возрасте из садков составляла 16,9 кг, что почти на 25 % больше, чем у рыб из естественной среды обитания, и длина белуги искусственной генерации была больше – 125 и 115 соответственно. Физиологическое состояние мало чем отличалось у сравниваемых особей.

Сравнительный анализ морфометрических показателей у разновозрастных белуг, выращиваемых в садках, с рыбами естественной генерации показал, что последние отстают на 20–30 % в росте и развитии от рыб садкового содержания. Это объясняется тем, что особи в садках ведут малоподвижный образ жизни и хорошо питаются доброкачественными кормами.

Таким образом, молодь белуги, выращиваемая в искусственных условиях, по темпу роста, а также по некоторым функциональным показателям, существенно отличается в лучшую сторону от той, которая нагуливается в естественных условиях. Отсюда следует, что на выраженность морфометрических и физиологических показателей у молоди белуги существенное влияние оказывают условия выращивания и фактор её обеспеченности кормом. Однако для нормального формирования репродуктивной функции необходимо соблюдать не только требования к режиму кормления и качеству кормов, но и создавать оптимальные гидрологические и гидротермические условия водной среды.

В 2014 г. в ремонтно-маточном стаде, содержащемся в садках, впервые созрела белуга искусственной генерации в возрасте 16 лет массой 52,4 кг, от которой была получена икра весом 4,9 кг, её выход составил 9,3 %, абсолютная плодовитость 196 тыс. шт. икринок небольших размеров – в 1 грамме 40 штук. Полученные результаты по массе созревшей самки, абсолютной плодовитости, проценту выхода икры и размерам ооцитов полностью подтверждаются многочисленными данными по первому созреванию белуги, естественной генерации.

Таким образом, в связи с резким сокращением численности популяции каспийской белуги в настоящее время сохранение и пополнение генофонда этого вида за счёт естественного воспроизводства не представляется возможным. Реальная возможность пополнения природных ресурсов белуги в Каспийском

бассейне имеется за счёт деятельности осетровых рыбоводных заводов по искусственному воспроизводству. В связи с этим, в основу производственной деятельности ОРЗ по искусственному воспроизводству и предприятий по товарному осетроводству на ближайшую и отдалённую перспективу должен быть заложен принцип формирования собственных ремонтно-маточных стад по методу «от икры до икры», несмотря на то, что такой подход весьма длительный и затратный.

3.3. Формирование продукционного стада белуги методом доместикации

В последние годы в практике осетроводства используется метод доместикации или одомашнивание производителей естественной генерации в искусственных условиях содержания. Особенно широко этот метод применяется для исчезающего вида осетровых рыб – белуги. Метод доместикации производителей основывается на том, что зрелых рыб естественной генерации после прижизненного изъятия икры адаптируют к искусственным условиям содержания в прудах или садках (Тяпугин, Загребина, 2011).

3.3.1. Исследования процессов прижизненного извлечения икры от самок белуги естественной генерации

Отловленных производителей белуги доставляли на рыбоводное предприятие, выдерживали в бассейнах для выхода на нерестовый режим, затем определяли процент поляризации, после чего самкам, готовым к оплодотворению, делали гипофизарную инъекцию. После гипофизарной инъекции срок созревания самок белуги колебался в пределах 28–46 часов в зависимости от температуры воды, при появлении первых икринок в анальном отверстии выполняли операцию по прижизненному извлечению икры. Рыбу переносили на операционный стол, изъятие икры из тела рыбы проводили способом Подушки (1986) – подрезанием яйцеводов, продолжительность процесса получения икры от 15 до 30 минут.

Сцеживание икры осуществляли двукратно и однократно. В начале работ по прижизненному изъятию икра сцеживалась в два приёма, а в дальнейшем в один приём, после получения определённых навыков. Было установлено, что для получения максимального количества икры за один приём необходимо после появления первых порций икры давать самкам дозревать в зависимости от температуры воды: при 9–12°C 2–4 часа, 13–16 °C 1–2 часа, при этом качество икры не меняется. Однократное получение икры положительно сказалось на физиологическом состоянии прооперированных самок, так, если в первые три года при двукратном изъятии икры смертность рыб достигала 50% (Шеходанов, Минияров, Тяпугин 1999), то в последующем при однократном изъятии – не превышала 5 %.

Прооперированных самок помещали в реабилитационные бассейны, где рыбы содержались в покое, и через неделю начинали переводить на кормление. Гибель диких производителей в процессе адаптации к искусственным условиям содержания обычно отмечается через 2–3 недели после высадки их в садки. Выявлено, что одной из основных причин гибели самок в садках является травматизация рыб в процессе рыбоводных манипуляций: во время заготовки и в период выполнения операций по прижизненному изъятию икры, для предотвращения этих негативных последствий применялись различные способы анестезии.

В исследованиях по прижизненному получению икры использовались 14 впервые нерестующих самок белуги естественной генерации начальной средней массой 72,8 кг (табл. 23). Для сравнения были проанализированы самки белуги, с которыми работали на экспериментальном Икрянинском осетровом рыбоводном заводе в период с 1964 по 1980 гг., когда икру получали методом забоя (Тяпугин, Ферафонов, 2002).

Рыбоводно-биологические показатели, характеризующие репродуктивную функцию самок белуги, свидетельствуют, что рыбы прошлых лет, от которых получали икру методом забоя, имели лучшие показатели по выходу икры, рабочей

плодовитости. Выход икры, полученной операционным путём, был невысоким и составлял от 5,8 до 13,1 %, в среднем 9,2 %, в то время, как методом забоя получалось от 8,5 до 16,7 %, в среднем 13,4 %, что почти на 40 % больше, чем прижизненное изъятие икры. Рабочая плодовитость самок, от которых была получена икра операционным способом, в среднем составляла 280,7, в то время как методом забоя – 375,5 тыс. штук, что на 25 % больше.

Таблица 23

**Рыбоводно-биологические показатели при получении икры
от диких производителей белуги**

Показатели	Значения		
	Среднее	Минимум	Максимум
Масса самок, использованных при доместикации, кг	72,8	34	115
Выход икры от массы тела при получении операционным способом, %	9,2	5,8	13,1
Выход икры от массы тела при получении методом забоя, %*	13,4	8,5	16,7
Рабочая плодовитость при получении икры операционным способом, тыс. шт.	280,7	76	454,2
Рабочая плодовитость при получении икры методом забоя, тыс. шт.**	375,5	200,5	550,5
Оплодотворяемость икры, %	73	35	92
Навеска икры в 1 г	34	30	49

Примечание: *, ** – плодовитость и выход икры от массы белуги естественных генераций взяты по результатам, полученным на Икрянинском ОРЗ с 1964 по 1980 гг.

Установлено, что операционным путём полностью извлечь икру из тела самки не представляется возможным. Выход икры и рабочая плодовитость были гораздо выше у самок белуги, полученных методом забоя, однако данное сравнение не достаточно корректно, потому что в прошлом была возможность большого выбора производителей с хорошим качеством. Самки белуги естественной генерации, с которыми работали для доместикации, были неравнозначны, так, оплодотворяемость икры находилась в широких пределах от 35 до 92 %, более половины самок белуги (64 %) дали икру с высоким процентом оплодотворения – свыше 80, размеры ооцитов тоже значительно различались – в 1 грамме было от 28 до 40 штук.

Таким образом, однократное изъятие икры из тела самки белуги операционным путём, сохраняя жизнь рыбе, позволяет получать хорошие рыбоводно-биологические показатели по выходу икры, рабочей плодовитости, проценту оплодотворения. Самки белуги хорошо переносят операции и затем легко адаптируются к содержанию в искусственных условиях, их выживаемость составляет 98 %. При этом не представляется возможным полностью извлечь икру в отличие от получения икры методом забоя, до 20 % ооцитов остаётся в теле рыбы и подвергается резорбции.

3.3.2. Перевод прооперированных самок белуги на кормление искусственными кормами

В процессе адаптации диких производителей белуги к содержанию в искусственных условиях особое значение отводится их перевод на питание несвойственными кормами. В первый месяц высадки диких производителей в садки в течение первой недели не кормили, поскольку в этот период происходит процесс их адаптации к новым условиям обитания. Со второй недели при температурах воды не ниже 10 °С начинали кормление, корм задавали в количестве 1 % от биомассы белуг, контролируя ежедневно его поедаемость. В случае неудовлетворительного потребления корма вносили корректировки в кормление в сторону уменьшения суточного рациона.

В качестве корма применялись пастообразные корма (кормосмеси), состоящие на 50 % из сухих рассыпных комбикормов и 50 % рыбного фарша. Комбикорма для кормления производителей белуги содержат 39 % протеина, 10 % жира, а в пересчёте на состав кормосмеси – 27 % протеина и 7 % жира. Кормление рыбы в садках проводилось на кормовых местах или кормовых площадках. Средняя норма кормления для производителей составляла 2 % в сутки от биомассы рыб. При нормальном потреблении корма норму кормления в прудах увеличивали до 3 % в сутки. При достижении критических температур воды в садках до 28 °С и выше снижали норму кормления до 1%, ведя ежедневный контроль за поедаемостью корма, т. к. при температурах воды выше 28 °С

потребление корма осетровыми уменьшается. При снижении температуры воды до оптимальных значений 20–22 °С снова увеличивали норму кормления до 3 %, и такие нормы кормления выдерживали в течение всего периода нагула до температуры воды в садках 10 °С. Затем нормы кормления значительно снижали до 1 % от массы рыбы, а при температурах ниже 3 °С кормление прекращали. Использование данных суточных норм кормления производителей позволяет наиболее рационально использовать применяемые корма. Кратность кормления, применяемая в садках, составляла 2 раза, обычно рыбу кормили утром в 6–7 часов и вечером в 17–19 часов.

Большое значение при кормлении белуги в садках имеет гидрохимический режим, который должен быть оптимальным для содержания и развития репродуктивной функции производителей. Концентрация кислорода в воде 8–9 мг/л, рН 7,5–8,5, прозрачность не менее 1,5 м, взвешенные вещества до 25 г/м³. Особое внимание уделяется содержанию биогенных элементов, в частности, содержание нитритного, нитратного и аммиачного азота, которые не должны превышать допустимых значений. При содержании кислорода в воде ниже 6–7 мг/л эффективность использования корма резко снижается. При содержании кислорода в воде менее 5 мг/л кормление прекращалось. При повышении значений биогенных веществ также регулируется нормы подачи корма, либо увеличивается водообмен в садках.

Опыт показал, что белуги в садках используют в пищу сорную рыбу, которая в период нереста заносится через ячеи в садках. Иногда, в случае присутствия в больших количествах сорной рыбы в садках проводится перерасчёт нормы внесения кормосмесей с целью экономии средств.

Многолетние наблюдения за процессом доместикации диких самок белуги показали, что обычно в первый год одомашнивания до 20–40 % производителей не питаются или питаются не достаточно интенсивно, в результате происходит потеря массы рыб от 20 до 50 % (Шеходанов и др., 1999; Тяпугин, 2006). Это приводит к удлинению сроков повторного созревания на один–два года, а иногда

и к повышенному проценту гибели ценных производителей. Поэтому для устранения этого недостатка в работе по доместикации диких производителей белуги были проведены исследования по зимнему их кормлению в системе бассейнов с регулируемым термическим режимом. Для выполнения исследований непитающихся рыб после летнего содержания в нагульных садках переводили в бассейны, где проводились эксперименты по приучению осетровых рыб к искусственному кормлению. Для проведения исследований были задействованы три бассейна объёмом по 18 м³ с регулируемым температурным режимом, в двух содержалась рыба, один бассейн служил резервом для подогретой воды. В связи с тем, что белуг было только две особи, в эксперименте использовалось дополнительно 19 самок русского осетра. В бассейн № 19 было помещено девять самок русского осетра общей биомассой 108,1 кг и одна самка белуги массой 32,6 кг, общая биомасса рыбы в бассейне составила 140,7 кг, плотность посадки 8,8 кг/м². В бассейн № 1 было посажено десять самок русского осетра биомассой 120 кг и одна белуга массой 33,6 кг, общая биомасса рыбы в бассейне составила 153,6 кг, плотность посадки 9,6 кг. Все самки имели индивидуальные электронные метки, что позволило отследить прирост каждой рыбы. Половые гонады самок находились на второй стадии зрелости. Осетровые рыбы были помещены в бассейны в середине ноября, в течение трёх суток провели их адаптацию к новым условиям содержания. Затем температура воды в бассейнах поднималась по два градуса в сутки с 1 до 14° С, к этой температуре рыба адаптировалась также в течение трёх суток. После чего началось кормление осетров и белуги малоценной рыбой – карасём средней массой 50 гр. В первый месяц кормления норма составила 0,5 % от биомассы рыбы в бассейнах. Первые три недели часть карася резали вдоль тела, часть подавали целиком, в последующем рыба подавалась только целиком. Суточную норму кормления в первый месяц определяли исходя из скорости потребления корма, она составила 15–20 мин. В январе, феврале норма кормления была увеличена до 1 % в сутки от первоначальной биомассы рыбы в бассейнах, кормили до конца февраля. Общий срок кормления составил 87

дней. В результате на потребление корма перешло 100 % белуги и 83 % самок русского осетра (табл. 24). За этот период было израсходовано 303 кг кормового карася. Общий прирост биомассы осетров и белуги в двух бассейнах составил 36,7 кг, кормовые затраты составили 8,25 единиц на 1 кг прироста. Минимальный прирост массы самок русского осетра составил 0,8 кг, максимальный 3,4 кг. У белуги минимальный прирост массы составил 3,4 кг, максимальный 13,4 кг. У непитающихся самок русского осетра (5 штук) отмечена потеря массы от 0,4 до 3,6 кг. У двух самок (6%) прирост оказался равен нулю, их отнесли к группе непитающихся.

Таблица 24

Кормление самок русского осетра и белуги в бассейнах

№ бассейна	Вид рыбы	Начальная масса, кг	Конечная масса, кг	Прирост кг
№ 19	Русский осётр	14	15	1
	Русский осётр	13,2	14,6	1,4
	Русский осётр	14	13	-1
	Русский осётр	10,4	9,6	-0,8
	Русский осётр	8	4,4	-3,6
	Русский осётр	10	11,8	1,8
	Русский осётр	14,2	15	0,8
	Русский осётр	11,6	13	1,4
	Русский осётр	11,6	13	1,4
	Русский осётр	13	13	0
	Белуга	33,6	37	3,4
	Итого:	153,6	159,4	11,2
№ 1	Русский осётр	12,6	12,2	-0,4
	Русский осётр	11,2	13	1,8
	Русский осётр	11	10,5	-0,5
	Русский осётр	13,5	15	1,5
	Русский осётр	13	16,4	3,4
	Русский осётр	10,6	13,6	3
	Русский осётр	15,2	16,6	1,4
	Русский осётр	11	12	1
	Русский осётр	10	10	0
	Белуга	32,6	46	13,4
	Итого:	140,7	165,3	25,5

За период проведения эксперимента отмечен отход одной самки русского осетра, который составил 5 % от общего количества рыб. Самки белуги хорошо

потребляли корм, и прирост массы составил 3,4 и 13,4 кг. После доместикации диких самок белуги были получены интересные данные по соотношению прироста рыб по показателям пластического и генеративного обменов. Под пластическим приростом имеется в виду увеличение массы рыбы без массы гонад, а под генеративным приростом – увеличение массы гонад. Так, показатели пластического прироста белуги колебались от 9,3 до 58,9 %, составив в среднем 40,2 %, а генеративного – от 41,1 до 90,7 % по отношению к общему приросту, что составило в среднем 59,8 %. Таким образом, генеративный прирост оказался на 19,6 % выше пластического. Это указывает на то, что у впервые созревающих самок белуги в искусственных условиях доминирует генеративный обмен.

Выполненные исследования позволили увеличить набор градусодней, что в дальнейшем благотворно сказалось на ускорении процессов созревания, в общей сложности самки русского осетра и белуги набрали в бассейне № 1 1 256 градусодней, а в бассейне № 19 – 1 295 градусодней.

С середины до конца февраля рыба выводилась на естественную температуру воды, которая опускалась до 1 °С с шагом один градус в сутки. За период проведения исследований ежедневно велось измерение показателей температуры воды и кислорода в воде с помощью термооксиметра. Значения температуры воды менялись до 2–3 градусов в сутки, значения кислорода колебались от 3,7 до 10,4 мг/л из-за несовершенства установки по регулированию температурного режима. Кроме того, раз в неделю проводилось измерение в бассейнах содержание биогенных веществ NH_4 , NO_2 , NO_3 и реакцию среды pH, эти показатели были в норме, соответствовали данным для установок замкнутого водоснабжения.

Таким образом, выполненные исследования показали, что непитающихся самок осетровых рыб можно приучить к кормлению в искусственных условиях, если проводить с ними специальные работы, и что кормление осетровых рыб в зимнее время позволяет ускорить процесс повторного созревания, тем самым сократить межнерестовый период у них. Подтверждено, что кормление рыб играет важнейшую роль на увеличение как пластического, так и генеративного

прироста массы белуги, последнее, в свою очередь, играет важнейшую роль в гамето- и гонадогенезе.

3.4. Оценка репродуктивной функции доместифицированных самок белуги, впервые созревших в садках

Проводились исследования по изучению процесса созревания доместифицированных производителей белуги, адаптированных к искусственным условиям содержания. В эксперименте участвовало 28 самок белуги и 6 самцов, содержащихся в садковом комплексе с 2002 г.

Озимые самцы белуги массой от 35 до 60 кг были посажены в садки, весной 2003 г. от них была получена сперма, после чего рыб поместили на летнее содержание совместно с самцами русского осетра при общей плотности посадки 50 кг/м³. Нормы кормления в садках составляли от 0,5 до 1,5 % в зависимости от температуры воды. Весной 2005 г. созрел только один самец, созревание остальных самцов происходило осенью 2005–весной 2006 гг. Полученные результаты позволяют сделать предварительные выводы о том, что первое созревание самцов белуги естественной генерации в условиях садкового содержания, в основном, происходит на втором и третьем году.

Самки белуги после операционного изъятия икры адаптировались к содержанию в садках, постепенно переводя на кормление комбикормами. Отдельные производители долго адаптировались к содержанию в садках, что приводит к удлинению срока повторного созревания, о переходе самок белуги на кормление судили по приростам массы. Так, в первый год доместификации у 7 рыб отмечалось значительное снижение массы до 20 % от начальной, следовательно, эти особи не потребляли корм, 5 особей активно потребляли корм, поэтому наблюдался положительный прирост массы (до 25 %), а у основной части – 16 рыб, масса изменялась незначительно, вялое потребление корма.

3.4.1. Созревание самок белуги в садках

Созревание самок происходило неодновременно, через 7 лет из общей группы доместичированных (28 штук) самок белуги созрело только 9, из которых 1 особь созрела на четвёртый год доместикации, 4 – на пятый год, 3 – на шестой год, и 1 особь на 7 год содержания в садках. По данным Шевченко и др. (2004), гаметогенез части самок завершается на 4-й год, примерно через 42 месяца после начала доместикации. Продолжительность гонадогенеза при повторном созревании доместичированных самок белуги неравномерна по стадиям развития, так, наибольший период приходится на II жировую и III стадии зрелости гонад – 70–80 % общего периода созревания, незавершённые стадии III–IV делятся 6–7 месяцев (14–15 %). Следовательно, у особей, созревающих на пятый, шестой и седьмой годы, прохождение процессов гонадогенеза увеличивается за счёт стадии второй жировой и третьей, связанных с накоплением достаточного количества энергетического материала для вителлогенеза. Соотношение периодов нагула и зимовки 2:1. Годовая сумма тепла в садках составляет в среднем 3 800–4 000 градусодней. Созревание самок в садках носит индивидуальный характер, количество градусодней, необходимых для созревания самок белуги в садках, колеблется в пределах от 12 000 до 28 000.

Быстрое протекание гаметогенеза зависит от времени перехода производителей на искусственные корма. За период созревания в садках прирост массы отдельных производителей белуги за рыбоводный сезон колебался от 2 до 32 кг. Часть рыб набирает массу до 4–10 кг уже в первом сезоне, другие увеличивают прирост массы на втором или даже на третьем году содержания в искусственных условиях. Прирост массы самок за период созревания варьировал от 10 до 51 кг, или в процентном отношении от 12,5 до 72 %.

Основные рыбоводно-биологические показатели по 9 самкам белуги, впервые созревшим в садках (табл. 25), свидетельствуют, что за семилетний период нагула наибольший прирост массы (51 кг) отмечался у особи, от которой был получен наибольший выход икры – 15 %, и рабочая плодовитость 602 тыс. шт., но при этом эта самка имела очень мелкую икру.

Данные по первому созреванию самок белуги в садках

Показатели	Значения		
	Среднее	Минимум	Максимум
Срок первого созревания в садках, лет	5	4	7
Прирост биомассы за период созревания, кг	37	10	51
Рабочая плодовитость при первом созревании в садках, тыс. шт.	379,8	120,0	602,0
Выход икры от массы тела при созревании в садках, %	10,5	5,5	15
Оплодотворяемость икры, %	78	64	96
Навеска икры в 1 г	36	30	42

Самка белуги, созревшая через 4 года, имела невысокий прирост массы, всего 10 кг, выход икры минимально возможный – 5,5 %, рабочая плодовитость также была незначительна – 120 тыс. штук икринок, но ооциты более крупных размеров – в 1 грамме 30 шт. Одним из основных рыбоводных показателей, характеризующих репродуктивные качества производителей, является процент оплодотворяемости икры, наиболее высоким (96 %) он оказался у особи, которая созрела через 7 лет, низким этот показатель (64%) оказался у самки белуги, созревшей через 4 года.

Таким образом, полученные результаты по срокам первого созревания в садках самок белуги показывают, что в течение 7 лет особь накопила достаточное количество энергетического материала для созревания ооцитов, успешно завершился вителлогенез, поэтому и процент оплодотворяемости оказался высоким. Можно ожидать, что полученное потомство от этой самки будет более жизнестойким, хотя длительное содержание самок белуги в садках высокочатратно.

3.4.2. Сравнительная оценка репродуктивной способности самок белуги, созревших в садках и в природной среде обитания

Показатели репродуктивной функции 9 доместифицированных самок белуги, впервые созревших в садках, сравнили с такими же данными этих рыб, от которых была получена икра при одомашнивании.

Сравнительный анализ выхода икры от этих 9 самок белуги при созревании в природных условиях и впервые созревшие в садках (рис. 11) показал, что все самки, адаптированные к искусственным условиям содержания, отдали больше икры, чем рыбы естественной генерации.

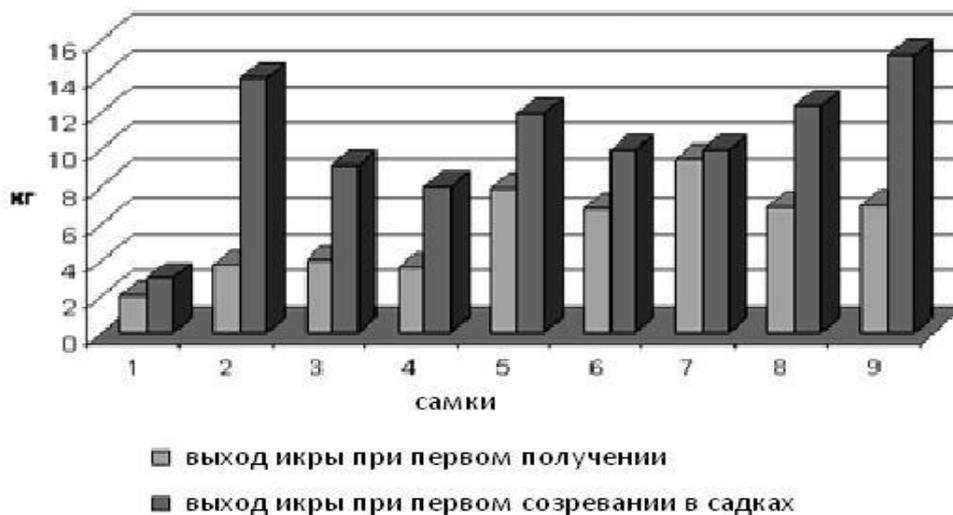


Рис. 11. Выход икры от самок белуги

Так, семь самок белуги отдали почти в 2 раза больше икры после адаптации к искусственным условиям содержания, а у первой и седьмой самок выход икры незначительно отличался от особей естественного происхождения. Эта же тенденция прослеживается и по показателю рабочей плодовитости (рис. 12).

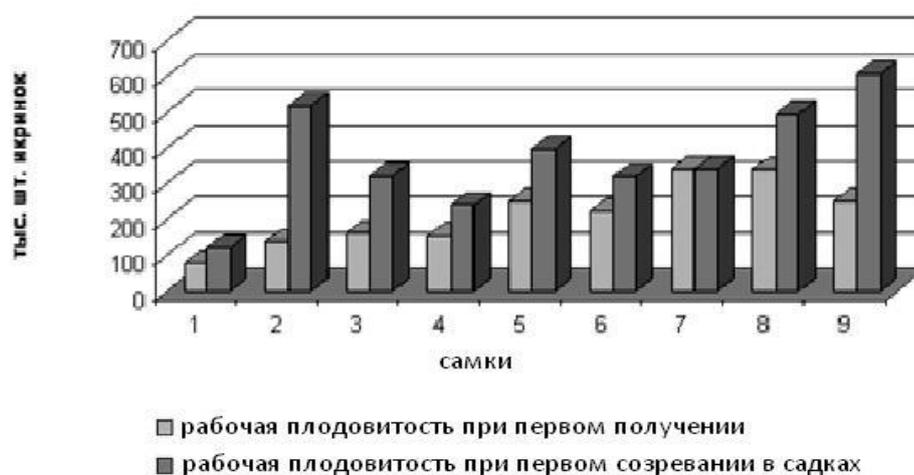


Рис. 12. Изменение рабочей плодовитости белуги при приручении к искусственным условиям содержания

Таким образом, основные рыбоводно-биологические показатели, характеризующие репродуктивную функцию производителей, представленных на рис. 11 и 12, свидетельствуют о благоприятных условиях для созревания самок белуги, доместичированных в садках. Это свидетельствует о том, что в садках были созданы лучшие условия для процессов гамето- и гонадогенеза, чем в естественной среде обитания. К тому же потомство от производителей, созревших в искусственных условиях, характеризовалось удовлетворительным физиологическим состоянием, активно потребляло корм, хорошо росло и развивалось, выживаемость от однодневной личинки до молоди массой 10 г составила от 48 до 56 %.

Для оценки репродуктивной системы самок осетровых рыб нередко используют значение коэффициента рабочей продуктивности, которая определяется отношением количества оплодотворённой икры на единицу массы тела рыбы. Данный коэффициент позволяет объективно и точнее определить рыбоводные качества производителей, т. к. учитывает важные индивидуальные показатели каждой особи – величину оплодотворённой икры и массу тела рыб. Значение данного коэффициента для самок, созревших в природных условиях (табл. 26), находилось в пределах от 1,41 до 4,2 тыс. шт. оплодотворённых икринок на 1 кг массы самок при среднем значении 2,8 тыс. шт.

Таблица 26

Результаты рабочей продуктивности самок белуги при получении икры

Показатели	№ самок								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выход оплодотворённой икры на 1 кг массы самки белуги, созревшей в природной среде (тыс. шт.)	1,56	2,15	2,6	1,41	3,58	2,6	3,5	3,78	4,2
Выход оплодотворённой икры на 1 кг массы самки белуги при первом созревании в садках (тыс. шт.)	1,78	4,81	3,66	2,21	3,66	2,21	3,02	4,69	4,51

Для доместичированных самок белуги, впервые созревших в садках, показатель рабочей продуктивности возрос и оказался в пределах от 1,78 до 4,69 тыс. шт. при среднем значении 3,4 тыс. шт. на 1 кг массы рыбы, что на 17,6 %

больше, чем у самок белуги, созревших в естественной среде обитания. Полученные результаты рабочей продуктивности рыб также подтверждают, что процесс созревания самок белуги проходил более успешно в садках, чем в природной среде.

Таким образом, результаты созревания самок белуги, содержащихся в садках, свидетельствуют, что основные рыбоводно-биологические показатели, характеризующие репродуктивную функцию – выход икры, рабочую плодовитость и продуктивность domesticiрованных рыб, были выше, чем белуги, созревшей в естественных условиях обитания. Полученные результаты могут быть объяснены тем, что самки белуги, успешно прошедшие процесс адаптации к искусственным условиям содержания в садках, регулярно получали сбалансированные высокопитательные корма и вели малоподвижный образ жизни, в отличие от рыб естественной генерации, которые в поисках пищи проделывали большие расстояния.

3.4.3. Влияние условий содержания на процесс созревания доместицированных самок белуги

В работе были проанализированы материалы по влиянию условий содержания domesticiрованных самок белуги на процесс созревания по рыбоводно-биологическим показателям, характеризующим репродуктивную функцию рыб. Изучались самки белуги, созревшие в садках и прудах, по показателям: сроки первого созревания, прирост биомассы за период созревания, рабочая плодовитость, выход икры, процент оплодотворения и размер ооцитов. Эти показатели оценивались у 15 domesticiрованных самок белуги, содержащихся в садках ООО «АРК «Белуга», и 10 самок белуги в прудах НПЦ «Биос». Рыбоводно-биологические показатели по самкам белуги, созревшим в прудах и садках (табл. 27), свидетельствуют о преимуществах рыб, содержащихся в садках.

Сравнительные данные по первому созреванию самок белуги в садках и прудах

Показатели	Значения		
	Среднее	Минимум	Максимум
Срок первого созревания в садках, лет	4	3	5
Срок первого созревания в прудах, лет	5	4	7
Прирост биомассы за период созревания в садках, кг	12,7	2	29,9
Прирост биомассы за период созревания в прудах, кг	37	10	51
Рабочая плодовитость при первом созревании в садках, тыс. шт.	501,4	220,2	785,2
Рабочая плодовитость при первом созревании в прудах, тыс. шт.	379,8	120	602
Выход икры от массы тела при созревании в садках, %	13,8	8,9	20,3
Выход икры от массы тела при созревании в прудах, %	10,5	5,5	15
Оплодотворяемость икры при созревании в садках, %	82	70	96
Оплодотворяемость икры при созревании в прудах, %	78	64	96
Навеска икры в 1 г при созревании в садках	34	30	41
Навеска икры в 1 г при созревании в прудах	36	30	42

Сроки первого созревания самок белуги в садках на 1–2 года короче, чем у рыбы, созревшей в прудах. Увеличение сроков содержания самок белуги в прудах способствовало большему набору массы, так, средний прирост биомассы был более в 2 раза выше у рыб, содержащихся в прудах, чем в садках. Прирост массы самок белуги за период нагула до созревания в прудах носил пластический характер (набор массы тела) (70,6 %), и только 29,4 % – генеративный прирост (набор массы половых продуктов). В то время, как самки, созревшие в садках, имели прирост, который, в основном, носил генеративный характер, на его долю пришлось 67,8 %, а доля пластического прироста составляла 32,2 %. Качество извлечённой икры было лучше у самок, созревание которых происходило в садках, а не в прудах, так, средний процент оплодотворения икры у садкового содержания рыб составил 70, а у прудового – 64, размеры ооцитов были практически одинаковы.

Таким образом, при оценке влияния условий содержания на репродуктивную функцию рыб оказалось, что самки белуги, адаптированные к садковому содержанию, при первом созревании в них имели лучшие рыбоводно-биологические показатели, чем самки белуги, впервые созревшие в прудах. Это может быть объяснено тем, что в садках лучше управляемость технологического

процесса содержания самок белуги, в частности, возможность визуального наблюдения и регулирования скорости течения воды и условиями кормления, так, в садках белугу кормили только килькой, что ближе к естественному корму, а в прудах – кормосмесью (рыбный фарш и рассыпчатый комбикорм).

3.5. Влияние межнерестовых периодов на репродуктивную функцию доместицированных самок белуги

Согласно литературным источникам, межнерестовый период у самок белуги естественной генерации находится в пределах от 4 до 7 лет. Такой разброс обусловлен возрастной, генетической и биологической разнокачественностью рыб, термическим режимом и интенсивностью питания, составом пищи и особенностями энергетического обмена (Шевченко и др. 2004; Тяпугин, 2004; Коробочкина, 1964; Шилов и др. 1971).

В то же время межнерестовый период повторного созревания самок осетра в искусственных условиях, т. е. после полной адаптации к неадекватным условиям, на фоне естественной температуры волжской воды сокращается до 3–5 лет, что согласуется с данными А. В. Павлова (Павлов и др. 1970), по всей видимости, этот процесс зависит прежде всего от интенсивности питания и качества кормов, сокращения расхода энергии на поиск пищи и оптимального термического режима водной среды и др.

3.5.1. Прирост массы доместицированных самок белуги до повторного созревания в садках

В работе, прежде всего, были проанализированы изменения массы самок белуги, адаптированные к содержанию в садках, за период их повторного полового созревания. Исследовались две самки белуги, которые созрели в садках через три года после доместикации, анализировался прирост массы рыб по годам нагула до созревания (табл. 28). Самка белуги № 1 в 2009 г. после прижизненного

получения икры была доминицирована и содержалась в садках, при осенней бонитировке 2011 г. было обнаружено, что рыба содержит икру четвёртой стадии зрелости, которая весной 2012 г., т. е. через 3 года, была прижизненно извлечена для рыбоводных целей. От самки белуги № 2 весной 2010 г. впервые была получена икра, в садках она созрела к осени 2012 г., и весной 2013 г. (межнерестовый период – 3 года) от этой самки белуги была получена икра. Потерю массы рыб за период зимовки не учитывали, хотя, как известно, она достигает 9–10 %.

Таблица 28

Изменение массы самок белуги в течение трёх лет до повторного созревания

№ самки	Вес рыбы при получении икры, кг	Количество полученной икры, кг	Выход икры от массы тела, %	Масса рыбы после получения икры, кг	Прирост за 1 год нагула, кг	Прирост за 2 год нагула, кг	Масса рыбы осенью 3-го года нагула, кг	Прирост за 3 год нагула, кг	Количество полученной икры, кг	Выход икры от массы тела, %
1 самка	123,7	17	13,7	106,7	9,4	8,5	137,2	12,4	18,8	13,7
2 самка	94,4	16,6	17,7	77,8	4,3	5,1	94,2	7,0	14,3	15,2
Ср. значение	108,85	16,8	15,7	92,05	7,15	6,8	115,2	9,7	16,55	14,45

Самка белуги № 1 в 2009 г. имела массу 123,7 кг, от неё было получено 17 кг икры, или 13,7 % от массы тела, после изъятия икры вес самки составил 106,7 кг. В первый год нагула прирост массы самки белуги составил 9,4 кг, её вес был 116,1 кг, т.е. за год содержания в садках рыба не набрала свою первоначальную массу. Через два года содержания в садках масса белуги составила 124,6 кг, а привес 8,5 кг, т. е. на второй год нагула особь восстановила свой первоначальный вес и даже немного превзошла его. За третий год рыба увеличила свою массу на 12,4 кг, а за три года нагула общий прирост массы белуги составил 30,3 кг, к этому времени самка содержала икру четвёртой стадии зрелости. Масса самки белуги составила 137,2 кг, оказалась на 13,5 кг больше

первоначального веса и на 30,3 кг больше массы до повторного созревания, т. е. после извлечения икры. Выход икры от этой самки после повторного созревания несколько возрос и составил 18,8 кг (при первом получении было 17 кг), а вот в процентном отношении к массе тела рыбы он не изменился и составил 13,7 %.

Таким образом, из общего прироста массы самки за три года содержания в садках 30,3 кг на долю генеративного роста ооцитов приходится 18,8 кг, что составляет 61,6 %, а на долю пластического роста – 38,4 %, что свидетельствует о преобладании процесса созревания перед накоплением массы тела рыб.

Вторая самка белуги до первого получения икры в 2010 г. имела массу 94,4 кг, от неё было получено 16,6 кг, или 17,7 % икры для рыбоводных целей, после извлечения ооцитов вес самки составлял 77,8 кг. После первого года нагула при приросте 4,3 кг масса самки составляла 82,1 кг, т. е. эта особь ещё не достигла своего первоначального веса. Через два года содержания самки белуги в садках прирост массы составил 5,1 кг, а вес равнялся 87,2 кг, эта рыба даже после двухлетнего содержания весила меньше первоначальной массы. Через три года эта самка белуги имела прирост 7 кг и достигла массы 94,2 кг, что соответствовало первоначальному значению (94,4 кг), и превысила на 16,4 кг массы белуги (77,8 кг) после первого извлечения икры. Выход икры от самки № 2 в 2013 г. снизился по сравнению с данными 2010 г. и составил 14,3 кг, или 15,2 % от массы тела рыбы. Из общего прироста массы самки белуги № 2 за три года содержания в садках 16,4 кг на долю генеративного роста ооцитов приходится 87 %, а на долю пластического роста всего – 13 %. Полученные результаты свидетельствуют, что в условиях короткого межнерестового цикла – 3 года, в общем приросте массы тела самок белуги преобладает генеративный рост ооцитов.

Таким образом, на примере двух исследуемых самок белуги можно констатировать, что в короткий (3 года) межнерестовый период у рыб преобладает генеративный рост массы, нежели пластический, что, очевидно, связано с ускорением процесса созревания рыб.

Суммируя изложенное, можно констатировать, что при оптимальных термических режимах среды обитания, гидрохимических условиях содержания и кормления сбалансированными кормами формирование репродуктивной функции у самок белуги, адаптированных к искусственным условиям содержания, проходит в соответствии с природным развитием, что подтверждается рыбоводно-биологическими показателями. При этом сроки повторного созревания самок белуги могут быть сокращены до 3–4 лет, о чём свидетельствуют полученные данные в 2015 г.

3.5.2. Рыбоводно-биологические и гематологические показатели самок белуги, дважды созревших в садках

В рыбоводном сезоне 2015 г. на осетровом садковом рыбоводном предприятии «АРК «Белуга» участвовали 5 доместичированных самок белуги, содержащиеся в продукционном стаде, которые неоднократно созревали в искусственных условиях. В 2002 и 2003 гг. 5 зрелых самок белуги, отловленных в Волге, после прижизненного извлечения икры успешно адаптировались к содержанию в садках и неоднократно созревали, от них получали икру как для рыбоводных, так и для пищевых целей. Из пяти доместичированных самок белуги, содержащихся в садках, три созрели во второй раз и две в третий раз. Показатели трёх самок белуги по срокам созревания, массе тела рыбы, выходу икры в кг и в процентах при первом созревании, после повторного созревания в 2015 г. дополнительно представлены данные по длине рыб, размерам ооцитов, рабочей плодовитости, проценту оплодотворения и упитанности (табл. 29).

Прежде всего, обращает на себя внимание, что эти самки долго адаптировались к несвойственной им среде обитания, их первое созревание в садках наступило только через 6,7 и 9 лет, особенно у самки № 3 (9 лет), скорее всего, в первый год нагула эта самка не потребляла искусственные корма, но в последующем адаптация прошла успешно.

Самка № 1, в первый раз созревшая в садках через 7 лет, отдала 17 кг икры, или 13,7 % от массы тела рыбы, а повторно созрев через 6 лет, набрав общую массу 140,2 кг, отдала 23,7 кг, или 16,9 %, прирост массы за 6 лет оказался невысоким – всего 16,2 кг, т. е. весь рост массы носил генеративный характер, хотя коэффициент упитанности самки был достаточно высоким – 0,953. Икра, полученная от самки № 1, была средних размеров (в 1 грамме 36 икринок), рабочая плодовитость была высокой 853,2 тыс. штук ооцитов, и процент оплодотворения – 89, превосходил нормативные значения (80 %), эти показатели указывали на то, что от этой самки может быть получено хорошее потомство.

Таблица 29

Рыбоводно-биологические показатели самок белуги, дважды созревших в садках

№ п/п	Год дом.	Годы получения	Межнерест. период	Масса рыбы, кг	Вес икры, кг	% от массы тела	Навеска в 1 г	Раб. плод, тыс. шт.	% Оплод.	Длина, см	Упитанность
1	2002	2009	7	124	17	13,7	–	–	–	–	–
		2015	6	140,2	23,7	16,9	36	853200	89	245	0,953
2	2003	2009	6	96,7	12,8	13,2	–	–	–	–	–
		2015	6	122,3	19,3	15,8	32	617600	90	230	1,005
3	2003	2012	9	108	21,9	20,3	–	–	–	–	–
		2015	3	121,4	17,5	14,4	30	603000	80	217	1,189

Самка № 2 впервые и повторно созрела через 6 лет, т. е. эта белуга с трудом адаптировалась к искусственным условиям содержания, прирост общей массы за шесть лет составил 25,6 кг, от неё было получено 19,3 кг икры, т. е. генеративный рост превосходил пластический – 75,4 и 24,6 % соответственно. Следует отметить, что от этой самки после повторного созревания в садках выход икры был выше первого созревания 12,8 и 19,3 кг, в процентах – 13,2 и 15,8. Самка была довольно упитанна (коэффициент упитанности 1,005), имела крупные ооциты (в 1 грамме икры 32 шт.) и высокий процент оплодотворения – 90, можно ожидать, что от неё будет получена жизнестойкое потомство.

Самка № 3 долго адаптировалась к искусственным условиям содержания, первое созревание в садках наступило через 9 лет, при массе 108 кг от неё было

получено довольно большое количество икры – 21,9 кг, выход составил 20,3 % от массы тела рыбы. Повторно эта самка белуги созрела через три года, её масса составила 121,4 кг, прирост за время нагула был 13,4 кг. Увеличение массы самки белуги носил генеративный характер, от неё было получено 17,5 кг, или выход составил 14,45 %, при этом самка была достаточно упитанна (коэффициент упитанности – 1,189), имела крупные икринки (в 1 грамме 30 шт.), но процент оплодотворения ниже остальных самок – 80, хотя и соответствовал допустимым значениям.

Таким образом, выполненный анализ по самкам белуги, дважды созревшим в садках, показал, что эти рыбы довольно долго адаптировались к искусственным условиям содержания, их созревание в садках происходило довольно долго – 6, 7, 9 лет, да и сроки повторного созревания составили 6 лет. Следует особо отметить самку № 3, которая довольно долго (9 лет) адаптировалась к несвойственным условиям содержания при первом созревании в садках, но затем быстро (через 3 года) повторно созрела, можно ожидать, что в последующем у этой самки межнерестовые циклы будут короткими. Оценивая репродуктивные качества исследуемых самок белуги по таким показателям, как выход икры и процент оплодотворения, следует отметить, что сокращение сроков созревания не улучшает качество икры, о чём свидетельствуют полученные результаты от самки № 3, у которой выход икры (14,4 %) и процент оплодотворения (80) оказались самыми низкими из всех изучаемых рыб. Эти показатели у самок № 1 и 2 возросли по сравнению с первым созреванием в садках, хотя межнерестовый период в 2 раза превосходил значения для самки № 3.

Физиологическое состояние исследуемых самок белуги оценивали по гематологическим показателям: концентрация гемоглобина, количество эритроцитов, общий белок в сыворотке крови, содержание холестерина и глюкозы (табл. 30).

**Гематологические показатели самок белуги,
характеризующие физиологическое состояние при повторном созревании в садках**

№	Масса, кг	Выход икры, кг	Масса без икры, кг	Гемоглобин, г/л	Кол-во эритроцитов, млн./мкл	ОСБ, г/л	Холестерин, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л
1	140,2	23,7	116,5	98,1	1,14	29,5	6,34	1,240
2	112,3	19,3	103,0	85,6	1,07	21,2	8,9	1,12
3	121,4	17,5	103,9	83,4	0,89	19,8	9,7	3,4

Значения гематологических показателей у исследуемых самок белуги указывают на то, что все рыбы были в удовлетворительном физиологическом состоянии, что подтверждается концентрацией гемоглобина (среднее 89,03 г/л), почти в 2 раза (40–59 г/л) превосходящей значения, рекомендованные П. А. Дегтярёвым (2008). Количество эритроцитов при средних показателях 1,03 мл/мм³ в крови несколько превышало допустимые значения (0,6–0,9 млн./мм³). Содержание белка в сыворотке крови также было либо в пределах рекомендуемых значений (12,8–25,5 г/л), либо превышало их и в среднем составляло 23,5 г/л. Из трёх самок белуги наилучшие показатели физиологического состояния были получены у первой и второй самок, третья самка по этим значениям незначительно отставала.

Полученные результаты физиологического состояния самок белуги при повторном созревании их в садках свидетельствуют, что нагульный период рыб в искусственных условиях проходил в благоприятных условиях и можно ожидать, что потомство, полученное от этих производителей, должно быть жизнестойким.

**3.5.3. Рыбоводно-биологические и гематологические показатели
доместицированных самок белуги, трижды созревших в садках**

Две самки белуги, доместицированные в 2002 и 2003 гг., созрели в садках в третий раз, их межнерестовые циклы были непродолжительными и составили 3–4 года, что меньше, чем у рыб в природных условиях. Адаптация белуги

естественной генерации к искусственным условиям содержания прошла более успешно, чем у рыб № 1,2,3, в укороченные сроки: самка №4 – 6 лет, самка №5 – 5 лет, эти самки белуги довольно легко перешли на кормление в садках уже в первый месяц содержания.

Самка белуги № 4 впервые созрела в садках через 6 лет (табл. 31), около одного года она адаптировалась к искусственным условиям кормления и содержания. Повторное созревание этой самки в садках наступило через 4 года, за этот период прирост её массы составил 3,5 кг, и она имела вес 96,5 кг, от этой самки белуги во второй раз созревания было получено икры больше, чем в первое созревание, и составило 15,7 кг. Весь прирост массы носил генеративный характер, более того, часть своей массы самкой белуги было направлено на формирование половых органов. Третье созревание этой самки произошло через три года, прирост её массы составил 5 кг, а икры было получено 16,8 кг, что на 11,8 кг больше прироста, выход икры также возрос по сравнению с первыми двумя и составил 16,6 %. Следует отметить, что в период нагула прирост массы тела у этой самки имел генеративный характер, т.к. при последующих созреваниях самка белуги № 4 отдавала икры больше, чем при первых созреваниях, как в абсолютных величинах, так и в относительных (в процентах).

Таблица 31

Рыбоводно-биологические показатели domestцированных самок белуги, трижды созревших в садках

№ n/n	Год дом.	Годы получ.	Межнерест. период	Масса рыбы, кг	Вес икры, кг	% от массы тела	Кол-во в 1г	Раб. плод, тыс. шт.	% Оп-лод.	Длина, см	Упитанность
4	2002	2008	6	93	14,7	15,8	–	–	–	–	–
		2012	4	96,5	15,7	16,3	–	–	–	–	–
		2015	3	101,5	16,8	16,6	38	638400	90	220	0,906
5	2003	2008	5	72,1	12	16,6	–	–	–	–	–
		2012	4	103	13,8	13,4	–	–	–	–	–
		2015	3	112,5	14,5	12,9	34	493000	–	194	0,987

Самка белуги №4 имела высокие показатели по рабочей плодовитости и проценту оплодотворения, характеризующие репродуктивную функцию,

свидетельствующие о том, что от неё можно ожидать получение жизнестойкого потомства.

Самка белуги № 5 в первый раз созрела в садках через 5 лет, она довольно легко адаптировалась к искусственным условиям обитания, сразу перешла на кормление несвойственными кормами, от неё было получено 12 кг икры, или 16,6 % от массы тела рыбы. Через 4 года эта самка повторно созрела, набрав массу 103 кг (прирост составил 30,9 кг), икры было получено 13,8 кг, в процентном отношении меньше, чем при первом созревании (13,4 против 16,6 %), потому что при повторном созревании у изучаемой самки преобладал пластический прирост массы (55,4 %) по сравнению с генеративным (44,3 %). Через три года самка белуги созрела в третий раз, за это время её общая масса увеличилась на 8 кг и составила 112,5 кг, от самки было получено 14,5 кг, или 12,9 % от массы тела рыбы, весь прирост массы носил генеративный характер и был направлен на формирование половых продуктов. Самка, можно сказать, вышла на режим активного роста и развития репродуктивных органов.

О физиологическом состоянии доместифицированных самок белуги, которые три раза созрели в искусственных условиях, также судили по основным гематологическим показателям: концентрация гемоглобина, количество эритроцитов, содержание белка в сыворотке крови, холестерина и глюкозы. Результаты исследований, свидетельствуют о том, что все по всем вышеперечисленным параметрам самки белуги, созревшие в садках в третий раз, имели удовлетворительное физиологическое состояние (табл. 32). Так, концентрация гемоглобина у самки № 4 почти в 2 раза превышала значения (40–59 г/л). Для самок белуги, содержащихся в естественных условиях (Дегтярёв, 2008), этот показатель у самки № 5 почти в 1,5 раза был выше. Количество эритроцитов в крови обеих самок белуги (1,02 и 1,17 млн/мкл соответственно) также превышали значения (0,6–0,9 млн/мкл) по Дегтярёву, который определял их у рыб в естественных условиях. Такая же тенденция прослеживается и по показателю – концентрация сывороточного белка, содержание холестерина и глюкозы, в крови обеих самок белуги соответствовали показаниям белуги естественного происхождения и было в пределах значений по Дегтярёву.

Гематологические показатели самок белуги, характеризующих физиологическое состояние, при созревании в третий раз в садках

№	Масса, кг	Выход икры, кг	Масса без икры, кг	Гемоглобин, г/л	Количество эритроцитов, млн./мкл	ОСБ, г/л	Холестерин, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л
4	101,5	16,8	84,7	151,8	1,02	24,7	9,79	0,91
5	112,5	14,5	98,0	86,7	1,17	21,3	6,51	1,98

Таким образом, полученные результаты выполненных исследований по самкам белуги, созревших в садках в третий раз, показывают, что они быстро и успешно адаптировались к несвойственным для них условиям содержания, активно потребляли искусственные корма, темпы развития их репродуктивной системы в межнерестовые периоды превышали природные сроки повторного созревания рыб.

Результаты выполненных исследований по пяти самкам белуги, созревшим в 2015 г., позволяют констатировать, что, во-первых, одомашненные особи, введённые в продукционные стада, практически одновременно и при одинаковых условиях содержания в садках впервые созревают в различные сроки – от 5 до 9 лет, во-вторых, их межнерестовый период повторного созревания значительно различается – от 3 до 6 лет, в-третьих, рыбоводно-биологические показатели репродуктивной функции самок белуги свидетельствуют о том, что формирование и развитие половых органов происходило без патологий, физиологическое состояние производителей было вполне удовлетворительным, потомство, полученное от них, жизнестойким и, в-четвёртых, самки белуги, трижды созревшие в садках, можно сказать, вошли в нерестовый режим, их повторное созревание может быть в пределах 3–4 лет.

Неодновременное созревание самок белуги может быть объяснено индивидуальными биологическими особенностями особей и тем, что их адаптация к искусственным условиям содержания проходила по-разному, одни с трудом переходят на искусственное содержание и кормление, другие быстро привыкают к новым условиям обитания.

Таким образом, выполненные исследования показали, что самки белуги естественной генерации после успешной адаптации к содержанию в садках способны не однократно созревать и отдавать качественную икру, полученную прижизненным способом. Сокращение межнерестовых интервалов не приводит к повышению выхода икры и улучшению её качества, оптимальной продолжительностью сроков повторного созревания для белуги является 4–5 лет.

3.6. Рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами в условиях нижней Волги

В результате выполненных исследований, обобщения и анализа полученных результатов, накопленного практического опыта были разработаны и подготовлены рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами в условиях нижней Волги (Приложение А)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях катастрофического сокращения природных ресурсов осетровых рыб, особенно белуги, формирование продукционных стад в контролируемых условиях является насущной задачей в повседневной деятельности рыбоводов для развития товарного осетроводства и сохранения и восстановления естественных запасов этих уникальных реликтовых видов рыб в Волго-Каспийском бассейне. В этой связи особое внимание уделяется вопросам разработки технологических процессов, формирования маточных стад белуги в контролируемых условиях. Изменяющиеся условия естественной среды обитания рыб в Волго-Каспийском бассейне приводят к ухудшению физиологического состояния производителей осетровых рыб и, в частности, белуги.

При изучении производителей белуги естественной генерации анализ рыбоводно-биологических и гематологических показателей самок белуги показал, что в Волго-Каспийском бассейне произошли существенные изменения физиологического статуса рыб. В текущем столетии особи белуги по всем показателям отставали от таковых, отловленных в Волге 30–40 лет назад. Учитывая, что в рыбоводный процесс всё больше вовлекаются производители белуги озимой расы, были проведены исследования оценки качества репродуктивной функции самок весенней и летне-осенней миграций и потомства, полученного от них. По полученным результатам можно констатировать, что репродуктивные показатели – выход икры, размеры ооцитов, рабочая плодовитость, процент оплодотворения, были выше у озимых самок, гематологические – концентрация гемоглобина и общий сывороточный белок, были лучше у яровых самок белуги. Потомство, полученное от яровых самок белуги, имело лучшие рыбоводные показатели – выживаемость и темпы роста, по сравнению с озимыми, эта тенденция была подтверждена и гематологическими показателями молоди белуги.

Проведены исследования морфо-физиологического состояния сеголетков и разновозрастных групп белуги в ремонтно-маточном стаде, содержащихся в садках для формирования маточного стада, методом от икры до полового

созревания. Сравнительный анализ полученных результатов по рыбам, содержащимся в садках, с состоянием рыб, отловленных в Северном Каспии, показал, что сеголетки, четырёхлетки и семилетки белуги, выращенные в садках, имели лучшие морфометрические (масса, длина, упитанность) и гематологические (концентрация гемоглобина и содержание белка в сыворотке крови) показатели. Таким образом, формирование ремонтно-маточного стада белуги в садках происходит в благоприятных условиях, ремонтные группы быстро набирают массу, их физиологическое состояние удовлетворительное, процессы гамето- и гонадогенеза проходят в соответствии с природными условиями. После того, как особи достигнут половозрелого состояния, от них можно ожидать жизнестойкое потомство, что подтверждено результатами, полученными от одной самки белуги, созревшей в стаде через 16 лет.

Метод domestikации формирования продукционного стада белуги в садках в последние 12–15 лет получает широкое распространение в Волго-Каспийском бассейне, где ещё сохраняется редкая возможность заготовки производителей белуги естественной генерации. В работе подробно рассматриваются вопросы особенностей работы с самками белуги по прижизненному получению икры, послеоперационной реабилитации и кормления искусственными комбикормами. Проведены исследования по приучению самок белуги и русского осетра, не перешедших на питание в период летнего нагула, к кормлению искусственными кормами в зимнее время. Подробно изучен процесс первого созревания domestikцированных самок белуги в садках, показано, что впервые производители в искусственных условиях созревают через 5–9 лет, это зависит, прежде всего, от сроков перехода на питание несвойственными кормами и индивидуальными особенностями. При этом доказано, что самки белуги, впервые созревшие в садках, имели лучшие показатели репродуктивной функции, такие как выход икры, рабочая плодовитость и продуктивность, чем рыбы, созревшие в природных условиях, от которых была получена икра при domestikации. Сравнение рыбоводных показателей самок белуги, созревших в прудовых условиях и в садках, показало, что в последних рыбы быстрее созревали, имели лучшие параметры,

характеризующие репродуктивную функцию. Анализ массы двух domestikированных самок белуги показал, что за три года нагула в садках до созревания общий прирост массы рыб составил свыше 20 %, при этом преобладал генеративный рост, на долю которого приходилось 61,6 и 87 %, а пластический составлял 38,4 и 13 % соответственно. Исследования пяти самок белуги, неоднократно созревших в искусственных условиях содержания, показали, что рыбы, дважды созревшие в садках, имели довольно продолжительные межнерестовые циклы от 6 до 9 лет, при этом их первое созревание после domestikации протекало долго, очевидно, они с трудом адаптировались и плохо переходили на питание несвойственными кормами. Результаты анализа двух самок белуги, трижды созревших в садках, показали, что их межнерестовые циклы составили от 6 до 3 лет, первое их созревание наступило через 5 и 6 лет, а в последующем гонадогенез завершился через одинаковые сроки: через 4–3 года. Полученные результаты по показателям, характеризующим репродуктивную функцию и физиологическое состояние трижды созревших самок белуги в садковых условиях, позволяют предположить, что межнерестовые периоды у них будут короткими и от этих производителей можно ожидать жизнестойкое потомство.

Выполненные исследования позволили разработать рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках в условиях Нижней Волги двумя методами: от икры до половозрелого состояния и domestikацией.

ВЫВОДЫ

1. Установлена тенденция ухудшения показателей репродуктивной функции (масса рыб, % выход икры, размер ооцитов и др.) каспийских самок белуги за последние десятилетия. Самки озимых рас, несмотря на крайнюю истощённость (низкие показатели гемоглобина и сывороточного белка) имели лучшие репродуктивные качества – выход икры и процент оплодотворения, но потомство, полученное от них оказалось менее жизнестойким по сравнению с молодь, полученной от яровых производителей, что подтверждается выживаемостью и темпами роста молоди.

2. Доказано, что сеголетки и ремонтные группы белуги, выращенные в садках, для формирования ремонтно-маточного стада имели морфометрические (масса, длина и упитанность) и гематологические (гемоглобин и общий сывороточный белок) показатели выше, чем такие же - у рыб, отловленных из естественной среды обитания в море.

3. Разработаны операционные приёмы по прижизненному извлечению икры от самок белуги, процессы реабилитации, перевода на кормление в искусственных условиях на несвойственные для рыб комбикормами и последующая адаптация (доместикация) к содержанию в садках.

4. Показано, что доместифицированные самки белуги успешно созревали в искусственных условиях и имели рыбоводно-биологические показатели (выход икры, рабочая плодовитость и продуктивность) репродуктивной функции выше, чем особи, созревшие в естественной среде обитания.

5. Сравнительный анализ влияния среды обитания рыб на репродуктивную функцию производителей показал, что самки белуги, содержащиеся в садках имели лучшие показатели, чем - в прудах, что явилось следствием возможности регулирования гидрологического режима и условиями кормления.

6. Подтверждено, что доместифицированные самки белуги, дважды созревшие в садках, имели длительный период первого созревания (9-7 лет) повторное их созревание сократилось до 3-5 лет. Самки белуги, от которых трижды была

получена икра, их адаптация к содержанию в садках прошла более успешно, первое их созревание наступило через 5-6 лет, повторное – 3-4 года.

7. Разработаны рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках методом domestikации и ремонтно-маточных стад от икры до половозрелого состояния в условиях нижней Волги.

РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ СТАД БЕЛУГИ В САДКАХ ДВУМЯ МЕТОДАМИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Результатом выполненных исследований и накопленным практическим опытом в течение 14 лет явились разработанные рыбоводно-технологические параметры формирования продукционных стад белуги в садках двумя методами: от икры до половозрелого состояния и доместикацией. В предложенных рекомендациях отражены все технологические этапы формирования продукционных стад белуги садковым способом с указанием нормативных значений.

Прежде всего, подробно представлены рекомендации по формированию ремонтно-маточного стада белуги в садках методом от икры до половозрелого состояния («от икры до икры»). Особое внимание обращено на способы отбора младшевозрастных особей белуги в формируемое стадо, отражены этапы и виды отбора – массовый и корректирующий. Представлены рекомендации по условиям содержания ремонтных групп белуги и плотностям посадки рыб в зависимости от возрастного состава стада. Учтены суточные нормы кормления в зависимости от возраста белуги и температуры среды обитания. Исходя из накопленного практического опыта, определён нормативный процент выживаемости разновозрастной белуги. Рекомендован оптимальный возраст белуги для определения половой принадлежности рыб в формируемом ремонтно-маточном стаде с помощью УЗИ-сканирования, что позволяет вычлнять самцов из стада для последующей реализации и формировать стадо самок белуги. Целенаправленное формирование маточного стада самок белуги позволяет регулярно получать пищевую белужью икру, которая имеет высокую реализационную цену, что даёт наибольший экономический эффект. Определены ориентировочные сроки созревания производителей белуги в ремонтно-маточном стаде, содержащихся в садках (табл. 33).

Рыбоводно-технологические параметры формирования ремонтно-маточного стада белуги методом «от икры до икры»

Основные положения	Содержание
Объекты ремонтно-маточного стада	Белуга и все виды осетровых рыб
Структура стада	Сеголетки-производители.
Этапы отбора	1-ый – сеголетки, 2-ой – двух–трёхлетки, 3-ий – пятилетки
Принцип отбора	Отбор в ремонтные группы по морфотипу на основании экстерьерных показателей на стадии сеголетка
Используемое для отбора потомство	Смешанное или из подобранных родительских пар.
Напряженность массового отбора	Сеголетки 2–5%, двухлетки 60–70 %, пятилетки 80–90 %
Корректирующий отбор	Исключение из стада больных, травмированных, отстающих в росте рыб от 5–10 %
Содержание ремонта	Первые 1–3 года в бассейнах при прямоточном или замкнутом водоснабжении, от четырёхлеток до производителей в садках
Плотности посадки	Четырёхлетки 20–25кг/м ² , 5-ти летки и до созревания 30–40 кг/м ² , производители до 50 кг/м ²
Прирост массы ремонтных рыб	Двух–четырёхлетки 0,5–2 кг, пятилетки и старше от 2 до 5 кг
Формирование половой структуры стада	На стадии пяти–шестилеток проводится определение половой принадлежности белуг в ремонтных группах, способом УЗИ-сканирования, вычлняя самцов
Суточные нормы кормления (% от общей массы рыб РМС) кормосмеси	Ремонтные группы: сеголетки–четырёхлетки 3–5 %, пятилетки и старше 3–4 %, производители 2–3%. Корректировка режима кормления с учётом изменения температуры воды
Выживаемость ремонтных групп белуги при нагуле в садках	Трёх-четырёхлетки –95 %, пятилетки и старше 98–100 %
Пополнение стада ремонтными группами и производителей	Ежегодно до набора 5–10 поколений, затем раз в 2–4 года по мере созревания производителей
Темп полового созревания производителей белуги	Самцы – 12–14 лет, Самки – 16–18 лет

При разработке представленных рекомендаций за основу были приняты все основные технологические этапы, применяемые на рыбоводных хозяйствах при формировании продукционных стад осетровых рыб, таких как русский и сибирский осетры, стерлядь, методом от икры до половозрелого состояния, при этом были учтены биологические особенности белуги. Формирование продукционных стад осетровых рыб указанным методом широко практикуется на отечественных и зарубежных осетровых рыбоводных заводах как по искусственному воспроизводству, так и по товарному осетроводству, в отличие от второго метода – доместикации, т. к. применение возможно только там, где возможно изъятие созревших особей из природной среды обитания. Как известно, это Каспийский бассейн, где сосредоточено свыше 95 % всех мировых запасов осетровых рыб.

Формирование продукционных стад осетровых рыб методом доместикации вошло в практику рыбоводства сравнительно недавно – в конце XX–начале нынешнего века, когда специалисты приобрели необходимые навыки получения икры с сохранением жизни самок. Опыт показал, что наилучшие результаты по выживанию рыб после операций и адаптации диких особей к искусственным условиям содержания были получены у производителей белуги, русского осетра и стерляди, наихудшие – севрюги. Основные процессы при формировании стада методом доместикации – это прижизненное изъятие икры, послеоперационная реабилитация, адаптация к содержанию в садках и перевод прооперированных самок белуги на кормление несвойственными для них кормами. В связи с этим в предложенных рекомендациях особое внимание уделено организации и способам проведения операции, а также приучению диких производителей к искусственным кормам. В табл. 34 представлены основные положения и количественные показатели формирования маточного стада белуги в садках путём адаптации прооперированных особей к кормлению искусственными комбикормами.

Рыбоводно-технологические параметры формирования продукционного стада белуги методом «доместикации»

<i>Положения</i>	<i>Содержание</i>
Объекты Условия содержания	Белуга Садки площадью 25 м²
Рекомендуемая масса производителей белуги при адаптации к искусственным условиям содержания	Самцы –30–40кг Самки – 80–120 кг
Операционное извлечение икры от самок естественной генерации	Бурцев (1969), Подушка (1993). Использование анестезии и антибиотиков
Послеоперационная реабилитация самок белуги	Выдержка в бассейнах в течение 1–2 недель с последующим переводом в традиционные условия содержания
Корма для доместифицированных белуг	Пастообразные корма, (50 % из рыбного фарша и 50% рассыпчатых осетровых комбикормов). В первые 1–2 месяца одомашнивания белуги приучение к искусственным кормам проводится с использованием корма, соответствующего естественным условиям
Суточные нормы кормления (% от биомассы рыб)	От 1 до 3 в зависимости от температуры воды и поедаемости кормов
Сроки созревания производителей белуги в садках (годы)	4–7
Количество производителей белуги, адаптированных к искусственным условиям содержания (в %)	До 95

Таким образом, грамотное применение разработанных практических рекомендаций по формированию в садках продукционных стад белуги двумя методами – от «икры до икры» и доместикацией диких производителей, после прижизненного изъятия икры позволит в осетровых рыбоводных хозяйствах страны создавать промышленные стада самок белуги, от которых регулярно можно получать продукцию в виде рыбоводной и пищевой икры, стоимость которых из года в год растёт ввиду возрастающего дефицита этого вида осетровых рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова, Н. А. Первый опыт доместикации диких осетровых рыб на Донском ОРЗ / Н. А. Абросимова, Т. В. Лобзакова // Сб. науч. тр. Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания. Ростов н/Д., 2004. С. 107–110.
2. Акимова, Н. В. [и др.]. Сравнительный анализ роста и гаметогенеза сибирского осетра р. Лены в природных и экспериментальных условиях / Н. В. Акимова, Л. И. Соколов, И. И. Смольянов, В. С. Малютин // Внутривидовая изменчивость в онтогенезе животных. М. : Наука, 1980. С. 167–176.
3. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М. : Наука, 1998. 220 с.
4. Бабушкин, Н. Я. Биология и промысел каспийской белуги / Н. Я. Бабушкин // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 52. Сб. 1. С. 183–258.
5. Бабушкин, Н. Я. К систематике каспийской белуги / Н. Я. Бабушкин // Изв. Азербайджанской науч.-исслед. рыбохоз. станции. 1942. Вып. 7. С. 115–132.
6. Бабушкин, Н. Я. Осетровые рыбы Каспия / Н. Я. Бабушкин, М. П. Борзенко. М. : Россельхозиздат, 1951. 67 с.
7. Багров, А. М. Осетровое хозяйство России: проблемы и перспективы / А. М. Багров, В. К. Виноградов // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы Международной конф. Краснодар, 1999. С. 12–13.
8. Багров, А. М. Веслонос на Кубе / А. М. Багров, Е. А. Мельченков // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы II Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2001. С. 82–86.
9. Беляева, В. Н. Распределение и питание сеголетков белуги в Северном Каспии / В. Н. Беляева, М. И. Пироговский, А. А. Полянинова // Вопр. ихтиол. 1965. Т. 20. Вып. 1 (72). С. 101–108.
10. Берг, Л. С. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1 / Л. С. Берг. М. : АН СССР. 1948. 468 с.
11. Берг, Л. С. Яровые и озимые расы у проходных рыб / Л. С. Берг // Изв. АН СССР. Отдел матем. и естеств. наук. 1934. С. 711–732.

12. Итоги рыбоводно-акклиматизационных работ с сибирским осетром / Л. С. Бердичевский, В. С. Малютин, И. И. Смольянов [и др.] // Биологические основы осетроводства. 1983. С. 259–270.
13. Березовская, В. И. Реакклиматизация стерляди и шипа в бассейне р. Кубань / В. И. Березовская, Э. А. Савельева, М. С. Чебанов // Материалы II международного симпозиума ресурсосберегающих технологий в аквакультуре. Краснодар, 1999. С. 16.
14. Богерук, А. К. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ / А. К. Богерук, Н. Ю. Евтихиева, Ю. И. Илясов. М. : Росинфорагротех, 2001. 206 с.
15. Боев, А. А. Сравнение эффективности использования самок севрюги в дельте Волги при разных схемах введения тестированных гипофизарных препаратов / А. А. Боев // Осетровое хозяйство водоёмов СССР. 1984. С. 41–43.
16. Бурцев, И. А. Влияние питания на гаметогенез некоторых гибридов осетровых рыб при прудовом содержании / И. А. Бурцев // Обмен веществ и биохимия рыб. 1967. С. 241–243.
17. Бурцев, И. А. Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб / И. А. Бурцев // Тр. ЦНИОРХ. 1967. Т. 1. С. 252–257.
18. Бурцев, И. А. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью / И. А. Бурцев // Генетика, селекция и гибридизация рыб. М. : Наука, 1969. С. 232–242.
19. Бурцев, И. А. Способ получения икры от самок рыб / И. А. Бурцев. Изобретения. 1969. № 28. С. 143.
20. Бурцев, И. А. Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании / И. А. Бурцев // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. М. : Наука, 1983. С. 102–112.
21. Бурцев, И. А. [и др.]. Временная инструкция по получению стерильных гибридных форм осетровых рыб / И. А. Бурцев, Е. В. Серебрякова, А. И. Николаев, О. П. Филиппова. М. : ВНИРО, 1989. 13 с.
22. Биотехнологические нормативы по товарному осетроводству / под ред.

Л. М. Васильевой. Астрахань : Астраханский университет, 2010. 80 с.

23. Васильева, Л. М. Итоги и задачи научной деятельности центра «Биос» / Л. М. Васильева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы II Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2001. С. 10–11.

24. Васильева, Л. М. Научно-производственному центру по осетроводству «Биос» – 10 лет / Л. М. Васильева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы III Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2004. С. 5–10.

25. Васильева, Л. М. Аквакультура популяции осетровых как один из путей их сохранения / Л. М. Васильева, Р. П. Ходоревская // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы II Международного симп. Краснодар, 1999. С. 21–22.

26. Васильева, Л. М. Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... д-р с.-х. наук / Л. М. Васильева. Астрахань, 2000. 52 с.

27. Васнецов, В. В. Рост рыб как адаптация / В. В. Васнецов // Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы. 1947. Т. 52 (нов. сер.). Вып. 1. С. 22–34.

28. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г. Г. Винберг / Науч. тр. Белорус.ун-та им. В. И. Ленина. Минск : Белорусский университет, 1956. 251 с.

29. Выращивание производителей и разведение веслоноса (предварительные рекомендации) / В. К. Виноградов, Е. А. Мельченков [и др.]. М. : ВНИИПРХ, 1986. 21 с.

30. Гераскин, П. П. [и др.]. Видовое и популяционное соотношение осетровых рыб в Каспийском море / П. П. Гераскин, Ю. Н. Переварюха, Т. С. Коробкова, Т. В. Ручьева // Рыбохоз. исслед. на Каспии. Результаты НИР за 2003 г. Астрахань : КаспНИРХ, 2004. С. 280–282.

31. Гераскин, П. П. [и др.]. Видовое и популяционное соотношение осетровых рыб в Каспийском море (по данным траловых съёмок) / П. П.

Гераскин, Ю. Н. Переварюха, Т. С. Коробкова, Т. В. Ручьева // Рыбохоз. исслед. на Каспии. Результаты НИР за 2005 г. Астрахань : КаспНИРХ, 2006. С. 301–306.

32. Гмелин, С. Г. Путешествие по России для исследования трёх царств природы / С. Г. Гмелин. СПб., 1777. Т. 2. 361 с.

33. Гончаров, Б. Ф. Синтетический аналог люлиберина новый перспективный стимулятор созревания половых продуктов осетровых рыб / Б. Ф. Гончаров // ДАН СССР. 1984. Т. 276. № 4. С. 1002–1006.

34. Гримм, О. А. Обзор деятельности Никольского рыбоводного завода за 50 лет его существования / О. А. Гримм // Из Никольского рыбоводного завода. 1905. № 10. С. 1–34.

35. Делицин, В. В. Биологическая характеристика нерестовой популяции белуги в районе Волгограда / В. В. Делицин // Тр. Волгоград.отд. ГосНИОРХ. 1966. Т. 2. С. 201–208.

36. Детлаф, Т. А. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения / Т. А. Детлаф, А. С. Гинзбург. М. : АН СССР, 1954. 216 с.

37. Дурин, П. В. Опыт доместикации диких самок белуги на производственной базе ОНПЦ «Биос» / В. П. Дурин, В. Н. Крючков, Ф. Т. Минияров // Первый Конгресс ихтиологов России. 1997. С. 310.

38. Житенева, Л. Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб / Л. Д. Житенева, О. А. Рудницкая, Т. И. Калюжная // Справочник. Ростов н/Д., 1997. 149 с.

39. Захаров, С. С. Современное состояние численности осетровых в Северном Каспии / С. С. Захаров // Тр. ВНИРО. 1975. Т. 108. С. 99–108.

40. Казанский, Б. Н. Анализ процесса созревания яйцеклеток, овуляции и оплодотворения у осетровых / Б. Н. Казанский // Проблемы современ. эмбриологии. Л., 1956. С. 11–18.

41. Казанский, Б. Н. Анализ явлений, происходящих в яйцеклетках осетровых при применении гипофизарных инъекций / Б. Н. Казанский // Тр. совещ. по рыбоводству. 1957. С. 130–138.

42. Каратаева, Б. Б. Материалы к определённой сессии ЦНИОРХ и АзНИИРХ / Б. Б. Каратаева, В. И. Лукьяненко, А. А. Терентьев. Астрахань, 1971. С. 37–39.
43. Книпович, Н. М. Гидрологические исследования в Каспийском море в 1914–1915 гг. / Н. М. Книпович // Тр. Касп. экспедиции 1914–1915 гг. 1921. 296 с.
44. Кожин, Н. И. Осетровые СССР и их воспроизводство / Н. И. Кожин // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 52. Сб. 1. С. 21–58.
45. Кондратьев, А. К. Выращивание маточного стада сибирского осетра из природной молоди обского осетра / А. К. Кондратьев // Рыбоводство и рыболовство. 1994. № 3. С. 6–8.
46. Кондратьев, А. К. Воспроизводство и выращивание рыбы в Кузбассе / А. К. Кондратьев, Г. Т. Бузмаков. Кемерово, 1988. 134 с.
47. Коробочкина, З. С. Цикличность полового созревания осетровых / З. С. Коробочкина // Сб. науч.-технич. Инф. ВНИРО. 1964. Вып. 7. С. 3–6.
48. Крылова, В. Д. Биотехника товарного выращивания бестера и ленского осетра в трёхлетнем цикле / В. Д. Крылова // ВНИЭРХ, аналит. и реф. инф. Сер. Воспроизв. и пастбищ.выращ. гидробионтов. 2003. Вып. 2. 42 с.
49. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. М. : Высш. шк., 1990. 343 с.
50. Легеза, М. И. Особенности биологии каспийских осетровых (сем. Acipenseridae) и их использование при комплексном воспроизводстве запасов / М. И. Легеза // Вопр. ихтиологии. 1971. Т. 2. Вып. 3 (68). С. 447–456.
51. Легеза, М. И. Распределение, качественная структура популяций и численность осетровых в море / М. И. Легеза, М. И. Пироговский, Р. П. Ходоревская // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М. : Наука, 1989. С. 27–76.
52. Лукьяненко, В. И. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых / В. И. Лукьяненко, Р. Ю. Касимов, А. А. Кокоза. Волгоград, 1984. С. 229.
53. Львов, Л. Ф. О характерных особенностях впервые созревающих производителей стерляди искусственной генерации / Л. Ф. Львов // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. Краткие тез.науч. докл. Всесоюзного совещания. Астрахань, 1986. С. 201–203.

54. Львов, Л. Ф. О прижизненном получении потомства у русского осетра / Л. Ф. Львов, А. А. Попова, В. А. Чуканов // Биологические ресурсы Каспийского моря. Тезисы I Международной конф. Астрахань, 1992. С. 253–256.

55. Львов, Л. Ф. Рыбоводно-биологические показатели самок осетровых, выращенных в условиях тепловодного хозяйства / Л. Ф. Львов, О. М. Соловьева // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоёмах Урала и Западной Сибири. Тезисы Всерос. конф. Тюмень, 1996. С. 96–98.

56. Львов, Л. Ф. О рыбоводно-биологических показателях самок русского осетра искусственной генерации / Л. Ф. Львов, О. М. Соловьева // Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань, 1992. С. 253–256.

57. Разработка подходов к оценке запасов и ОДУ осетровых Каспийского моря / А. Ю. Мажник, А. Д. Власенко, Р. П. Ходоревская [и др.]. Рыбохоз. исслед. на Каспии за 2004 г. Астрахань, 2005. С. 254–267.

58. Львов, Л. Ф. [и др.]. Рыбоводно-биологические показатели годовиков-двухлеток белуги и русского осетра при выращивании в бассейнах / Л. Ф. Львов, В. В. Тяпугин, А. Н. Дегтярев, А. П. Яковлева // Материалы международного симп. «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоёмов аридного климата». Астрахань, 2007. С. 328–330.

59. Отработка методики выращивания младшего ремонта русского осетра и белуги по интенсивной технологии в бассейнах большой площади / Л. Ф. Львов, В. В. Тяпугин, А. Н. Дегтярев [и др.] // Международная науч.-практич. конф. «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке». Астрахань, 2007. С. 241–243.

60. Маилян, Р. А. Закономерности повторного созревания и нереста осетровых / Р. А. Маилян, Р. Ю. Касимов // Докл. АН АзССР. 1980. Т. 36. № 9. С. 77–80.

61. Мильштейн, В. В. Осетроводство / В. В. Мильштейн. М., 1982. 152 с.

62. Михеев, В. П. К вопросу промышленного разведения стерляди в плавучих садках / В. П. Михеев // Тезисы по перспектив.разв. тов. осетроводства

в СССР. Ростов н/Д., 1972. С. 24–26.

63. Молодцова, А. И. Питание осетровых рыб в Каспийском море в 2004 г. / А. И. Молодцова, А. А. Полянинова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии за 2004 г. Астрахань, 2005. С. 186–193.

64. Никольский, Г. В. О динамике численности стада рыб и о так называемой проблеме продуктивности водоёмов / Г. В. Никольский // Зоологический журнал. 1950. Т. 29. Вып. 6. С. 489–500.

65. Николюкин, Н. И. Гибридизация рыб и её значение в акклиматизации / Н. И. Николюкин // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 55. Вып. 2. С. 29–45.

66. Николюкин, Н. И. Интродукция гибрида белуга х стерлядь в Пролетарское водохранилище / Н. И. Николюкин // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 55. Вып. 2. С. 135–144.

67. Николюкин, Н. И. Некоторые наблюдения по гистологическому строению гонад гибридов осетровых рыб / Н. И. Николюкин // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 55. С. 144–158.

68. Николюкин, Н. И., Бурцев И. А. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью / Н. И. Николюкин, И. А. Бурцев. М. : ВНИРО, 1969. 52 с.

69. Николюкин, Н. И. Гибридизация белуги со стерлядью / Н. И. Николюкин, Н. А. Тимофеева // Докл. АН СССР. 1953. Т. 93. № 5. С. 899–902.

70. Николюкин, Н. И. Тройные гибриды осетровых рыб / Н. И. Николюкин, Н. А. Тимофеева // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. 1960. Т. 6. С. 140–177.

71. Новикова, А. С. К вопросу о сохранении каспийской белуги / А. С. Новикова, Р. П. Ходоревская // Материалы международной конф. «Осетровые на рубеже XXI века». Астрахань, 2000. С. 23–24.

72. Новикова, А. С. Современное состояние естественного воспроизводства белуги в р. Волге / А. С. Новикова // Материалы международной конф. «Осетровые на рубеже XXI века». Астрахань, 2000. С. 84–86.

73. Павлов, А. В. О повторном созревании волжского осетра / А. В. Павлов, Г. А. Елизаров // Осетровые СССР и их воспроизводство. Тр. ЦНИОРХа. 1970.

Т. 2. С. 52–56.

74. Павлов, А. В. Анализ нерестовых популяций осетра и белуги в р. Волге в 1970 г. / А. В. Павлов, В. М. Распопов // Материалы к объединённой науч. сессии ЦНИОРХ и АзНИИРХ. Астрахань, 1971. С. 86–88.

75. Пашкин, Л. М. Белуга и воспроизводство её запасов в условиях зарегулированной Волги : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. М. Пашкин. Волгоград, 1969. 22 с.

76. Пашкин, Л. М. Биологическая характеристика волжского стада белуги и севрюги / Л. М. Пашкин // Тр. Волгоград.отд. ГосНИОРХ. 1972. Т. 6. С. 28–47.

77. Пашкин, Л. М. Биологическая характеристика нерестовой популяции волжской белуги / Л. М. Пашкин // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. Астрахань, 1968. С. 6–7.

78. Пашкин, Л. М. Характеристика нерестовой популяции белуги, скапливающейся у Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС / Л. М. Пашкин // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. Астрахань, 1967. С. 16–17.

79. Персов, Г. М. Дифференцировка пола у рыб / Г. М. Персов. Л. : Изд-во ЛГУ, 1975. 148 с.

80. Персов, Г. М. Половая функция самцов осетровых (гистологическое и экспериментальное исследование) : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г. М. Персов. Л. : ЛГУ, 1947.

81. Петров, В. В. Материалы по изучению роста и возраста каспийских осетровых / В. В. Петров // Изв. отд. прикладной ихтиологии и науч.-промыс. исслед. 1927. Т. 6. Вып. 2. С. 30–33.

82. Пискунов, И. А. Распределение осетровых в Каспийском море / И. А. Пискунов // Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последнее десятилетие. М. : Наука, 1965. С. 213–233.

83. Подушка, С. Б. Получение икры осетровых с сохранением жизни производителей / С. Б. Подушка // Науч.-технич. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 1999. Вып. 2. С. 4–16.

84. Подушка, С. Б. Проблема сохранения генофонда осетровых в водоёмах СССР / С. Б. Подушка // Вестник Ленинград. ун-та. Сер. 3. 1986. Вып. 4. С. 15–25.

85. Подушка, С. Б. Способ получения икры от самок осетровых рыб / С. Б. Подушка // Авторское свидетельство СССР. № 1412035. 1986.

86. Подушка, С. Б. Ускоренное формирование маточных стад осетровых в рыбоводных хозяйствах / С. Б. Подушка // Тезисы докладов первой научно-практич. конф. «Проблемы современного товарного осетроводства». Астрахань, 1999. С. 71–73.

87. Попова, А. А. Научные основы формирования и эксплуатации маточных стад белуги и русского осетра на ОРЗ дельты Волги / А. А. Попова, В. Н. Шевченко, Л. В. Пискунова // Материалы международной конф. «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне». Астрахань, 2006. С. 214–222.

88. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

89. Распопов, В. М. Биологическая характеристика нерестовой популяции белуги Волги (1976–1980 гг.) / В. М. Распопов // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. Тезисы докладов науч.-практич. конф. Волгоград, 1981. С. 210–211.

90. Распопов, В. М. Воспроизводительная способность белуги *Huso huso* (L.) Каспийского моря / В. М. Распопов // Вопросы ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 2. С. 254–263.

91. Распопов, В. М. Зимние нерестовые миграции белуги и русского осетра в Волгу / В. М. Распопов, Л. А. Путилина // Вопросы ихтиологии. 1989. Т. 29. Вып. 4. С. 596–601.

92. Распопов, В. М. О темпе роста белуги, мигрирующей в р. Волгу / В. М. Распопов // Биологические ресурсы Каспийского моря. Тезисы докладов первой международной конф. Астрахань, 1992. С. 321–323.

93. Распопов, В. М. Размерный и возрастной состав личинок и производителей белуги *Huso huso*, мигрирующей в Волгу / В. М. Распопов, А. С.

Новикова // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37. № 2. С. 202–209.

94. Распопов, В. М. Темп роста белуги Каспийского моря / В. М. Распопов // Вопр. ихтиологии. 1993. Т. 33. № 3. С. 417–426.

95. Рождественский, М. И. Сибирская стерлядь – перспективный объект товарного осетроводства / М. И. Рождественский, М. А. Вдовченко // Тезисы первой науч.-практич. конф. «Проблемы современного товарного осетроводства». Астрахань, 1999. С. 60–61.

96. Романычева, О. Д. Методические указания по садковому выращиванию бестера / О. Д. Романычева. М. : ВНИРО, 1976. 47 с.

97. Сакун, О. Ф. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб / О. Ф. Сакун, Н. А. Буцкая. М. : Знание, 1963. 36 с.

98. Свирский, В. Г. Маточные группы осетровых в тепловодном хозяйстве приморья / В. Г. Свирский, Е. И. Рачек, Л. В. Картаева // Осетровые на рубеже XXI века. Тезисы международной конф. Астрахань, 2000. С. 320–321.

99. Серебрякова, Е. В. Изучение хромосомных комплексов и патологии сперматогенеза гибридов осетровых рыб / Е. В. Серебрякова // Изв. ГосНИОРХ. 1964. Т. 57. Б. 1. С. 279–285.

100. Серебрякова, Е. В. Исследование гонад производителей осетра Волгоградского водохранилища / Е. В. Серебрякова // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 56. С. 117–130.

101. Смольянов, И. И. Расселение сибирского осетра по рыбоводным хозяйствам / И. И. Смольянов // Новые объекты и новые технологии рыбоводства на тёплых водах. М. : ВНИИПРХ, 1989. С. 60–62.

102. Соколов, Л. И. Особенности структуры популяции и характеристики производителей сибирского осетра р. Лены в районе нерестилищ / Л. И. Соколов, В. С. Малютин // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17. Вып. 2. С. 237–246.

103. Соловьева, О. М. Знакомьтесь: Волгореченскрыбхоз / О. М. Соловьева // Рыбоводство и рыболовство. 1994. № 2. С. 2–3.

104. Строганов, Н. С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб

в прудах (Эколого-физиологические и биохимические исследования) / Н. С. Строганов. М. : МГУ, 1968. 377 с.

105. Счастнев, К. Н. Прудовая культура стерляди / К. Н. Счастнев // Рыбное хозяйство. 1941. № 4. С. 15–16.

106. Трусов, В. З. Метод определения зрелости половых желез самок осетровых / В. З. Трусов // Рыбное хозяйство. 1964. № 1. С. 26–28.

107. Трусов, В. З. Созревание половых желез волго-каспийского осетра *Acipenser gueldenstaedti* Brandt в морской период жизни / В. З. Трусов // Осетровые СССР и их воспроизводство. Тр. ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 95–122.

108. Тяпугин, В. В. Результаты одомашнивания диких производителей русского осетра (*Acipenser guldenstadti*) в садковом комплексе ООО «Астраханская рыболовная компания «Белуга» / В. В. Тяпугин, О. Н. Загребина // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыб.хоз. 2010. № 2. С. 79–83.

109. Тяпугин, В. В. Межнерестовые периоды доместичированных самок белуги и русского осетра, содержащихся в садках товарного хозяйства ООО АРК «Белуга» в Астраханской области / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева, А. З. Юсупова // Естественные науки. 2013. № 1 (42). С. 81–86.

110. Тяпугин, В. В. [и др.]. Оценка репродуктивной функции доместичированных самок белуги, впервые созревших в садках и прудах / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева, А. Н. Кащеева, С. С. Астафьева // Естественные науки. 2015. № 1. С. 82–88.

111. Тяпугин, В. В. Результаты получения икры персидского осетра в Исламской Республике Иран прижизненным способом на осетровом заводе Шахид-Маржани (область Гурган) / В. В. Тяпугин, Н. М. Махдуми // Осетровое хозяйство. 2009. № 3. С. 2–9.

112. Тяпугин, В. В. Опыт прижизненного получения икры у самок персидского осетра в Исламской республике Иран / В. В. Тяпугин, Н. М. Махмуди // Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии. Материалы Международной конф. с элементами науч. шк. для молодёжи. Астрахань, 2010. С. 229–232.

113. Тяпугин, В. В. Некоторые результаты одомашнивания диких производителей русского осетра (*Acipenser guldendstadtii*) в садковом комплексе / В. В. Тяпугин, О. Н. Загребина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011. № 8.

114. Тяпугин, В. В. Сокращение сроков созревания самок белуги и русского осетра в садках на товарном хозяйстве ООО АРК «Белуга» в Астраханской области / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева // Материалы международной науч.-практич. конф. «Российская аквакультура: состояние, потенциал и инновационные производства в развитии АПК». Воронеж, 2012. С. 60–64.

115. Тяпугин, В. В. Формирование продукционных стад белуги (*Huso huso*) в контролируемых условиях Нижнего Поволжья / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева // Материалы II конф. в рамках Международного науч.-технол. форума «Биоиндустрия – основа зеленой экономики, качества жизни и активного долголетия» «Инновационные технологии АПК России». М., 2014. 74–77 с.

116. Тяпугин, В. В. Опыт получения оплодотворенной икры русского осетра в нетрадиционные сроки в Астраханской области / В. В. Тяпугин // В. В. Тяпугин, А. Л. Ферафонов // Современные проблемы Каспия. Материалы международной конф., посвящённой 105-летию КаспНИРХ. Астрахань, 2002. С. 331–334.

117. Тяпугин, В. В. Первый опыт рыбоводного использования озимого осетра и белуги летнего хода в НИЦ «Биос» / В. В. Тяпугин // Науч.-технич. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2003. Вып. 6. С. 9–12.

118. Тяпугин, В. В. Приручение производителей белуги естественной популяции как один из способов ускоренного формирования репродуктивных стад / В. В. Тяпугин // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов IV Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2006. С. 130–131.

119. Тяпугин, В. В. Изменение состояния зрелости ооцитов у озимого осетра летнего хода при передерживании его в прудах куринского типа для использования в следующем рыбоводном сезоне / В. В. Тяпугин // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы III

Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2004. С. 134–138.

120. Тяпугин, В. В. Разработка методики кормления самок русского осетра и белуги естественной генерации в бассейнах с регулируемым температурным режимом в ноябре-феврале при приучении к новым условиям содержания / В. В. Тяпугин, А. А. Китанов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Астрахань, 2006. С. 132–134.

121. Тяпугин, В. В. Результаты работ по формированию ремонтно-маточного стада осетровых на базе ОНПЦ «БИОС» / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева // Проблемы современного товарного осетроводства. Сб. докладов первой науч.-практич. конф. Астрахань, 2006. С. 83–86.

122. Фалеева, Т. И. Анализ атрезии ооцитов у рыб в связи с адаптивным значением этого явления / Т. И. Фалеева // Вопр. ихтиологии. 1965. Т. 5. Вып. 3. С. 455–470.

123. Фалеева, Т. И. Некоторые данные о природе так называемой перебитой икры в осетроводстве / Т. И. Фалеева // Тр. ЦНИОРХ. 1970. Т. 2. С. 132–136.

124. Динамика численности и биологические показатели популяции белуги (*Huso huso*) и стерляди (*A. cisenserruthenus*) в Волго-Каспийском бассейне / Р. П. Ходоревская, В. А. Калмыков, А. С. Новикова [и др.] // Рыбохоз. исслед. на Каспии за 2001 г. Астрахань, 2002. С. 183–192.

125. Ходоревская, Р. П. Современное состояние промысловых запасов каспийской белуги / Р. П. Ходоревская, А. С. Новикова // Вопр. ихтиологии. 1995. № 5. С. 621–627.

126. Ходоревская, Р. П. Формирование промысловых запасов белуги *Huso huso* в Волго-Каспийском районе за счет заводского воспроизводства / Р. П. Ходоревская // Вопр. ихтиологии. 1999. Т. 39. № 6. С. 846–849.

127. Ходоревская, Р. П. Экология белуги разных поколений и эффективность её искусственного воспроизводства на Каспии / Р. П. Ходоревская, В. М. Распопов, М. Л. Пироговский // Морфология, экология и поведение осетровых. Сб. науч. тр. ИМЖ. М., 1989. С. 89–101.

128. Динамика численности и биологические показатели белуги (*Huso huso*)

и стерляди (*Acipenser ruthenus*) в Волго-Каспийском бассейне / Р. П. Ходоревская, В. А. Калмыков, А. С. Новикова [и др.] // Рыбохоз. исслед. на Каспии. Результаты работы за 2001 г. Астрахань, 2002. С. 164–172.

129. Цепкин, Е. А. Осетровые европейской части СССР (По археологическим и историческим материалам) / Е. А. Цепкин, Л. И. Соколов // Материалы к объединённой научной сессии ЦНИОРХ и АзНИИРХ. Астрахань, 1971. С. 117–118.

130. Чебанов, М. С. Формирование гетерогенного маточного стада стерляди / М. С. Чебанов, Ю. Н. Чмырь // Осетровые на рубеже XXI в. Тезисы международной конф. Астрахань, 2000. С. 281–282.

131. Чмырь, Ю. Н. Проблемы формирования гетерогенного маточного стада стерляди на теплых водах / Ю. Н. Чмырь // Проблемы современного товарного осетроводства. Тезисы докладов Первой науч.-практич. конф. Астрахань, 1999. С. 79–81.

132. Чмырь, Ю. Н. Особенности формирования маточного стада осетровых рыб на тепловодном хозяйстве / Ю. Н. Чмырь // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Второй международный симп. Материалы докладов. Краснодар, 1999. С. 117–118.

133. Чепуркина, М. А. Особенности формирования и эксплуатации маточного стада стерляди в условиях Западной Сибири / М. А. Чепуркина, Е. В. Чеканникова, А. А. Нащевин // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы III Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2004. С. 93–95.

134. Шебанин, В. М. Рыбоводный цех на предприятии / В. М. Шебанин, В. Ф. Харитонов, С. Б. Подушка // Рыбоводство и рыболовство. 1994. № 2. С. 3–4.

135. Шевченко, В. Н. Влияние условий содержания domesticированных самок русского осетра на продолжительность межнерестового цикла / В. Н. Шевченко, А. А. Попова, Л. В. Пискунова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы III междунар. науч.-практич. конф. Астрахань, 2004. С. 139–141.

136. Шевченко, В. Н. Разработка практических рекомендаций по

формированию ремонтно-маточного стада осетровых на базе ОНПЦ «БИОС» / В. Н. Шевченко, А. А. Попова, Л. Ф. Львов // Рыбохоз. исслед. на Каспии. Результаты НИР за 1998 г. Астрахань, 1999. С. 287–300.

137. Шеходанов, К. Л. Опыт доместикации производителей белуги в прудах Астраханской области / К. Л. Шеходанов, Ф. Т. Минияров, В. В. Тяпугин // Проблемы современного товарного осетроводства. Тезисы I науч.-практич. конф. Астрахань, 1999. С. 81–83.

138. Шеходанов, К. Л. Опыт доместикации производителей белуги в прудах Астраханской области / К. Л. Шеходанов, Ф. Т. Минияров, В. В. Тяпугин // Проблемы современного товарного осетроводства. Тезисы I науч.-практич. конф. Астрахань, 1999. С. 81–83.

139. Шилов, В. И. О росте, достижении половой зрелости и сроках повторного созревания весенне-нерестующего волго-каспийского осетра / В. И. Шилов, Ю. К. Хазов, Н. К. Ивойлова // Тр. Саратов. Отд. ГосНИОРХ. 1971. Т. 11.

140. Шилов, В. И. О росте, достижении половой зрелости и сроках повторного созревания весенне-нерестующего волго-каспийского осетра / В. И. Шилов, Ю. К. Хазов, Н. К. Ивойлова // Тр. Саратов. Отд. ГосНИОРХ. 1971. Т. 11.

141. Chebanov, M. S. The culture of sturgeons in Russia: production / M. S. Chebanov, R. Billar. 2001.

142. Chebanov, M. S. Conservation of sturgeon genetic diversity: enhancement and living gene bank. Action before extinction / M. S. Chebanov // Proceedings of the International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity. Vancouver, Benwell-AtkinsLtd, 1998. P. 163–173.

143. Chebanov, M. S. [et all]. Hatchery stock enhancement and conservation of sturgeon, with an emphasis on the Azov Sea populations / M. S. Chebanov, G. I. Karnaukhov, E. V. Galich, Yu. N. Chmyr // Journal of Applied Ichthyology, 2004. P. 463–469.

144. Collins, M. R. Culture and stock enhancement of shornose sturgeon and Atlantic sturgeons / M. R. Collins, T. I. J. Smith, K. Ware // Bull. Nation. Res. Inst.

Aquacult. (Suppl 1). 1999. P. 101–108.

145. Pirogovsky. The Freshwater Fishes of Europe / Pirogovsky, Sokolov, Vasil'ev. AULA-Verlag Wiesbaden. 1989. Vol. 1. Part II. P. 156–200.

146. Smith, T. I. J. Shortnose sturgeon stocking success in Savannah River / T. I. J. Smith, M. R. Collins // Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. Fish and Wildl. Agencies 50. 1996. P. 112–121.

147. Smith T.I.J. Occurrence of stocked shortnose sturgeon *Acipenser brevirostrum* in non-target rivers / T. I. J. Smith, J. W. McCord, M. R. Collins // J. Appl. Ichthyol. 2002. Vol. 18. P. 470–474.

148. Weber W. Population size and movement patterns of shortnose sturgeon in the Ogeechee River system, Georgia / W. Weber, C. A. Jennings, S. G. Rogers // Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. Fish and Wildl. 1998. P. 18–28.

149. Zhuang P. Overview of biology and aquaculture Amur sturgeon (*Asipenserschrenckii*) in China / P. Zhuang, B. Kunard, L. Zhuang // J. Appl. Ichthyol. 2002. Vol. 18. P. 659–664.

150. Williot, P. Management of female breeders of the Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* Brandt / P. Williot, R. Brun // First results. In P. Williot, ed. *Acipenser*, Bordeaux, Cemagref Publ. 1991. P. 365–379.

151. Williot, P. Biological characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as the basis for a restoration program in France / P. Williot, E. Rochard, G. Castelnaud // Environ. Biol. Fishes. 1997. P. 359–370.

152. Billard, R. Motility analysis and energetics of the Siberian sturgeon *Asipenser baeri* spermatozoa / R. Billard, J. Cosson, F. Fierville // J. Appl. Ichthyol. 1999. Vol. 15. P. 199–203.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

ОСБ- общий сывороточный белок

РМС – ремонтно-маточное стадо

КУ – коэффициент упитанности

УЗВ – установка замкнутого водоснабжения

БЕСТЕР – гибрид белуги со стерлядью

ВНИИПРХ – Всероссийский научно-исследовательский

институт рыбного хозяйства

КаспНИРХ – Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

КрасНИРХ – Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

АРК «Белуга» - Астраханская рыбная кампания «Белуга»

ОРЗ – осетровый рыбоводный завод