

ТИХООКЕАНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО
ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

На правах рукописи

АМВРОСОВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЧИСТЫХ ВИДОВ И ГИБРИДНЫХ ФОРМ
АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ
ТЕПЛОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ**

1.5.13. Ихтиология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
кандидат биологических наук
Рачек Евгений Иванович

Владивосток 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	14
1.1. Краткая характеристика природных популяций осетровых рыб, послуживших основой для формирования маточных стад Лучегорской станции «НИР».....	14
1.2. Биологические и продукционные показатели производителей наиболее распространенных видов и гибридов осетровых рыб....	17
1.3. Биологические и продукционные показатели производителей амурских осетровых рыб и их гибридов.....	26
1.4. Способы получения осетровой икры для воспроизводства и переработки.....	30
1.5. Товарная икра, как наиболее ценный продукт осетроводства..	32
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
2.1. Условия выращивания производителей.....	35
2.2. Применяемые методики.....	38
2.3. Объём исследованного материала.....	42
ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ.....	44
3.1. Амурский осетр.....	44
3.1.1. Исходные domestiцированные маточные стада.....	44
3.1.2. Маточное стадо амурского осетра первого селекционного поколения.....	54
3.1.3. Различия самок амурского осетра исходных маточных стад и первого селекционного поколения по размерным и продукционным показателям.....	57
3.1.4. Продукционные показатели самцов амурского осетра.....	65
3.2. Калуга.....	66
3.2.1. Исходные маточные стада калуги.....	66

3.2.2. Маточное стадо калуги первого селекционного поколения...	75
3.2.3. Различия самок калуги исходных маточных стад и первого селекционного поколения по размерным и продукционным показателям.....	78
3.2.4. Продукционные показатели самцов калуги.....	85
ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИБРИДНЫХ ФОРМ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ.....	86
4.1. Гибрид амурского осетра с сибирским осетром ленской популяции.....	86
4.2. Гибрид сибирского осетра ленской популяции с амурским осетром.....	91
4.2.1. Рыбоводно-биологические показатели самок гибридов сибирского осетра ленской популяции с амурским осетром генераций 2000 и 2004 гг.	91
4.3. Гибрид сибирского осетра байкальской популяции с амурским осетром.....	99
4.4. Тройной гибрид «(русский осетр × сибирский осетр ленской популяции) × амурский осетр».....	104
4.5. Гибриды калуги со стерлядью.....	112
4.5.1. Гибрид «стерлядь × калуга» (кастер лучегорский).....	112
4.5.2. Гибрид «калуга × стерлядь» (кастер).....	118
ГЛАВА 5. КОМПЛЕКСНАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИССЛЕДУЕМЫХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ	124
5.1. Амурский осетр.....	124
5.2. Калуга.....	129
5.3. Гибриды амурского осетра с сибирскими осетрами различных популяций.....	133
5.3.1. Гибрид «амурский осетр × сибирский осетр ленской популяции».....	133

5.3.2. Гибрид «сибирский осетр ленской популяции × амурский осетр», генерация 2000 г.	136
5.3.3. Гибрид «сибирский осетр ленской популяции × амурский осетр», генерация 2004 г.	137
5.3.4. Гибрид «сибирский осетр байкальской популяции × амурский осетр».....	138
5.3.5. Гибрид «(русский осетр × сибирский осетр ленской популяции) × амурский осетр».....	139
5.4. Гибриды калуги со стерлядью.....	141
5.4.1. Гибрид «стерлядь × калуга» (кастер лучегорский).....	141
5.4.2. Гибрид «калуга × стерлядь» (кастер).....	143
5.5. Сравнение и оценка продукционных характеристик амурских осетровых и их гибридных форм.....	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	147
ВЫВОДЫ.....	153
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	156

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Катастрофическое сокращение численности осетровых в мире и на всей территории России к началу XXI века, острый дефицит природных производителей для устойчивой работы ОРЗ, снижение объемов продаж осетровых в торговых сетях способствовали поиску альтернативных решений по восполнению численности этих рыб в традиционных местах промысла и их культивированию в искусственных сооружениях. Возникла необходимость формирования собственных РМС осетровых на российских ОРЗ (Тяпугин и др., 1999; Васильева, 2000; Иванов, 2000; Кривцов, Козовкова, 2002; Чипинов, 2004). В этот период российскими учеными была доказана возможность созревания каспийских осетровых с морским периодом жизни в пресной воде. Впервые в Мире на Конаковской ГРЭС было сформировано доместигированное маточное стадо сибирского осетра и начато товарное выращивание его потомства с использованием искусственных кормов (Бурцев и др., 1984; Смольянов, 1987).

Это послужило толчком к созданию РМС аборигенных видов в нашей стране и за рубежом (Бурцев, 1997; Илясов, 2001). В настоящее время основой для функционирования российских ОРЗ и выращивания товарных осетровых являются доместигированные маточные стада различных видов этих древних рыб.

Полное запрещение промысла осетровых рыб значительно ускорило процесс формирования собственных маточных стад осетровых в искусственных условиях содержания. Производителей осетровых рыб в России и зарубежных странах начали выращивать на искусственных кормах в бассейнах ОРЗ с использованием естественных источников водоснабжения, а также в прудах, в садках, установленных в реках, озерах, ильменях и водохранилищах, в бассейнах и садках тепловодных хозяйств и установках замкнутого водоснабжения (Михеев, 2009)

Было доказано, что быстрее всего сформировать маточные стада любых видов осетровых можно с использованием теплых вод энергетических объектов. Поэтому у нас в стране традиционно наибольшее количество производителей осет-

ровых и товарных рыб выращивают именно в условиях тепловодных промышленных хозяйств (Подушка, 1999).

Проблемы с производителями аборигенных видов осетровых рыб проявились и на Дальнем Востоке России. Многократное снижение численности природных производителей амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 и калуги *Huso dauricus* (Georgi 1775) в р. Амур вызвало необходимость сохранения их генофонда, разработки технологий формирования резервных маточных стад для целей воспроизводства в условиях ОРЗ, обеспечения фермерских хозяйств рыбопосадочным материалом и получения товарной продукции с использованием методики прижизненного получения икры от самок (Иванов, 2004; Рачек и др., 2010).

В начале XXI столетия в условиях тепловодного садкового хозяйства ТИН-РО были сформированы маточные стада амурского осетра *Acipensers chrenckii* Brandt, 1869 и калуги *Huso dauricus* (Georgi 1775) нескольких возрастных генераций, ведущих свое происхождение от потомства рыб природных популяций. Изучались адаптационные возможности амурских осетровых при содержании в искусственных сооружениях с высокими плотностями посадки, резко изменившимися по сравнению с природными условиями температурными и гидрохимическими режимами воды, потреблением искусственных кормов и частыми рыбоводными операциями. Определялся репродуктивный потенциал амурского осетра и калуги в условиях тепловодного хозяйства – собирались данные по следующим продукционным показателям: массе полученной икры и навеске одной икринки, рабочей и относительной плодовитости, оосоматическому индексу (Свирский и др., 2000; Рачек и др., 2006; Рачек, Свирский, 2008а).

В дальнейшем из потомства созревших доместигированных особей исходных маточных стад были выращены маточные стада амурских осетровых первого селекционного поколения.

Для выявления совместимости геномов и эффекта гетерозиса произведена гибридизация амурских осетровых рыб между собой, а также с сибирским осетром ленской и байкальской популяций, гибридной формой между русским и си-

бирским осетрами. Проведены эксперименты по формированию маточных стад дальневосточного аналога бестера – реципрокных межродовых гибридов стерляди с калугой (Васильева и др., 2018; Сафронов и др., 2021).

В связи с этим, особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение, анализ и оценку биологических и продукционных характеристик амурских осетровых рыб и их гибридов, многократно используемых как для целей воспроизводства, так и для получения товарной икорной продукции в условиях тепловодной аквакультуры. Эти данные необходимы для разработки технологий формирования РМС амурских осетровых, нормативов получения половых продуктов от самок и самцов, определения численности и полового соотношения производителей маточных стад на амурских ОРЗ, расчетов численности самок для получения необходимых объемов товарной икры в коммерческих хозяйствах. Оценка продукционных способностей гибридов амурских осетровых позволит восполнить пробелы в знаниях о совместимости геномов и эффекте гетерозиса осетровых из различных регионов России (Vasil'ev et al, 2021), а также решить вопрос о целесообразности их использования в качестве продуцентов икорной продукции.

За 20-летний период исследований накоплен большой объем данных о биологических и продукционных показателях производителей всех вышеупомянутых осетровых рыб, используемых в нерестовых кампаниях.

Степень разработанности темы. К началу наших работ наиболее полно были описаны продукционные показатели самок трех пород бестера в условиях прудовых, тепловодных хозяйств и УЗВ (Бурцев и др., 2002, 2008; Филиппова и др., 2010; Гаджимусаев, 2017; Насырова, Подушка, 2017). Имелись работы, описывающие продукционные показатели сибирского осетра – самого массового вида для выращивания в мире во всех типах хозяйств (Рачек, 2012; Подушка, 2013; Кольман, 2019). Были опубликованы данные по продукционным характеристикам самок русского осетра и стерляди (Подушка, Армянинов, 2009; Крылова, 2010; Тяпугин, Загребина, 2011; Блинков, Кокоза, 2014). Появились работы, описывающие продукционные показатели амурских осетровых и некоторых их гибридов на

начальных этапах формирования маточных стад в условиях тепловодного хозяйства (Крыхтин, Горбач, 1996, Рачек, Свирский, 2001, Рачек, Свирский, 2008б; Рачек и др., 2010а; Рачек и др., 2010б; Кошелев, Рубан, 2012).

Цель и основные задачи исследований. Цель настоящей работы – оценка биологического и продукционного потенциала производителей амурского осетра, калуги и шести гибридных форм амурских видов в условиях тепловодного садкового хозяйства.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

1. Собрать, обработать и обобщить данные биологических и продукционных показателей производителей амурских осетровых рыб и их гибридов из садков тепловодного хозяйства ТИПРО за период нерестовых кампаний с 2000 по 2021 гг.;

2. Выявить динамику роста и созреваемости производителей амурских осетровых рыб и их гибридов в условиях садкового тепловодного хозяйства;

3. Оценить изменение продукционных показателей самок чистых линий и гибридных форм амурских осетровых с увеличением возраста;

4. Сравнить биологические и продукционные характеристики производителей амурского осетра и калуги, содержащихся в садках тепловодного хозяйства с характеристиками производителей из естественных популяций р. Амур;

5. Выявить различия в биологических и продукционных показателях производителей амурского осетра и калуги исходных маточных стад и селекционных поколений;

6. Провести сравнительную комплексную оценку чистых линий и гибридных форм амурских осетровых в качестве объектов тепловодного осетроводства и продуцентов товарной икорной продукции.

Научная новизна.

В данной работе впервые:

- обобщены данные о биологических и продукционных показателях доместицированных самок и самцов исходных и селекционных маточных стад амур-

ского осетра и калуги, самок маточных стад реципрокных гибридов между сибирским осетром ленской популяции и амурским осетром;

- приведены данные о биологических и продукционных показателях самок гибрида амурского осетра с сибирским осетром байкальской популяции, реципрокных межродовых гибридов между калугой и стерлядью, самок тройного гибрида «(русский осетр × сибирский осетр ленской популяции) × амурский осетр»;

- описаны особенности роста, созревания, выживаемости, межнерестовых интервалов и приводится общее количество полученной икры у всех маточных стад амурских видов и гибридов в условиях тепловодной аквакультуры с 2000 по 2019 гг.;

- проведена комплексная сравнительная оценка самок амурских видов и их гибридных форм, многократно участвовавших в нерестовых кампаниях, по продукционным показателям для выявления наиболее перспективных осетровых рыб для получения товарной икры.

Теоретическое и практическое значение.

Установлена широкая адаптационная пластичность самок чистых линий и гибридных форм амурских осетровых в искусственных условиях садкового тепловодного хозяйства.

Доказана возможность устойчивого получения икры от самок амурских осетровых рыб и их гибридов в течение длительного периода эксплуатации.

В результате проведенных исследований определены продукционные потенциальные возможности самок амурского осетра, калуги и их гибридов различного возраста при многократном прижизненном получении икры.

Выявлены наиболее перспективные виды и гибриды для получения товарной икорной продукции.

Сформированы промышленные маточные стада амурского осетра и калуги исходных маточных стад и дочерних поколений с целью сохранения генофонда, воспроизводства, использования в качестве резервных для ОРЗ на р. Амур и селекционных работ.

Результаты проведенных исследований использованы при написании «Инструкции по технологии формирования маточных стад калуги в условиях полного тепловодного хозяйства», «Технического руководства по выращиванию амурского осетра в садках тепловодного хозяйства для типового предприятия аквакультуры мощностью 100 тонн рыбы в год» и «Методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. КАЛУГА (*Huso dauricus*)» (Рачек и др., 2014; Амвросов и др., 2015; Техническое руководство..., 2017).

На основании проведенных работ по гибридизации стерляди и калуги получены два патента на селекционные достижения – кастер и кастер лучегорский (Патент № 6538; Патент № 6539, 2011).

С участка тепловодного хозяйства ТИНРО неоднократно производились поставки оплодотворенной икры амурского осетра и калуги на ОРЗ Амурского филиала Главрыбвода с целью выполнения плановых показателей по выпуску крупной молоди амурских осетровых в природную среду обитания в ранние сроки. На амурские ОРЗ поставлялись особи старших ремонтных групп амурского осетра и калуги первого поколения селекции с целью формирования гетерогенных доместифицированных маточных стад, адаптированных к содержанию в искусственных сооружениях.

Результаты исследований с 2005 г. ежегодно использовались в ТИНРО для планирования проведения нерестовых кампаний и расчета необходимых для нереста гормоностимулирующих и медицинских препаратов.

Методы исследования.

В процессе сбора данных применены стандартные ихтиологические методики определения размеров и массы производителей (Правдин, 1966), методика определения пола и стадий зрелости рыб с помощью биопсийных щуповых проб (Трусов, 1964), экспресс-методика УЗИ-диагностики стадий зрелости яичников и семенников осетровых рыб (Чебанов, Галич, 2013), методика применения сурфагона для созревания производителей (Методические рекомендации..., 2010), методики получения икры с сохранением жизни самок (Бурцев, 1969б; Подушка, 1999), методика определения качества спермы самцов (Персов, 1941; Каза-

ков,1978), методики определения продукционных характеристик самок (Иванков, 1985).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. В условиях тепловодного хозяйства Приморья domesticiрованные производители амурского осетра и калуги достигают половой зрелости на 5-10 лет раньше, чем производители из естественных популяций и при значительно больших размерах, межнерестовые интервалы сокращаются на 2-4 года. Самки всегда крупнее самцов. При однократной инъекции гормоностимулирующего препарата «сурфагон» созревают 85-95 % самок и 95-100 % самцов. У гибридных самок гетерозис проявляется в сокращении срока первого созревания и большей выживаемости.

2. Самки амурских осетровых, содержащиеся на теплых водах, продуцируют большее количество икры, чем природные и имеют икринки большего размера. Средние значения показателей РП, ОП и ОСИ у «тепловодных» самок меньше. Продукционные показатели гибридных самок ниже, чем у самок чистых линий. Доместiciрованные и природные самцы амурских осетровых продуцируют близкие объемы спермы хорошего качества, однако концентрация спермиев в эякуляте выше у самцов из тепловодной аквакультуры. С возрастом значения продукционных показателей производителей увеличиваются. Ухудшение условий содержания и режима кормления приводит уменьшению массы тела осетров и снижению продукционных характеристик.

3. Наиболее перспективным объектом тепловодного осетроводства и производителем товарной икорной продукции в Приморье является амурский осетр. У калуги выход икры относительно массы тела ниже в несколько раз. Из шести гибридных форм перспективны для получения товарной икры две – гибрид, полученный от скрещивания самок амурского осетра с самцами сибирского осетра и тройной гибрид русского, сибирского и амурского осетров.

Личный вклад автора. На протяжении всего периода исследований автор лично участвовал во всех экспериментальных работах. Организовывал и контролировал отбор осетровых в РМС, определял плотность посадки особей ремонтной

группы в садках, рассчитывал нормы кормления. Определял половую принадлежность производителей и стадии зрелости гонад, проводил мечение самок и самцов электронными чипами, отбирал производителей для нереста. Осуществлял прижизненное получение половых продуктов, обеспечивал сбор данных по продукционным характеристикам. Обработывал первичные данные, проводил обобщение, анализ и синтез полученной информации при сопоставлении с имеющимися литературными сведениями, рассчитывал продукционные показатели. Контролировал ведение рыбоводной документации и рыбоводных паспортов на производителей.

Степень достоверности результатов подтверждается применением стандартных ихтиологических методик измерения производителей и их икринок, современными методиками определения пола и стадий зрелости рыб, использованием индивидуальных электронных меток, ведением рыбоводно-биологических паспортов на каждого использованного в нересте самца и самку, проведением 9,4 тыс. измерений и взвешиваний производителей в период осенних бонитировок и нереста, расчетами 4,3 тыс. продукционных показателей.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на конференциях: IV Международная научно-практическая конференция «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2006), Международная конференция (г. Гжицко, Польша, 2014), IV Международная конференция «Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб» (Борок, 2015), Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, приуроченная к 145-летию Севастопольской биологической станции «Морские биологические исследования: достижения и перспективы» (Севастополь, 2016), Международная научная конференция, посвященная 80-летию со дня рождения академика Ю.П. Алтухова (1936 – 2006) и 45-летию основания лаборатории популяционной генетики им. Ю.П. Алтухова «Генетика популяций: прогресс и перспективы» (Звенигород, 2017), Всероссийская научно-практическая конференция «Водные биоресурсы и аквакультура юга России» (Краснодар,

2018), а также семинарах лаборатории воспроизводства рыб, отчетных сессиях и Ученых Советах Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них 6 статей в журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ, а также 2 патента на селекционное достижение, методика, руководство и инструкция в соавторстве.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы. Работа изложена на 175 страницах, иллюстрирована 30 таблицами и 27 рисунками. Список литературы включает 177 наименований, из них 23 на иностранных языках.

Благодарности.

Считаю своим долгом выразить искреннюю благодарность научному руководителю к.б.н. Е.И. Рачеку за всестороннюю помощь на всех этапах подготовки диссертационной работы, к.б.н. В.Г. Свирскому, обосновавшему необходимость научно-исследовательских работ по теме диссертации, научным сотрудникам лаборатории воспроизводства рыб В.И. Скирину и А.В. Корниловой за ценные советы и рекомендации в процессе работы, всем работникам станции «НИР в пос. Лучегорск» за практическую помощь при сборе данных в период проведения нерестовых и бонитировочных работ.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Краткая характеристика природных популяций осетровых рыб, послуживших основой для формирования маточных стад Лучегорской станции «НИР»

В начале 2000-х г. на Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции (станции «НИР») сформированы маточные стада эндемичных амурских видов – амурского осетра и калуги. Для гибридизации с ними использовались производители ленской и байкальской популяций сибирского осетра и волжской стерляди, выращенные в условиях хозяйства от личинок.

Амурский осетр *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 обитал в русле р. Амур и встречался во многих его притоках. Достигал длины 3 м и массы более 250 кг. В настоящее время ареал осетра значительно сократился. В верхнем и среднем Амуре он практически не встречается. Основное количество взрослых рыб и молоди обитает в низовьях Амура. Нерестовые группировки представлены самцами массой от 5 до 30 кг и самками массой от 5 до 65 кг при модальных значениях соответственно 10-20 и 10-35 кг. Возраст самцов 11-22 года при модальных значениях 16 и 18 лет, а самок 9-35 лет при среднем значении 20 лет. Плодовитость амурского осетра во второй половине XX века составляла 287 тыс. икр. К настоящему моменту плодовитость сократилась и варьирует в пределах от 184 до 191 тыс. икр. Снизилась также и относительная плодовитость природных особей (Крыхтин, Горбач, 1996; Беляев и др., 2003; Беспалова, Кошелев, 2007).

Калуга *Huso dauricus* (Georgi, 1775) ранее обитала во всех крупных реках бассейна р. Амур и встречалась в некоторых пойменных озерах. В настоящее время в бассейнах рек Уссури и Сунгари калуга исчезла, в среднем Амуре половозрелые особи единично отмечены только ниже г. Благовещенска. В нижнем Амуре сейчас калуга встречается, в основном, лишь от г. Николаевск-на-Амуре до лимана. Это крупная хищная рыба, по размерам в российских водах она уступает только белуге. Достигает длины 5,6 м и массы 1140 кг. Самки созревают в

возрасте 16-17 лет, имея длину не менее 2 м. Самцы созревают на несколько лет раньше самок. Нерест происходит один раз в 4-6 лет в мае-июне на галечниково-песчаных грядах реки с глубинами 3-7 м и быстрым течением. Основу нерестовых группировок в последние годы составляют молодые, впервые нерестящиеся самки массой 40-80 кг в возрасте 17-19 лет (Беляев и др., 2003). По данным разных авторов, плодовитость калуги в 1960-1990 гг. составляла около 980 тыс. икр., в настоящее время она снизилась на 35 % (Свирский, 1967; Крыхтин, Горбач, 1994; Кошелев, 2010; Кошелев, Рубан, 2012).

Зейско-буреинские группировки амурского осетра и калуги занесены в Красную книгу России, как находящиеся под угрозой исчезновения. Они также занесены в список МСОП-96, а также в приложение 2 СИТЕС (Новомодный и др., 2004; СИТЕС, 2015).

Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt, 1869 распространен на огромной территории от Оби до Колымы, образуя во всех крупных реках локальные популяции. Одной из наиболее изученных является ленская популяция сибирского осетра, или ленский осетр.

Сибирский осетр ленской популяции обитает от места впадения Лены в море Лаптевых в р-не порта Тикси и вверх по реке на протяжении 3000 км, что на 1600 км выше г. Якутска. Суровые климатические условия с коротким летом и низкими температурами воды, а также недостаточная кормовая база обусловили невысокий темп роста осетра и его позднее созревание по сравнению с другими видами осетров России. Самки созревают в возрасте 11-20 лет при длине тела около 70 см и весе 1,5-4,5 кг. Впоследствии они нерестятся один раз в 3-5 лет. Самцы впервые созревают в возрасте 9-18 лет при массе тела 1,2-2,0 кг и принимают участие в нерестах один раз в 3 года (Рубан, 1999). Плодовитость самок в возрасте от 11 до 23 лет варьирует от 16,5 до 144,0 тыс. икр. Относительная плодовитость осетра ленской популяции находится в пределах 7,2-32,7 тыс. икр./кг, имея наибольшие значения в возрасте от 12 до 18 лет. Осоматический индекс ленского осетра очень высокий, на уровне 30-67 %, составляя в среднем 38 %.

Сибирский осетр байкальской популяции – это озерно-речная форма осетра. Обитает в оз. Байкал и заходит на нерест, в основном, единичными экземплярами во впадающую в него р. Селенгу. Молодые байкальские осетры, питающиеся бентосом, растут медленно, но после перехода на питание рыбой их темп роста резко возрастает и становится одним из наиболее высоких среди всех популяций сибирского осетра (Рубан, 1999). К возрасту 44 года длина байкальского осетра достигает 1,8 м при массе тела 60 кг. Созревают самки осетра в возрасте около 20 лет при массе тела 7-12 кг, а самцы в 15 лет при массе тела около 7 кг. Икринки нерестящихся рыб имеют вес от 11 до 16 мг. Осоматический индекс зрелых самок байкальского осетра составляет в среднем 24 % при колебаниях от 9 до 32 %. Плодовитость самок сильно варьирует – от 211 до 832 тыс. икр., составляя в среднем 422 тыс. икр. (Егоров, 1960; Афанасьева, 2000).

Байкальская популяция сибирского осетра имеет категорию редкости 2 – быстро сокращающийся в численности подвид сибирского осетра. Занесен в список МСОП-96, а также в приложение 2 СИТЕС.

Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758. Обитала во многих реках европейской части России в бассейнах Черного, Азовского, Каспийского, Балтийского, Белого и Баренцева морей, а также в Енисее и Обь-Иртышском бассейне, образуя в них отдельные группировки (Амброз, 1972).

Стерлядь волжская живет в р. Волга от устья до верховий и в многочисленных водохранилищах, образовавшихся после строительства плотин гидроэлектростанций. Имеет самые маленькие размеры среди всех видов осетровых и раньше всех достигает половой зрелости. В настоящее время размеры рыбы в уловах колеблются от 500 г до 2 кг. Самцы созревают в возрасте 4-5 лет, самки – в 7-8 лет. Плодовитость в зависимости от возраста и размеров сильно варьирует – от 4 до 140 тыс. икр. при среднем показателе 33 тыс. икр. Размножается с интервалом 1-2 года. Единственный вид осетровых, который образует косяки при кормлении и зимовке. Категория редкости 1 – находящиеся под угрозой исчезновения виды.

1.2. Биологические и продукционные показатели производителей наиболее распространенных видов и гибридов осетровых рыб

Товарное осетроводство в прудовых хозяйствах России началось с промышленного освоения бестера, являющегося межродовым гибридом белуги со стерлядью (Николюкин, 1972; Бурцев, 1983). На бестерах отработывалась биотехнология выращивания осетровых рыб в прудах, садках и бассейнах. Дальнейшие работы, связанные с селекцией бестера и его возвратных гибридов на белугу и стерлядь, позволили создать три породы – «Бурцевская», «Внировская» и «Аксайская», зарегистрированные как селекционные достижения (Богерук и др., 2001). Эти породы различаются темпами роста, количеством получаемой икры и сроками созревания (Бурцев, 1983; Бурцев и др., 2002, 2008).

Порода «Бурцевская» является гибридом первого поколения между белугой и стерлядью и несет по 50 % наследственности обоих видов. Порода «Внировская» содержит в себе 75 % наследственности белуги и 25% – стерляди, являясь возвратным гибридом бестера на белугу. «Аксайская» порода представляет собой возвратный гибрид бестера на стерлядь с 75 % наследственности стерляди и 25 % – белуги. Самки породы «Аксайская» созревают раньше самок других пород в возрасте 6 лет, но дают минимальное количество икры. Позже всех, в 14 лет, в прудовых условиях созревают самки породы «Внировская», но их плодовитость в 7-8 раз выше, чем у породы «Аксайская», и они наиболее приемлемы для получения товарной икры (Бурцев и др., 2002). Впервые созревающие самки породы «Внировская» средней массой 34,3 кг продуцируют 4,73 кг икры при выходе 13,6 % от массы тела. У самок, созревающих повторно во второй и третий раз, при массе тела 49,1 кг выход икры увеличивается до 8 кг, или 16,3 % от массы тела (Бурцев и др., 2008).

В Дагестане в прудах Широкольского рыбокомбината сформировано крупное стадо бестера в количестве 4200 производителей. Первое созревание 25 самок бестера произошло через 8 лет, в 2008 г., к настоящему времени ежегодно созревает около 1300 рыб, что составляет третью часть всей численности маточного

стада. Выход икры от впервые созревших самок бестера составлял около 10 %, при последующих созреваниях икры получали 14-16 % от массы тела рыбы, межнерестовый интервал в среднем был равен 1 сезону. Ежегодно в хозяйстве получали 2 т икры бестера высокого качества (Шайхулисламанов, 2012, Гаджимусаев, 2017).

Ученые ВНИРО, содержащие бестера в оптимальных условиях УЗВ, сообщали, что возраст достижения половозрелости сокращается по сравнению с прудами вдвое – до 4-6 лет (Бурцев, Николаев, 2004). Работы по селекции бестера пород «Бурцевская» и «Аксайская» привели к сокращению срока первого созревания самок на 2 года.

В Волгореченском рыбхозе продуктивность самок бестера «Бурцевской» породы в возрасте 4-6 лет массой 6-10 кг достигает 0,85-2,37 кг икры с навеской икринок 15-22 мг, или 12,8-23,4 % от живой массы (Барышев др., 2006). Отмечается высокая положительная корреляция длины и массы самок с выходом овулировавшей икры на уровне 0,78.

Порода «Внировская», или «белужий бестер», в этом же тепловодном хозяйстве характеризуется более интенсивным ростом и увеличенным количеством икры. Самки к пяти годам вырастают до 18-25 кг, а продукция икры составляет 4,0-6,7 кг. Икринки крупные, от 14,5 до 25,2 мг.

Раннее созревание при круглогодичном содержании в УЗВ с температурой воды 20-22 °С происходит у всех пород бестера. В УЗВ решается задача ускоренного формирования маточных стад этих пород (Филиппова и др., 2010).

Менее распространенными являются гибридные формы между стерлядью и белугой (стербелы), их хозяйственные характеристики исследованы значительно хуже. В последние годы в условиях Кармановского тепловодного рыбхоза были оценены продукционные показатели самок стербела как продуцентов икры-сырца для посола (Насырова, Подушка, 2017). Масса впервые созревших самок в возрасте 6 лет варьировала от 6,9 до 9,5 кг при длине от 103 до 116 см. От самок получали в среднем 1,24 кг икры при колебаниях у различных особей от 0,47 до 1,88

кг. Средний осоматический индекс составлял 15,4 %, масса икринок 9,8-10,8 мг. Около 20 % самок созревали ежегодно, большинство – один раз в два года.

Учеными ВНИРО проводились эксперименты по получению межвидовых гибридов бестера с русским осетром и севрюгой и выращиванию их в условиях УЗВ. Гибриды между бестером и русским осетром опережали родительские формы по темпу роста; гибридная линия бестера с севрюгой, сохраняя морфологические особенности севрюги, опережала её по темпу роста и оказалась фертильной (Сафронов и др., 2016).

Наряду с бестером, наиболее распространенным объектом товарного выращивания и получения икорной продукции в России и мире является сибирский осетр ленской популяции (Chebanov, Williot, 2018; Chebanov, Galich, 2018). Несмотря на то, что этот вид живет в суровых климатических условиях и поздно созревает при небольших размерах, он оказался наиболее перспективным объектом выращивания в тепловодных хозяйствах индустриального типа. Ленская популяция сибирского осетра икрой и молодь была завезена на Конаковский завод товарного осетроводства из р. Лена в 1972-1976 гг. В условиях Конаковского рыбноводного хозяйства была разработана технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра (Смольянов, 1987). Затем сибирский осетр стал широко использоваться в аквакультуре осетровых хозяйств России и зарубежных стран. Большие маточные стада сибирского осетра имеются в Конаковском заводе товарного осетроводства, Волгореченском тепловодном хозяйстве, содержались ранее на Новолипецком металлургическом комбинате, являются основой для получения икры в хозяйстве «Диана» и многих других российских и зарубежных хозяйствах (Свирский и др., 2000; Устинов и др., 2000). В Китае, Вьетнаме, Южной Корее, Японии, Таиланде и некоторых других странах Юго-Восточной Азии сибирский осетр занимает одно из ведущих мест в производстве товарной осетровой рыбы и икорной продукции (Тренклер, 2020).

Ученые ВНИИПРХ приводят сведения о результатах выведения одомашненной породы сибирского осетра «ЛЕНА-1» в условиях Конаковского завода товарного осетроводства (Петрова и др., 2008). За 30 лет доместикации в условиях

тепловодного хозяйства сроки полового созревания самок сибирского осетра ленской популяции сократились с 7-8 до 6-7 лет. Созревание самок после введения суспензии гипофизов в контролируемых температурных условиях длилось 30-36 час. Самки впервые созревали при массе тела 8-12 кг, их рабочая плодовитость увеличилась до 99,5 тыс. икр., а масса икры у элитных самок достигала 2-3 кг. Эксплуатация самок старших возрастных групп на протяжении 18-20 лет не приводила к потере ими репродуктивных качеств. Около 9 % самок созревали ежегодно.

От впервые созревших самок сибирского осетра ленской популяции в условиях тепловодного садкового хозяйства в Приморском крае получали до 0,8 кг икры, у повторно созревающих самок масса икры возрастала до 1,3-3,1 кг (Рачек, 2012).

В Волгореченском тепловодном хозяйстве от впервые созревших самок сибирского осетра ленской популяции массой 8-12 кг методом «кесарева сечения» получали до 1,65-2,25 кг икры (Барышев и др., 2006). Икра крупная, массой 15-22 мг. Выход икры в расчете от живой массы самок осетра достигал 20-23 %.

Во время нерестовой компании 2013 г. в Кармановском рыбхозе обнаружена впервые созревшая самка сибирского осетра ленской популяции, продуцировавшая очень светлую икру размером от 14 до 30 мг (Подушка, 2013).

В Польше были проведены исследования по определению выхода икры из ястыков впервые созревших самок сибирского осетра, «забитых» традиционным методом. Полученные данные сравнивали с выходом овулировавшей икры от впервые созревших самок сибирского осетра в России (Кольман, 2008). Оказалось, что выход икры от «забитых» самок несколько выше, чем от живых (соответственно 14,4 и 12,7 %).

Содержание самок русского осетра и белуги на рыбноводных предприятиях с применением теплых вод позволило сократить сроки их первого созревания в 1,5-2,0 раза (Чебанов и др., 2008). Самки из тепловодных хозяйств созревали при меньшей массе тела по сравнению с природными самками сходного возраста. Однако оосоматический индекс доместифицированных рыб практически не отличался

от такового особей из природных популяций, а относительная плодовитость в некоторых случаях была выше за счет меньшей массы икринок.

В условиях Новолипецкого индустриального рыбоводного хозяйства в конце XX века впервые была получена икра русского осетра, выращенного в металлических бассейнах в условиях оборотного водоснабжения. Все самки дали икру весной 2000 г. Масса самок колебалась от 11 до 25 кг. Получение икры производили методом надрезания яйцеводов. Количество полученной икры колебалось у отдельных самок от 1,7 до 4,0 кг. В граммовой навеске в среднем содержалось 50 икринок (Севрюков и др., 2001).

Продукционные маточные стада русского и белого американского осетров сформированы в Израиле (Израильская икра..., 2006). Фирма «Икра Галилея» в 2005 г. изготовила и поставила на внешний рынок первые партии осетровой икры превосходного качества. Икринки русского осетра имели коричневато-сероватый цвет иногда с желтым оттенком и были размером до 4 мм. Икра американского осетра очень темная, почти черная размером 3 мм. Планируемая цель фирмы – достичь производства 4 т осетровой икры в год.

При доместикации самок русского осетра озимой формы, отловленных в дельте р. Волга, первое созревание рыбы в садковом комплексе «Белуга» произошло через 4-5 лет. После адаптации к новым условиям содержания и искусственным кормам сроки созревания сократились до 3-4 лет. Рабочая плодовитость от первого нереста ко второму возросла со 106 до 143 тыс. икр. (Тяпугин, Загребина, 2011).

В 2000 г. на Волгоградском ОРЗ «Нижневолжрыбвода» разрабатывались критерии оценки качества зрелых самок русского осетра из природных популяций по рыбоводно-биологическим показателям их продуктивности и качеству потомства (Крылова, 2010). Из 46 самок осетра, проинъецированных сурфагоном, созрели 28 особей, или 63 %. Средняя масса созревших самок составила 16,96 кг при колебаниях от 9,80 до 40,70 кг. Средняя масса икры, полученной прижизненным способом, равнялась 3,43 кг (47,2 шт. в 1 г), средняя плодовитость 161 тыс. шт., относительная рабочая плодовитость 9,2 тыс. шт./кг, осоматический индекс

– 19,9 %. Средняя величина продуктивности самок по икре составляла около 200 г/кг, при вариабельности от 120 до 286 г/кг массы тела. Автор сделал вывод о том, что продуктивность самок по икре является прекрасным исходным генетическим показателем для селекции и отбора самок в маточные стада.

На нескольких ОРЗ дельты Волги выявлено, что повторно созревшие самки русского осетра имеют лучшую созреваемость после инъектирования и более высокий выход икры по сравнению с впервые нерестящимися (соответственно 18,3-20,1 и 15,4-18,4 %) (Кириллов, Крупий, 2010). Оказалось, что самки природных популяций мельче доместичированных, но выход икры от них несколько выше, чем у доместичированных (18,6-20,6 %).

В авандельте р. Кубань природные и заводские самки русского осетра в период с 1980 по 1996 г. имели среднюю массу 24,2-25,2 кг, масса икринок варьировала от 17,2 до 18,5 мг, а относительная плодовитость – от 12,6 до 14,6 тыс. шт./кг (Chebanov, Savelyeva, 1999).

При выращивании русского осетра в бассейнах УЗВ на предприятии «Anna Caviar» в Нидерландах, регулированием температурного режима удалось избавиться от жира в гонадах и путем стабилизации генеративного обмена добиться выхода икры 15,1 % от массы тела (Блинков, Кокоза, 2014).

Россиянин Юрий Киташин построил осетровую ферму в пустыне Саудовской Аравии. Ферма с оборотным водоснабжением снабжалась артезианской водой, на ней выращивался русский осетр и гибрид русского и сибирского осетров для получения товарной икры способом забоя самок. Гибриды достигали 10 кг в возрасте 3 лет, а в 5-6 лет от самок гибридов и русского осетра уже получали черную икру. Объёмы производства икры составляли 4-6 т в год. Икра в количестве до 2 т, поступала на стол короля Саудовской Аравии, а остальная – в лучшие рестораны Москвы и других стран, за ней записывались в очередь (Русская черная икра..., 2014).

В 2004 г. на базе Донского осетрового завода (ДОЗ) методом надрезания яйцеводов была получена икра от двух самок белуги массой 164 и 190 кг. Выход икры составил 12,7 и 11,3 % от массы тела (Говорунова, Подушка, 2005). В этом

же году удалось получить овулировавшую икру от доместичированной дикой особи азовской севрюги. Одна из них впервые созревшая, а вторая вторично созревшая после двухгодичного интервала. Длина самок составляла 104 и 135 см, а масса – соответственно 1170 и 2660 г. В 1 г икры насчитывалось от 82 до 127 икринок.

В центре «БИОС» проводили опыты по доместикации самок белуги, отловленных в реке. От двух самок белуги массой по 88 кг каждая получили более чем по 9,5 кг икры (Шеходанов, и др., 1999; Васильева, Тяпугин, 2008).

В 2009 г. сотрудники КаспНИИРХ исследовали рыбоводно-биологические показатели доместичированных самок белуги на четырех ОРЗ дельты Волги. В воспроизводстве использовалось 12 самок массой от 80 до 120 кг. Созреваемость самок составила 100 %, выход икры по заводам варьировал от 10,6 до 14,7 % к массе самок (Кириллов, Крупий, 2010).

В Каспийском море обитает белуга-альбинос, редчайший и самый крупный представитель семейства осетровых. Рыба дает икру, зерно которой окрашено в белый цвет и переливается золотистыми оттенками. Ежегодное производство такой икры не превышало 10-20 кг. Икра получила название «Almas» (Алмаз), что характеризует не только ее стоимость, но и большую редкость. Икру «Almas» производили в Иране. Её фасовали в баночки из чистого золота 995 пробы, а стоимость стартовала от 2500 долларов за 100 г. Тем не менее, очередь на приобретение «золотой икры» выстраивалась на 4-5 лет вперед и преимущественно состояла из царственных персон, знати и мультимиллионеров (Самая дорогая икра..., 2016).

Для получения гастрономической икры использовался также сибирский осетр байкальской популяции. Так, в тепловодном хозяйстве ТИПРО в Приморском крае с 2007 г. получали икру от самок, выращенных их завезенных личинок, полученных от производителей естественных популяций и первого поколения их потомства (Rachek et al., 2011). Созревание самок оказалось растянутым с 6 до 10 лет. За 4 нерестовых сезона масса полученной от самок икры возросла с 1,20 до 1,90 кг при максимуме 3,12 кг. Относительная плодовитость варьировала в преде-

лах 12,9-14,1 тыс. икр. на килограмм массы тела. Средняя масса икринок колебалась от 11 до 14 мг. Средние значения ОСИ находились на уровне 15-18 % при максимуме 29 %.

В Китае одним из основных объектов икорно-товарного осетроводства являлись гибриды между амурским осетром и калугой. Эти гибриды плодовиты и давали 35 % всей пищевой икры осетровых рыб, производимой в условиях аквакультурных хозяйств Китая (Zhuang, 2002, Подушка, Чебанов, 2007; Wei Q. W. Et al., 2011; Yang, 2018; Тренклер, 2020).

На специализированном осетровом заводе в китайском городе Ичан разводили китайского осетра. Крупных самок осетра использовали только для воспроизводства с целью выращивания трехмесячной молоди, которую выпускали в р. Янцзы для восстановления численности вида в природе (Чебанов, Галич, 2008).

Большой практический интерес для осетроводства представляет стерлядь, встречающаяся на огромном ареале от Дуная до Ангары и представленная многочисленными популяциями (Амброз, 1972).

Важной биологической особенностью стерляди является достижение ей половой зрелости в относительно раннем по сравнению с другими осетровыми возрасте, а также относительно небольшой межнерестовый интервал самок в 1-2 года (Подушка, 1989; Львов, 1996).

Раннее созревание в возрасте 3 года самок волжской и донской стерляди, содержащейся при регулируемой температуре воды, создании искусственной зимовки и течения, отмечено в бассейнах УЗВ базы «Кагальник» Южного научного центра РАН (Корчунов, Пономарева, 2012).

В России стерлядь успешно использовали для крупномасштабного получения икры в Кармановском рыбхозе Башкортостана, на Конаковском заводе товарного осетроводства, в Волгореченскрибхозе, Южном филиале ФСГЦР, в ТИНРО (Мамонтов и др., 2002; Подушка и др., 2005; Подушка, Армянинов, 2008).

В Кармановском тепловодном садковом рыбхозе (Башкортостан) содержится несколько видов и пород осетровых рыб, используемых для получения пищевой икры (Подушка, Армянинов, 2009). Из 1 т получаемой пищевой икры более

половины продукции давала стерлядь, созревающая в возрасте 4 лет. От некоторых старых самок икру получали уже 11 раз. На втором месте по объемам производимой икры стоял сибирский осетр, созревающий в 6-7 лет. Третье место занимал бестер первого поколения.

Публикуются все больше сведений о производстве светлой «золотой» икры, полученной от стерляди-альбиноса. В небольших количествах «золотую икру» от стерляди-альбиноса производил в небольшом семейном фермерском хозяйстве Груель в Австрии. Икру получали методом забоя самок. Сообщается, что самки стерляди созревали довольно поздно – в 12 лет – и отдавали за один раз не более 250 г икры. У себя в магазине фермер продавал такую икру по 14000 евро за килограмм (14 тысяч евро за килограмм икры, 2012). Начала поставлять на международный рынок черную икру и в небольших количествах «золотую» икру от стерляди-альбиноса латвийская фирма Mottra (Под Ригой производят..., 2010).

Крупное маточное стадо стерляди-альбиноса создано в Приморском крае на тепловодном хозяйстве ТИНРО (Рачек и др., 2011). Созревание исходного маточного стада самок-альбиносов генерации 1998 г., выращенного от нескольких десятков личинок, полученных от особей обычной окраски, продолжалось от 7 до 11 лет. Первые самки альбиносов второго поколения селекции различных генераций созрели значительно раньше, в возрасте 5-6 лет. Мелкие самки альбиносов массой 1,5-2,0 кг продуцировали в среднем 270-300 г икры с массой одной икринки 7-9 мг. Крупные самки массой 4-5 кг продуцировали 700-800 г икры навеской 8-9 мг. Осоматический индекс варьировал от 11 до 19 %.

В Испании в рыбоводном хозяйстве Сьерры Невады с 1985 г. создавали стадо средиземноморского итальянского осетра, завезенного из Италии. Рыбу выращивали в чистой проточной воде естественной температуры без применения стимуляторов роста, гормонов и жиров. Первую пробную партию икры в количестве около 30 кг компания получила в 2001 г. Пол рыб определяли в 8-10 лет путем ультразвукового обследования. Половой зрелости и веса 20-25 кг рыба достигала к 12-18 годам. Обычно выход икры от забитой рыбы составлял 10-12 % от общего

веса рыбы, или около 3 кг икры на самку длиной 1,5 м, диаметр икринок 2,45 мм (Черная икра из Гранады, 2010).

В республике Азербайджан за 11 лет сформировали РМС персидского осетра. Большая часть самок созрели в возрасте 11 лет при длине тела 111-123 см и массе 12-14 кг. От самок после гипофизарной инъекции получали по 2,3-2,7 кг икры. Икринки мелкие, около 11,5 мг, плодовитость 195-223 тыс. икр. (Салманов и др., 2016)

С 1994 по 1999 г. число осетровых хозяйств в России возросло с 19 до 70, а товарная продукция с 200 до 1200 т (Chebanov, Billard, 2001). Основу производства составляли сибирский осетр (30 %), русский осетр (30 %), гибрид русского и сибирского осетров (20 %), бестер (10 %) и стерлядь (5 %). Максимальное количество осетровых (71 %) выращивали в садковых тепловодных хозяйствах и бассейнах. В тепловодных хозяйствах рыба созревала в два раза быстрее, чем в природных условиях. Все эти виды в дальнейшем использовались для получения икорной продукции.

1.3. Биологические и продукционные показатели производителей амурских осетровых рыб и их гибридов

На Дальнем Востоке России основной промысел осетровых рыб традиционно осуществлялся в бассейне р. Амур. В связи с массовым нелегальным выловом и ухудшением условий обитания и воспроизводства уловы амурских осетровых неуклонно снижались с 610 т в 1891 г. до нескольких десятков тонн в 80-х годах прошлого века. Дважды вводимые запреты на промысел амурских осетровых в 1923 и 1958 гг. не позволили значительно улучшить ситуацию (Крюков, 1894; Солдатов, 1915; Никольский, 1956; Свирский, 1967; Крыхтин, Горбач, 1994). Однако с 1992 г. в течение нескольких лет промысел на Амуре был открыт. Практически весь объем вылова был представлен амурским осетром *Acipenser schrenckii* Brandt 1869 и калугой *Huso dauricus* (Georgi 1775) – эндемиками бассейна р. Амур.

В отдельные годы официально вылавливалось до 70 т амурского осетра и калуги и нелегально по экспертным оценкам до 700 т. Легально производилось и направлялось на экспорт 5-6 т осетровой икры и нелегально добывалось несколько десятков тонн (Новомодный и др., 2004; Кошелев, 2010). Еще в начале XXI века на р. Амур иногда изымалось до 10 тонн нелегально заготовленной икры в год (TRAFFIC..., 2002).

В 2000 г. в России началась разработка информационной нормативной базы для органов СИТЕС по расчету экспортных квот на пищевую продукцию из осетровых для всех районов и сезонов промысла, в том числе на Амуре. Было определено, что выход икры в ястыках от неразделанного промытого амурского осетра составлял 25,3 %, а неразделанной промытой калуги – 20,2 %. (Харенко и др., 2001).

Выход пробойной икры из ястыков амурского осетра составлял почти 84 %, из ястыков калуги – 83,5 %. Это на 2,5-10,0 % больше, чем у русского осетра из каспийского, азово-черноморского и урало-каспийского бассейнов. В работе подчеркивалось, что количество ртути, сумма ДДТ и гексахлорциклогексана у амурских осетровых рыб в 1,5-10,0 раза ниже допустимой нормы, и в 5,0-10,0 раза ниже, чем у осетровых волго-каспийского бассейна. Исследователи отмечали, что амурские осетровые являются ценнейшими источниками безопасной деликатесной продукции.

В 2003 г. группа китайских ученых проводила опыты по определению возможности созревания амурских осетров, выращенных в условиях аквакультуры, после введения им релизинг-гормона LHRH-A₂. Использовались 6 самок осетра длиной 142-157 см с икрой на IV стадии зрелости ооцитов. После инъекций рыбу содержали при температуре 11,0-15,4°C. Четыре самки созрели через 33-44 час, и от них получили в общей сложности 7,70 кг икры (1,93 кг на самку). Общее количество полученной икры составило 428 тыс. икр. (SUN Da-jiang et al., 2003).

На Дальнем Востоке России маточные стада амурского осетра и калуги начали создавать с начала 90-х г. прошлого века на подсобном рыбноводном хозяйстве Приморской ГРЭС (Приморский край), которое затем перешло в соб-

ственность ТИНРО (Рачек и др., 2006; Рачек, Свирский, 2008а, б; Рачек и др., 2014).

Самки амурских осетров исходных маточных стад различных генераций впервые созревали в возрасте 8-9 лет при массе тела 12-24 кг, последние впервые созревшие особи дали икру в возрасте 10-12 лет. (Рачек, Свирский, 2001а, 2008а). В работах последних лет приводятся современные данные о продукционных показателях самок амурского осетра Лучегорской станции «НИР» ТИНРО с 2001 по 2017 г. (Рачек, Амвросов, 2018; Rachek, Amvrosov, 2018; Амвросов, Свидерский, 2018).

Самки калуги трех возрастных генераций в садках Лучегорской станции «НИР» впервые созревали и использовались для получения икры в возрасте 10-12 лет (Рачек, Свирский, 2008б; Рачек и др., 2010; Рачек, 2012). Созреваемость самок калуги всех генераций оказалась более растянутой во времени, чем у амурского осетра (Амвросов, Свидерский, 2018).

В условиях тепловодного хозяйства Лучегорской станции «НИР» с 2000 г. были начаты эксперименты по скрещиванию амурских осетровых осетровыми из других регионов Российской Федерации (Свирский, Рачек, 2001б; Васильев и др., 2016; Васильева и др., 2018; Сафронов и др., 2021; Vasil'ev et al., 2021).

В 2006 г. ведущие российские специалисты осетроводы С.Б. Подушка и М.С. Чебанов посетили компанию по осетроводству Hangzhou Qiaandao Lake Xunglong в провинции Чжэцзян (Подушка, Чебанов, 2007). В компании содержали сибирского, русского, амурского осетров, белугу, а также гибридов амурского осетра и калуги. Гибриды амурского осетра с калугой в возрасте 7 лет по размерам были в 1,5-2,0 раза крупнее, чем остальная рыба. В Китае до 35 % черной икры получали от гибридов амурского осетра и калуги (Wei Q. W. et al., 2011).

В 2013 г. в Кармановском рыбхозе была получена икра от впервые созревших самок гибрида сибирского осетра ленской популяции и калуги «ЛенКа». Самки нерестились в восьмилетнем возрасте при средней массе 18 кг. Прижизненно получили 18,8 кг овулировавшей икры, что составляет около 10 % от массы тела самок (Подушка и др., 2014). По мнению авторов, гибрид «ЛенКа» не менее

технологичен, чем гибриды осетровых, доминирующие в Китае. Он имел высокий темп роста, плодовит, достигал половой зрелости в относительно раннем возрасте, характеризовался дружным созреванием.

На рыбоводном хозяйстве ТИПРО с 2014 г. проводились нерестовые кампании самок гибрида стерляди с калугой, а с 2017 г. – самок гибрида калуги со стерлядью (Рачек, 2018; Сафронов и др., 2021; Vasil'ev et al., 2021).

1.4. Способы получения осетровой икры для воспроизводства и переработки

В 70-80-х г. прошлого века, когда природные запасы осетровых оценивались десятками тысяч тонн, не ставился вопрос о сохранении жизни самок после изъятия у них икры. Самкам, предназначенным для воспроизводства, вводили гормональные препараты. После того, как они созревали, их забивали и сцеживали овулировавшую икру, которую использовали для дальнейших рыбоводных работ.

Зрелых самок, отловленных в реках, с икрой на IV стадии зрелости также забивали, обескровливали, вспарывали брюхо и выбирали икру (Подушка, 2016). В 90-х годах, когда началось хищническое истребление осетровых рыб в реках и море, ситуация коренным образом изменилась. Недостаток зрелых самок для обеспечения деятельности осетровых рыбоводных заводов вызвал необходимость поиска способов получения икры от осетровых рыб с сохранением их жизни.

Опыты в этом направлении проводились еще в XIX веке. Так, многократное сцеживание икры у зрелых самок стерляди впервые применил Э.Д. Пельцам (Пельцам, 1886). В недалеком прошлом такая методика неоднократно применялась для стерляди и сибирского осетра (Персов, 1957; Williot, Brun, 1982). В первых опытах получения половых продуктов от амурского осетра в Хабаровском крае также применялся метод многократного сцеживания икры (Иванов, 2004). В современных условиях крупномасштабного получения икры эта методика оказалась непригодной и в настоящее время не используется.

В конце 50-х г. прошлого века были разработаны конструкции специальных бассейнов для осетровых рыб, где они могли самостоятельно нереститься (Ющенко, 1961). Однако работы так и остались на стадии экспериментов и оказались неэффективными для использования при нересте маточных стад осетровых, выращенных в неволе.

Первый способ прижизненного получения икры от самок осетровых рыб, защищенный патентом, был разработан известным российским ученым из ВНИРО, занимающимся выведением пород бестера, – И.А. Бурцевым. Способ, кото-

рый часто называют «кесаревым сечением», заключался в осуществлении разреза стенки брюшной полости, сцеживании икры с последующим наложением хирургического шва на разрез (Бурцев, 1969а, б).

Первоначально этот способ применялся в России, в том числе и в хозяйстве ТИНРО. Однако такой метод получения икры не прижился, так как при его использовании часто наблюдались расхождения швов, отмечались довольно высокие отходы самок, а для успешного наложения швов требовалась высокая квалификация рыбоводов. Для проведения всей операции требовалось не менее 20-30 мин, что оказалось неэффективным при большой численности самок.

Позже известным российским ученым-осетроводом С.Б. Подушка был разработан метод прижизненного получения икры от самок осетровых рыб путем надрезки яйцеводов. Метод, защищенный патентом, заключался в надрезке яйцеводов созревших после гормональной стимуляции самок внутри тела рыбы на глубине нескольких сантиметров (Подушка, 1986, 1999). Операция после небольшой практики могла быть выполнена любым рыбоводом, малотравматична и не требовала наложения швов. Время, затрачиваемое на получение икры от одной самки, не превышало 3-5 мин. Выживаемость рыбы очень высокая. Практика показала, что надрезание яйцевода не препятствовало последующим циклам созревания икры у самок. Этот метод в настоящее время применяется во всех осетровых хозяйствах России и многих других стран.

В последние годы сменился спектр видов осетровых, используемых для получения икорного сырья. Если раньше это были в основном проходные виды: русский осетр, севрюга и белуга, то теперь это пресноводные формы – сибирский осетр, стерлядь и ряд гибридов (Подушка, 2017). Если раньше это были в основном ястыки IV стадии зрелости, извлеченные из «забитых» рыб, то теперь это преимущественно овулировавшая икра, получаемая от самок прижизненно. Проблема заключалась в разработке способа посола овулировавшей икры, но она была решена. В дальнейшем методы посола овулировавшей икры были усовершенствованы с целью повышения ее питательной ценности (Астахова, 2010).

Получение икры-сырца в период высокой численности осетровых рыб было строго привязано к местам добычи осетровых. В настоящее время икорно-товарные хозяйства появились в большинстве федеральных округов. Основная масса пищевой осетровой икры в России приходилась на садковые хозяйства, доля УЗВ в объемах получаемой икры крайне мала.

Лидером по производству осетровой икры в России стала Вологодская область (В Вологодской области..., 2016). Маточное стадо икряных самок в садковом хозяйстве «Диана» этой области достигает 300 т и представлено 12 видами осетровых рыб. Основным видом для получения икры является сибирский осетр.

1.5. Товарная икра как наиболее ценный продукт осетроводства

В XX веке Россия являлась мировым лидером по производству товарной осетровой икры. Ежегодно ее вырабатывалось более 2 тыс. т (Иванов, 2000). Основной объём производства икры приходился на Астраханскую область. По оценкам зарубежных авторов, производство чёрной икры Советским Союзом на Каспийском море было еще больше и доходило до 2,5 тыс. т, из них за границу поставлялось до 2 тыс. т, что составляло 90 % мирового рынка (Коэн, 2011). На данный момент экспорт икорной продукции из России составляет 7 т (БИЗНЕС Online, 2016).

Первую товарную икру осетровых с использованием метода забоя рыб, выращенных в искусственных условиях, получили в 1994 г. на осетровой ферме на р. Дордонь в 550 км к северу от Парижа. Её выпустила известная фирма Prunier Manufacture caviar, занимающаяся производством осетровой икры с 1872 г. Через 10 лет Франция экспортировала уже 15-20 т черной икры (Шалыгин, 2010).

В 1970-1980-е г. большое количество оплодотворенной икры и личинок осетровых рыб из хозяйств России передавали в Германию, Францию, Италию, Испанию, Венгрию, Китай, Эквадор, Японию, США, Польшу.

Производство икры осетровых начало активно развиваться в странах с благоприятным инвестиционным климатом – Италии, Франции, Германии, Испании,

Бельгии, США, Китае. Не смотря на высокую оптовую стоимость пищевой продукции – около 700 евро за 1 кг, сроки окупаемости инвестиций составляли более 5 лет (Чебанов и др., 2006). Общий объем черной икры, производимой в зарубежных странах, в 2006 г., составлял около 100 т и обеспечивался, как правило, крупными осетровыми комплексами, которых в мире насчитывалось около 40. Мировым лидером с объемом производства икры более 25 т являлась итальянская фирма *Agroittica*, расположенная в Ломбардии.

Самый масштабный ежегодный прирост производства осетровой икры в последние годы отмечался в Китае, где её получали от амурского осетра, калуги и их гибридов. В Китае в провинциях Цзиньцзян, Шаньдун и Хэйлунцзян существует 12 крупных рыбководных хозяйств. Первые баночки с черной икрой китайского производства были выпущены в 2006 г., а сейчас Китаю уже принадлежит 10 % икорного рынка (Производство черной икры..., 2018). По последним данным, Китай производит 75-100 т деликатесной продукции, но некоторые эксперты оценивают эту цифру гораздо выше – до 128-144 т (Sicuro, 2019).

Высокая стоимость деликатесной и ценной продукции из этих рыб, вызвала бурный рост аквакультурных хозяйств, занимающихся выращиванием осетровых рыб с целью получения от них товарной икры. Число таких хозяйств, расположенных на всех континентах, неуклонно росло, а общий объём производства в последние годы приближался к 300 т в год (Производство черной икры..., 2018). В 2016 г. Франция производила 28,0 т икры, Германия – 12,0; Италия – 26,0; США – 35,0-40,0; Латинская Америка – 15,0; Испания – 5,0; Израиль – 6,0; Иран – 1,0; Китай свыше 60 т.

Основными видами для получения товарной осетровой икры в большинстве осетровых хозяйств Мира и России являлись сибирский, русский, адриатический и белый осетры, белуга, стерлядь и искусственно созданный гибрид – бестер (Chebanov, Billard, 2001; Подушка, 2017). По последним данным, производство осетровой икры в 2017 г. в мире достигло 450 т (Bronzi et al., 2019).

Лидером поставщиков черной икры претендовал быть Вьетнам (Информационный центр «Рыбные Ресурсы, 2011). Вьетнамская осетровая корпорация по-

строила уже 5 центров по разведению русских осетров на различных водоемах страны с подходящей для роста осетровых температурой. Компания планировала построить еще 5-10 подобных центров на территории Вьетнама и получать в них 1000 тонн черной икры в ближайшие 5-10 лет. В настоящее время вьетнамские осетровые хозяйства производят несколько тонн товарной осетровой икры и отправляют ее на экспорт (Тренклер, 2020).

Уже к середине 90-х г. прошлого века в России удалось разработать технологию получения и переработки овулировавшей икры, защищенную патентами, и ТУ ее изготовления, позволяющими получать экологическую продукцию (Подушка и др., 1995). Для амурских осетровых в ТИНРО была разработана собственная технология посола икры, полученной от живых самок (Патент РФ № 2 268 624 С1, 2004).

Ранее продукция из овулировавшей осетровой икры подвергалась необоснованной критике и не допускалась на международный рынок. Однако спустя много лет страны ЕЭС включили продукцию из прижизненно полученной икры в свой стандарт (STANDART..., 2010).

Производство осетровой икры в Российской Федерации в 2010 г. составило около 12-16 т. По предварительным оценкам, в 2011 г. ее было произведено около 20,0 т (Мальшев, 2012). В 2014 г. производство икры возросло до 30,5 т, а в 2016 г. хозяйства России производили уже 46,0 т осетровой икры (Чебанов, Галич, 2018). Положительная динамика связана с ростом аквакультурного производства (Подушка, Теркулов, 2013). Около 7 т икры российского производства поставлялось на экспорт в Китай, США, Тайвань, ОАЭ, Канаду, Сингапур, Японию и другие страны (БИЗНЕС Online, 2016).

Предполагаемые объемы производства товарной осетровой икры, полученной от самок, выращенных в существующих и перспективных для реконструкции хозяйствах России, в начале XXI века оценивались в 130 тонн (Чебанов и др., 2006).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Условия выращивания производителей

Станция «научно-исследовательская рыбоводная (НИР) в пос. Лучегорск» Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») находится на севере Приморского края вблизи пос. Лучегорск на территории промышленной зоны Приморской ГРЭС – самой крупной тепловой электростанции Приморского края. При работе станции на полную мощность в водоотводящий канал поступает до 60 м³/сек воды, подогретой на 7-8 °С. Около 2/3 акватории водохранилища зимой замерзает, однако в районе впадения водоотводящего канала образуется незамерзающая зона.

Первые экспериментальные садки для формирования РМС осетровых рыб на карповом участке рыбхоза с 1992 по 1997 г. находились на расстоянии 4 км от электростанции в незамерзающей зоне в устье водоотводящего канала. Минимальная температура воды в садках в этом месте составляла 8 °С в январе, максимальная – 35 °С в июле. Вегетационный период с температурой свыше 12 °С постепенно увеличивался по мере ввода новых энергоблоков станции с 5,5 до 7,0 мес. Годовая сумма тепла достигала 5140 градусо-дней (Рачек, Скирин, 2010).

Кислородный режим на акватории водохранилища в эти годы определялся высокой интенсивностью фотосинтеза в летний период, значительным ветровым перемешиванием, искусственной циркуляцией воды, а также отсутствием льда на значительной площади в зимнее время (Таразанов, 1992).

Однако крайне высокая летняя температура – до 35 °С – и снижение концентрации кислорода на глубине в штилевые дни иногда до 2 мг/л не позволяли успешно выращивать осетровых рыб. Поэтому с 1998 г. понтоны с садками для выращивания осетровых рыб перевели в водоподводящий канал на территорию электростанции и установили в непосредственной близости от инкубационно-выростного комплекса (ИВК). Ширина водоподводящего канала 30 м, глубина до 4 м, скорость течения воды 0,3-0,4 м/с (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Понтонная линия и инкубационно-выростной комплекс (ИВК)
Станция «НИР в пос. Лучегорск»

Ниже приведены характеристики температурного режима за последние годы работы хозяйства и типичный ход температур в течение года (таблица 2.1; рисунок 2.2).

Таблица 2.1 – Характеристика температурного режима в садках в 2003-2019 гг.

Средняя годовая температура, °С	Сумма тепла за год, градусо-дни	Средняя температура вегетационного периода, °С	Кол-во дней с температурой выше 12 °С	Сумма тепла за вегетационный период, градусо-дни
12,7±0,16	4634±56	21,3±0,15	172±3	3668±42
11,9-13,3	4344-5146	20,3-21,9	157-195	3373-4024

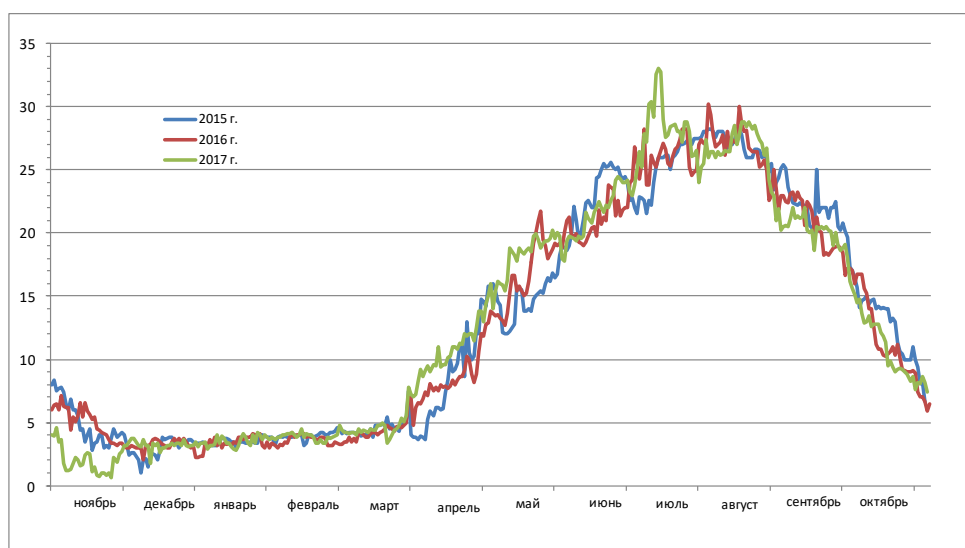


Рисунок 2.2 – Динамика температуры воды в садках в 2015 – 2017 гг.

Минимальные зимние температуры воды 1-3 °С наблюдались в январе, в июле-августе температура повышалась до 27-28 °С, а в отдельные годы кратковременно до 33-34 °С.

По сумме градусо-дней хозяйство относится к тепловодным со средним количеством тепла. В русле р. Амур сумма тепла гораздо ниже и составляет 2700-2800 градусо-дней (Кошелев, 2010).

После разложения растительных остатков на дне водоема-охладителя содержание кислорода значительно возросло – почти до 11 мг/л (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Среднегодовые гидрохимические показатели воды в садках

Показатель	Годы	
	1979	2018
Кислород, мг/л	7,00	10,8
рН	7,20	7,66
Щелочность, мг/экв.	0,78	1,11
Жесткость общая, мг/л	1,13	1,23
Кальций, мг/л	16,0	31,0
Магний, мг/л	4,10	6,70
Натрий, мг/л	9,20	12,2
Фосфаты, мг/л	0,67	0,05
Нитраты, мг/л	0,93	0,62
Нитриты, мг/л	0,02	0,03
Азот аммонийный, мг/л	0,40	0,25
Сульфаты, мг/л	31,2	26,8
Медь, мг/л	0,009	0,003
Хлориды, мг/л	-	2,5
Железо растворенное, мг/л	-	0,34
Взвеси, мг/л	14,1	11,6
Сухой остаток, мг/л	109,0	88,0

Содержание кислорода во все сезоны года было благоприятным для выращивания осетровых и варьировало от 6,2 мг/л летом до 14,0 мг/л зимой.

Гидрохимический режим воды в водоеме-охладителе с момента его создания в 1974 г. изменился от гидрокарбонатного до сульфатного (Беликин и др., 1984). Увеличилась щелочность и жесткость воды, рН.

Лучегорская станция «НИР» располагает 128 типовыми садками, закрепленными на понтонных секциях линии ЛМ-4 в водоподводящем канале Приморской ГРЭС. В непосредственной близости от канала находится инкубационно-

выростной комплекс (ИВК), включающий 5 модулей разного назначения, предназначенных для выдерживания производителей, инкубации икры и подращивания молоди.

В состав модулей входят 44 емкости для содержания рыбы (лотки, бассейны и силосы), которые могут работать как в режиме УЗВ, так и в режиме прямочного водоснабжения с подачей воды в объеме до 120 м³/час из водоподводящего канала Приморской ГРЭС. При разных режимах работы подача и сброс воды происходит по разным трубопроводам.

В комплексе имеется все необходимое лабораторное оборудование и приборы для измерения и взвешивания рыбы и икры, аппараты УЗИ-диагностики.

2.2. Применяемые методики

Оплодотворенную икру осетровых инкубировали в аппарате «Осетр», собственных или завезенных личинок подращивали до 10-25 г в бассейнах и силосах с использованием различных живых и искусственных кормов импортного и отечественного производства. С возраста сеголеток осетров содержали в сетчатых садках площадью 10 м² с глубиной 1,5 м, закрепленных на понтонной линии ЛМ-4. Некоторые осетры проводили первую зимовку в бассейнах УЗВ (Рачек, Свирский, 2008а). На протяжении всего периода выращивания осетровых, от личинки до полового созревания, осуществлялся мониторинг физиологического состояния рыбы (Валова, Амвросов 2015).

Формирование РМС амурских осетровых производили с напряженностью отбора 0,6-9,5 % в возрасте личинок и 30,0-34,0 % в возрасте товарных трехлеток. Далее ремонт и производителей содержали при постепенно снижающихся плотностях посадки.

До начала 2000-х г. ремонтные группы и производители осетровых получали импортные и отечественные комбикорма с содержанием протеина от 30 до 45 % и добавкой рыбного фарша из свежей рыбы. С 2002 г. для кормления стал использоваться только гранулированный осетровый корм с содержанием протеи-

на 38-42 %, разработанный и произведенный в ТИНРО (Воропаев и др., 2007; Рачек, Свирский, 2008б). Нормативы использования собственных кормов разработаны лабораторией воспроизводства рыб ТИНРО (Воропаев и др., 2006).

Хищная калуга, кроме сухих гранулированных кормов, получала свежую малоценную рыбу, отловленную в районе понтонной линии.

При достоверных различиях по полу самок и самцов рассаживали отдельно, при первом созревании всем производителям вводили электронные метки-транспондеры, на них заводили рыбоводные паспорта. Ежегодно в конце октября проводили бонитировки, во время которых определяли массу производителей, измеряли длину АВ, АС, АД и обхват тела с точностью 0,5 см (Правдин, 1966). На основании полученных данных рассчитывали коэффициент упитанности (К уп.) по Фультону ($P*100/AC^3$). Использование длины тела АС от начала рыла до конца средних лучей хвостовой выемки при расчете К уп. вместо АВ связано с травмированием, обломом или отсутствием верхней лопасти хвостового плавника у некоторых производителей в результате многократных рыбоводных операций – пересадок из садков в бассейны и обратно, взвешиваний, сортировок и бонитировок. В результате этого длину АВ от начала рыла до конца хвостовой лопасти измерить у них не представлялось возможным (Крылова, Соколов, 1981).

Для определения стадий зрелости половых продуктов производителей пользовались щупом (Казанский и др., 1978) и прибором УЗИ-диагностики DP 6600 (Трусов, 1964; Чебанов, Галич, 2013). Состояние зрелости ооцитов перед нерестом определяли экспресс методом (Казанский и др. 1978; Детлаф, 1981). Готовых к нересту производителей размещали на зимовку в отдельных садках.

Выдерживание самок амурских осетровых и их гибридов перед нерестом, инъекции и созревание после инъекций проводили в бассейнах инкубационного цеха при нерестовых температурах 13-16 °С с использованием замкнутой или прямоточной системы водоснабжения. Самок и самцов калуги перед нерестом отсаживали по 3 экз. в отдельные садки на понтонной линии, там же их инъектировали и выдерживали до начала созревания (Рачек и др., 2014).

Стимулирование созревания производителей в первые годы экспериментальных работ осуществляли посредством внутримышечных инъекций суспензий гипофизов карповых и осетровых рыб, а также гормоностимулирующего препарата «Нерестин» (Рачек, Свирский, 2008б). Дальнейшая практика показала что для созревания всех видов и их гибридов достаточно одноразового инъектирования гормоностимулирующим препаратом «Сурфагон» (GnRH) (Методические рекомендации..., 2010). Рыбу при проведении инъекций не вынимали из воды. Овулировавшую икру получали прижизненно: до 2003 г. включительно икру изымали путем вскрытия брюшной стенки самок с последующим наложением хирургических швов (Бурцев, 1969б); с 2004 г. икру получали более щадящим методом надрезки яйцеводов (Подушка, 1999).

У производителей определяли возраст наступления половой зрелости, продолжительность созревания всех особей каждой генерации и межнерестовые интервалы. Рассчитывали созреваемость рыб после инъекций, длительность созревания производителей после инъекций в часах, количество полученной икры, включая остаточную, массу одной икринки, рабочую и относительную плодовитости, оосоматический индекс (Иванков, 1985). Для определения массы одной икринки и РП из полученной от каждой самки икры отбирали и взвешивали на ювелирных весах пробу в несколько граммов. Затем икру подсушивали на фильтровальной бумаге до впитывания полостной жидкости. Икру без жидкости вновь взвешивали, просчитывали и определяли среднюю массу икринки. Разницу в процентах между массой икры с полостной жидкостью и без нее вычитали из общего количества икры с полостной жидкостью. Полученный истинный вес икры использовали для расчета рабочей и относительной плодовитости. Оосоматический индекс определяли, как отношение массы полученной овулировавшей икры к массе живой самки перед нерестом в процентах.

Качество спермы оценивали по следующим показателям: объём эякулята (мл), время поступательного движения (ВПД) спермиев в баллах и минутах, концентрация спермиев (млн/мм³) (Персов, 1941; Казаков, 1978).

Статистическую обработку материалов выполняли на персональном компьютере с использованием программ Microsoft Excel 2016 и BioStat.

Исследовались следующие статистические параметры – средняя и ошибка средней ($M \pm m$), пределы колебаний (Lim), коэффициент вариации (Cv). Для определения взаимосвязей между различными размерными и продукционными показателями использовали линейный коэффициент корреляции Пирсона (r). (Ишханян, Карпенко, 2016). Для оценки достоверности различий между выборками пользовались критерием Стьюдента.

Описание рыбоводно-биологических и продукционных показателей амурских видов и их гибридов проводили по ранее принятой схеме (Рачек и др., 2010) с дополнениями:

- 1) История формирования ремонтно-маточного стада;
- 2) Соотношение полов;
- 3) Половые различия производителей;
- 4) Масса, длина и обхват тела;
- 5) Упитанность тела;
- 6) Возраст и масса впервые созревающих производителей;
- 7) Длительность созревания производителей одной генерации;
- 8) Межнерестовые интервалы производителей;
- 9) Созревание производителей после искусственной стимуляции нереста;
- 10) Длительность созревания производителей после инъекцирования;
- 11) Соматический рост самок;
- 12) Формирование половых клеток самок;
- 13) Масса полученной икры;
- 14) Масса икринок;
- 15) Рабочая плодовитость (РП);
- 16) Относительная плодовитость (ОП);
- 17) Осоматический индекс (ОСИ);
- 18) Взаимосвязь размерных и продукционных показателей самок;
- 19) Продукционные показатели самцов.

2.3. Объем исследованного материала

Материалом для исследований послужили самки и самцы чистых линий амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (АО) трех исходных маточных стад и первого селекционного поколения, самки и самцы чистых линий калуги *Huso dauricus* (Georgi, 1775) (К) трех исходных маточных стад и первого селекционного поколения восьми возрастных генераций от 8 до 25 лет, использованные в нерестовых кампаниях. Также материалом для исследований биологических и продукционных показателей послужили самки шести гибридных форм амурских осетровых в возрасте от 8 до 19 лет. Для получения гибридных форм с амурскими осетровыми использовали производителей сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869 ленской и байкальской популяций (СО л., СО б.) стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 (Ст), гибрида между русским и сибирским осетрами (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 × *Acipenser baerii* Brandt, 1869) (РО × СО л.) (таблица 2.3; рисунок 2.3). Латинские и русские названия рыб даны в соответствии с последними таксономическими изменениями (Богущкая, Насека, 2004; Bogutskaya et al., 2008; Eschmeyer et al., 2016).

Таблица 2.3 – Объем исследованного материала (самки / самцы)

Вид или гибридная форма осетровых, год основания генераций	Количество нерестящихся особей, экз.	Количество промеров и взвешиваний	Количество продукционных показателей
Амурский осетр (АО), 1993, 1996, 1999, 2003	420 / 48	2520 / 3036	2100 / 192
Калуга (К), 1996, 1999, 1999, 2006	81 / 45	486 / 1656	405 / 180
Гибрид АО × СО л., 2004	67	402	335
Гибрид СО л. × АО, 2000, 2004	36	216	180
Гибрид СО б. × АО, 2007	31	186	155
Гибрид (РО × СО л.) × АО, 2002	110	660	550
Гибрид Ст × К, 2005	26	156	130
Гибрид К × Ст, 2006	13	78	65
Итого	784 / 93	4704 / 4692	3920 / 372

Размерные показатели определяли у всех самцов маточного стада, независимо от их участия в нерестовых кампаниях. Продукционные показатели определяли только у самцов амурского осетра и калуги, используемых для воспроизводства. Самцов гибридов в нерестовых кампаниях не использовали и отбраковывали.



А



Б



В



Г



Д



Е



Ж



З

Рисунок 2.3 – Виды и гибриды амурских осетровых рыб:
 А – амурский осетр; Б – калуга; В – гибрид АО × СО л.;
 Г – гибрид СО л. × АО; Д – гибрид СО б. × АО;
 Е – гибрид (РО × СО л.) × АО; Ж – гибрид Ст × К; З – гибрид К × Ст

ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

3.1. Амурский осетр

3.1.1. Исходные доместичированные маточные стада

История формирования ремонтно-маточных стад. Самки исходных маточных стад генераций 1993, 1996 и 1999 гг. выращены из оплодотворенной икры, личинок и сеголеток, полученных от 19 зрелых особей природных популяций массой 4-42 кг с учетом биологического разнообразия, возраста и сроков хода на полевом рыбоводном пункте в районе г. Хабаровск и в условиях рыбоводного хозяйства Амурской ТЭЦ-1 (г. Амурск). Рыбопосадочный материал перевозили автотранспортом в пакетах с водой и кислородом (Рачек, Свирский, 2007а, 2008а, 2008б).

Соотношение полов. Количество самцов во всех исследуемых исходных генерациях всегда превышало количество самок. Соотношение самок и самцов амурского осетра выглядело следующим образом: генерация 1993 г. – 1,0:1,4; генерация 1996 г. – 1,0:1,1; генерация 1999 г. – 1,0:1,8.

Половые различия производителей. Визуальные половые различия самок и самцов амурского осетра всех генераций наиболее хорошо проявлялись при созревании производителей. У особей обоего пола, находящихся в преднерестовом состоянии, на голове появляется белый налет, значительно более интенсивный у самцов.

Масса, длина и обхват тела. Исследования показали, что впервые созревающие молодые самки превосходили самцов по массе тела на 1,3 кг (рисунок 3.1, А). С увеличением возраста разница в массе возрастала и достигала 10-15 кг у самок и самцов старших возрастных групп. Максимальная масса 45,3 кг зарегистрирована у одной из самок генерации 1993 г. в возрасте 19 лет. Максимальная масса самца составляла 32,0 кг и отмечена в возрасте 16 лет (таблица 3.1).

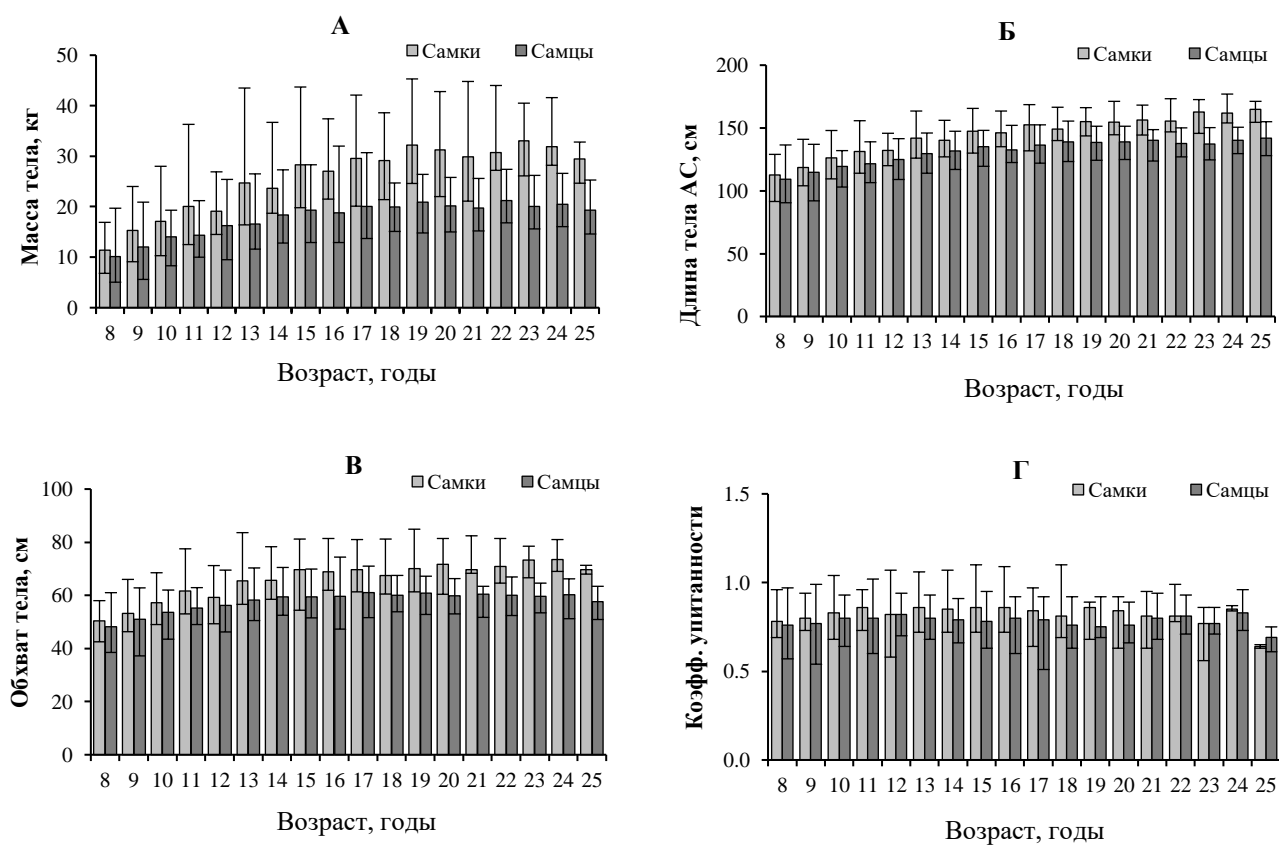


Рисунок 3.1. – Динамика размерных показателей производителей амурского осетра исходных маточных стад (обобщенные данные)

В возрасте 8 лет длина самок АС превосходила длину самцов на 3,7 см. С увеличением возраста разница в размерах постепенно возрастала и в отдельных возрастных группах длина самок превышала длину самцов на 3-18 % (рисунок 3.1, Б). Максимальная длина тела АС отмечена у самки генерации 1993 г. в возрасте 24 года и самца в возрасте 18 лет (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Средние размерные показатели производителей амурского осетра исходных маточных стад генераций 1993, 1996 и 1999 гг. в возрасте от 8 до 25 лет (n = 180 нерестов)

Пол производителей	Масса тела, кг	Длина тела АС, см	Обхват тела, см	Коеффициент упитанности по Фульгону
Самки $M \pm m$	$25,7 \pm 0,6$	$142,0 \pm 3,4$	$65,2 \pm 1,2$	$0,84 \pm 0,01$
Lim	8,4-45,3	91,5-177,0	42,5-86,0	0,58-1,09
Cv	29,8	11,0	12,1	9,9
Самцы $M \pm m$	$17,6 \pm 0,6$	$131,0 \pm 1,7$	$57,4 \pm 0,7$	$0,77 \pm 0,01$
Lim	5,1-32,0	90,5-155,5	37,2-74,4	0,54-1,03
Cv	22,1	8,6	7,8	5,3

Обхват тела самок с восьмилетнего возраста постоянно был больше, чем у самцов, с возрастом разрыв увеличился с 3 до 15 см, или с 4 до 23 % (рисунок 3.1, В). Средний обхват тела самок превышал таковой самцов на 7,8 см, или 13,6 % (таблица 3.1). Вариабельность обхвата тела самок всегда была выше, чем у самцов. В возрасте 25 лет показатели обхвата самок и самцов начали снижаться.

В то же время в природных условиях р. Амур разница между массой и длиной тела самок и самцов в большинстве возрастных групп недостоверна (Кошелев, 2010).

Коэффициент упитанности. Этот показатель у самок в возрасте 8-24 года варьировал в средних пределах 0,77-0,86, а у самцов изменялся в пределах 0,75-0,82 (рисунок 3.1, Г). В среднем, по всем возрастным группам упитанность самок была выше на 0,07, или 9,0 % (таблица 3.1). Начиная с возраста 20 лет, наблюдалась тенденция снижения упитанности самок за счет старения, получения от них ежегодно или раз в два года большого количества икры и снижения норм кормления летом и осенью 2015, 2016 и 2017 гг. из-за экстремально высоких температур и недопоставок кормов. Самцы в возрасте 25 лет впервые превзошли по упитанности самок на фоне значительного снижения упитанности обоих полов. Это связано с тем, что в нерестовых кампаниях участвовали лишь отдельные самцы, от которых получали по 100-150 мл спермы, что в десятки раз меньше объемов получения икры и не могло повлиять на резкое ухудшение их экстерьерных показателей.

Достоверные половые различия ($p < 0,001$) по длине, массе, обхвату тела и коэффициенту упитанности самок и самцов всех генераций амурского осетра из садков Лучегорской станции «НИР» отмечались с восьмилетнего возраста и до 25 лет.

Созреваемость производителей после искусственной стимуляции нереста. Созреваемость самцов любых возрастов после инъектирования гормоноактивирующим препаратом всегда составляла 95-100 %. Созреваемость самок амурского осетра отдельных возрастных генераций после введения препарата ва-

варьировала от 85 до 100 %, составляя в среднем по самкам всех возрастных групп 91,3 %.

Длительность созревания производителей после инъектирования. Проведенными исследованиями выявлено, что качественную сперму от самцов, созревающих в диапазоне температур 13-18 °С, можно получить через 18-24 ч после инъектирования. Продуцирование качественной спермы продолжается еще в течение 12-18 ч от начала созревания. Сперму среднего качества можно получить в течение 1-2 суток после сцеживания первой порции.

При нерестовых температурах 13-15 °С овуляция икры у самок амурского осетра происходит в среднем через 28 ч, при температурах 15-18 °С время созревания сокращается до 22 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, длительность созревания производителей одной генерации. Самцы амурского осетра всех генераций всегда созревали на несколько лет раньше самок. Первых созревших самцов амурского осетра выявляли при осенних бонитировках в возрасте 5+ и 6+. Массовое созревание самцов происходило в возрасте 7-8 лет. Обычно на созревание всех самцов одной генерации уходило два года, редко три года (Свирский, Рачек, 2001). Средняя масса самцов при первом созревании составляла 12-13 кг при колебаниях от 5 до 21 кг.

Возраст первого созревания и масса самок зависели, в основном, от условий содержания и кормления в предшествующий период. Так, самки генерации 1993 г. впервые созрели в возрасте 9 лет, последние созрели в возрасте 13 лет (Рачек, Скирин, 2010). Самки генерации 1996 г. содержавшиеся в благоприятных условиях, созрели в возрасте от 8 до 10 лет. У самок генерации 1999 г., содержащихся при низкой плотности посадки и обильном кормлении, за счет преобладания соматического прироста над генеративным созревание произошло поздно – в возрасте 10 лет, но последние самки этой генерации созрели в возрасте 11 лет. Масса впервые созревающих самок всех генераций разного возраста варьировала от 10,0 до 36,3 кг.

Имеются данные, что в природных условиях р. Амур созревание самок амурского осетра происходит гораздо позже, и они имеют значительно меньшие размеры. Так, известный исследователь амурских осетровых рыб В.Г. Свирский приводит данные о том, что самки амурского осетра обычно впервые созревают в возрасте 13-14 лет при массе тела 4-10 кг (Свирский, 1967; Свирский, Рачек, 2005). В более поздних работах сообщается, что самки амурского осетра созревают в возрасте 16-18 лет при массе 8-10 кг (Кошелев, 2013).

Межнерестовые интервалы производителей. От 95 до 100 % самцов амурского осетра всех исследуемых генераций, начиная с возраста 7-8 лет, созревали ежегодно.

Нами выявлено, что межнерестовые интервалы самок амурского осетра трех генераций распределялись следующим образом: нерестящиеся ежегодно или пропускающие 2 года – 75 %; пропускающие 2-3 года – 22 %; пропускающие 3-4 года – 3 %. Начиная с возраста 16-20 лет, три самки осетра нерестились 4 сезона подряд, одна нерестилась 3 раза подряд. Численность таких самок составляла 27 % от общего количества.

В природных условиях р. Амур созревание самцов амурского осетра происходит один раз в 2-4 года. Самки имеют значительно большие межнерестовые интервалы и принимают участие в нересте один раз в 4-5 лет (Свирский, 1967; Свирский, Рачек, 2005; Кошелев и др., 2009).

Соматический рост самок. Исследования показали, что впервые созревающие самки разных генераций в возрасте 8-11 лет имели массу тела от 6,8 до 36,3 кг. Максимальные индивидуальные годовые приросты массы тела самок, пропустивших 1-2 нерестовых сезона и набравших икру, составляли от 4 до 7 кг.

Годовые приросты самок, участвовавших в нересте, были значительно ниже – не более 1-2 кг. Были случаи, когда от самок весной получали до 7 кг икры, и их масса не успевала восстановиться до преднерестовых значений к осени того же года.

Формирование половых клеток самок. Период формирования половых клеток большинства впервые созревающих самок от момента первичного накоп-

ления желтка до дефинитивных размеров продолжался 2 года. Переход половых желез самок со II стадии на III и III-IV продолжался 1 год, еще 1 год требовался для перехода гонад на завершённую IV стадию зрелости ооцитов.

Половые железы некоторых самок, находящиеся в июне после проведения майского нереста на II, II-III и III стадиях зрелости, при полноценном кормлении с добавкой витаминов к концу октября одновременно находились на IV, близкой к завершению или завершённой стадиях зрелости ооцитов.

Масса полученной икры. Первые созревшие самки различных генераций в возрасте от 8 до 11 лет продуцировали от 0,7 до 3,7 кг икры (рисунок 3.2, А; 3.2, Б).

Средняя масса икры, полученной от самок всех генераций, ежегодно увеличивалась на 0,2-0,9 кг и достигла наивысшего среднего значения 6,1 кг к возрасту 22 года (Рачек, 2012). Максимальное количество икры 8,2-10,5 кг продуцировали самки генерации 1993 г. в возрасте 22-23 года.

В среднем за период эксплуатации от одной самки амурского осетра за один нерестовый сезон получали 3,75 кг икры.

Масса икринок. Самые мелкие икринки массой 12,6 мг отмечены у впервые созревших девятилетних самок генерации 1993 г. (рисунок 3.2, В). Наиболее крупные икринки средней массой 21,8-22,5 мг оказались у самок в возрасте 12, 16 и 22 года. Из-за резкого сокращения норм кормления маточного стада в сентябре 2015, 2016 и 2017 гг. у самок в возрасте 23-25 лет в 2016-2018 гг. произошло снижение средней массы икринок почти на 6 мг.

Средняя масса икринок самок трех генераций исходных маточных стад, полученных во всех нерестовых кампаниях, составила $19,4 \pm 0,3$ мг (таблица 3.2). Различия между массой икринок различных генераций самок АО статистически недостоверны при $p < 0,05$.

По литературным данным, у амурского осетра из природных популяций масса зрелых неовулировавших икринок на 5 % ниже, составляя в среднем $18,5 \pm 0,4$ мг, и перед нерестом варьирует от 12,7 до 22,9 мг, (Кошелев, 2013). Различия в

навесках икринок от доместичированных и природных особей достоверны только при $p < 0,1$.

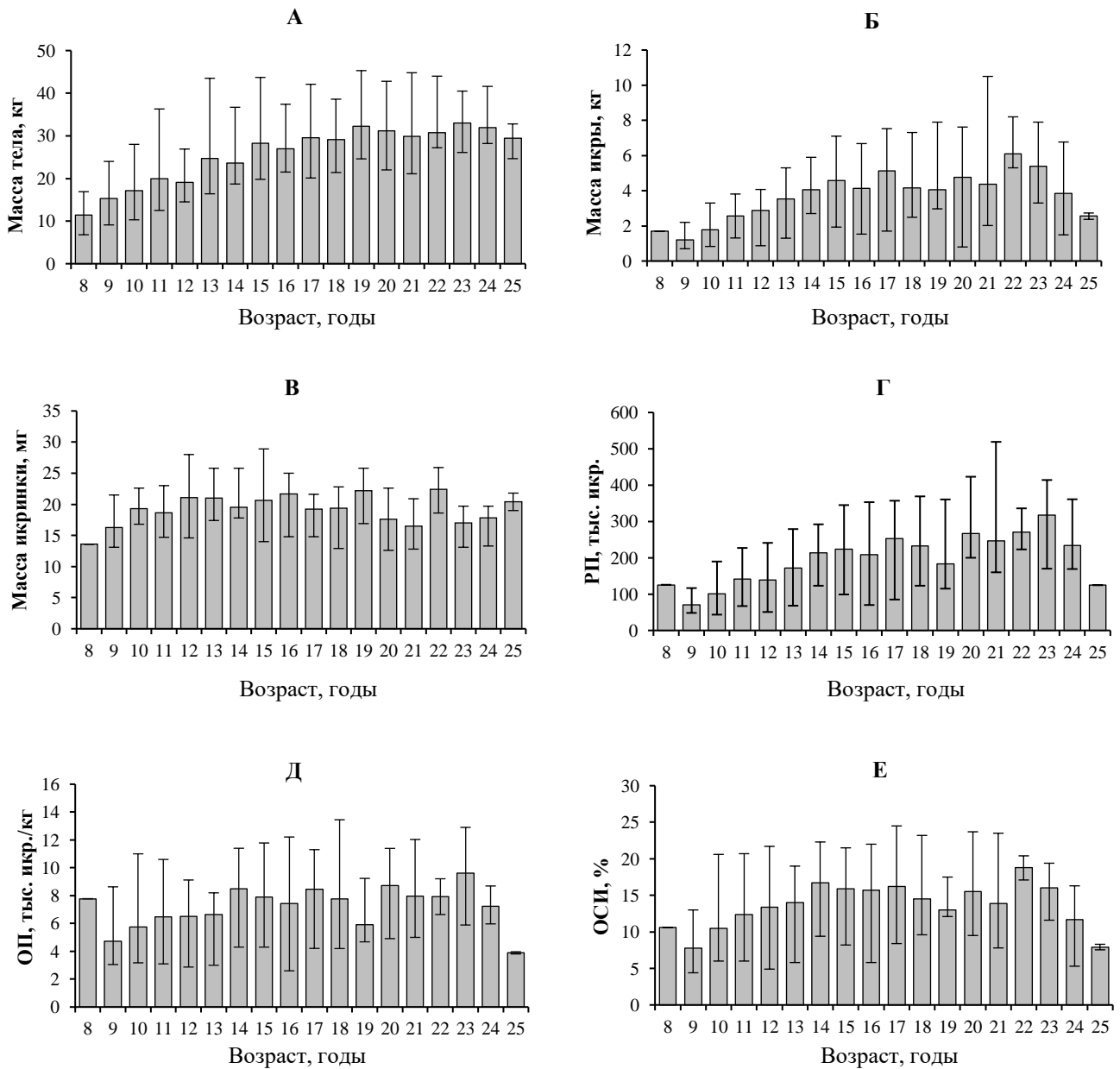


Рисунок 3.2 – Динамика продукционных показателей самок амурского осетра исходных маточных стад (обобщенные данные)

Обобщенные данные по количеству икры от самок разных генераций, полученной на протяжении всех нерестовых кампаний, приведены ниже (таблица 3.2).

Рабочая плодовитость самок. РП самок амурского осетра при первом созревании в возрасте 8-10 лет была минимальной, составляя от 50 до 175 тыс. икр. (рисунок 3.2, Г).

При повторных созреваниях средняя РП самок всех генераций постепенно возрастала, достигнув 318 тыс. икр. в возрасте 23 года при максимуме 520 тыс. икр. Средняя РП самок амурского осетра всех возрастов и генераций составила 192,6 тыс. икр. при максимальной вариабельности этого показателя (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Средние продукционные показатели самок амурского осетра исходных маточных стад в возрасте от 8 до 25 лет за один нерест (n = 180 нерестов)

Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Генерация 1993 г.						
M±m	28,0±1,0	4,24±0,23	19,8±0,4	219,5±11,7	7,61±0,27	15,10±0,56
Lim	10,0-45,3	0,70-10,53	8,8-28,9	43,4-518,7	2,36-13,10	4,4-24,5
Cv	29,7	46,3	16,8	46,0	30,1	31,9
Генерация 1996 г.						
M±m	22,6±0,7	3,27±0,14	19,6±0,4	173,2±8,3	7,56±0,26	14,50±0,45
Lim	12,4-38,2	0,88-7,31	12,6-28,0	45,3-369,2	3,6-13,5	6,9-23,2
Cv	25,7	38,9	18,7	42,1	30,3	26,9
Генерация 1999 г.						
M±m	29,4±1,5	3,75±0,30	19,2±0,6	199,7±17,2	6,70±0,45	12,40±0,72
Lim	18,7-43,7	1,47-7,09	14,0-25,0	74,6-364,0	3,1-11,8	4,5-17,9
Cv	24,0	37,9	13,6	41,3	32,1	27,7
Обобщенные данные по поколениям 1993-1999 гг.						
M±m	25,7±0,6	3,75±0,13	19,4±0,3	192,6±6,8	7,34±0,18	14,40±0,33
Lim	10,0-45,3	0,70-10,53	8,8-28,9	43,4-518,7	2,36-13,50	4,4-24,5
Cv	29,8	45,7	16,6	46,1	30,9	30,7

В работах ученых, исследовавших амурского осетра в низовьях р. Амур, приводятся данные об абсолютной плодовитости (АП) самок амурского осетра в пределах от 187 до 191 тыс. икр. (Беляев и др., 2009; Кошелев, 2013). Эти значения очень близки к нашим данным для самок амурского осетра, выращенных в условиях тепловодного хозяйства на искусственных кормах, и достоверно не различаются.

Относительная плодовитость. Этот показатель варьировал в пределах от 3 тыс. икр./кг у молодых самок до 12-13 тыс./кг у рыб возрасте 16-23 года (рисунок 3.2, Д). Средняя ОП всех разновозрастных самок, участвующих в нерестовых кампаниях, составила менее 7,4 тыс. икр./кг (таблица 3.2). Относительная плодовитость тесно взаимосвязана с массой полученной икры и рабочей плодовитостью, характер гистограммы этих показателей очень близок. Для амурского осетра из природных популяций относительная плодовитость выше на 28 % и находится на уровне 9,5 тыс. икр./кг (Беляев и др., 2009).

Осоматический индекс. Минимальный ОСИ в размере 4,3 зарегистрирован у впервые созревших самок генерации 1993 г. (рисунок 3.2, Е). Затем он плавно повышался до возраста 13 лет, достигнув значения 14 %. С возраста 14 лет средний ОСИ варьировал в пределах 16,0-18,0 %, имея максимальное значение 24,8 % в возрасте 17 лет. ОСИ резко снизился в три последних года у самок всех генераций старшего возраста. Средний ОСИ самок амурского осетра всех генераций и возрастов за период нерестовых кампаний составил 14,4 % (таблица 3.2).

Сравним биологические и продукционные показатели самок амурского осетра из тепловодного хозяйства ТИНРО и р. Амур (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Биологические и продукционные показатели самок амурского осетра из тепловодного хозяйства и природной среды обитания

Место содержания или обитания	Масса впервые созревших самок, кг	Возраст созревания, годы	Межнерестовые интервалы, годы	Масса икринки, мг	РП или АП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Тепловодное хозяйство	10-36	8-13	1-3	19,4±0,3	192,6±6,8	7,34±0,18	14,4
р. Амур*	4-10	13-18	4-5	18,5±0,4	191,3±4,6	9,5	21,2

* Крыхтин, Горбач, 1996; Харенко и др., 2001; Wang, 2003; Свирский, Рачек 2005; Валова, Хованский, 2009; Кошелев и др., 2009; Кошелев, 2013

Как видно из приведенных данных, первые domesticiрованные самки созревают на 5 лет раньше природных при значительно больших размерах, их межнерестовые интервалы намного короче. Рабочая плодовитость «тепловодных» (РП) и абсолютная плодовитость природных (АП) самок близки, икринки у природных самок мельче, ОП и ОСИ выше соответственно на 29 и 47 %.

На волжских ОРЗ, занимающихся воспроизводством озимого и ярового русского осетра, наблюдается сходная картина. Самки осетра, отловленные в природных условиях, по размеру меньше, чем доместичированные, но выход икры и плодовитость у них выше (Кириллов, Крупий, 2010). Выход икры от доместичированных самок составляет 15,4-18,4 %, а от самок природных популяций – 18,6-20,6 %. На Волжском ОРЗ средняя плодовитость самок природного русского осетра несколько ниже, чем у амурского осетра, составляя 161 тыс. икр. Но относительная плодовитость и оосоматический индекс выше, достигая соответственно 9,2 тыс. икр./кг и 19,9 % (Крылова, 2010). В условиях Волгореченского тепловодного хозяйства репродуктивные показатели самок русского осетра (РО) гораздо выше, чем у тепловодного амурского осетра (Кривошеин, 2007). Самки РО, близкие по размеру к самкам АО из садков Лучегорской станции «НИР», продуцируют 236 тыс. икр. при относительной плодовитости 10,1 тыс. икр./кг.

3.1.2. Маточное стадо амурского осетра первого селекционного поколения

История формирования маточного стада. Самок первого селекционного поколения генерации 2003 г. вырастили в садках Лучегорской станции «НИР» из потомства АО, полученного при скрещивании самок исходных маточных стад в возрасте 10 и 11 лет с самцами в возрасте 10 лет.

Маточное стадо амурского осетра генерации 2003 г. эксплуатировалось, начиная с 2011 до 2018 г. с возраста 8 до 15 лет. За это время производители принимали участие в нерестовых кампаниях 8 раз. В соответствии с классификацией, предложенной сотрудниками ТИНРО, маточное стадо первого селекционного поколения имеет второй уровень доместикиции (Рачек, Свирский, 2007а).

Соотношение самок и самцов. В маточном стаде амурского осетра первого селекционного поколения генерации 2003 г., в отличие от исходных маточных стад генераций 1993-1999 гг., преобладали самки. Количество самок почти в 2 раза превышало количество самцов. Так, из 145 особей восьмилетнего возраста 95 экз. было представлено самками, а 50 экз. самцами. Соотношение самок и самцов составляло 1,00:0,52.

Половые различия производителей. У созревающих самцов голова белела значительно интенсивнее, чем у самок. Самки генерации 2003 г. во всех возрастных группах были значительно больше самцов по массе тела, как и самки исходных маточных стад (рисунок 3.3).

Масса, длина и обхват тела. Разница в массе тела самцов и самок у впервые нерестящихся особей составила 3,2 кг. К возрасту 13-15 лет разница в массе увеличилась до 9,0-10,5 кг (рисунок 3.3, А). Максимальная масса 34,0-36,0 кг у самок и 21,6-23,7 кг у самцов зарегистрирована в возрасте 12-13 лет. В среднем по всем возрастным группам масса самок превышала массу самцов на 9,4 кг, или 70,6 %. Масса тела являлась наиболее вариабельным показателем у обоих полов (таблица 3.4).

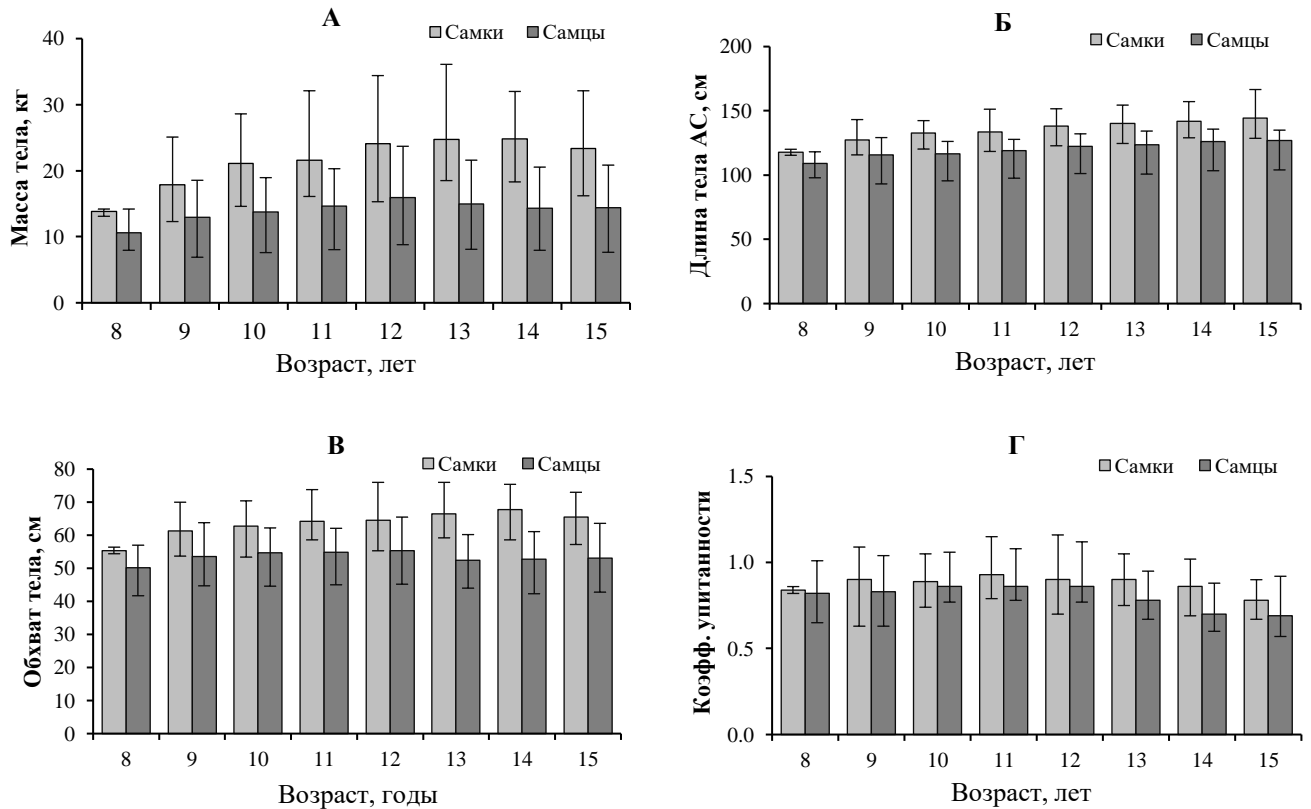


Рисунок 3.3 – Динамика размерных показателей самок и самцов амурского осетра первого поколения селекции

По длине тела самки амурского осетра первого селекционного поколения во всех возрастных группах превосходили самцов. У впервые нерестящихся особей разница составляла 9-12 см, к 13-15 годам она увеличилась до 16-17 см (рисунок 3.3, Б). В отличие от массы, линейные размеры самок и самцов старших возрастных групп продолжали незначительно увеличиваться и в возрастных группах с 13 до 15 лет. Приросты длины особей обоих полов составили 3-4 см. Максимальные размеры самок 166,6 см и самцов 135,8 см зарегистрированы в возрасте 14-15 лет (рисунок 3.3,Б; таблица 3.4).

Обхват тела самок во всех возрастных группах всегда был большим, чем у самцов. У впервые созревших рыб обхват самок превышал таковой у самцов на 5-8 см. С возрастом разница увеличилась и к 13-15 годам составляла уже 13-15 см. Максимальный обхват тела 68 см у самцов и 76 см у самок отмечен в возрасте 12-13 лет (рисунок 3.3, В; таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Средние размерные показатели производителей амурского осетра первого селекционного поколения генерации 2003 г. в возрасте от 8 до 15 лет (n = 240 нерестов)

Пол производителей	Масса тела, Кг	Длина тела АС, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности по Фультону
Самки $M \pm m$	22,7±0,4	137,0±0,6	64,8±0,3	0,88±0,01
Lim	12,3-36,1	115,4-166,6	53,4-76,0	0,63-1,16
Cv	19,3	6,4	7,3	11,2
Самцы $M \pm m$	13,4±0,2	117,2±0,7	53,0±0,3	0,82±0,01
Lim	6,9-23,7	93,1-135,8	41,7-65,5	0,60-1,12
Cv	22,9	7,7	8,3	11,5

Упитанность самок. Коэффициент упитанности самок генерации 2003 г. во всех возрастных группах превышал таковой у самцов (рисунок 3.3, Г). Упитанность самцов постепенно возрастала до возраста 12 лет, затем начала снижаться и достигла минимального значения 0,69 в возрасте 15 лет. Упитанность самок достигла максимума 0,93 в возрасте 11 лет и снизилась до 0,78 в возрасте 15 лет. Устойчивое снижение упитанности самцов и самок связано со значительным уменьшением норм кормления. Средняя масса самок превышала таковую у самцов на 9,4 кг (70,6 %), длина – на 20 см (17 %), обхват – на 11,8 см (22 %), упитанность на 0,06 (7 %). Различия между самками и самцами по всем размерным показателям высоко достоверны при $p < 0,001$.

3.1.3. Различия самок амурского осетра исходных маточных стад и первого селекционного поколения по размерным и продукционным показателям

Масса, длина и обхват тела. Масса тела самок первого селекционного поколения в возрасте 9, 10 и 12 лет превышала массу тела самок исходных маточных стад (рисунок 3.4, А).

Затем в связи с нехваткой кормов она начала уменьшаться и стала ниже, чем у исходных маточных стад, возраст которых 13-15 лет пришелся на благоприятные по температурному и кормовому режимам 2006-2014 гг. При сравнении обеих генераций в одинаковом возрасте от 8 до 15 лет за 8 лет эксплуатации, оказалось, что средняя масса самок первого селекционного поколения выше таковой у самок исходных маточных стад на 1,3 кг, или 6 % (таблица 3.5).

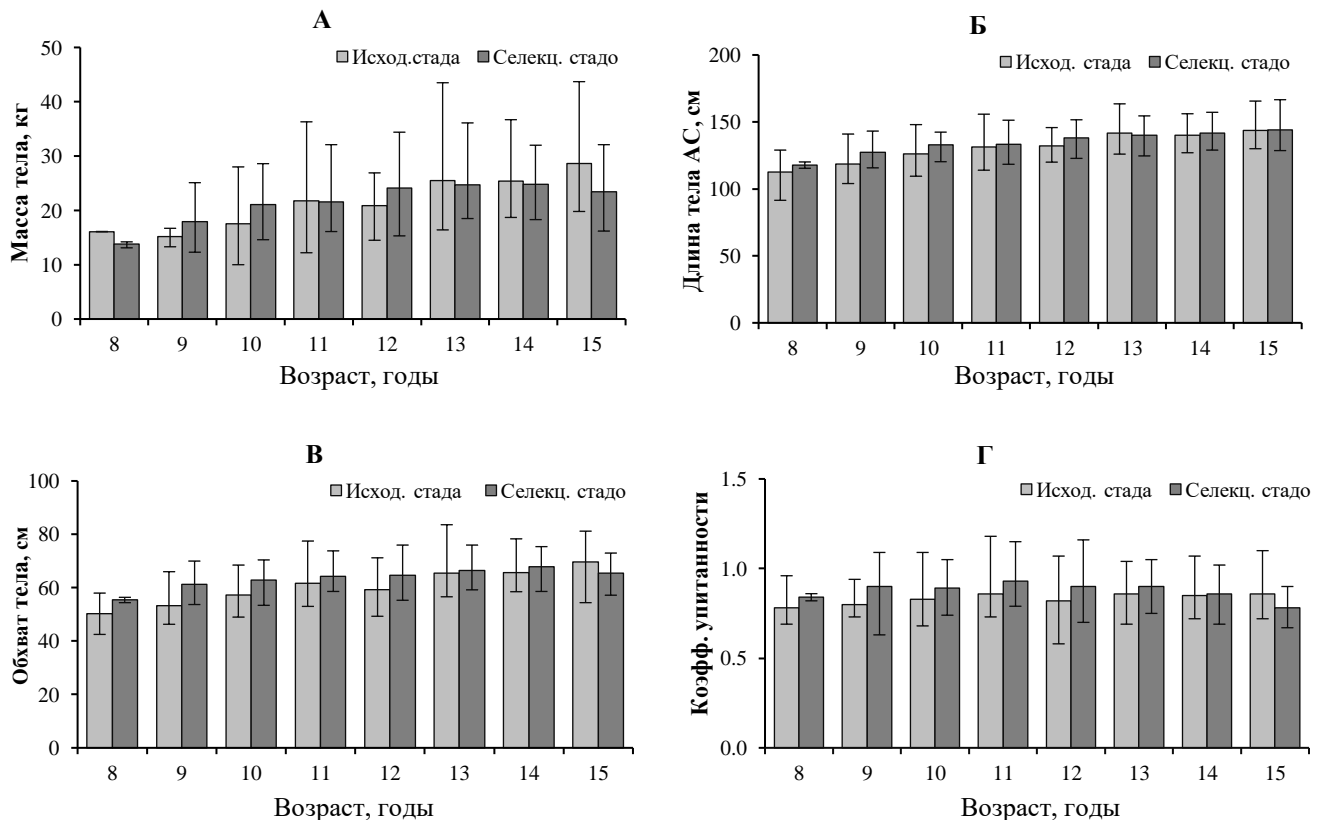


Рисунок 3.4 – Динамика размерных показателей самок амурского осетра исходных маточных стад и первого селекционного поколения

Таблица 3.5 – Обобщенные размерные показатели самок амурского осетра исходных маточных стад и первого селекционного поколения в возрасте от 8 до 15 лет (исх. мат. стадо, n = 94 нереста; сел. мат. стадо, n = 240 нерестов)

Генерация самок		Масса тела, кг	Длина тела АС, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности по Фультону
Исходные стада	M±m	21,4±1,7	132,6±2,9	59,6±1,4	0,84±0,01
	Lim	10,0-43,7	84,5-151,0	37,2-71,0	0,65-1,09
	Cv	29,8	11,0	12,1	9,9
Селекционное стадо	M±m	22,7±0,3	137,0±0,6	64,8±0,3	0,88±0,01
	Lim	12,3-36,1	115,4-166,6	53,4-76,0	0,63-1,16
	Cv	19,3	6,4	7,3	11,2

Длина тела самок незначительно – на 1,3-6,0 см – различалась у сравниваемых самок исходных и селекционного маточных стад различных возрастных групп и была выше у молодых самок вплоть до возраста 15 лет. В среднем за 8 лет эксплуатации, длина самок первого селекционного поколения оказалась выше таковой у самок исходных маточных стад на 4,4 см, или 3,3 % (таблица 3.5, рисунок 3.4, Б).

Обхват тела самок первого селекционного поколения, начиная с первого нереста и до 14 лет, всегда достоверно превышал обхват самок исходного маточного стада. И лишь в возрасте 15 лет он оказался на 4,2 см меньше. В среднем обхват тела молодых самок первого селекционного поколения на 5,2 см (8,7 %) превышал обхват самок исходных маточных стад (таблица 3.5, рисунок 3.4, В).

У маточного стада первого поколения селекции сохранилась достоверная, причем значительно большая, чем у исходных стад, разница в размерах самцов и самок при $p < 0,001$.

Упитанность самок. Коэффициент упитанности самок первого селекционного поколения во всех возрастных группах с 8 до 14 лет достоверно превышал таковой у самок исходного маточного стада (рисунок 3.4, Г). К 15 годам он постепенно снизился до 0,78 и оказался меньше, чем у самок исходных маточных стад. Однако средняя упитанность самок первого селекционного поколения, участвующих в нерестовых кампаниях на протяжении 8 лет, оказалась выше, чем у самок исходных маточных стад на 0,04 или 4,8 %.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. В возрасте 8 лет после инъектирования сурфагоном созрело лишь 50 % самок.

В дальнейших нерестовых кампаниях 2012-2018 гг. созреваемость самок первого селекционного поколения варьировала на уровне 84,3-100,0 %. Средняя созреваемость самок в возрасте 8-15 лет составила 92,4 %. Созреваемость самок исходных маточных стад была незначительно ниже – 91,3 %.

Длительность созревания производителей после инъектирования. При низких температурах, 12,0-12,8 °С, в разных турах нереста самки созревали через 33-39 ч. Повышение температуры до 14,7-15,0 °С способствовало сокращению сроков созревания самок до 29-34 ч. Увеличение температуры до 15,3-17,2 °С сокращало время созревания до 28-29 ч. При одинаковых температурных условиях время созревания самок первого поколения селекции превышало таковое у самок исходных маточных стад на 1-3 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, соматический рост, длительность созревания производителей одной генерации. Две самки первого селекционного поколения созрели в возрасте 8 лет при массе тела 13,8 кг. Впервые созревшая самка исходного маточного стада такого же возраста имела массу 16,1 кг, т.е. на 2,3 кг (17 %) больше (рисунок 3.5, А). В возрасте 8 лет созрели 5 % самок селекционного стада, в возрасте 9 лет – 28 %, 10 лет – 30, 11 лет – 26, 12 лет – 10, 13 лет – 1 %. Около 89 % самок созрели в течение 4 первых сезонов в возрасте от 8 до 11 лет. Длительность созревания 99 % самок селекционного стада составила 5 лет и была сопоставима с длительностью созревания самок исходного маточного стада генерации 1993 г. Рост рыбы продолжался, поэтому масса впервые участвующих в нересте самок нового поколения к возрасту 11-13 лет достигала 17-32 кг.

В зависимости от индивидуальных особенностей самок и частоты их участия в нерестовых кампаниях приросты между нерестами обычно составляли 1-3 кг, но у отдельных крупных самок доходили до 4-6 кг.

Исследования показали, что до возраста 11 лет самки селекционного стада опережали по массе тела самок исходных маточных стад, затем стали отставать от

них из-за ухудшений условий нагула. В возрасте 15 лет самки исходных маточных стад, которые в сходном возрасте находились в благоприятных условиях содержания и кормления, превзошли теряющих массу самок первого селекционного поколения на 5-6 кг.

Межнерестовые интервалы производителей. По длительности межнерестовых интервалов самки первого селекционного поколения распределились следующим образом: созревающие ежегодно или пропускающие два года – 80 %; пропускающие два-три года – 15 %. В исходных маточных стадах нерестились ежегодно или пропускали один нерестовый сезон 75 % самок, пропускали один-два сезона 22 % самок. Таким образом, у самок нового поколения на 5 % возросло число самок с сокращенными нерестовыми интервалами.

Формирование половых клеток самок. Период формирования половых клеток большинства впервые созревающих или повторно участвующих в нересте самок первого селекционного поколения полностью совпадал с таковым у самок исходных маточных стад и продолжался два года. Большинство самок, отнерестившихся весной, к осени имели яичники с ооцитами на II и II-III стадиях зрелости. К осени следующего года у 80-85 % самок ооциты находились на IV завершённой стадии зрелости. У остальных самок стадия зрелости ооцитов характеризовалась как III- IV, иногда III.

Однако у отдельных повторно созревающих особей период формирования ооцитов, характерных для завершённой IV стадии зрелости яичников, сокращался до нескольких месяцев. Половые железы таких самок после майского нереста к концу октября находились на IV, близкой к завершению или завершённой стадиях зрелости ооцитов. В маточном стаде имелось 6,2 % самок, которые нерестились два года подряд в возрасте 11-12, 14-15 или 15-16 лет.

Масса полученной икры. Первые созревшие самки генерации 2003 г. в возрасте 8 лет продуцировали в среднем 1,0 кг икры при колебаниях от 0,8 до 1,3 кг (рисунок 3.5 Б). В дальнейшем средняя масса икры от самок первого селекционного поколения ежегодно увеличивалась на 0,5-0,9 кг до возраста 12 лет. В возрасте 13 лет количество полученной икры от самок сравниваемых маточных стад

оказалось одинаковым, достигнув 3,57 кг. В 14-15 лет из-за ограниченного кормления масса икры у самок первого селекционного поколения начала ежегодно снижаться, в то время как у самок исходных маточных стад она уверенно поднималась. Среднее количество икры для 15-летних самок исходных стад и первого селекционного стада составило соответственно 4,57 и 2,90 кг. Разрыв увеличился до 1,87 кг.

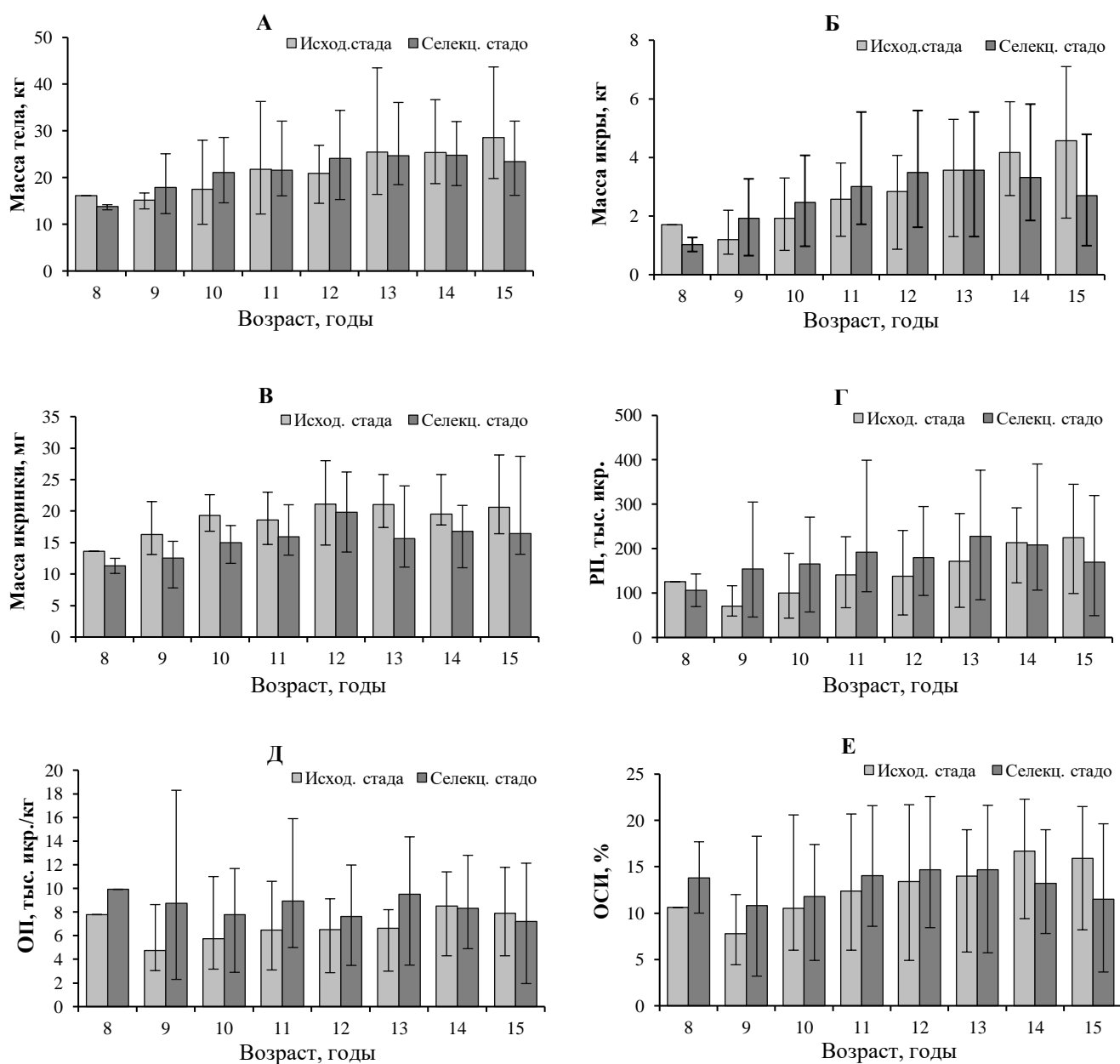


Рисунок 3.5 – Динамика продукционных показателей самок амурского осетра исходных маточных стад и первого селекционного поколения

Максимальные объемы овулировавшей икры в размере 5,55-5,82 кг получили от самок первого селекционного поколения в возрасте 11, 12, 13 и 14 лет. У самок исходных маточных стад в возрасте 15 лет количество икры превысило 7 кг (рисунок 3.5 Б).

В среднем от одной участвующей в нересте самки первого селекционного поколения за все нерестовые сезоны получили по 2,98 кг икры, что на 0,11 кг меньше, чем было получено икры от самок исходных маточных стад (таблица 3.6). Однако разница между этими величинами недостоверна.

Таблица 3.6 – Обобщенные продукционные показатели самок амурского осетра исходных маточных стад (n = 94 нереста) и первого селекционного поколения (n = 240 нерестов), участвовавших в нерестовых кампаниях в одинаковом возрасте от 8 до 15 лет

Генерация самок	Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринок, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Исходные маточные стада	M±m	21,9±0,7	3,09±0,15	20,3±0,35	153,2±7,7	6,86±0,20	13,9±0,5
	Lim	10,0-43,7	0,70-7,09	13,1-28,9	43,4-364,0	2,87-11,78	4,4-22,3
	Cv	32,4	47,0	16,5	48,2	30,6	31,6
Первое селекционное поколение	M±m	22,7±0,3	2,98±0,07	16,0±0,2	187,7±4,3	8,38±0,20	13,1±0,2
	Lim	12,3-36,1	0,65-5,82	7,8-28,7	46,0-399,0	1,95-18,30	3,2-22,6
	Cv	19,3	34,7	18,7	35,1	31,2	27,8

Масса икринок. Проведенными исследованиями доказано, что масса икринок у самок первого селекционного поколения в любых возрастных группах была ниже, чем у самок исходных маточных стад (рисунок 3.5, В). Максимальная разница 5,4 мг зарегистрирована в возрасте 13 лет при массе икринок 21,0 и 15,6 мг. Средняя масса икринок самок генерации 2003 г. составила 16,0 мг, для исходного маточного стада эта величина равна 20,3 мг, т.е. на 4,3 мг, или 27 % больше (таблица 3.6). Разница в массе икринок высоко достоверна. Масса икринок являлась наименее вариабельным показателем.

Рабочая плодовитость самок. Минимальная РП самок амурского осетра первого селекционного поколения зарегистрирована в возрасте 8 лет и составила 106 тыс. икр. (рисунок 3.5, Г). По мере роста самок РП возрастала и достигла мак-

симума 227 тыс. икр. при возрасте самок 13 лет. Средняя РП самок генерации 2003 г. за 8 лет эксплуатации превысила таковую самок исходных маточных стад на 34 тыс. икр., или 22,5 % (таблица 3.6). Рост плодовитости напрямую связан с уменьшением размеров икринок у первого селекционного поколения амурского осетра.

Относительная плодовитость. ОП молодых самок варьировала в более широких пределах, чем у самок исходных маточных стад, и составляла от 1,95 до 18,30 тыс. икр./кг (рисунок 3.5, Д). Среднее значение относительной плодовитости в большинстве возрастных групп изменялось в пределах 7-10 тыс. икр./кг. Средняя ОП всех самок, участвующих в нерестовых кампаниях, составляла около 8,4 тыс. икр./кг и превышала аналогичный показатель самок исходных маточных стад на 1,52 тыс. икр./кг, или 22 % (таблица 3.6).

Осоматический индекс. Самый низкий ОСИ в размере 3,2 % зарегистрирован у молодых впервые созревающих самок генерации 2003 г. в возрасте 9 лет (рисунок 3.5, Е). Затем он постепенно увеличивался до возраста 13 лет, достигнув максимальных значений 21,6-22,6 % в возрасте 11, 12, и 13 лет при средних показателях 10,8-14,7 %. ОСИ молодых самок генерации 2003 г. постоянно превышал таковой самок исходных маточных стад, но в возрасте 14-15 лет снизился. Средний ОСИ самок амурского осетра генерации 2003 г. за период нерестовых кампаний составил 13,1 %, что на 0,8 % ниже, чем у самок исходных маточных стад (таблица 3.6). В среднем, при несколько большей массе тела, самки селекционного стада продуцировали незначительно меньше икры относительно массы тела, но разница между этими двумя показателями недостоверна.

Можно констатировать, что при близких и достоверно не различающихся массах тела самок и объемах полученной икры у сравниваемых маточных стад, масса икринок у селекционного стада меньше, чем у исходного на 27 %, РП и ОП выше на 22 % за счет мелких икринок. Разница во всех этих показателях высоко достоверна при $0,001 < p < 0,01$ (таблица 3.6).

Взаимосвязь размерных и продукционных показателей. Проведенный корреляционный анализ взаимосвязей между размерными и продукционными

показателями исходных маточных стад амурского осетра выявил среднюю и высокую положительные связи между возрастом и массой рыбы и показателями массы продуцируемой икры и рабочей плодовитости ($r = 0,49-0,78$). Эта общая тенденция, характерная и для природных производителей амурского и сибирского осетра. С увеличением возраста увеличиваются плодовитость и общий объем икры (Свирский, 1967; Шатуновский, 2006; Кошелев, 2013). Отмечена очень высокая положительная связь между массой икры, РП и ОСИ. Коэффициент корреляции находился на уровне $0,75-0,92$. Остальные связи были очень слабой положительной и отрицательной направленности при $r = -0,18-0,28$ и в расчет не принимались.

Выявлены очень слабая и слабая положительные связи между возрастом осетров первого селекционного поколения, их размерными показателями и показателями массы продуцируемой икры и массой икринок и РП ($r = 0,14-0,33$). В то же время связь возраста, массы и длины тела осетров из р. Амур с массой икринок очень высокая (Кошелев, 2013). Отмечены средняя и высокая связи показателей массы икры с показателями РП, ОП и ОСИ. Выявлена слабая отрицательная связь между массой икринки и ОП ($r = -0,44$). Остальные связи разной направленности несущественны.

Выживаемость. Выживаемость самок всех исходных генераций за период эксплуатации 10-16 лет варьировала от 44 до 83 %. Средняя выживаемость самок равнялась 65%. Выживаемость самок амурского осетра первого селекционного поколения за период интенсивной эксплуатации от 8 до 15 лет составила 90 %.

3.1.4. Продукционные показатели самцов амурского осетра

Нашими исследованиями выявлено, что по срокам первого созревания и продукционным показателям самцы исходных и селекционного маточных стад не различались. Первые самцы созревали в 6 лет, основная масса – в 7 лет, длительность созревания всех самцов составляла 2-3 года. Впервые созревающие самцы АО продуцировали от 40 до 70 мл спермы за одно сцеживание. У повторно созревающих особей объем первой порции возрастал до 130-170 мл. За 4 сцеживания в течение 8 ч он возрастал до 500-650 мл. За многолетний период исследований от 48 нерестящихся самцов получили в среднем 220 ± 32 мл эякулята качеством $4,3 \pm 0,2$ балла с ВПД спермиев $2,1 \pm 0,37$ мин и концентрацией спермиев $3,96 \pm 0,32$ млн./мм³.

От природных самцов АО перед нерестом удавалось сцеживать в среднем 57 мл спермы. После введения сурфагона они продуцировали 210-220 мл спермы качеством 4-5 баллов с ВПД 2,0-3,2 мин и концентрацией спермиев 1,18-2,37 млн./мм³ (Кошелев и др., 2009; Кошелев, 2013). Объемы эякулята совпадали с нашими данными, ВПД спермиев диких особей больше, концентрация спермиев на 67-235 % выше у самцов, выращенных в садках тепловодного хозяйства.

Специалисты, изучающие качество спермы осетров различных видов в тепловодных хозяйствах отмечают, что средние значения концентрации спермиев у них всегда были ниже, чем у нативных видов (Бубунец, 2016). У амурского осетра из тепловодного хозяйства ТИНРО, напротив, концентрация спермы оказалась выше, чем у природных самцов.

3.2. Калуга

3.2.1. Исходные маточные стада калуги

История формирования маточных стад. Самки калуги генераций 1996, 1998 и 1999 гг. в возрасте от 10 до 22 лет выращены из икры, личинок и сеголеток, завезенных с полевого рыбоводного пункта на р. Амур и рыбоводного хозяйства Амурской ТЭЦ-1. Посадочный материал получили от трех самок и трех самцов калуги из природных популяций массой от 30 до 250 кг.

Соотношение самок и самцов. Количество самцов в трёх исследуемых исходных генерациях всегда превышало количество самок. Соотношение самок и самцов калуги выглядело следующим образом: генерация 1996 г. – 1,0:1,2; генерация 1998 г. – 1,0:1,4; генерация 1999 г. – 1,0:1,5.

Половые различия производителей. При достижении полового созревания визуальные половые различия между самцами и самками калуги выражены слабо. Для калуги нехарактерно появление интенсивного белого налёта на голове у половозрелых особей в преднерестовый период, как у амурского осетра. Достоверные различия ($p < 0,001$) по метрическим показателям и упитанности самок и самцов всех генераций калуги исходных маточных стад из садков Лучегорской станции «НИР» проявлялись с 10-летнего возраста.

Масса, длина и обхват тела. При первом половом созревании масса самок калуги превышала массу самцов на 6,5 кг (рисунок 3,6 А).

С увеличением возраста масса самцов возросла на 65 %, с 17-летнего возраста прирост массы тела практически прекратился. Напротив, средняя масса самок калуги с возрастом увеличилась на 120 %. В среднем по всем возрастным группам самки были крупнее самцов на 21,1 кг, или 40,1 % (таблица 3.7).

В различных возрастных группах масса самок превышала таковую у самцов на 16-80 %. Максимальная масса 110,2 кг зарегистрирована у 19-летней самки калуги генерации 1999 г.

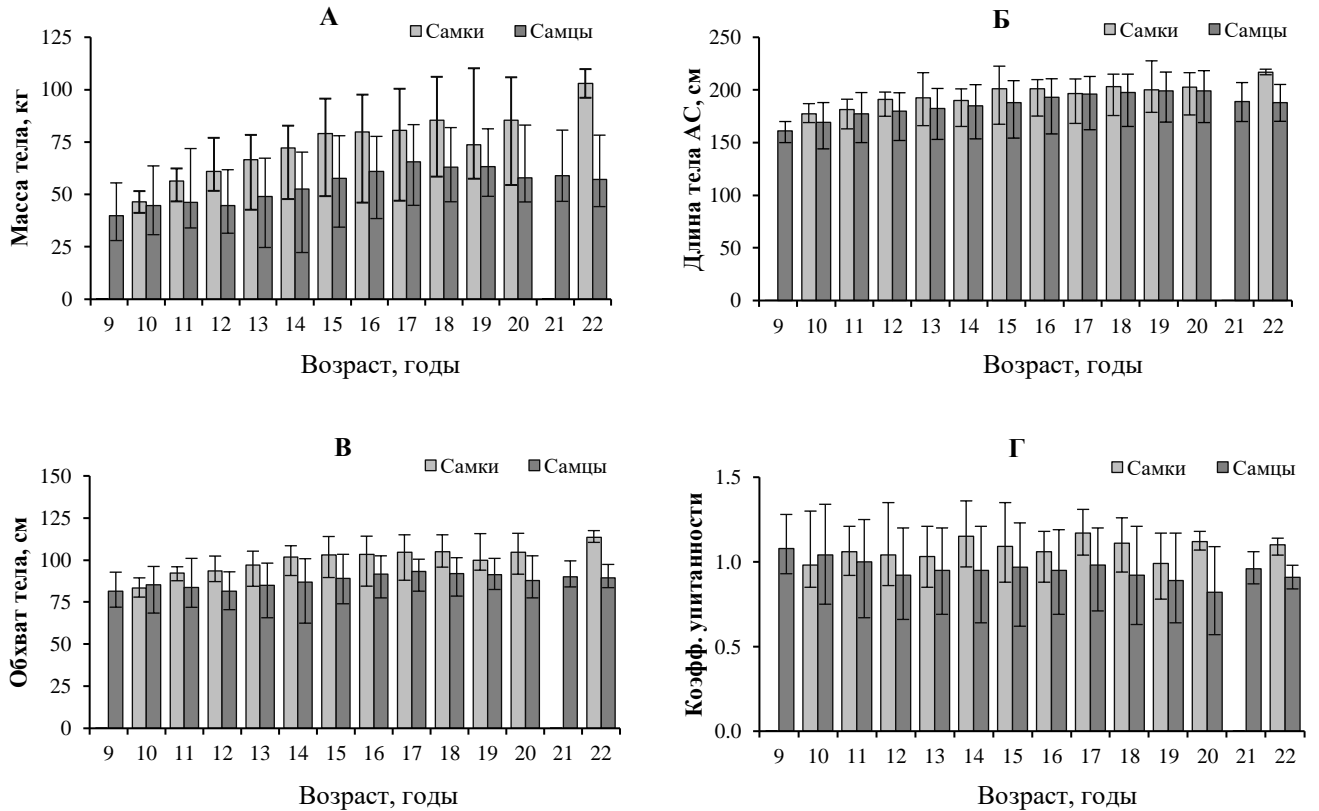


Рисунок 3.6 – Динамика размерных показателей производителей калуги исходных маточных стад

Максимальная масса 83,3 кг отмечена у самца калуги генерации 1996 г. в возрасте 17 лет. Снижение средних значений массы тела самцов старшей возрастной группы связано с отбраковкой излишка крупноразмерных особей в возрасте 18-19 лет.

Таблица 3.7 – Средние размерные показатели производителей калуги исходных маточных стад генераций 1996, 1998 и 1999 гг. в возрасте от 9 до 22 лет (n = 74 нереста)

Пол производителей	Масса тела, кг	Длина тела АС, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности по Фультону
Самки $M \pm m$	$73,7 \pm 2,1$	$194,5 \pm 1,8$	$100,3 \pm 1,1$	$1,10 \pm 0,02$
Lim	41,2-110,2	163,0-227,6	78,0-117,5	0,78-1,36
Cv	24,6	7,9	9,0	11,9
Самцы $M \pm m$	$52,6 \pm 0,7$	$184,2 \pm 0,8$	$86,7 \pm 0,4$	$0,96 \pm 0,01$
Lim	22,3-83,3	144,0-218,3	62,5-103,4	0,57-1,34
Cv	24,7	8,4	9,4	15,5

При достижении половой зрелости в возрасте 10 лет длина АС самок калуги превосходила длину 9-летних созревших самцов на 16,6 см (рисунок 3.6, Б). В разных возрастных группах длина тела самок превышала длину тела самцов на 5,6 %, или 10,3 см (таблица 3.7). Максимальные длины тела АС отмечены: у самки генерации 1999 г. в возрасте 19 лет – 227,6 см; у самца генерации 1998 г. в возрасте 20 лет – 218,3 см. Вариабельность длины тела самок и самцов калуги была довольно низкой ($C_v = 7,9-8,4$).

Обхват тела у молодых впервые созревших самцов в возрасте 10 лет превосходил обхват тела созревших самок на 2 см (2,5 %). Во всех остальных возрастных группах обхват самок всегда превосходил обхват самцов. В возрасте 22 года разница увеличилась до 25 см, или до 27 % (рисунок 3.6, В). Средние значения обхвата тела самок превышали таковые самцов на 13,6 см, или 15,7 % (таблица 3.7). Максимальное значение обхвата тела в 117,5 см зарегистрировано у самки в возрасте 22 лет и 103,4 см – у 15-летнего самца.

Коэффициент упитанности. Этот показатель у созревающих самцов был выше, чем у самок, но с возраста 11 лет показатели упитанности самок начали превосходить таковые самцов, а затем возрастали, достигнув максимального значения в 17-летнем возрасте. Превышение упитанности самок над упитанностью самцов в большинстве возрастных групп составляло 6-36 %. В среднем коэффициент упитанности самок был выше на 0,14 или на 14,6 %. Достоверные различия ($p < 0,001$) по массе тела и упитанности самок и самцов всех генераций калуги исходных маточных стад проявлялись с 10-летнего возраста (рисунок 3.6, А, Г).

Созреваемость производителей после искусственной стимуляции нереста. Созреваемость самок калуги у впервые нерестующих рыб во всех исследуемых возрастных генерациях в разные годы варьировала от 50,0 до 83,3 %, у повторно созревших самок составляла практически 100 %. Всего за весь период наблюдений удалось получить окулировавшую икру от 87,1 % самок. Созреваемость самцов после введения гормоностимулирующего препарата всегда составляла 85-100 %.

Длительность созревания производителей после инъекирования. При низких нерестовых температурах 12-13 °С овуляция икры у самок калуги происходила в среднем через 44 ч. При более благоприятных температурах 14-16 °С время созревания составляло, в среднем 30 ч с диапазоном 28-34 часа. В случаях повышения нерестовых температур до 21-23 °С время от инъекирования до начала овуляции сокращалось до 20-22 ч. После применения гипофиза для стимуляции созревания калуги из р. Амур при температурах 14,0-16,4 °С овуляция происходила через 24-29 ч (Свирский, 1971).

Возраст и масса впервые созревающих производителей, длительность созревания производителей одной генерации. Наши исследования показали, что самцы калуги всех генераций исходных маточных стад всегда созревали на 1-2 года раньше самок. Первых созревших самцов калуги генераций 1996-1999 гг. в количестве 20 и 75 % обнаружили при осенних бонитировках в возрасте соответственно 9 и 10 лет. Массовое созревание самцов произошло в последующие 1-2 года. Длительность созревания самцов различных генерации составляла от 2 до 5 лет после первых особей. Средняя масса тела самцов различных генераций исходных маточных стад при первом созревании составляла 38-46 кг при колебаниях от 28 до 64 кг. Возраст первого созревания и масса самок находились в прямой зависимости от условий содержания и кормления в предшествующий период. Длительность созревания всех самок трёх генераций исходных маточных стад варьировала от 6 до 10 лет (Амвросов, Свидерский, 2018).

Формирование половых клеток самок. Период формирования половых клеток у большинства впервые созревающих самок калуги исходных маточных стад от момента первичного накопления желтка до дефинитивных размеров довольно продолжителен и составлял 3-4 года. В течение 2 лет продолжался переход ооцитов самок со II стадии на III и III-IV стадии зрелости. Для достижения завершённой IV стадии зрелости ооцитов требовался ещё 1, а иногда и 2 года. Неоднократно отмечались случаи спонтанной резорбции икры, когда ооциты самок, имеющие стадии зрелости III и III-IV, в течение последующего периода не достигали завершённой стадии, а резорбировались. Явление тотальной дегенерации оо-

цитов трофоплазматического роста природных самок калуги в преднерестовый период довольно часто отмечались исследователями (Свирский, 1979). Все самки, отнерестившиеся весной, к осени имели ооциты только на II стадии зрелости.

Межнерестовые интервалы производителей. Для самок, продуцировавших икру более одного раза, распределение по межнерестовым интервалам было следующим: пропускающие два года – 39 %; пропускающие три года – 42 %, пропускающие четыре или более лет – 19 %. Резорбция ооцитов у некоторых самок приводила к дополнительному пропуску нерестовых сезонов. Кратность созреваний калуги распределилась следующим образом: нерестившиеся 2 раза – 12 %; 3 раза – 12; 4 раза – 18; 5 раз – 12; 6 раз – 12 %. От двух самок в период 2007-2018 гг. получали икру 6 раз – самки пропускали между нерестами 2 года.

Соматический рост самок. Самки калуги разных поколений впервые созревали в возрасте от 9 до 13 лет при массе тела 41-77 кг. Ежегодные приросты самок калуги сильно варьировали. При благоприятных условиях приросты массы у пропустивших нерестовый сезон самок калуги составляли от 2,7 до 16,7 кг, но были отмечены случаи снижения массы тела в течение вегетационного периода у рыб, которые пропускали нерест в этом году (рисунок 3.7, А). После весеннего нереста большинство особей к осени не восстанавливали массу тела. Максимальные значения массы тела 109,7 и 110,2 кг были зафиксированы у впервые созревшей в возрасте 18 лет самки и повторно созревшей 22-летней самки калуги.

Масса полученной икры. Первые созревшие самки калуги поколений 1996-1999 гг. в возрасте 10-19 лет продуцировали от 2,4 до 11,2 кг икры, при среднем показателе 5,0 кг (рисунок 3.7, Б). При повторных и последующих созреваниях масса продуцируемой икры возрастала на 25-50 %. Средние значения количества продуцируемой икры стали увеличиваться только с возраста 13 лет, когда стала учитываться икра от повторных и последующих созреваний самок. Максимальное количество икры 15,1 кг за нерест получили от калуги, достигшей 22-летнего возраста и массы 109,7 кг.

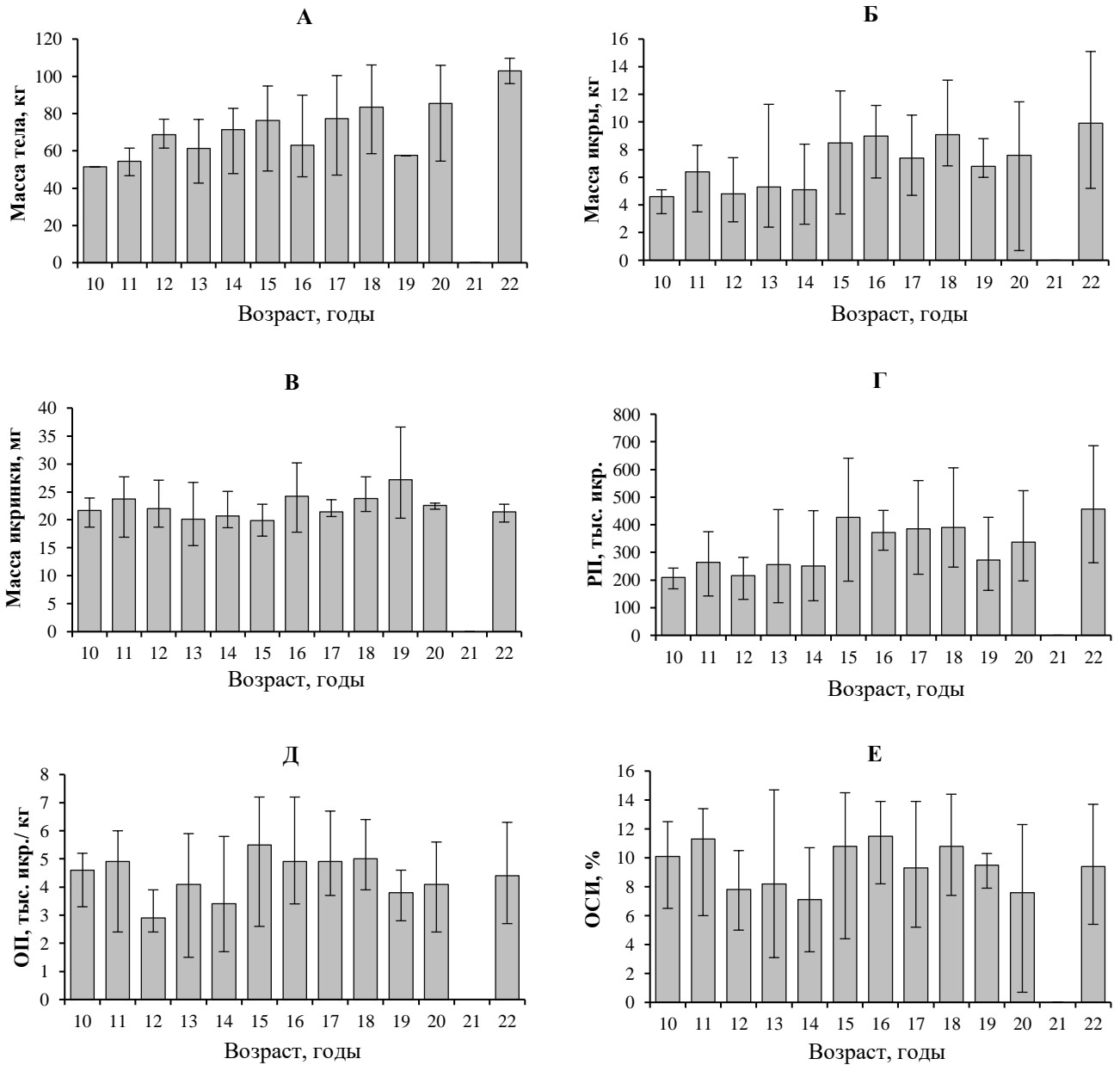


Рисунок 3.7 – Динамика продукционных показателей самок калуги исходных маточных стад

За весь период наблюдений от одной самки калуги генерации 1996 г. получили в среднем несколько больше 7 кг икры, от самок более поздних генераций на 0,12-0,37 кг меньше. В среднем от одной самки калуги исходных маточных стад за период наблюдений получили 6,95кг икры (таблица 3.8).

Масса икринок. Самки, созревшие позже, к 13 годам продуцировали икринок размером до 25 мг. При повторных созреваниях самок масса икринок часто варьировала, уменьшаясь до 17,0 мг, и возрастая до 36,6 мг. Максимальной мас-

сой при наибольшей вариабельности отличались икринки самок генерации 1996 г. Масса икринок всех трех генераций самок калуги достоверно различалась между собой при $p < 0,05$. Средняя масса икринок всех самок приближалась к 22 мг (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Средние продукционные показатели самок калуги исходных маточных стад за один нерест ($n = 74$ нереста)

Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Генерация 1996 г.						
M±m	72,3±2,8	7,05±0,44	22,7±0,5	315,3±20,9	4,4±0,2	9,80±0,46
Lim	42,8-109,7	0,70-15,01	16,9-36,6	40,0-686,3	0,4-7,2	0,70-14,70
Cv	26,7	42,4	14,7	44,9	33,5	31,8
Генерация 1998 г.						
M±m	67,4±4,3	6,93±0,84	21,0±0,5	331,2±42,7	4,9±0,5	10,40±1,03
Lim	41,2-93,4	2,40-12,25	18,7-23,8	117,7-641,1	1,5-7,2	3,10-14,50
Cv	21,9	41,7	7,8	44,7	33,9	34,1
Генерация 1999 г.						
M±m	82,4±3,6	6,68±0,57	20,4±0,8	326,3±23,7	4,0±0,3	8,10±0,56
Lim	62,7-110,2	3,32-11,15	15,4-30,2	175,4-501,6	2,3-5,8	4,40-11,40
Cv	17,3	34,1	15,3	29,1	25,1	27,7
Обобщенные данные по поколениям 1996-1999 гг.						
M±m	73,7±2,1	6,95±0,33	21,9±0,4	320,2±15,4	4,4±0,2	9,50±0,36
Lim	41,2-110,2	0,70-15,01	15,4-36,6	40,0-686,3	0,4-7,2	0,70-14,70
Cv	24,6	40,3	14,7	41,4	32,6	32,5

Рабочая плодовитость самок. РП самок калуги, впервые созревших в возрасте 10 лет, была близкой – 205-215 тыс. икр. (рисунок 3.7, Г). В дальнейшем РП сильно варьировала, находясь в диапазоне от 250 до 430 тыс. икр. при максимуме 640-690 тыс. икр. Средние значения РП для самок трех исходных маточных стад весьма близки. В целом, для всех генераций исходных маточных стад калуги средняя РП составила 320 тыс. икр. при высокой вариабельности этого показателя (таблица 3.8).

Относительная плодовитость. Первые созревшие самки калуги 1996 г. продуцировали 3,3-5,3 тыс. икр./кг (рисунок 3.7, Д). У последующих самок, созревших при большей массе тела, средние значения относительной плодовитости практически не изменялись, но имели большой разброс от 1,7 до максимального значения 7,2 тыс. икр./кг. Среднее значение ОП для всех самок исходных маточных стад за период наблюдения с 2006 г. равнялось около 4,4 тыс. икр./кг (таблица 3.8).

Осоматический индекс. Наименьшие средние значения ОСИ в размере от 7,0 % до 13,4 % были отмечены у самок калуги при первом нересте в возрасте 10-13 лет (рисунок 3.10, Е). Максимальных значений 14,5-14,7 % ОСИ достигал при последующих нерестах. Средний ОСИ самок калуги всех возрастов и поколений за период нерестовых кампаний составил 9,5 % (таблица 3.8).

Сравним наши данные по садковым «тепловодным» самкам калуги с литературными данными по самкам из природной среды обитания (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Биологические и продукционные показатели самок калуги из тепловодного хозяйства и природной среды обитания

Место содержания или обитания	Масса впервые созревших самок, кг	Возраст созревания, годы	Межнерестовые интервалы, годы	Масса икринки, мг	РП или АП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Тепловодное хозяйство	41-77	9-13	2-4	21,9±0,4	320,2±15,0	4,4±0,2	9,50±0,36
р. Амур*	37-55	17-22	4-6	20,2±0,4	418,6±44,0	5,7±0,1	13,30

*Харенко и др., 2001; Крыхтин, Горбач, 1996; Свирский, Рачек, 2005; Кошелев и др., 2009; Кошелев, Рубан, 2012

Из приведенных данных видно, что в условиях тепловодного хозяйства самки калуги созревали на 8-9 лет раньше, чем в природных условиях, имея более высокую массу тела. Их межнерестовые интервалы сократились на 2-4 года. Масса икринок у самок из искусственных сооружений на 1,7 мг выше, чем у природных самок. Различия достоверны при $p < 0,05$. Абсолютная плодовитость калуги в р. Амур намного больше, чем РП калуги из садков и составляет $492,7 \pm 14,4$ тыс. икр. (Кошелев, Рубан, 2012). Однако сюда включены и крупные особи калуги массой до 217 кг и длиной до 270 см. Из подробных таблиц, приведенных в ста-

тые, мы выбрали данные по абсолютной плодовитости самок, близких по длине и массе к нашим тепловодным самкам. Это рыбы массой от 41 до 110 кг и длиной 163-227 см. При пересчете плодовитость природных самок близкого размера оказалась ниже и составила 418,6 тыс. икр. Таким образом, АП природной калуги превышает РП тепловодной калуги на 98,4 тыс. икр., или 31 %. Различия по этим показателям природной калуги и калуги исходных маточных стад высоко достоверны при $p < 0,001$. Природные самки калуги отличаются большей относительной плодовитостью и выходом икры от массы тела. ОП природных самок выше, чем у «тепловодных», на 30 %, ОСИ выше на 40 %.

Сравним наши данные по самкам калуги с данными по самкам белуги – самой крупной хищной осетровой рыбой из европейской части России. Впервые половозрелые самки белуги были выращены на Волгореченском тепловодном хозяйстве. При массе 67,8 кг, что практически совпадает с массой наших особей (таблица 3.8), самка белуги продуцировала 345 тыс. икр., что на 8 % превышает плодовитость самок калуги (Кривошеин, 2007). Плодовитость природной белуги также выше в 1,2-1,7 раза, чем у калуги из природной среды обитания, на что указывал ряд авторов (Распопов, Кобзева, 2007; Кошелев, Рубан, 2012). Икринки у белуги намного крупнее калужьих и имеют массу 29,8 мг.

3.2.2. Маточное стадо калуги первого селекционного поколения

История формирования маточного стада. Производителей первого селекционного поколения генерации 2006 г. второго уровня доместикиции вырастили в бассейнах и садках станции «НИР в пос. Лучегорск» из потомства калуги, полученного при близкородственном скрещивании самок и самцов исходного маточного стада генерации 1996 г. в возрасте 10 лет.

Соотношение самок и самцов. Из 50 экземпляров ремонта, оставленных для формирования РМС, в маточном стаде калуги первого селекционного поколения генерации 2006 г. было выявлено 29 самок. Соотношение количества самок и самцов в исследуемой генерации составило 1,0:0,7.

Половые различия производителей. При достижении половой зрелости визуальные половые различия между самками и самцами практически не выражены, достоверное определение пола выполняли при помощи экспресс-метода УЗИ-диагностики, а также при проведении щуповых проб. С возраста 9 лет стали проявляться достоверные различия в размерах производителей (рисунок 3.8 А).

Масса, длина и обхват тела. Самки калуги первого поколения селекции, как и самки исходных маточных стад, были значительно крупнее самцов. Масса тела у впервые нерестящихся самцов отличалась более чем в два раза и составляла 18,8-40,5 кг (разница 115 %), масса самок находилась в диапазоне 41,6-62,7 кг (разница 51 %). Средняя масса самок за период эксплуатации на 21,5 кг (71 %) превышала массу самцов (таблица 3.10).

С 9 до 11 лет самцы калуги генерации 2006 г. лишь незначительно увеличили массу, длину и обхват тела (рисунок 3.8, Б).

Это стало следствием того, что после созревания самцов продолжали содержать при большой плотности совместно с самками, ещё не достигшими половой зрелости. В то же время средняя масса тела самок, содержащихся отдельно при низкой плотности, за два сезона возросла на 12 кг (29 %).

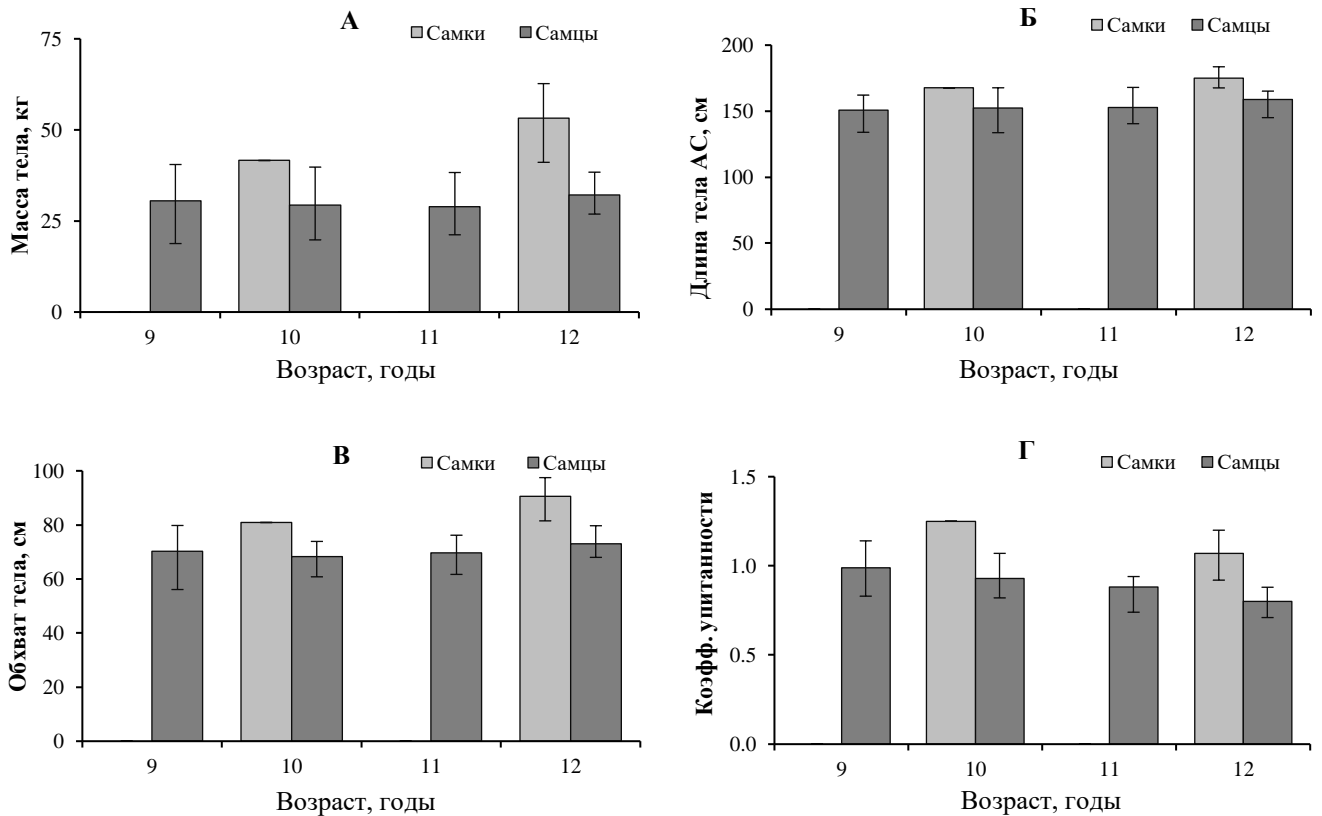


Рисунок 3.8 – Динамика размерных показателей производителей калуги первого поколения селекции

Длина тела у созревших производителей калуги сильно варьировала – от 134 до 162 см у самцов и от 168 до 183 см у самок. Разница средних показателей длины тела самок и самцов калуги первого селекционного поколения составляла 16,9 см (рисунок 3.8, Б). На 12-м году жизни длина самок и самцов возросла на 7-8 см.

Таблица 3.10 – Средние размерные показатели производителей калуги первого селекционного поколения генерации 2006 г. в возрасте от 10 до 12 лет (n = 7 нерестов)

Пол производителей	Масса тела, кг	Длина тела АС, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности по Фультону
Самки M±m	51,6±3,4	188,9±6,8	89,2±2,9	1,10±0,05
Lim	41,1-62,7	155,8-211,9	80,9-97,5	0,92-1,25
Cv	17,6	9,5	8,7	11,6
Самцы M±m	30,1±1,2	153,9±1,7	69,9±1,0	0,91±0,02
Lim	18,8-40,5	133,7-168,0	56,1-79,8	0,71-1,14
Cv	21,7	6,2	8,5	11,3

Обхват тела у молодых впервые созревших самок генерации 2006 г. в возрасте 10-12 лет превосходил обхват тела созревших 9-летних самцов на 10 см (15,0 %). С возрастом показатели обхвата самцов практически не изменились, у самок обхват тела увеличился ещё на 10 см, превысив таковой у самцов на 25 % (рисунок 3.8, В). Максимальное значение обхвата тела 97,5 см зарегистрировано у самки в возрасте 12 лет. Наибольший обхват самца 79,8 см определен для 9-летней рыбы. Коэффициент вариации значений обхвата тела у производителей обоих полов калуги был близким и составил 8,5-8,7 (таблица 3.10).

Коэффициент упитанности. Наибольшие значения коэффициента упитанности оказались у первых достигших половой зрелости производителей. Самки и самцы, созревшие позже, имели меньшую упитанность. Так, коэффициент упитанности у самок снизился до среднего значения 1,07; у самцов – до 0,80 (рисунок 3.11, Г). Превышение упитанности самок над упитанностью самцов генерации 2006 г. составляло 9-34 %. Вариабельность коэффициента упитанности для калуги обоих полов первого селекционного поколения имела средний уровень – 11,0-11,3 (таблица 3.10).

3.2.3. Различия самок калуги исходных маточных стад и первого селекционного поколения по размерным и продукционным показателям

Масса, длина и обхват тела. При сравнении массы тела самок калуги обеих генераций в одинаковом возрасте от 10 до 12 лет за 3 года эксплуатации оказалось, что средняя масса самок первого селекционного поколения ниже таковой самок исходных маточных стад на 7,2 кг, или 15 % (рисунок 3.9, А). Нужно отметить, что масса тела у самых мелких экземпляров обеих маточных стад практически одинакова – 41,2 и 41,6 кг (таблица 3.11). Начало эксплуатации маточного стада калуги генерации 2006 г. совпало с неблагоприятными условиями нагула в осенние периоды 2016-2018 гг., в момент интенсивного массонакопления и развития гонад.

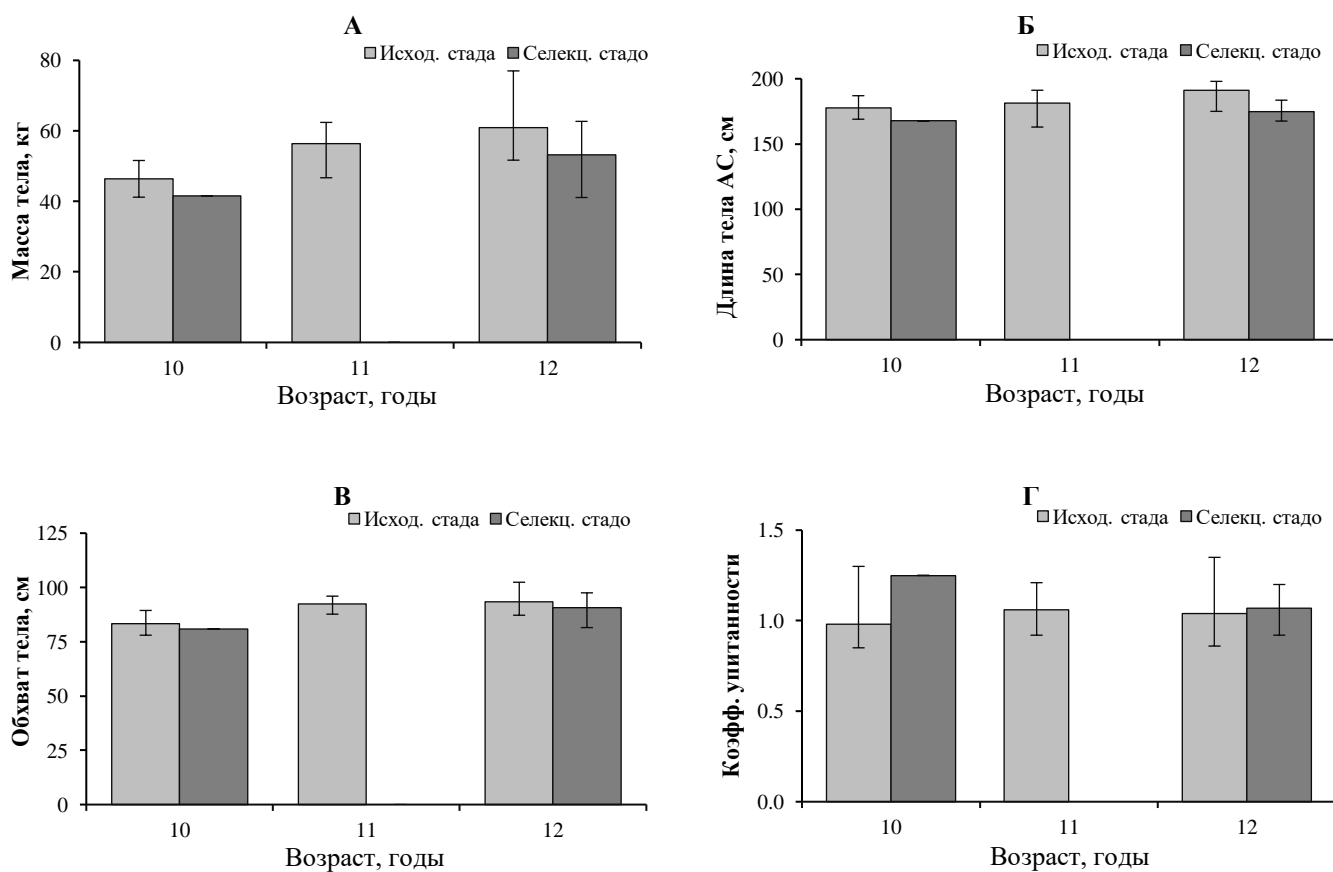


Рисунок 3.9 – Динамика размерных показателей самок калуги исходных маточных стад и первого селекционного поколения

Напротив, самая крупная самка исходного маточного стада генерации 1996 г. при созревании достигла веса 77,0 кг, а наибольший вес впервые нерестящейся самки селекционного стада генерации 2006 г. составил 62,7 кг. Меньшие размеры самок первого селекционного поколения возрастной категории 10-12 лет являются следствием неполноценного нагула в осенние периоды 2016-2018 гг., предшествующих нерестам этих самок. Разница длины тела сравниваемых самок исходных маточных и селекционного стада в 10-летнем возрасте составила 10,0 см в пользу старших генераций (рисунок 3.9, Б). В течение первых 3 лет эксплуатации эта разница увеличилась до 26 см (таблица 3.11). Обхват тела самок первого селекционного поколения в трех нерестовых кампаниях был меньше обхвата самок исходного маточного стада на 3-5 см (рисунок 3.9, В; таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Обобщенные размерные показатели самок калуги исходных маточных стада и первого селекционного поколения в возрасте от 10 до 12 лет (исх. мат. стадо, n = 16 нерестов; сел. мат. стадо, n = 7 нерестов)

Генерация самок		Масса тела, кг	Длина тела АС, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности по Фультону
Исходные стада	M±m	57,4±2,2	182,4±2,7	91,9±1,5	1,08±0,04
	Lim	41,2-77,0	163,0-198,0	78,0-102,4	0,85-1,35
	Cv	15,6	5,8	6,4	15,7
Селекционное стадо	M±m	51,6±3,4	188,9±6,8	89,2±2,9	1,10±0,05
	Lim	41,6-62,7	155,8-211,9	80,9-97,5	0,92-1,25
	Cv	17,6	9,5	8,7	11,6

Упитанность самок. Коэффициент упитанности молодых самок оказался достоверно выше такового старших самок в связи с очень высоким значением в возрасте 10 лет, хотя потом он резко уменьшился (рисунок 3.9, Г; таблица 3.11).

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. Овуляция икры после однократного инъектирования сурфагоном происходила у 100 % самок генерации 2006 г. Самки исходных маточных стада после искусственной стимуляции нереста не всегда отвечали положительно на введение гормоностимулирующего препарата, их созреваемость была всегда ниже и составляла 81 %.

Длительность созревания самок после инъектирования. Она близка к таковой для самок исходных маточных стад и составляла свыше 40 ч при низких температурах воды и около 30 ч при температурах 14-16 °С.

Возраст и масса впервые созревающих самок, длительность созревания производителей одной генерации. Первые самки калуги генерации 2006 г. созрели в возрасте 10 лет, как и самки исходных маточных стад генераций 1996 и 1998 гг. Масса впервые созревших самок молодой генерации в возрасте 10 и 12 лет оказалась на 5-10 кг ниже, чем у самок исходных маточных стад. О длительности созревания самок генерации 2006 г. говорить еще рано, так как к 2018 г. в нересте участвовали только 6 самок, или 20 % от их общей численности.

Межнерестовые интервалы самок. Первая молодая самка, отдавшая икру в возрасте 10 лет, повторно созрела в возрасте 12 лет, пропустив один нерестовый сезон. Следующие 5 самок впервые созрели в возрасте 12 лет и участвовали в нересте 1 раз. Нерестовую кампанию 9 других самок, впервые созревших в возрасте 13 лет в 2019 г., по техническим причинам провести не удалось. Большинство самок не участвовали в нерестовых кампаниях ни разу. Так что о межнерестовых интервалах говорить пока преждевременно.

Соматический рост самок. От первого к третьему нересту средняя масса самок исходных маточных стад возросла на 14,5 кг. Прирост самок первого селекционного поколения за этот же период был гораздо ниже и составил 11,6 кг (рисунок 3.10, А).

Масса полученной икры. Самки исходных маточных стад, впервые созревшие в 10-летнем возрасте, продуцировали на 3,2 кг икры больше, чем самки первого селекционного поколения. В возрасте 12 лет разница сократилась до 1,7 кг (рисунок 3.10, Б). В среднем за первые три года эксплуатации самки исходных маточных стад продуцировали на 2,41 кг (86 %) икры больше, чем самки первого селекционного поколения (таблица 3.12).

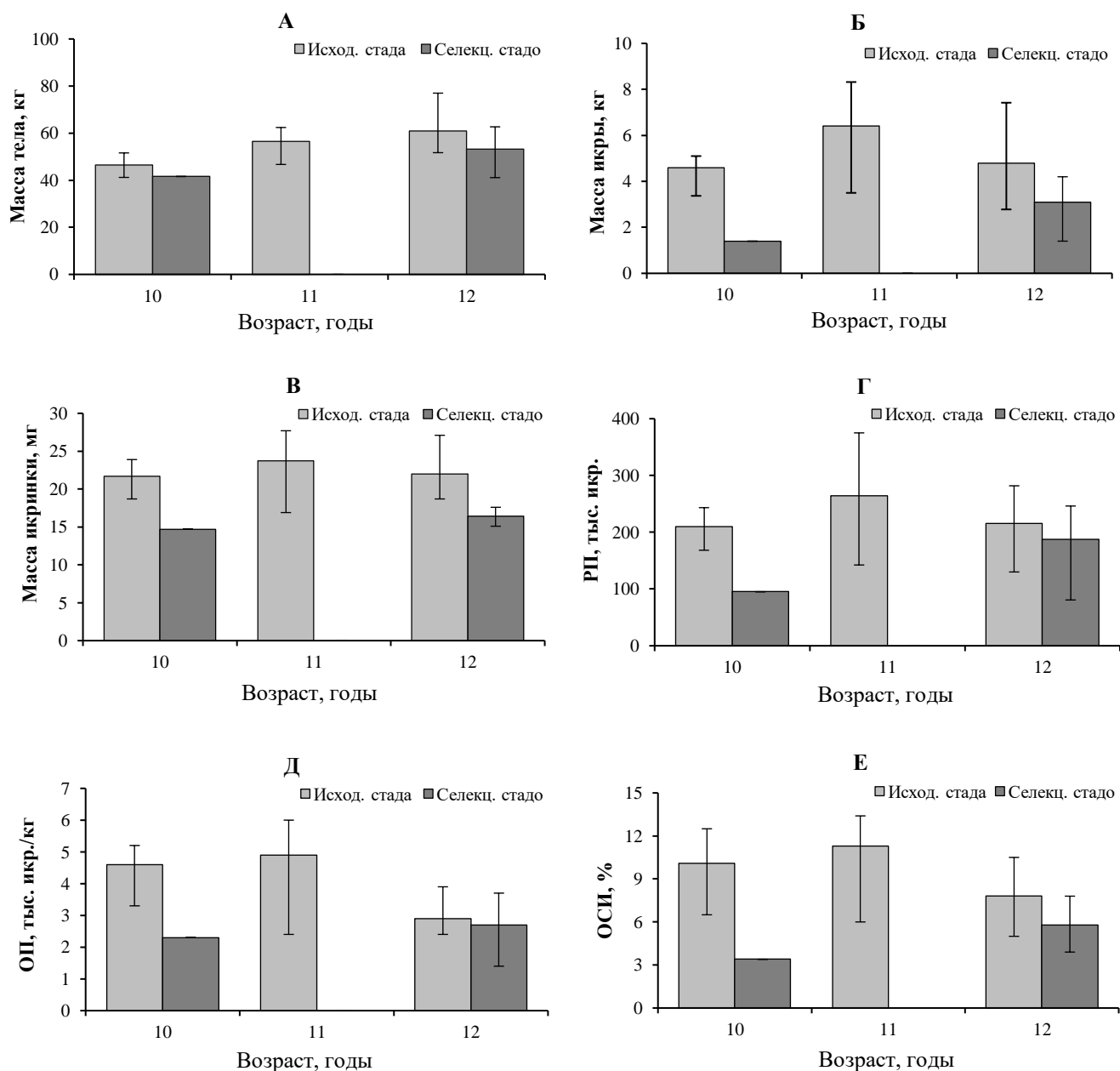


Рисунок 3.10 – Динамика продукционных показателей самок калуги исходных маточных стад и первого селекционного поколения в возрасте от 10 до 12 лет

Масса икринок. Во всех возрастных группах икринки от самок исходных маточных стад были на 2-10 мг крупнее по сравнению с икринками самок первого селекционного поколения (рисунок 3.10, В). В среднем за три сравниваемых года превышение массы икринок самок старшего возраста над массой икринок молодых самок составило 6,7 мг, или 42 % (таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Обобщенные продукционные показатели самок калуги исходных маточных стад ($n = 16$ нерестов) и первого селекционного поколения ($n = 7$ нерестов), участвовавших в нерестовых кампаниях в одинаковом возрасте от 10 до 12 лет

Генерация самок	Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Исходные маточные стада	$M \pm m$	57,4 \pm 2,2	5,22 \pm 0,40	22,80 \pm 0,84	229,8 \pm 17,0	4,07 \pm 0,30	9,20 \pm 0,66
	Lim	41,2-77,0	2,78-8,32	16,9-27,7	129,7-374,8	2,36-6,00	5,03-13,40
	C_v	15,6	30,8	14,6	29,6	29,4	28,7
Первое селекционное поколение	$M \pm m$	51,6 \pm 3,4	2,81 \pm 0,49	16,10 \pm 0,39	136,5 \pm 17,7	2,69 \pm 0,33	5,30 \pm 0,78
	Lim	41,6-62,7	1,34-4,17	14,7-17,6	80,7-199,0	1,40-3,70	2,4-7,3
	C_v	17,6	46,0	6,4	34,2	32,3	38,9

Рабочая плодовитость самок. Проведенные исследования показали, что молодые 10-летние самки первого селекционного поколения продуцировали в 2,2 раза меньше икринок, чем самки такого же возраста исходных маточных стад (соответственно 95 и 210 тыс. икр.). В 12-летнем возрасте разница в плодовитости значительно сократилась (рисунок 3.10, Г).

Однако в среднем за три года эксплуатации РП самок исходных маточных стад превысила таковую самок первого селекционного поколения на 93 тыс. икр., или на 68 % (таблица 3.12).

Относительная плодовитость. ОП самок первого селекционного поколения, как и РП, оказалась в два раза ниже, чем ОП исходных маточных стад (соответственно 2,7 и 4,1 тыс. икр./кг). В 12-летнем возрасте разница значительно сократилась. В среднем ОП старшего поколения превалировало над таковой младшего на 1,38 тыс. икр./кг, или на 51 % (рисунок 3.10, Д; таблица 3.12).

Осоматический индекс. ОСИ молодых впервые нерестящихся самок первого селекционного поколения в сравнении с ОСИ самок такого же возраста исходных маточных стад был в три раза ниже (соответственно 3,4 и 10,1 %). Через год в возрасте 12 лет ОСИ молодых самок значительно возрос. Однако в среднем за три года, ОСИ старых самок превысил таковой молодых самок на 3,9 % (рисунок 3.10, Г; таблица 3.12).

Взаимосвязь размерных и продукционных показателей. Проведенный анализ взаимосвязей между размерными и продукционными показателями исходных маточных стад калуги выявил слабые и средние положительные связи между возрастом и размерами самок с показателями массы продуцируемой икры и рабочей подовитости ($r = 0,38-0,54$). Существовала очень высокая положительная связь между массой икры и показателями РП, ОП и ОСИ ($r = 0,72-0,95$). Остальные связи очень слабой положительной и отрицательной направленности незначимы. Выявлены средние и высокие связи между возрастом и размерами самок калуги первого селекционного поколения с показателями массы икринок ($r = 0,63-0,74$). Такие же закономерности отмечены у природных самок калуги (Кожелев, Рубан, 2012). Имеется высокая и очень высокая связь массы продуцируемой икры с показателями РП, ОП и ОСИ ($r = 0,67-0,95$). Остальные связи разной направленности очень слабы и несущественны.

Выживаемость самок калуги. Выживаемость самок различных генераций значительно варьировала и зависела от качества посадочного материала и условий содержания и нагула в предшествующий период.

Выживаемость самок генерации 1996 г. составила 85 %. Поколение калуги 1998 г. в процессе выращивания и формирования маточного стада в целом отличалось небольшими соматическими приростами и низкой жизнестойкостью. На начальных этапах формирования ооцитов и после двух нерестовых кампаний погибли 10 самок генерации 1998 г. Выживаемость самок этой генерации за все годы эксплуатации составила лишь 29 %. Выживаемость самок генерации 1999 г. была высокой и равнялась 91 %. Общая выживаемость всех самок калуги трёх исходных маточных стад за 13 лет эксплуатации, начиная с 2006 г., составила 74 %.

Выживаемость самок калуги первого селекционного поколения за период эксплуатации с 10 до 12 лет составила 100 %.

Нерестовые работы с самками калуги осложняются их крупными размерами. При проведении подрезки яйцеводов икра сцеживается довольно легко, но приходится прилагать значительные физические усилия на брюхо рыбы из-за толстой брюшной стенки. Проводить процесс отбора основной порции и остаточной

икры более 2 раз не рекомендуется, так как рыба в процессе изъятия травмируется и теряет много слизи.

3.2.4. Продукционные показатели самцов калуги

По срокам созревания самцы исходных маточных стад и первого селекционного поколения практически не различались. Первые самцы созревали в 9 лет, длительность созревания всех самцов составляла 2-3 года. Качественную сперму от самцов, созревающих в диапазоне температур 13-18 °С, получали через 18-24 ч после инъектирования. Продуцирование качественной спермы продолжалось еще в течение 24–36 ч от начала созревания. Сперму среднего качества получали в течение 2-3 суток после сцеживания первой порции. Впервые созревающие самцы калуги продуцировали от 150 до 250 мл спермы за одно сцеживание. У повторно созревающих особей объем первой порции возрастал до 300-900 мл. В среднем за 14 лет эксплуатации от одного самца калуги, участвующего в нересте, получили 405 ± 51 мл эякулята качеством 4,2 балла с ВПД спермиев $3,0 \pm 0,27$ мин и концентрацией спермиев $1,60 \pm 0,41$ млн./мм³.

По имеющимся данным, дикие самцы калуги после инъекций сурфагоном продуцировали от 170 до 1200 мл спермы различного качества за два первых сцеживания. Объем эякулята качеством 4-5 баллов составлял 314-595 мл. ВПД спермиев варьировало от 3,2 до 4,5 мин, концентрация спермиев – от 0,88 до 1,00 млн./мм³ (Кошелев и др., 2009; Кошелев, 2013).

Таким образом, выращенные в искусственных условиях и природные самцы калуги продуцировали близкий объем спермы хорошего качества. Длительность поступательного движения спермиев самцов из тепловодного хозяйства оказалась несколько меньше, а концентрация спермиев выше, чем у природных особей. Такая же картина наблюдалась у «тепловодных» и природных самцов амурского осетра.

ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИБРИДНЫХ ФОРМ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

4.1. Гибрид амурского осетра с сибирским осетром ленской популяции

История формирования маточного стада. Гибридов «АО × СО л.» получили в третьей декаде апреля 2004 г. путем скрещивания впервые созревшей самки АО в возрасте 8 лет массой 16,1 кг с повторно созревшим самцом СО в возрасте 12 лет массой 9,5 кг. Осенью 2008 г. из товарной рыбы в ремонтное стадо отобрали 50 особей в возрасте 4+ со средней массой тела 5,95 кг (Рачек, Свицкий, 2007б, Chebanov et al, 2018).

Соотношение самцов и самок. Из 50 особей ремонтного стада 23 особи оказались самками, 27 самцами. Соотношение самок и самцов равнялось 1,0:1,2.

Масса, длина и обхват тела. Масса тела самок гибрида «АО × СО л.» во время первого нереста в 8 лет составляла в среднем 14,4 кг при максимуме 17,3 кг (рисунок 4.1, А).

Наибольшая средняя масса тела 20,5 кг при максимуме 30,4 кг отмечена в возрасте 13 лет. К последнему нересту в 14 лет масса тела самок снизилась на 3 кг, до 17,6 кг в связи с недостатком корма. Коэффициент вариации массы тела в различных возрастных группах варьировал от 13 до 22 %.

За период эксплуатации длина тела самок увеличилась на 20,5 см со 113,0 до 133,5 см (рисунок 4.1, Б). Максимальная длина АС около 149,0 см зарегистрирована у одной из самок в возрасте 13 лет.

Обхват тела самок изменялся в незначительных пределах – 59-64 см – и имел низкую вариабельность – 6,0-8,5. Максимальный обхват тела 74 см наблюдался у одной крупной самки в возрасте 13 лет (рисунок 4.1, В). В возрасте 14 лет обхват снизился на 4 см.

Упитанность тела. Коэффициент упитанности самок гибридов «АО × СО л.» в возрасте от 8 до 11 лет изменялся в пределах 0,84-0,89. Максимального значения 1,02 К уп. достигал в возрасте 12 лет. В последний нерестовый сезон у 14-

летних самок произошло резкое уменьшение этого показателя до 0,76 (рисунок 4.1, Г).

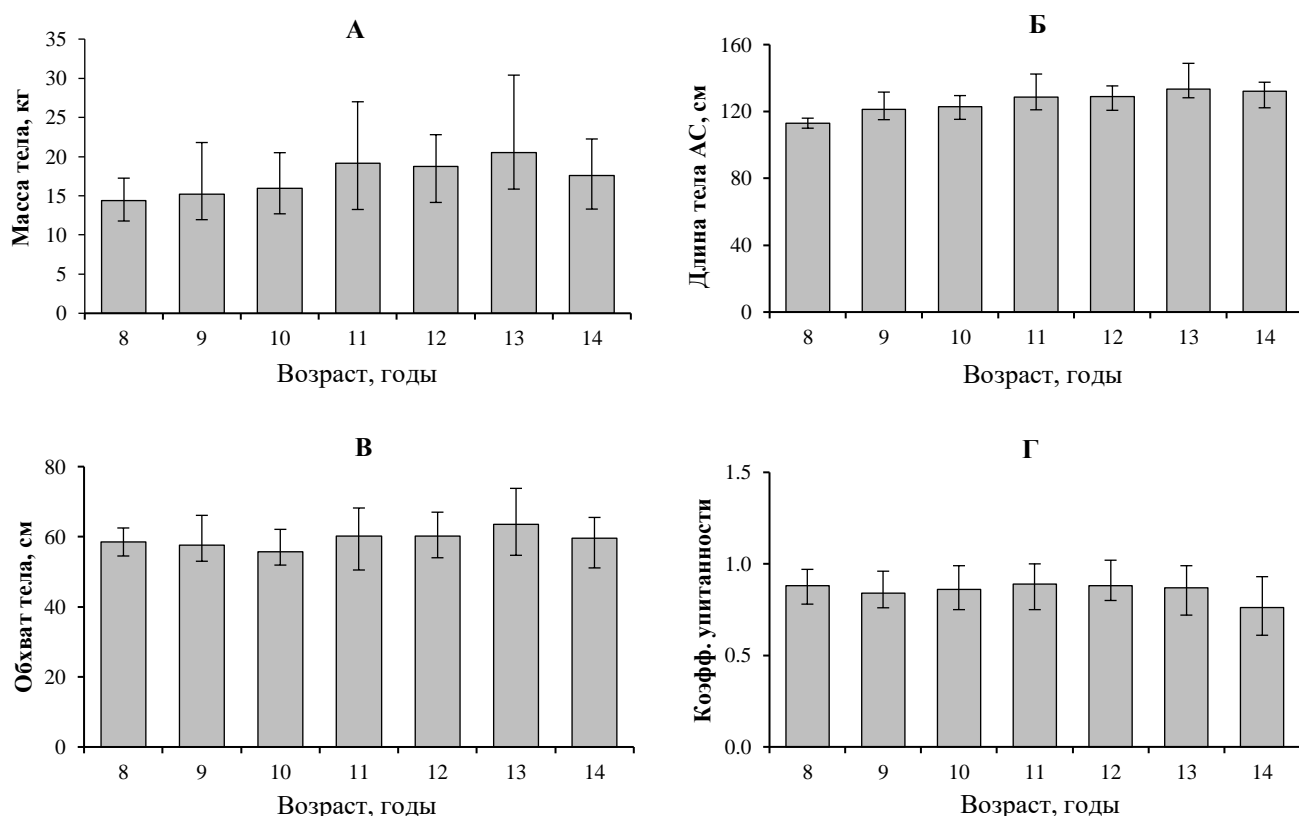


Рисунок 4.1 – Динамика размерных показателей самок гибрида «АО × СО л.» генерации 2004 г.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. Впервые участвующие в нересте самки в возрасте 8 и 9 лет, а также неоднократно нерестящиеся самки в возрасте 13 лет созревали в количестве 100 %. В возрасте 10, 11, 12 и 14 лет созреваемость была ниже и варьировала от 80 до 92 %. Средняя созреваемость за 7 лет эксплуатации самок составила 91,8 %.

Длительность созревания производителей после инъектирования. При температурах 15-16 °С в турах нереста различных лет самки гибридов в середине мая созревали через 30-34 час после инъекций. Период ожидания овулировавшей икры у отдельных самок с недостаточно зрелыми ооцитами возрастал до 37 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, длительность созревания производителей одной генерации. Первые самки гибрида «АО × СО л.» созрели в возрасте 8 лет при массе тела 11,8-17,3 кг. За годы эксплуатации ко-

личество созревших самок по возрастным группам было следующим: 8 лет – 13 %; 9 лет – 35; 10 лет – 26; 11 лет – 13; 12 лет – 4; 13 лет – 9 %. Таким образом, большая часть самок созревала в возрасте от 8 до 10 лет. Последние самки, созревшие в возрасте 13 лет, в возрасте 9+ и 10+ имели ооциты на III-IV или IV стадиях зрелости, но затем оба раза весной или летом следующего года у них происходила резорбция икры.

Межнерестовые интервалы производителей и формирование половых клеток самок. Нами определено, что по длительности межнерестовых интервалов самки гибридов распределились следующим образом: пропускающие два года, а затем нерестящиеся ежегодно три-пять раз подряд – 38 %; пропускающие два года – 48; пропускающие три года – 10; созревшие один раз – 4 %. Преобладающее большинство самок, нерестящихся ежегодно, осенью в год нереста имеют ооциты на III-IV, IV незавершенной и IV завершенной стадиях зрелости.

По кратности участия в нерестовых кампаниях самки гибридов генерации 2004 г. распределились следующим образом: отнерестившиеся 1 раз – 19 %; отнерестившиеся 2 раза – 19; отнерестившиеся 3 раза – 29; отнерестившиеся 4 раза – 19; отнерестившиеся 5 раз – 9; отнерестившиеся 6 раз – 5 %. Таким образом, большинство самок, в количестве 62 % отдавали икру от 3 до 6 раз.

Масса полученной икры. Нами выявлено, что минимальное количество икры 1,6-1,8 кг продуцировали молодые впервые созревшие самки гибрида «АО × СО л.» в возрасте 8 и 9 лет. Затем количество икры ежегодно возрастало и достигло 2,90 кг при максимуме 4,94 кг в возрасте 13 лет (рисунок 4.2, А). У 14-летних самок масса икры снизилась до 2,16 кг, уменьшившись по сравнению с предыдущим годом на 0,75 кг. В среднем за 1 нерест самка продуцировала 2,29 кг икры. Масса икры являлась наиболее изменчивым продукционным показателем (таблица 4.1).

Масса одной икринки. Самые мелкие икринки массой 12,4 мг оказались у молодых впервые созревших самок в возрасте 8 лет (рисунок 4.3, Б). Наиболее крупные икринки массой 22,2 мг при максимуме 26,5 мг зарегистрированы у самок гибридов в возрасте 11 лет. В последующие годы масса икринок постепенно

снижалась и достигла минимума 14 мг у самок в возрасте 14 лет. Средняя масса икринки превысила 15 мг (таблица 4.1).

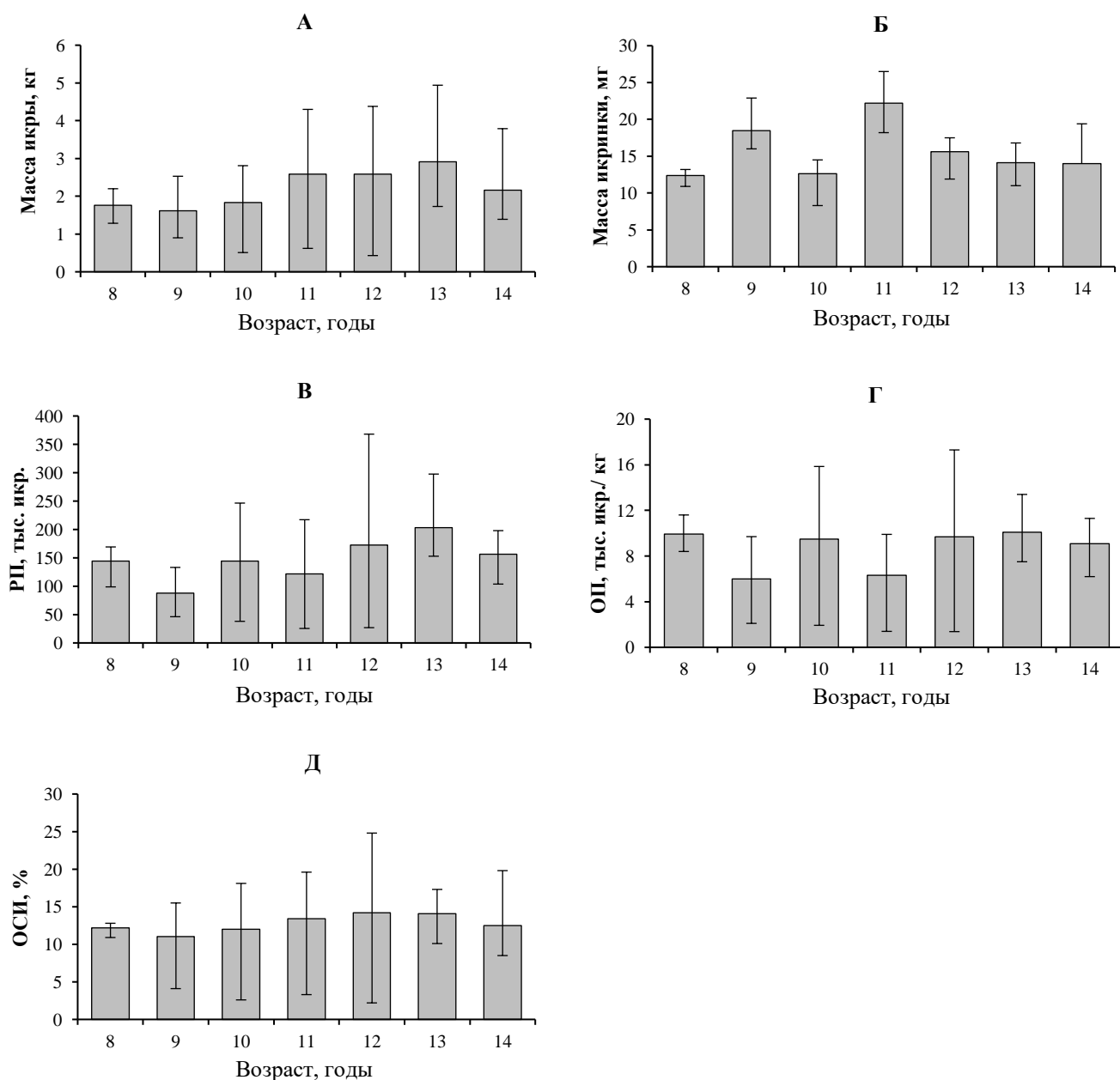


Рисунок 4.2 – Динамика продукционных показателей гибрида АО × СО л.

Рабочая плодовитость. Минимальное значение РП 88 тыс. икр. отмечено при массовом созревании молодых впервые нерестящихся самок в возрасте 9 лет. Максимальная средняя РП 200 тыс. икр. зарегистрирована у самок в возрасте 13 лет, составив в среднем за все нересты около 155 тыс. икр. (рисунок 4.2, В; таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Средние продукционные показатели самок гибрида АО × СО л. генерации 2004 г. за один нерест (n = 14 нерестов)

Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
M±m	17,8±0,4	2,29±0,12	15,4±0,4	154,0±8,0	8,8±0,4	13,00±0,50
Lim	11,8-30,4	0,43-4,94	8,3-26,5	26,0-368,0	1,4-17,3	2,20-24,80
Cv	19,8	42,2	23,5	43,0	38,3	34,6

Относительная плодовитость. Динамика ОП полностью повторяла такую для РП (рисунок 4.2, Г). В двух возрастных группах 9 и 11 лет ОП составляла около 6 тыс. икр./кг. Во всех остальных возрастных группах она была очень близкой и равнялась 9,1-10,1 тыс. икр./кг. Среднее значение ОП за все годы эксплуатации приближалось к 9 тыс. икр./кг (таблица 4.1).

Осоматический индекс. Этот показатель варьировал в средних пределах – 11,0-14,2 %, имея максимум 24,8 % в возрасте 12-13 лет (рисунок 4.2, Д). Как и большинство непосредственно связанных с ним других продукционных показателей, он снизился в возрасте 14 лет. В среднем ОСИ равнялся 13,0 (таблица 4.1).

Выживаемость. Из 23 самок гибридов к возрасту 14 лет в 2018 г. сохранилась 21 самка, выживаемость составила 91 %. Две самки погибли после первого участия в нерестовой кампании 2013 г.

Корреляции. Выявлены слабые и средние связи между размерными показателями гибридов с показателями массой продуцируемой икры и РП ($r = 0,44-0,58$).

4.2. Гибрид сибирского осетра ленской популяции с амурским осетром

Этот гибрид в садках хозяйства представлен генерациями 2000 и 2004 гг.

История формирования маточных стад. Генерация 2000 г. создана путем скрещивания впервые созревших самок сибирского осетра ленской популяции (СО л.) в возрасте 8 лет с молодыми самцами амурского осетра (АО) в возрасте 8 лет. Выход личинок гибридов от впервые нерестящихся особей оказался крайне низким – от 0,17 до 3,40 %. Первую зимовку гибриды провели в бассейнах УЗВ, где до середины апреля 2001 г. увеличили массу тела до 0,920 кг. Затем 20 особей отобрали в ремонтное стадо и содержали в отдельном садке при низкой плотности посадки, где к возрасту 3+ рыба выросла до 7,93 кг. Затем садок был поврежден и в нем осталось всего 7 особей гибрида.

Гибридов «СО л. × АО» генерации 2004 г. получили путем скрещивания повторно созревшей самки СО в возрасте 12 лет с двумя повторно созревшими самцами АО в возрасте 11 лет. В отличие от впервые созревших самок СО, использованных для получения гибридов генерации 2000 г., выход личинок от икры был высоким, на уровне 84 %. В дальнейшем их содержали только в садках и отобрали 30 экз. в ремонтное стадо в возрасте 4+ при массе тела 4,3 кг.

4.2.1. Рыбоводно-биологические показатели самок гибридов сибирского осетра ленской популяции с амурским осетром генераций 2000 и 2004 гг.

Соотношение самок и самцов. Из 7 сохранившихся особей гибридов генерации 2000 г. 5 экз. оказались самками, а 2 экз. – самцами. Соотношение самок и самцов равнялось 1,0:0,4. Среди 30 особей ремонта гибридов генерации 2004 г. впоследствии выявили значительное преобладание самок в количестве 24 экз. Соотношение самок и самцов составило 1,0:0,25.

Масса, длина, обхват тела, соматические приросты. Масса самок генерации 2000 г. от первого нереста в 7 лет до третьего нереста в 9 лет постепенно уве-

личивалась с 14,7 до 22,3 кг. Затем она снизилась в результате гибели нескольких крупных самок в 10-летнем возрасте и вновь постепенно возросла до максимального значения 25,4 кг в 15 лет (рисунок 4.3, А). В возрасте от 16 до 18 лет масса тела рыб ежегодно снижалась, достигнув 19,6 кг.

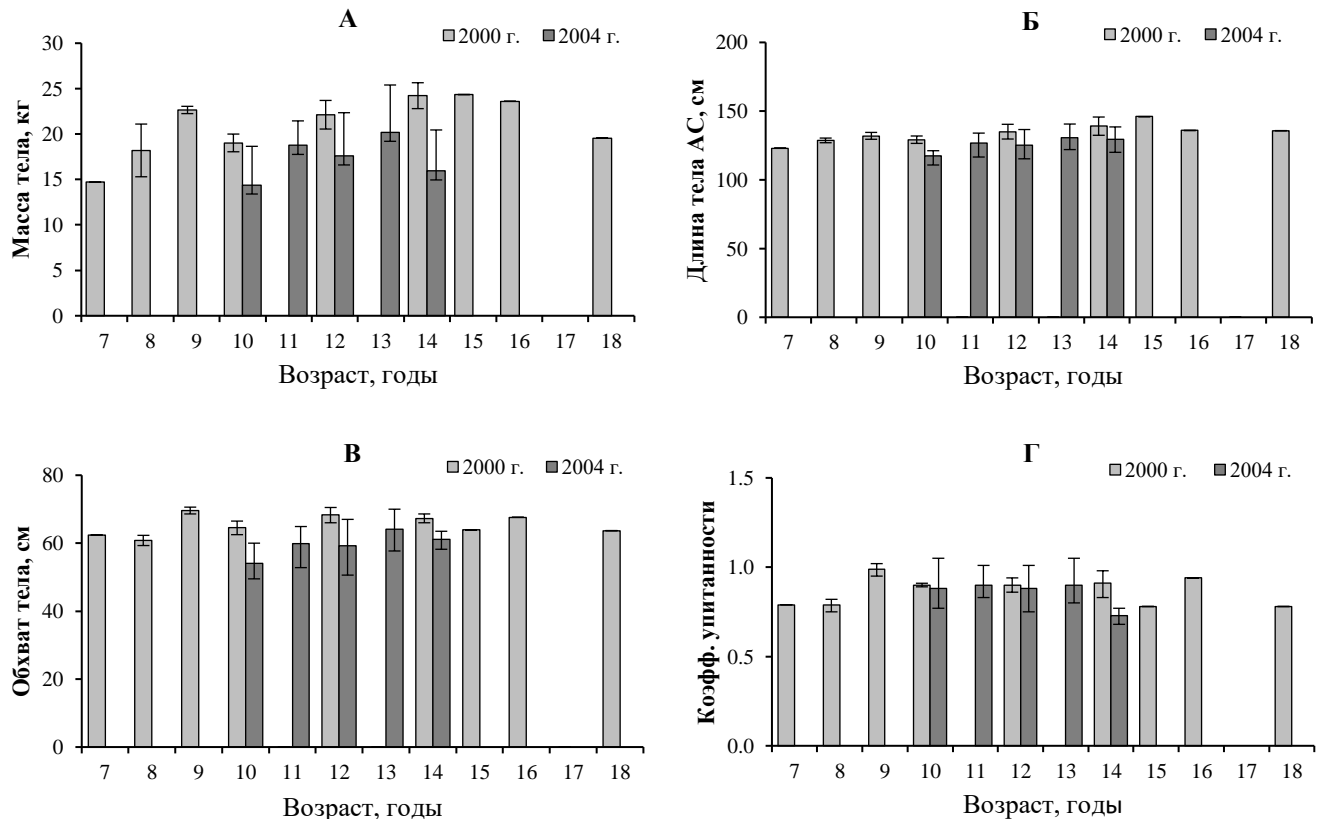


Рисунок 4.3 – Динамика размерных показателей самок гибрида СО л. × АО генераций 2000 и 2004 гг.

Масса тела самок генерации 2004 г. во всех возрастных группах была постоянно ниже таковой самок генерации 2000 г. В 14-летнем возрасте в 2018 г. произошло резкое снижение массы тела самок генерации 2004 г. до значения 16 кг, что на 4 кг ниже, чем в предыдущем году. У самок генерации 2000 г. длина и обхват тела были постоянно ниже во всех возрастных группах (рисунки 4.3, Б; 4.3, В).

Упитанность тела. Коэффициент упитанности самок гибридов «СО л. × АО» генерации 2000 г. на протяжении всего периода наблюдений находился в пределах 0,79-0,99, имея максимальное значение 1,02 у одной из самок в возрасте

9 лет (рисунок 4.3, Г). Упитанность самок гибридов генерации 2004 г. всегда была ниже и имела средние значения 0,73-0,9. Однако у отдельных самок в возрасте 10 и 13 лет коэффициент упитанности достигал 1,05 и превышал максимальные значения у самок генерации 2000 г.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. После введения гормоностимулирующего препарата созревали 100 % самок генерации 2000 г. большинства возрастных групп. Только в возрасте 8 и 10 лет этот показатель был ниже и составил соответственно 67 и 50 %. Средняя созреваемость за 11 лет эксплуатации самок равнялась 91 %.

Созреваемость самок гибрида генерации 2004 г. была постоянно низкой. Так, после введения гормоностимулирующего препарата впервые участвующим в нересте самкам в возрасте 10 лет, созреваемость составила 33 %. Созреваемость самок в возрасте от 11 до 13 лет варьировала от 50 до 55 %. У 14-летних самок в 2018 г. созреваемость возросла до 75 %. В среднем созреваемость самок за 5 нерестовых сезонов равнялась 54 %.

Длительность созревания самок после инъектирования. При температурах 13-14 °С в разных турах нереста самки обеих генераций гибридов созревали через 36-38 ч после инъекций. Повышение температуры до 15-16 °С способствовало сокращению сроков созревания самок до 30-32 ч. Увеличение температуры до 16-17 °С приводило к сокращению времени созревания до 25-28 ч. В случае проведения нерестовой кампании в середине третьей декады мая при повышенной температуре 19-22 °С время созревания составляло 19-20 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, длительность созревания производителей одной генерации. Установлено, что первая самка гибрида «СО л. × АО» генерации 2000 г. созрела в возрасте 7 лет при массе тела 14,7 кг. Последние самки этой немногочисленной генерации созрели и использовались в нересте в возрасте 9 лет при массе тела 22-23 кг. Между созреванием первой и последних самок генерации прошло 2 года.

Самки генерации 2004 г. впервые созрели в значительно более позднем возрасте – 10 лет – при большом разбросе массы тела отдельных особей от – 11,0 до

18,7 кг. Созревание самок растянулось на 5 лет. Количество созревших самок по годам было следующим: 10 лет – 23 %; 11 лет – 31; 12 лет – 23; 13 лет – 15; 14 лет – 8 %. Однако из 25 сохранившихся самок этой генерации созревали и участвовали в нерестовых кампаниях лишь 8 особей. Из них 50 % самок созрели по одному разу, 38 – по два раза и 12 % – по 3 раза. Остальные 17 самок не созрели ни разу.

Межнерестовые интервалы производителей и формирование половых клеток самок. В результате проведенных исследований установлено, что по длительности межнерестовых интервалов две сохранившиеся самки гибридов «СО л. × АО» генерации 2000 г. распределились следующим образом: пропускающая два года – 50%; нерестящаяся ежегодно и затем пропускающая два-три года подряд – 50 %.

У семи из восьми самок (88 %) генерации 2004 г., постоянно участвующих в нерестовых кампаниях, пропуск нерестового сезона составлял два года. Осенью в год нереста их ооциты находились на II-III и III стадиях зрелости, на следующий год ооциты достигали дефинитивных размеров и находились на IV завершенной стадии зрелости. Одна из самок (12 %) пропускала два нерестовых сезона (3 года).

Большинство самок генерации 2004 г. в количестве 17 особей, или 65 % от общей численности стада, не созрели ни разу за период эксплуатации. В возрасте 8, 9 или 10 лет у 65 % таких самок отмечались стадии развития икры III, III-IV и IV, но все они заканчивались резорбцией, закладкой новой порции икры и переходом ооцитов на начальные стадии развития II-III или III. У остальных 35 % самок развитие ооцитов никогда не продвигалось дальше II-III, III или III-IV стадий. Осенью 2019 г. всех этих самок отбраковали и направили на реализацию.

Масса полученной икры. Минимальное количество икры 0,66 кг получили от молодой впервые созревшей самки гибрида «СО л. × АО» генерации 2000 г. в возрасте 7 лет. Затем количество полученной икры ежегодно возрастало и достигло 4 кг в возрасте 10 лет (рисунок 4.4, А).

После этого произошло снижение количества икры, связанное с гибелью нескольких крупных самок. Количество икры у двух сохранившихся самок с возраста 14 лет вновь начало увеличиваться и достигло максимума 5,9 кг к 16 годам.

После пропуска нереста в 17 лет к возрасту 18 лет масса икры снизилась по сравнению с предшествующим нерестом более чем на 2 кг из-за ухудшения условий нагула.

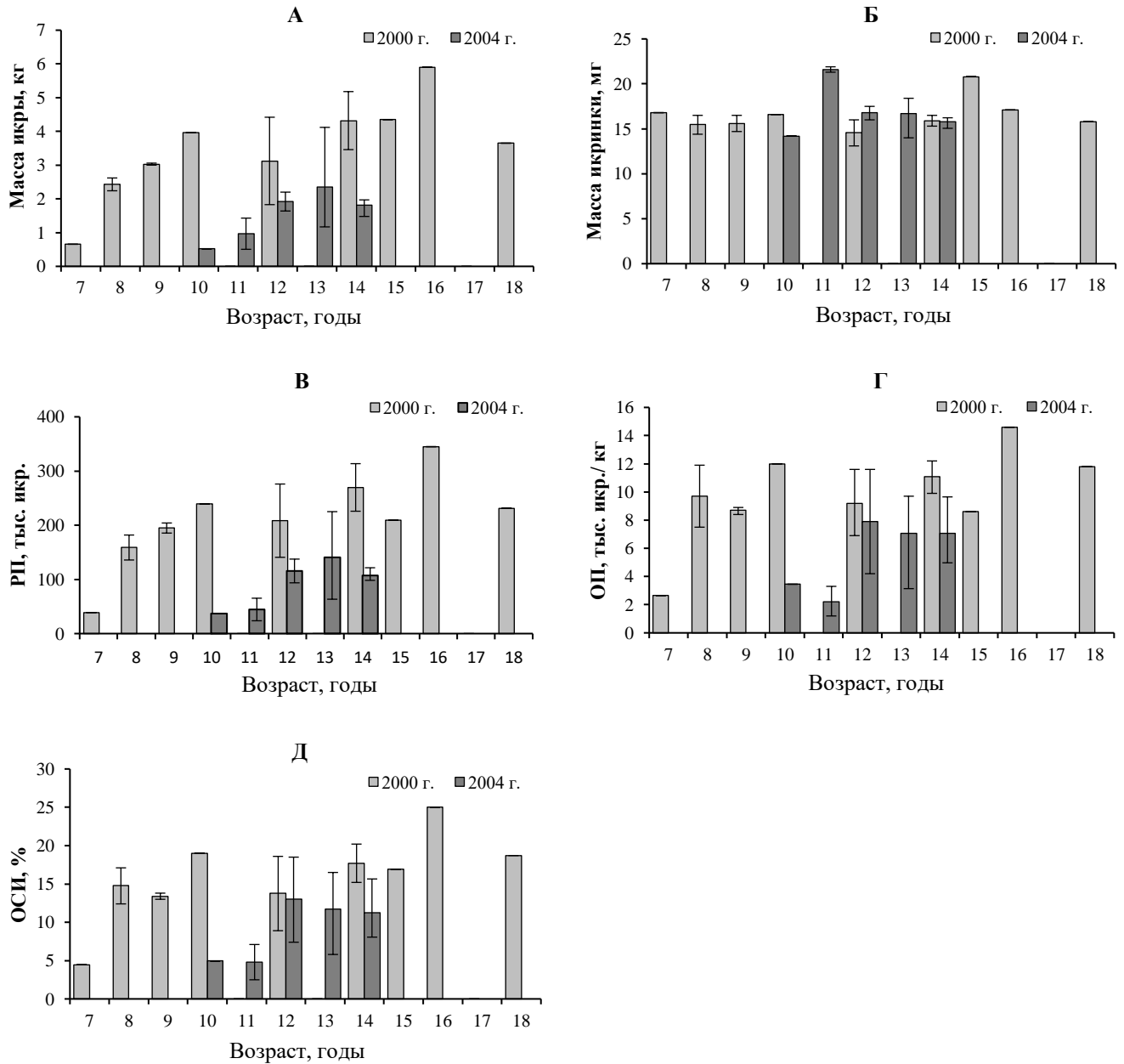


Рисунок 4.4 – Динамика продукционных показателей самок гибрида СО л. × АО генераций 2000 и 2004 гг.

Самки гибрида генерации 2004 г. впервые созрели лишь к 10 годам и продуцировали икры меньше, чем первая созревшая самка генерации 2000 г. в возрасте 7 лет. Как видно из рисунка 4.4 А, максимальное количество икры от самок генерации 2004 г. было получено в 13-летнем возрасте – 2,2 кг и оказалось мень-

ше средних значений продуцируемой икры у повторно-нерестящихся самок генерации 2000 г. В среднем, на одну самку гибрида генерации 2004 г. за время эксплуатации получали на 1,4 кг (42 %) икры меньше, чем от самок генерации 2000 г. (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Средние продукционные показатели самок гибрида СО л. × АО генерации 2000 г. (n = 14 нерестов) и генерации 2004 г. (n = 21 нерест) за один нерест

Генерация самок	Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Генерация 2000 г.	M±m	21,1±0,9	3,28±0,39	16,2±0,5	202,0±22,0	9,4±0,9	15,10±1,50
	Lim	14,7-25,7	0,66-5,90	13,1-20,8	39,0-345,0	2,7-14,6	4,50-25,00
	Cv	15,6	44,0	10,7	40,7	34,9	36,7
Генерация 2004 г.	M±m	17,7±0,9	1,88±0,25	16,9±0,6	113,0±15,0	6,6±0,9	10,80±1,40
	Lim	10,5-25,4	0,51-4,12	14,0-21,9	24,0-225,0	1,2-12,2	2,50-18,70
	Cv	23,5	50,6	14,1	50,8	51,7	49,4

Масса икринок. Масса икринок от самок генерации 2000 г. в преобладающем большинстве нерестовых кампаний варьировала в пределах 13,1-17,1 мг (рисунок 4.4, Б). Самки гибридов поколения 2004 г. продуцировали икринки, масса которых в большинстве нерестовых кампаний варьировала от 14,2 до 16,8 мг, и лишь в одной составила 21,6 мг. За счет этого средняя масса икринок у самок генерации 2004 г. оказалась несколько выше (таблица 4.2). В последний год эксперимента отмечено снижение массы икринок у самок обеих генераций.

Рабочая плодовитость. Динамика РП самок обеих генераций практически полностью повторяла таковую для массы полученной икры (рисунки 4.4, А, 4.4, В). По мере взросления рыбы рабочая плодовитость увеличивалась и снизилась только в последний год эксперимента из-за ухудшения условий нагула. Средняя рабочая плодовитость самок генерации 2004 г. оказалась на 89 тыс. икр., или на 44 % меньше, чем у самок генерации 2000 г. (таблица 4.2).

Относительная плодовитость. Этот показатель в большой мере зависел также и от индивидуальных особенностей самок. Максимальные значения отно-

сительной плодовитости составили 14,6 тыс. икр./кг для самок генерации 2000 г. и 11,6 тыс. икр./кг для самок генерации 2004 г. Во всех возрастных генерациях ОП самок генерации 2004 г. была намного ниже, чем самок генерации 2000 г. того же возраста. В среднем она оказалась ниже на 30 %, или 2,8 тыс. икр./кг (таблица 4.2).

Оосоматический индекс. Этот показатель у самок обеих генераций значительно варьировал по годам и практически полностью повторял динамику ОП. У молодых самок генерации 2004 г. во всех возрастных категориях он был значительно ниже, чем у самок генерации 2000 г. Максимальный ОСИ 25,0 % зарегистрирован у самок генерации 2000 г. в возрасте 16 лет и 18,6 % – у самок генерации 2004 г. в возрасте 12 лет. В среднем ОСИ у самок 2004 г. был на 29 % ниже, чем у самок генерации 2000 г. (таблица 4.2).

По массе тела самок и РП различия между двумя генерациями достоверны при $p < 0,01$, по ОП и ОСИ – при $p < 0,05$. По массе полученной икры различия достоверны при $p < 0,005$. Навеска икринок достоверно не различалась (таблица 4.2).

Взаимосвязь размерных и продукционных показателей. Выявлены средние и высокие положительные связи возраста и размерных значений самок генерации 2000 г. с показателями массы продуцируемой икры, РП, ОП и ОСИ ($r = 0,37-0,72$). У самок 2004 г. имеется средняя связь возраста с показателями РП, ОП и ОСИ ($r = 0,36-0,43$). Очень высока связь между массой икры, РП, ОП и ОСИ у самок обеих генераций ($r = 0,76-0,98$). Большинство других исследованных связей слабые или средние положительные – от 0,24 до 0,49. У самок генерации 2000 г. отмечены слабые отрицательные связи между обхватом тела и коэффициентом упитанности с массой икринки (-0,08 и -0,26). Слабая отрицательная связь на уровне -0,16 между массой икры и массой икринки выявлена у самок генерации 2004 г.

Выживаемость. К моменту созревания в возрасте 7 лет сохранилось 7 особей гибридной формы «СО л. × АО» генерации 2000 г., включая 5 самок. Три самки погибли после первых нерестовых кампаний в возрасте 8 и 9 лет из-за по-

вреждений очень крупной стромы, препятствующей оттоку икры. Начиная с 10 лет, в нерестах принимали участие лишь две самки. Выживаемость составила 40 %.

В то же время отхода самок гибрида генерации 2004 г. после нерестовых кампаний не происходило. Выживаемость самок равнялась 100 %. Но во многом это связано с тем, что в нересте постоянно участвовали лишь 8 самок, а остальные не созревали и не подвергались операбельному воздействию.

Таким образом, у самок гибридов «СО л. × АО» генерации 2000 г. количество получаемой икры достигало почти 6 кг, а выход икры по отношению к массе тела превышал 15 %. Это выше, чем у амурского осетра и гибрида «АО × СО л.». Крайне высокие отходы при инкубации икры гибридов, а также при эксплуатации маточного стада можно объяснить использованием для скрещивания впервые нерестящихся молодых производителей. Однако у 2/3 самок гибрида генерации 2004 г., для получения которых использовались повторно нерестящиеся особи этих видов, наряду со 100 %-ной выживаемостью, отмечались нарушения в развитии воспроизводительной системы. Скорее всего, нарушения генетические и связаны с неполной совместимостью геномов сибирского и амурского осетров. Выход икры от созревших самок 2004 г. был значительно ниже, чем от самок генерации 2000 г.

Такую ситуацию мы затрудняемся объяснить. Генерация 2000 г. от нереста молодых впервые созревших самцов и самок с крайне низким выходом личинок от икры созревала значительно лучше и характеризовалась значительно более высокими продукционными показателями, чем генерация 2004 г. от нереста повторно созревших самцов и самок с высоким выходом личинок от икры.

4.3. Гибрид сибирского осетра байкальской популяции с амурским осетром

История формирования маточного стада. Эта гибридная форма создана в 2007 г. путем скрещивания впервые созревшей самки сибирского осетра байкальской популяции (СО б.) в возрасте 6 лет с двумя повторно созревшими самцами амурского осетра (АО) в возрасте 11 лет. Выход личинок гибридов составил 67,0 %, молоди в бассейнах – 6,8 %, в садках – 82,0 %. В 2013 г. при возрасте ремонта гибридов 6+ лет удалось достоверно определить пол гибридных особей.

Соотношение самцов и самок. Из 72 7-леток гибридов ремонтного стада 41 особь оказалась самками, а 31 – самцами. Соотношение самок и самцов 1,00:0,76.

Масса, длина, обхват тела, соматические приросты. Средняя масса тела самок гибрида СО б. × АО за 4 года эксплуатации возросла с 10,7 до 15,5 кг (рисунок 4.5, А).

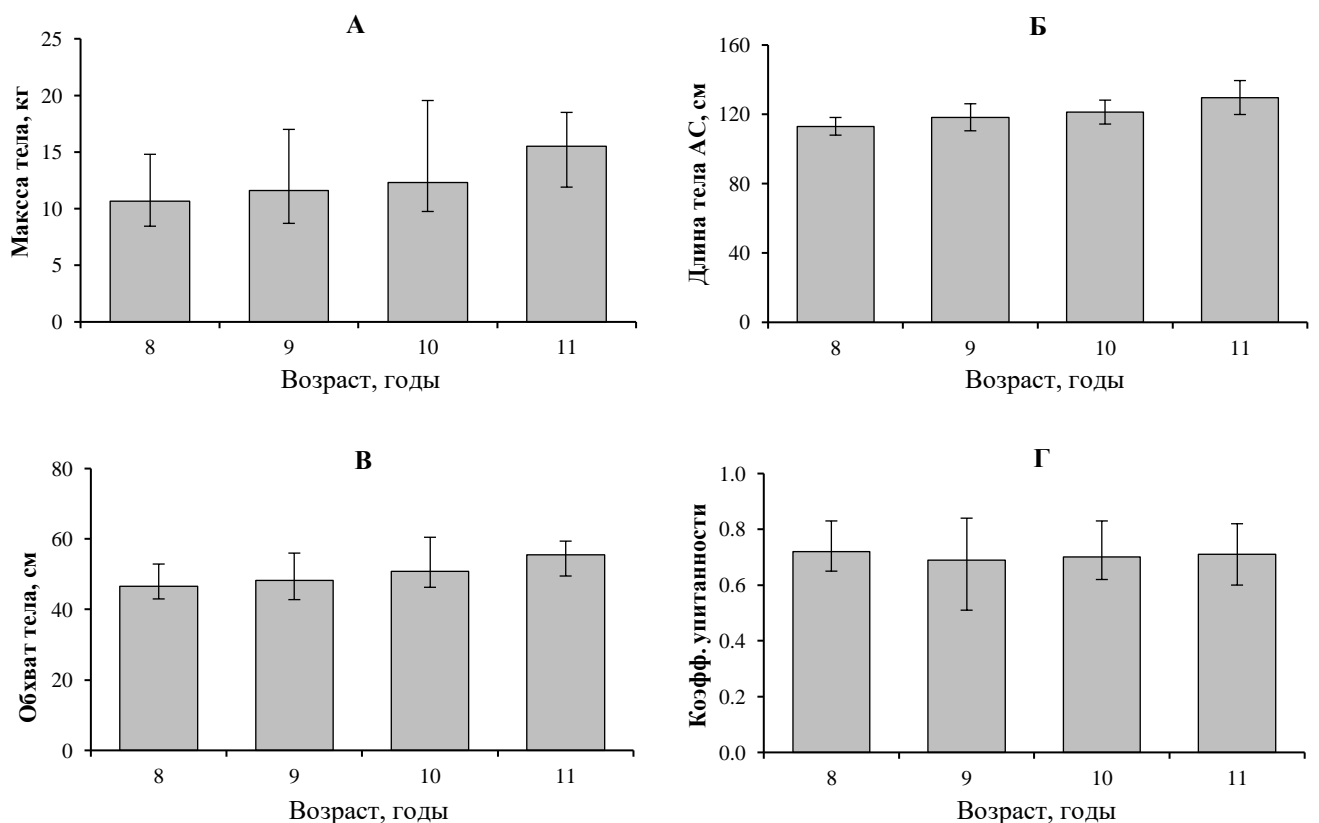


Рисунок 4.5 – Динамика размерных показателей самок гибрида СО б. × АО генерации 2007 г.

В возрасте 9 и 10 лет средние приросты массы тела были небольшими и составляли от 0,7 до 1,0 кг. Максимальный прирост самок в размере 3,2 кг произошел в возрасте 11 лет. Годовые приросты отдельных самок, участвовавших в нерестовых кампаниях несколько раз, варьировали от 0,4 до 7,4 кг.

Длина самок равномерно возрастала от 8 до 11 лет со 113 до 130 см (рисунок 4.5, Б).

Средний обхват тела гибридов плавно возрастал с 46,6 см у 8-летних самок и достиг максимума 55,5 см в возрасте гибридов 11 лет (рисунок 4.5, В). Минимальный обхват 43,0 см зафиксирован у одной из впервые нерестящихся самок, максимальный – 59,4 см у самки 11-летнего возраста.

Упитанность тела. Коэффициент упитанности самок гибридов СО б. × АО имел максимальное значение 0,72 у впервые созревших самок в возрасте 8 лет (рисунок 4.5, Г). При последующих нерестовых кампаниях он несколько снизился, стабилизировался и имел близкие значения 0,69-0,71.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. Во всех четырех нерестовых кампаниях, где использовались впервые и повторно нерестящиеся самки гибридной формы в возрасте от 8 до 11 лет, овуляция икры после одноразовой инъекции сурфагоном составляла 100 %.

Длительность созревания самок после инъектирования. При температурах от 13 до 17 °С в нерестовых кампаниях 2015-2018 гг., проводившихся в начале и середине мая, самки гибридов созревали через 26-33 ч после одноразовой инъекции гормоностимулирующим препаратом.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, длительность созревания производителей одной генерации. Определено, что три первых самки гибрида «СО б. × АО» созрели в возрасте 8 лет при массе тела 8,45-14,80 кг. Большинство последних самок генерации созрели осенью 2018 г. в возрасте 11+ при большой разнице в массе тела – от 10,50 до 19,85 кг, но не использовались в нересте 2019 г. по техническим причинам. Однако имеются две самки массой 15,2 и 16,0 кг, не созревшие ни разу. Между созреванием первых и последних самок генерации прошло 4 года.

Количество самок по возрасту созревания было следующим: 8 лет – 12 %; 9 лет – 31; 10 лет – 23; 11 лет – 15; 12 лет – 19 %.

Межнерестовые интервалы производителей и формирование половых клеток самок. По длительности межнерестовых интервалов можно говорить только о 9 самках гибридов СО б. × АО, которые эксплуатировались несколько раз в течение 4 лет. Они распределились следующим образом: пропускающие два года – 67 %; нерестящиеся два-три года подряд, а затем пропускающие два-три года – 33 %.

У самок, пропускающих один нерестовый сезон, осенью в год нереста половые клетки находились на II-III и III-IV стадиях развития. Осенью следующего года их ооциты достигали IV завершённой стадии зрелости, и наступившей затем весной самки вновь нерестилась. Самки, нерестившиеся два-три раза подряд, осенью в год нереста имели ооциты на IV завершённой стадии зрелости.

Масса полученной икры. Установлено, что молодые, впервые нерестящиеся самки продуцировали небольшое количество икры – 1,16 кг при минимуме 0,75 кг и максимуме 1,39 кг (рисунок 4.6, А). Затем масса икры возрастала и уменьшалась в связи с вступлением в репродуктивный период молодых впервые созревших или повторно созревших самок.

В среднем за период эксплуатации от одной самки гибрида получали 1,57 кг икры с очень высокой вариабельностью – более 56 % (таблица 4.3).

Масса икринок. Наиболее крупные икринки средней массой 17,8 мг получали от впервые созревших 8-летних самок. В последующих нерестовых кампаниях средняя масса икринок снизилась более чем на 4 мг, и варьировала в пределах 13,4-13,9 мг (рисунок 4.6, Б; таблица 4.3).

Рабочая плодовитость. РП самок гибрида «СО б. × АО» напрямую связана с массой полученной икры и полностью повторяла ее динамику по годам (рисунки 4.6, А; 4.6, В). Как и масса икры, наиболее высокая РП отмечена в возрасте 11 лет, составив 150 тыс. икр. Минимальная РП, около 10 тыс. икр., отмечена у одной из самок в возрасте 9 лет. Средняя РП самок гибрида за 4 нерестовых сезона

составила свыше 115 тыс. икр. Вариабельность рабочей плодовитости являлась наиболее высокой величиной среди всех рыбоводных показателей (таблица 4.3).

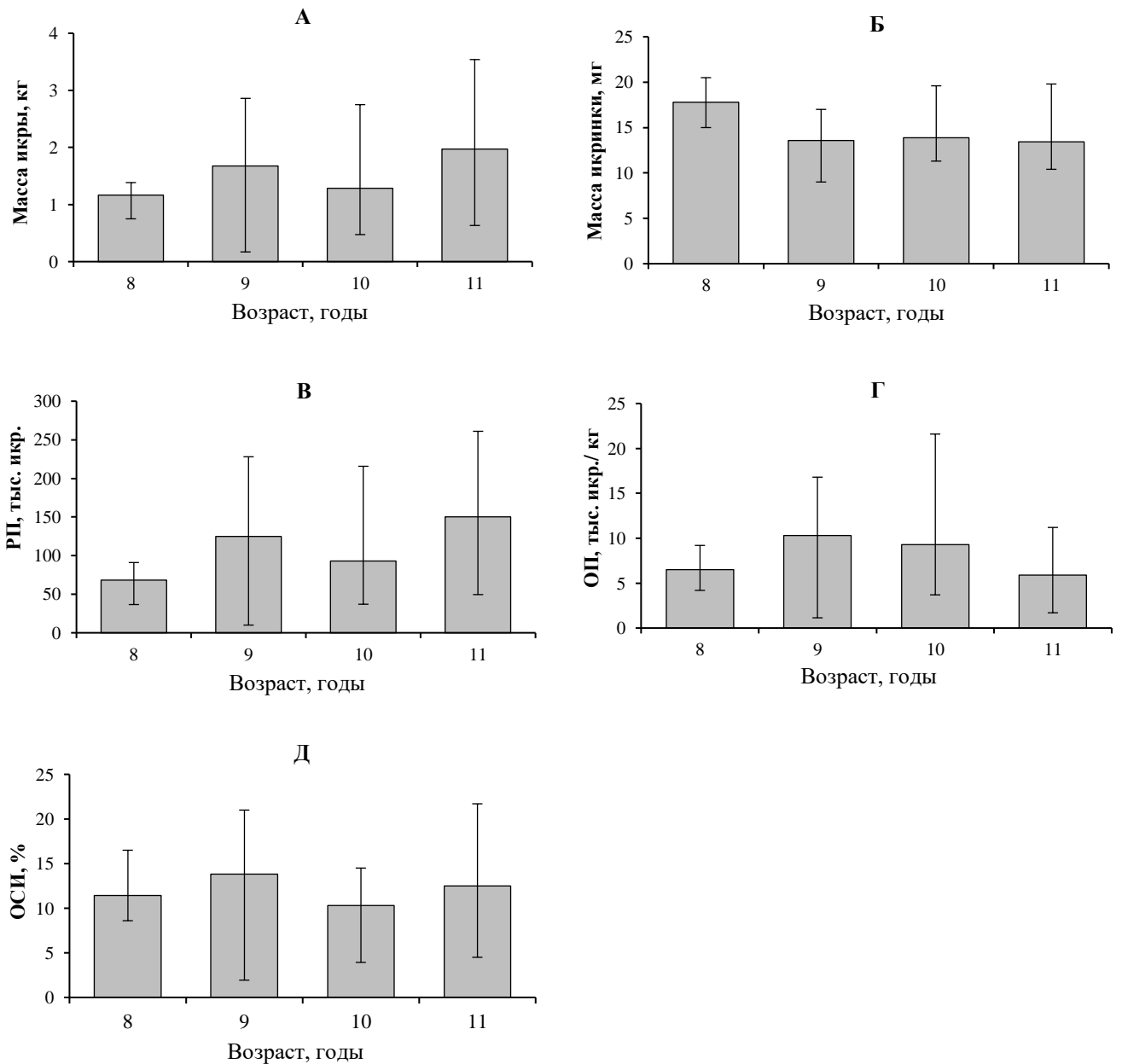


Рисунок 4.6 – Динамика продукционных показателей самок гибрида СО б. × АО генерации 2007 г.

Относительная плодовитость. Этот показатель зависел не только от массы полученной икры, повторяя ее динамику, но также от массы икринок и индивидуальных особенностей самок. При первом созревании в 8-годовалом возрасте ОП составила 6,5 тыс. икр./кг (рисунок 4.6, Г). Максимальная ОП при минимальной массе икринок 9-17 мг зарегистрирована в возрасте 9-годовиков, составив

10,3тыс. икр./кг. Минимальная ОП отмечена в возрасте 11 лет при самой высокой массе тела самок (рисунки 4.9, А; 4.9, Г). В среднем, за 4 года эксплуатации самок ОП составила около 8,5 тыс. икр./кг (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Средние продукционные показатели самок гибрида СО б. × АО генерации 2007 г. в возрасте от 8 до 11 лет за один нерест (n = 30 нерестов)

Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс.икр./кг	ОСИ, %
M±m	12,8±0,6	1,57±0,16	14,1±0,5	115,4±12,7	8,4±0,96	12,00±1,00
Lim	8,5-19,6	0,17-3,55	9,0-20,5	10,0-261,0	1,1-21,6	1,90-21,70
Cv	24,8	56,4	19,4	60,3	56,2	45,7

Осоматический индекс. Динамика показателя ОСИ повторяла динамику массы полученной икры и РП (рисунки 4.6, А; 4.6, Б; 4.6 Д). Максимальный ОСИ 13,8 % наблюдался у 9-годовалых самок. Затем он снижался и вновь повышался до 12,5 % у самок 11-годовиков. В среднем за четыре года наблюдений ОСИ самок гибридов СО б.× АО составил 12,0 %. Вариабельность этого показателя ниже, чем у массы икры, РП и ОРП (таблица 4.3).

Взаимосвязь размерных и продукционных показателей. Выявлены средние положительные связи возраста и размеров самок гибрида с показателями массы продуцируемой икры и РП ($r = 0,54-0,68$). Высока и очень высока связь между массой икры, РП, ОП и ОСИ ($r = 0,72-0,97$).

Выживаемость. Выживаемость описываемой гибридной формы оказалась весьма низкой. Самки в количестве от 2 до 6 шт. погибали после каждой нерестовой кампании, двух самок отбраковали. К концу 2018 г. сохранилось лишь 18 самок этой гибридной формы, или 44 % от первоначального количества.

4.4. Тройной гибрид «(русский осетр × сибирский осетр ленской популяции) × амурский осетр»

История формирования маточного стада. Тройной гибрид поколения 2002 г. создан путем скрещивания молодой самки гибридной формы между русским и сибирским осетрами генерации 1992 г. в возрасте 10 лет и domestцированного природного самца амурского осетра в возрасте 15-17 лет. Отбор 100 особей тройного гибрида в маточное стадо по экстерьерным признакам произвели в возрасте 5+ лет при навеске рыб 5,7 кг (Амвросов, Рачек, 2020; Amvrosov, Rachek, 2020).

Соотношение самок и самцов. Соотношение самок и самцов в РМС численностью в 100 особей было следующим: самки – 55 экз., самцы – 45 экз., или 1,0:0,8.

Масса, длина и обхват тела. Первая созревшая самка тройного гибрида в возрасте 9 лет имела массу тела 13,1 кг. К 11 годам средняя масса самок увеличилась до 16,8 кг при максимуме 20,0 кг. В 15-летнем возрасте отмечена наибольшая средняя масса самок 19,3 кг при максимуме 29,1 кг. Затем она снизилась на 0,95 кг в возрасте 16 лет (рисунок 4.7, А).

Длина тела гибридов ежегодно увеличивалась со 117,7 см при нересте первой самки в возрасте 9 лет до 137,7 см в возрасте 16 лет. Максимальное значение длины тела АС в 153,0 см зарегистрировано у одной из самок в возрасте 15 лет (рисунок 4.7, Б).

Обхват тела самок тройного гибрида ежегодно возрастал с 51,0 см при первом нересте в 9 лет до 60,3 см в возрасте 15 лет (рисунок 4.7, В). В возрасте 15 лет у одной из самок зафиксирован максимальный обхват тела 70,8 см. При последнем нересте 2018 г. обхват 16-летних самок гибридов снизился на 2,3 см.

Годовые приросты массы тела самок тройного гибрида в возрасте с 9 до 12 лет составляли 0,90-2,70 кг, в возрасте 13-15 лет снизились до 0,25-0,52 кг. В 2018 г. при возрасте самок 16 лет отмечено уменьшение их массы тела на 0,95 кг в связи с недостаточной кормовой базой (рисунок 4.7, А).

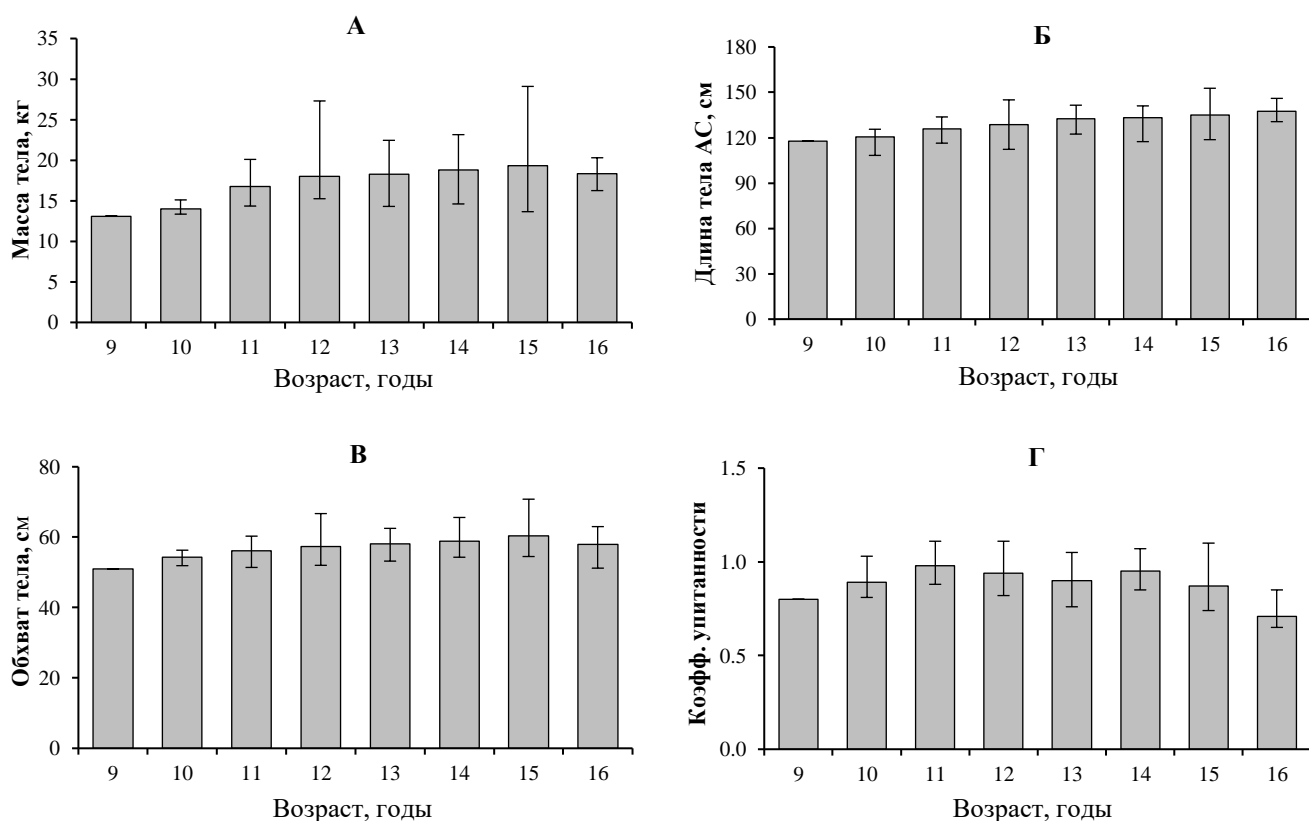


Рисунок 4.7 – Динамика размерных показателей самок тройного гибрида (РО × СО) × АО

Упитанность самок. Упитанность самок тройного гибрида от первого к третьему нересту возросла с 0,80 до максимальной средней величины 0,98 (рисунок 4.7, Г). Затем до возраста 14 лет величина упитанности варьировала в пределах 0,90-0,95. За две последние нерестовые кампании упитанность тела самок снизилась до минимального значения 0,71. Мы связываем это с недостатком кормовой базы в сентябре 2016 и 2017 гг.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. Первая самка тройного гибрида после введения гормоностимулирующего препарата созрела в 9-летнем возрасте. В возрасте 10 лет созрело лишь 50 % инъецированных самок. В дальнейшем по мере увеличения возраста созреваемость самок после введения сурфагона варьировала в пределах 82-100 %, составив в среднем 93 %.

Длительность созревания самок после инъецирования. Все нерестовые кампании самок тройного гибрида осетровых происходили в период между 12 и 18 мая 2011-2018 гг. при температурах воды 15,4-16,4 °С. Созревание гибридной

формы занимало больший промежуток времени, чем у амурского осетра, и было более близким к сибирскому осетру ленской популяции. Первые, наиболее готовые к нересту самки с ядром, расположенным близко к анимальному полюсу, созревали через 24-26 ч. Время созревания последних самок того же возраста увеличивалось до 32-34 ч.

Возраст и масса впервые созревающих самок и самцов. Первых созревающих самцов тройного гибрида с семенниками на III-IV стадии зрелости массой 8,4-12,2 кг и самок с ооцитами на II стадии зрелости массой 9,5-20,0 кг в количестве 15 особей выявили при осенней бонитировке 2009 г. при возрасте осетров 7+. На следующий год в возрасте 8+ определили пол у всех самцов и 42 самок с ооцитами на II, III, III-IV и IV стадиях зрелости. Первая самка участвовала в нерестовой кампании в возрасте 9 лет. В 10-летнем возрасте удалось определить пол у всех остальных самок, имеющих массу от 7,6 до 20,2 кг. Последние самки гибрида созрели в возрасте 16 лет при массе тела 18,3-20,9 кг.

В литературных источниках приводятся данные о производителях гибрида между русским и сибирским осетрами (РО × СО) в осетровых хозяйствах европейской части России (Филиппова, Зуевский, 2009). Обычно самцы созревают на 2-3 года раньше самок. Первые самки гибридной формы созревают в 9 лет, последние – в 15 лет, что практически полностью соответствует срокам созревания тройного гибрида в Приморье. Масса самок РО × СО при первом созревании варьирует от 8,5 до 13,9 кг, составляя в среднем 10,2 кг, что также вполне согласуется с массой впервые созревающих самок (РО × СО) × АО в садках Лучегорской станции «НИР». Самки АО в местных условиях созревают позже – в возрасте от 8 до 16 лет – при более высокой массе тела от 10,0 до 28,2 кг.

Длительность созревания всей генерации самок тройного гибрида. Нами выявлено, что самки, имеющие набор геномов трех видов осетров из различных регионов России, имели более длительное время созревания всей генерации по сравнению с амурским осетром. Так, первая самка созрела в возрасте 9 лет. Последние «затянутые» самки этой генерации созрели в возрасте 15-16 лет при

массе тела 17-20 кг. Созревание самок по годам имело следующую динамику: 9 лет – 2 %; 10 лет – 19; 11 лет – 17; 12 лет – 38; 13 лет – 8; 14 лет – 4; 15 лет – 10 %. Большинство особей, или 74 % от общего количества самок, созрели в возрасте 10-12 лет. Разница в сроках созревания первой и последней самки составила 7 лет.

Межнерестовые интервалы самок, количество нерестов. Проведенные нами исследования показали, что межнерестовые интервалы самок гибрида трех видов осетровых распределились следующим образом: пропускающие два года – 47 %; пропускающие два-три года – 15; пропускающие три года – 35, пропускающие три-четыре года – 3 %. Таким образом, преобладающее большинство самок пропускали два или два-три года между нерестами. В общей сложности, межнерестовые интервалы 97 % самок составляли 2-3 года.

В условиях тепловодного садкового хозяйства в европейской части России минимальный межнерестовый интервал гибрида РО × СО составляет два года, сумма температур за это время должна быть не менее 9000 градусо-дней (Филиппова, Зуевский, 2009).

Межнерестовые интервалы самок гибрида РО × СО, содержащихся в садках Лучегорской станции «НИР», следующие: нерестящиеся ежегодно или пропускающие два года – 81 %, пропускающие два-три года – 19 %. Самки АО имеют следующие межнерестовые интервалы: нерестящиеся ежегодно или пропускающие два года – 75 %; пропускающие два-три года – 22; пропускающие три-четыре года – 3 % (Рачек, Амвросов, 2018).

Самки тройного гибрида в зависимости от сроков созревания и межнерестовых интервалов нерестились от 1 до 4 раз. Имелись самки, которые не отнерестились ни разу и подлежат выбраковке. Распределение самок по числу участия в нерестовых кампаниях следующее: ни разу не отнерестившиеся – 4 %; отнерестившиеся один раз – 21; два раза – 36; три раза – 25; четыре раза – 14 %.

Формирование половых клеток самок тройного гибрида. Выявлено, что период формирования половых клеток большинства впервые созревающих самок тройного гибрида продолжался два года. Преобладающее большинство отнерестившихся самок

стившихся весной самок к осени имели гонады с ооцитами на II, II-III и III стадиях зрелости, а осенью следующего года имели ооциты на завершенной IV стадии зрелости и принимали участие в нересте после зимовки. Некоторые самки осенью в год нереста имели ооциты на III-IV стадии зрелости. Только к осени следующего года их ооциты переходили на IV стадию зрелости, а икринки при последующем нересте отличались укрупненными размерами.

Однако имелись самки, ооциты которых после нереста в возрасте 12 и 13 лет находились на II стадии зрелости, год спустя на II-III, III или III-IV стадиях зрелости, и лишь осенью в возрасте 14 и 15 лет на IV стадии зрелости. У этих самок межнерестовый интервал составлял 3 года.

Масса полученной икры. Минимальное количество икры 0,75-1,32 кг получали от первых созревших самок в возрасте 9 и 10 лет. Затем масса икры практически ежегодно возрастала и достигла наибольшего среднего значения 2,99 кг к возрасту осетров 14 лет (рисунок 4.8, А). В возрасте 15-16 лет масса продуцируемой икры сократилась на 0,77-0,85 кг и находилась в пределах 2,14-2,24 кг. Мы связываем это с сокращением норм кормления рыбы в два раза в сентябре 2016 и 2017 гг.

В среднем за 8 лет эксплуатации тройных гибридов за одну нерестовую кампанию от одной самки получали 2,28 кг икры (таблица 4.4).

Масса икринок. Самая мелкая икра массой 13,1 мг отмечена у впервые нерестящейся молодой самки в возрасте 9 лет. Затем навеска икринок возрастала и достигла среднего значения 22,5 мг при максимуме 27,5 мг в возрасте 13 лет (рисунок 4.8, Б). В три последующих года наблюдалось постепенное снижение средней массы икринок до значения 15,2 мг. Средняя масса икринок за весь период наблюдений приближалась к 18 мг (таблица 4.4).

Рабочая плодовитость. Минимальное значение РП 83 тыс. икр. зарегистрировано у впервые созревших самок в возрасте 10 лет, а максимальное 186 тыс. икр. отмечено у самок в возрасте 14 лет (рисунок 4.8, В). В последующие два года рабочая плодовитость снизилась до 126-138 тыс. икр. В среднем РП составила около 132 тыс. икр. (таблица 4.4).

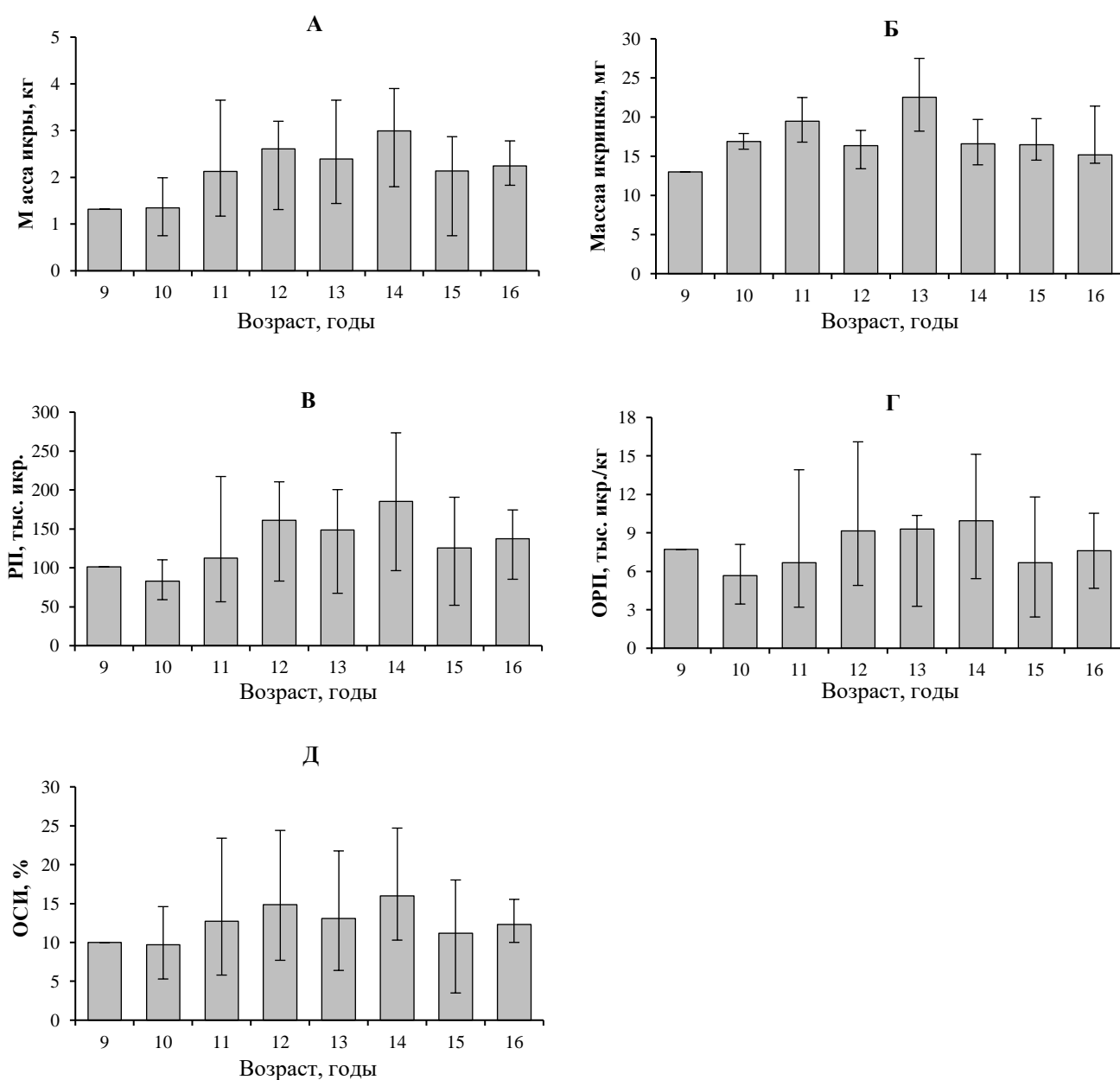


Рисунок 4.8 – Динамика продукционных показателей самок тройного гибрида (РО × СО) × АО

Относительная плодовитость. Динамика ОП практически полностью повторяла динамику РП. Минимальное значение этого показателя 5,7 тыс. икр./кг наблюдалось у десятилетних особей. Наибольшее среднее значение 9,9 тыс. икр./кг отмечено у самок в возрасте 14 лет, а максимальное – 16,1 в возрасте 12 лет (рисунок 4.8, Г; таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Средние продукционные показатели самок тройного гибрида (РО × СО) × АО генерации 2002 г. в возрасте от 9 до 16 лет за один нерест (n = 110 нерестов)

Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
M±m	17,9±0,3	2,28±0,07	17,6±0,3	131,5±4,8	7,44±0,26	12,80±0,40
Lim	13,1-29,1	0,75-3,90	13,1-27,5	52,0-273,4	2,40-16,10	3,50-24,70
Cv	16,2	32,7	15,6	37,3	36,6	32,0

Осоматический индекс. Минимальный выход икры ниже 10 % от массы тела наблюдался у самок в возрасте 10 лет. Наибольший средний выход икры 16 % отмечен в возрасте 14 лет. В то же время у некоторых элитных самок в возрасте от 11 до 14 лет он достигал значений 22-25 %. Однако средний выход икры оказался значительно ниже и составил 12,8 % (рисунок 4.8, Д; таблица 4.4).

Сравнение продукционных показателей гибрида (РО × СО) × АО, гибрида РО × СО и АО.

От самок тройного гибрида икру начали получать с 2011 г. Самки простого гибрида РО × СО и АО постоянно участвовали в нерестовых кампаниях на Лучегорской станции «НИР» с 2001-2002 гг. (Рачек и др., 2010). Для корректного сравнения используем осредненные продукционные показатели самок двух гибридных форм и чистой линии АО близкого возраста от 8-9 до 15-16 лет, эксплуатировавшимися на Лучегорской станции «НИР» в различные периоды в течение 8 лет (таблица 4.5).

Масса тела самок тройного гибрида оказалась промежуточной между гибридной формой РО × СО и чистой линией АО. Самки тройного гибрида были достоверно меньше самок АО на 4,8 кг (21 %) и больше самок простого гибрида на 3,7 кг (21 %). Выход икры у тройного гибрида ниже чем у АО на 0,70 кг (23 %), но выше РО × СО на 0,21 кг (9 %). Масса икринок у тройного гибрида меньше, чем у простого гибрида на 8 %, но больше, чем у АО на 9 % (Амвросов, Рачек, 2020).

Таблица 4.5 – Средние продукционные показатели самок исходных линий для скрещивания и тройного гибрида, участвовавших в нерестовых кампаниях в течение 8 лет с момента первого созревания

Вид, гибрид	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
PO × CO	14,2±0,4	2,07±0,10	19,1±0,5	107,0±5,8	7,60±0,35	14,4±0,7
АО	22,7±0,3	2,98±0,10	16,0±0,2	188,0±4,3	8,40±0,20	13,1±0,2
(PO × CO) × АО	17,9±0,3	2,28±0,10	17,6±0,3	132,0±4,8	7,40±0,26	12,8±0,4

РП у тройного гибрида ниже, чем у АО на 56 тыс. икр. (30 %), но выше, чем у гибрида PO × CO на 25 тыс. икр. (21 %). ОП ниже на 12 % по сравнению с осетром, и незначительно ниже, на 2,6 %, по сравнению с простым гибридом. Выход икры от массы тела у тройного гибрида оказался минимальным по сравнению с исходными линиями для скрещивания. Он оказался на 11,0 %, ниже чем у гибрида PO × CO, и на 2,3 % ниже, чем у АО.

По большинству рыбоводных и продукционных показателей в расчете на один нерест тройные гибриды (PO × CO) × АО превосходили простого гибрида PO × CO, но значительно отставали от аборигенного амурского осетра, занимая по большинству параметров промежуточное положение. По выходу икры от массы тела самки тройного гибриды заняли последнее место.

Взаимосвязь размерных и продукционных показателей. Выявлены слабые и средние положительные связи между возрастом и размерами самок гибрида с массой икры и РП ($r = 0,27-0,44$). Имеются высокая и очень высокая связи между массой икры, РП, ОП и ОСИ ($r = 0,83-0,92$). Между массой икры и массой икринки существовала отрицательная связь средней силы - 0,40-0,41.

Выживаемость. Из 55 первоначально выявленных самок в нересте участвовали 47 особей. Две самки до сих пор не созрели, пять самок отбраковали по экстерьерным признакам. Погибла лишь одна самка, два раза участвовавшая в нересте в возрасте 10 и 12 лет. Выживаемость самок тройных гибридов, использованных в нересте, за восьмилетний период эксплуатации составила 98 %.

4.5. Гибриды калуги со стерлядью

С 2005 г. ТИНРО проводит селекционные работы по межродовой гибридизации волжской стерляди с хищным аборигенным видом из р. Амур – калугой (Рачек, Скирин, 2008; Сафронов и др., 2021). Мы предполагали получить в перспективе фертильного дальневосточного аналога гибрида белуги со стерлядью – бестера, с которого началось товарное осетроводство в России.

В результате экспериментов в 2005 и 2006 гг. нам удалось получить первых реципрокных гибридов стерляди с калугой, которых назвали кастер лучегорский и кастер (патент № 6538, патент № 6539). В дальнейшем они стали основными объектами товарного осетроводства в Приморском крае (Рачек и др., 2009). Однако через три года после начала экспериментов появились отечественные и зарубежные публикации, доказывающие генетическую отдаленность калуги и белуги, стерильность кастеров и бесперспективность создания маточного стада (Vasil'ev, et al. 2008; Васильев и др., 2009).

Вопреки прогнозам в возрасте 5 лет созрели практически все самцы кастеров, а через несколько лет начали созревать отдельные самки (Рачек и др., 2010). К 2018г. получили уже 12 генераций кастеров для товарного культивирования, сформированы и формируются РМС гибридов генераций 2005, 2006, 2007 и 2008 гг. Часть икры созревших самок использовалась для проведения селекционных работ, другая часть использовалась в качестве товарной продукции (Рачек, 2018).

4.5.1. Гибрид «стерлядь × калуга» (кастер лучегорский)

История формирования маточного стада. Первая генерация кастера лучегорского получена в 2005 г. путем скрещивания трех самок стерляди в возрасте 13-14 лет с самцом калуги в возрасте 9 лет.

Соотношение самок и самцов. В РМС отобрали 180 особей гибрида из товарной рыбы. С момента созревания первых особей и до настоящего времени отбраковали 162 экз. (90 %) достоверно определенных самцов и стерильных особей.

К возрасту 15 лет в РМС насчитывалось 18 самок, или 10% от первоначального количества ремонта.

Масса, длина и обхват тела. Первая созревшая самка гибрида в возрасте 9 и 10 лет имела одинаковую массу 16,9 кг. К 15 годам средняя масса созревающих самок увеличилась до 26,20 кг при максимуме 34,85 кг. Ухудшение кормовых условий не вызвало снижения массы гибридов (рисунок 4.9, А).

Длина тела самок по мере участия в новых нерестовых кампаниях постепенно возрастала со 123,3 до 142,5 см (рисунок 4.9, Б).

Обхват тела гибрида во время повторного нереста первой созревшей самки в возрасте 10 лет несколько снизился с 57 до 55 см. Затем в течение трех лет он ежегодно увеличивался и достиг 69 см в 15-летнем возрасте (рисунок 4.9, В).

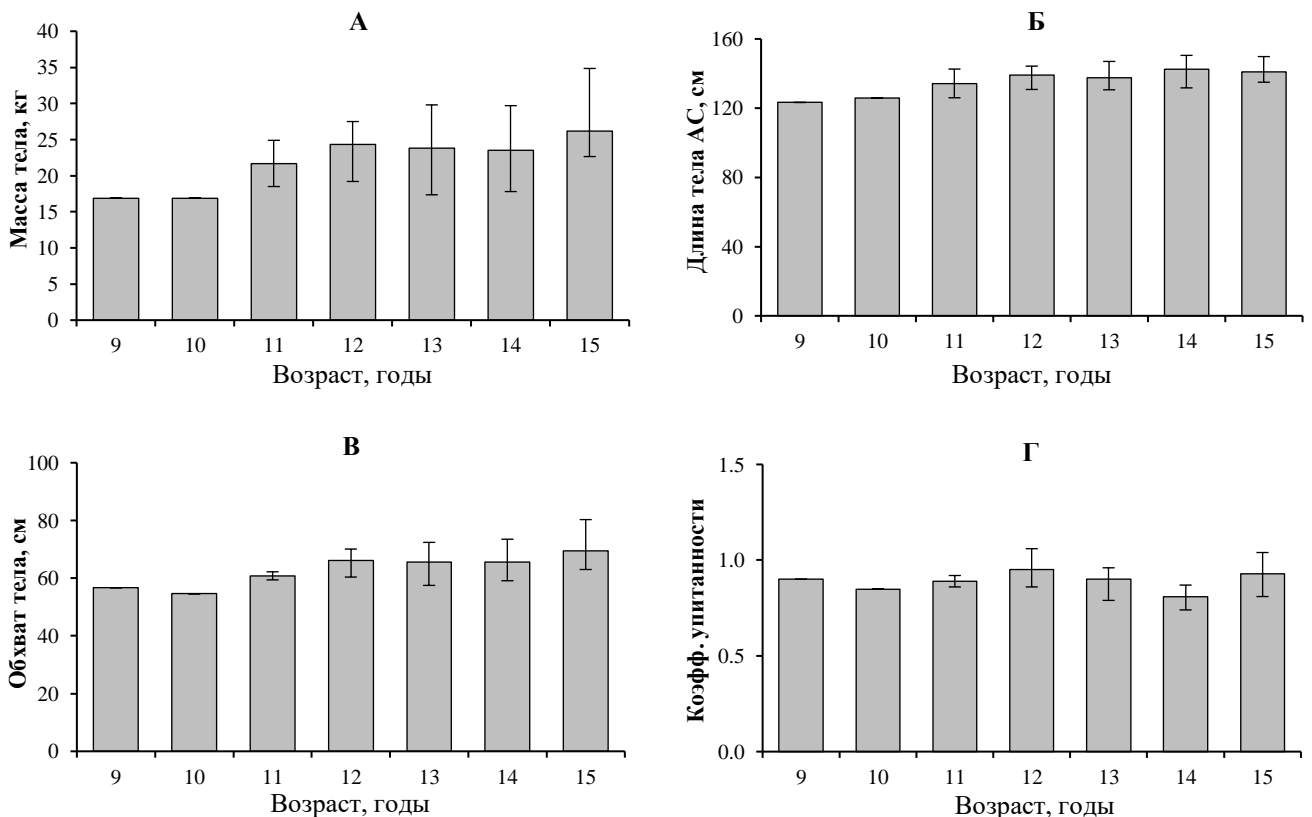


Рисунок 4.9 – Динамика размерных показателей самок гибрида Ст × К

Упитанность тела самок. До возраста 12 лет, когда в нересте участвовали преимущественно одни и те же самки, их упитанность возрастала (рисунок 4.9, Г). При вступлении в репродуктивный период новых самок в возрасте 13-15 лет упи-

танность снизилась и варьировала в пределах 0,81-0,93. Ухудшение кормовых условий вызвало только некоторое снижение упитанности тела самок в возрасте 13-14 лет, практически не отразившись на их массе, длине и обхвате тела.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. При различных нерестовых температурах созреваемость самок кастера лучегорского после введения гормоностимулирующего препарата всегда составляла 100 %.

Длительность созревания самок после инъектирования. Длительность созревания самок кастера лучегорского после инъекций гормоностимулирующим препаратом при температурах воды 12,0-12,5 °С составляла 38-39 ч. При более высоких температурах – 13-15 °С – время созревания сокращалось до 30-32 ч, при температурах 15-17 °С – до 26 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, соматический рост самок. В результате проведенных исследований выявлено, что первая самка кастера лучегорского созрела в возрасте 9 лет при массе тела 16,9 кг. Затем она нерестилась в возрасте 10, 11, 12, 13 и 14 лет. Масса ее тела изменялась незначительно и составила 17,0 кг в возрасте 14 лет. Вторая самка этой генерации впервые созрела в возрасте 11 лет при массе тела 25 кг и вновь нерестилась в 13 и 14 лет при массе тела 29,8 кг. Третья самка кастера лучегорского впервые принимала участие в нересте в возрасте 12 лет при массе тела 27,5 кг. Пропустив один год, самка участвовала в нересте 2019 г. при массе тела 25,7 кг. Семь самок в возрасте 14-15 лет впервые отнерестились в 2019 и 2020 гг., имея массу от 20,50 до 34,85 кг. Восемь самок гибрида еще ни разу не участвовали в нерестовых кампаниях.

Длительность созревания производителей одной генерации. Таким образом, из 18 сохранившихся самок созрели: в возрасте 9 лет – 5 %, 11 лет – 5, 12 лет – 5, 13 лет – 11, 14 лет – 16, 15 лет – 21 %. Ни разу не созрели – 37 % самок.

Межнерестовые интервалы производителей и формирование половых клеток самок. К настоящему времени в нересте принимали участие 10 самок кастера лучегорского. Одна из них, созревшая первой в возрасте 9 лет, нерестилась ежегодно в течение 6 нерестовых сезонов. Вторая и третья самки, впервые со-

зревшие в возрасте 11 и 12 лет, повторно нерестились через два года, а затем ежегодно. Еще семь самок впервые отнерестились в возрасте 14 и 15 лет.

Ооциты самок, пропускающих два года, осенью в год нереста находились на II-III стадиях зрелости, а осенью следующего года достигали IV завершенной стадии зрелости.

Таким образом, 3 неоднократно участвующие в нересте самки распределились по межнерестовым интервалам следующим образом: нерестящаяся ежегодно – 33,3 %, пропускающие два года, а затем нерестящиеся ежегодно – 66,7 %. Об остальных самках говорить еще рано, так как они созрели всего по одному разу или не созрели ни разу. Ооциты последних особей до сих пор находятся на II, II-III и III стадиях зрелости.

По кратности участия в нерестовых кампаниях гибриды распределились следующим образом: нерестившиеся 6 раз – 5 %; 3 раза – 5; 2 раза – 15; 1 раз – 35; ни разу – 40 %.

Масса полученной икры. Исследования показали, что средняя масса икры, полученной от гибридов Ст × К, имела максимальные значения около 2 кг в возрасте 11 и 12 лет, когда в нересте участвовали 3 повторно созревшие самки. В возрасте 13-15 лет, когда в репродуктивный период начали вступать новые впервые созревшие самки, масса икры постепенно снижалась. Минимальное значение массы икры 1,06 кг зарегистрировано в возрасте 15 лет, когда в нересте участвовали только впервые созревшие самки гибрида. Некоторые из этих самок, отставших по возрасту созревания на несколько лет и имевших высокую массу тела, продуцировали минимальные объемы икры 0,18-0,42 кг (рисунки 4.10, А).

Самка, созревшая первой и отдававшая икру ежегодно в течение шести сезонов подряд, продуцировала в возрасте 9, 10, 11, 12, 13 и 14 лет соответственно 1,48 кг; 1,62; 1,90; 2,61, 1,31 и 1,63 кг икры. Самка, созревшая второй, продуцировала по 2,2 кг икры в возрасте 11 и 14 лет, однако в возрасте 13 лет, после пропуска одного года, масса икры была значительно ниже – 1,51 кг. Самка, созревшая третьей в возрасте 12 лет, продуцировала 1,32 кг икры, а через 2 года в возрасте

14 лет – всего лишь 0,97 кг. По мере увеличения возраста самок с 10 до 15 лет вариабельность массы полученной икры возросла с 14 до 56 %.

В среднем за одну нерестовую кампанию от самки кастера лучегорского получили 1,45 кг икры (таблица 4.6).

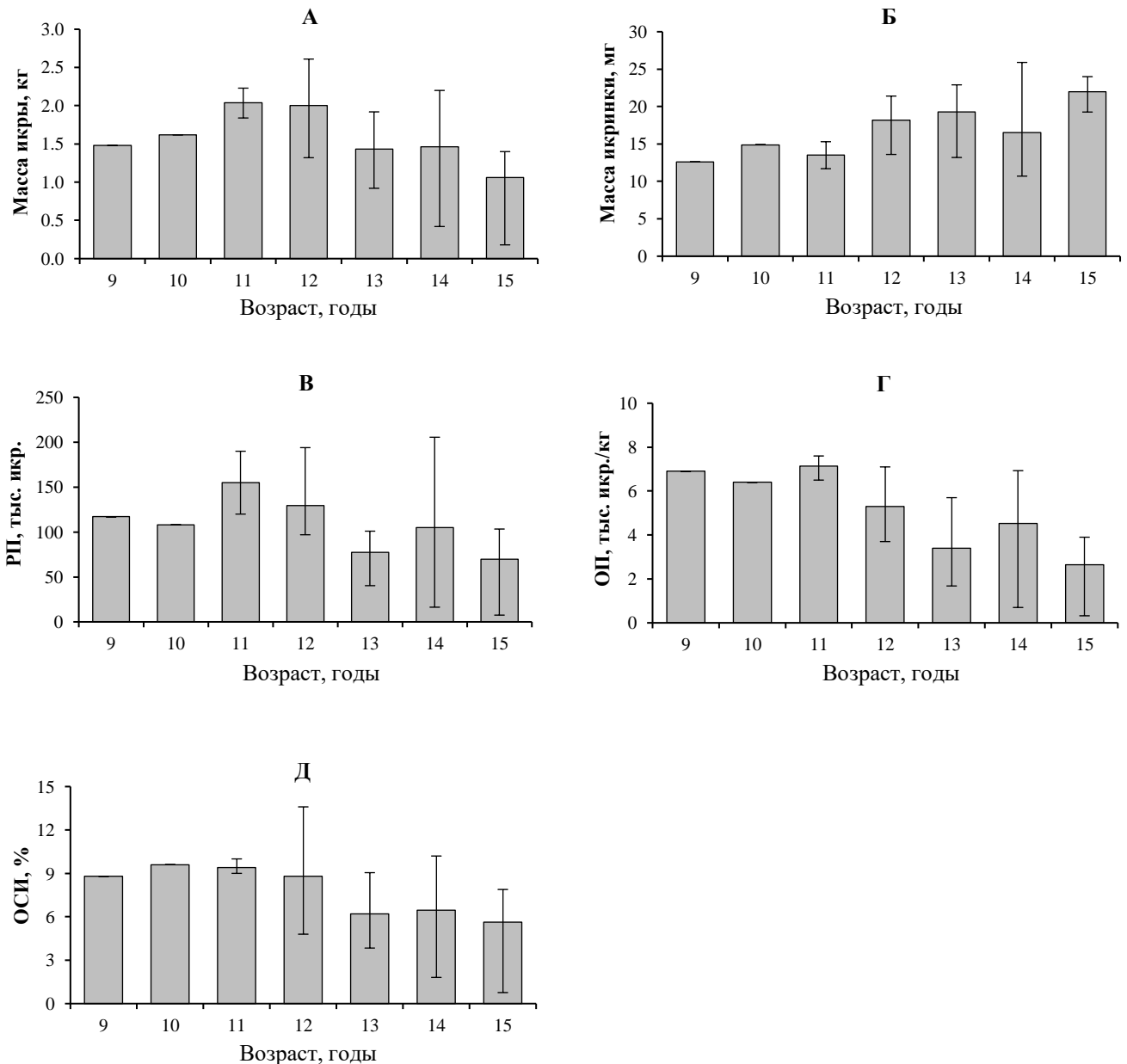


Рисунок 4.10 – Динамика продукционных показателей самок гибрида Ст × К

Масса икринок. Самые мелкие по массе икринок отмечены у впервые нерестящейся самки в возрасте 9 лет. Минимальная (10,7 мг) и максимальная (25,9 мг) массы икринок отмечены у самок в возрасте 14 лет. В среднем масса икринок составляла более 18 мг (рисунок 4.10, Б; таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Продукционные показатели самок гибридов Ст × К генерации 2005 г. в возрасте от 9 до 15 лет за один нерест (n = 23 нереста)

Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
M±m	23,4±1,0	1,45±0,13	18,2±0,9	95,6±11,0	4,2±0,5	6,80±0,70
Lim	16,9-34,9	0,15-2,61	10,7-25,9	7,0-206,0	0,3-7,6	0,60-13,60
Cv	19,8	43,5	24,9	55,3	54,5	47,1

Рабочая плодовитость самок. Средняя РП самок кастера лучегорского была наиболее высокой в возрасте рыбы 11 лет, составив 155 тыс. икр. Однако наибольшего значения 206 тыс. икр. этот важный продукционный показатель достиг у самки гибрида массой 30 кг в возрасте 14 лет с самыми мелкими икринками (рисунок 4.10, В). Среднее значение РП оказалось несколько выше 95 тыс. икр. (таблица 4.6).

Относительная плодовитость. Этот показатель имел наибольшее среднее значение 7,3 тыс. икр./кг массы в возрасте самок 11 лет при минимальной вариативности 32 % (рисунок 4.10, Г). К 15 годам ОП снизилась до 6,4 тыс. икр./кг при значительном увеличении вариативности. Среднее значение этого показателя составило 4,2 тыс. икр./кг массы рыбы (таблица 4.6).

Осоматический индекс. ОСИ гибридов был постоянно невысоким и его средние значения во всех возрастных группах никогда не превышали 10 % при максимуме около 14 % у одной из самок в возрасте 12 лет (рисунок 4.10, Д). Также как РП и ОП, он имел минимальные средние показатели 6,2 и 5,6 % в возрасте осетров соответственно 13 и 15 лет. В среднем, этот показатель оказался менее 7 % (таблица 4.6).

Выживаемость. Выживаемость самок кастера лучегорского за период экспериментов составила 100 %.

4.5.2. Гибрид «калуга × стерлядь» (кастер)

История формирования РМС. Гибрид К × Ст генерации 2006 г. получен путем скрещивания 2 самок калуги в возрасте 10 лет с 4 самцами стерляди в возрасте 8 лет.

Соотношение самок и самцов. Осенью 2012 г. в РМС отобрали 100 гибридов К × Ст в возрасте 6+ с хорошим экстерьером. В дальнейшем количество самок составило 13 % от первоначальной численности РМС, самцов – 42 %, стерильных особей – 45 %. Соотношение самок и самцов 1,0:3,2.

Масса, длина и обхват тела. В общей сложности в пяти нерестовых кампаниях приняли участие 8 самок кастера. Первые созревшие самки гибридов в возрасте 9, 11 и 13 лет имели массу соответственно 19,5, 26,2 и 26,9 кг. У 14-летних особей масса тела составила около 30 кг при максимуме 36 кг (рисунок 4.11, А). В возрасте 10 лет ни одна из самок не созрела.

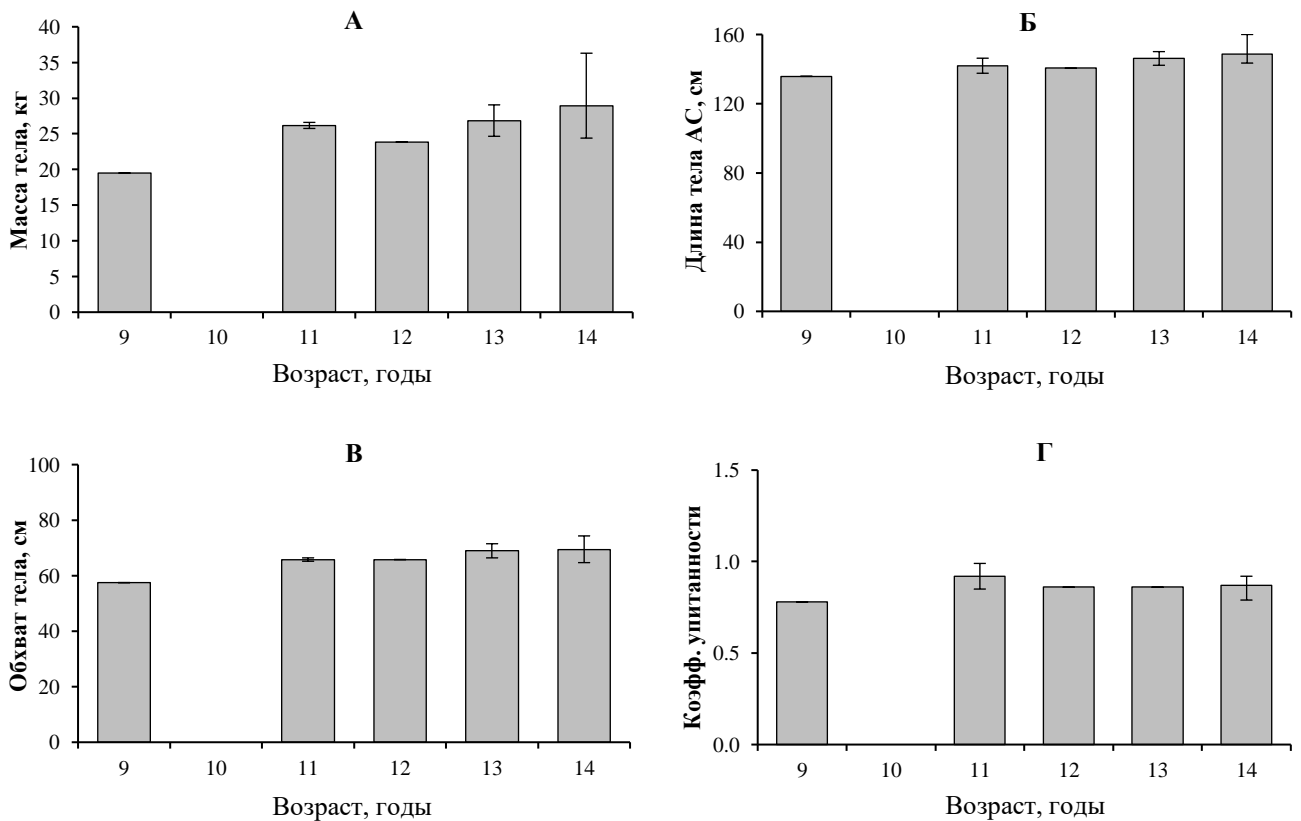


Рисунок 4.11 – Динамика размерных показателей самок гибрида К × Ст

Минимальная и максимальная длины тела в возрасте 9 и 14 лет варьировали от 142 до 149 см при максимуме 160 см (рисунок 4.11, Б).

Обхват тела самок на протяжении всех нерестовых кампаний постепенно возрастал с 57,5 до 70,0 см (рисунок 4.11, В).

Упитанность тела самок. Упитанность тела имела минимальное значение 0,78 у первой созревшей самки, возросла до 0,92 у этой же самки в возрасте 11 лет, а затем в течение 3 последних лет практически не изменялась, варьируя в пределах 0,86-0,87 (рисунок 4.11, Г).

Как и у кастера лучегорского, ухудшение кормовых условий не отразилось на массе, длине и обхвате тела гибридов, которые продолжали расти, а упитанность осталась на прежнем уровне (рисунок 4.11).

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. При различных нерестовых температурах созреваемость самок кастера в возрасте от 9 до 13 лет после введения гормоностимулирующего препарата практически всегда составляла 100 %. Лишь в одном случае в возрасте 13 лет и в трех случаях в возрасте 14 лет рыба не созрела из-за произошедшей непосредственно перед нерестом резорбции икры. В обеих нерестовых кампаниях это было связано с перезреванием самок из-за позднего проведения нереста по техническим причинам в конце второй и середине третьей декады мая при температурах 18-19 °С. В целом из 15 участвовавших в 6 нерестах особей созрели 11, или 73 %.

Длительность созревания самок после инъектирования. Во всех температурных диапазонах длительность созревания самок кастера после инъекций практически совпадала с таковой у кастера лучегорского. При температурах воды 12,0-12,5 °С она составляла 38-39 ч. При более высоких температурах – 13-15 °С – время созревания сокращалось до 30-32 ч, при температурах 15-17 °С – до 26 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, соматический рост самок. Первая самка кастера созрела в возрасте 9 лет при массе тела 19,5 кг и вновь участвовала в нересте в возрасте 11 лет. За 2 года масса ее тела возросла с 19,5 до 26,6 кг. Прирост составил более 7 кг. Пропустив один год, она должна бы-

ла вновь нереститься в возрасте 13 лет, но произошла резорбция икры и масса самки снизилась до 23,2 кг. Вторая самка, созревшая в 11 лет, затем участвовала в нересте еще два года подряд в 12 и 13 лет. За эти годы ее масса снизилась и составляла соответственно 25,8, 23,9 и 24,7 кг. Третья и четвертая самки созрели в возрасте 13 лет при массе 28-29 кг. Последние 4 самки, впервые созревшие в возрасте 14 лет, имели массу тела от 24,4 до 36,3 кг.

Длительность созревания производителей одной генерации. Созревание первых 4 самок кастера растянулось на 4 года с 9 до 13 лет. Еще 4 самки созрели в возрасте 14 лет. Однако оставшиеся 5 самок РМС еще ни разу не принимали участие в нерестовых кампаниях и имели ооциты на II стадии зрелости. Таким образом, из 13 имеющихся самок в возрасте 9 лет созрело 7,7 %, 11 лет – 7,7, 13 лет – 15,4, 14 лет – 30 %. Возраст созревания 15 и более лет – 39 %.

Межнерестовые интервалы производителей и формирование половых клеток самок. К настоящему времени в нересте принимали участие 8 самок кастера, 6 из них по одному разу. Об их межнерестовых интервалах говорить пока не приходится. Самка, созревшая первой в возрасте 9 лет, отнерестилась через год в 11 лет и должна была отнереститься в 13 лет, но этому помешала резорбция ооцитов. Самка, созревшая второй, нерестилась три раза подряд в возрасте 12, 13 и 14 лет. Таким образом, 2 неоднократно участвующие в нересте самки распределились по межнерестовым интервалам следующим образом: нерестящиеся ежегодно – 50 %, пропускающие два года между нерестами – 50 %.

Масса полученной икры. Масса икры, полученной от первой созревшей в возрасте 9 лет самки составила 1,07 кг. Среднее значение массы продуцируемой икры снизился до 0,81 кг при нересте в 11 лет, когда икру отдавала эта же повторно созревшая самка и одна впервые созревшая (рисунок 4.12, А).

В два последующих года масса икры постепенно возрастала, достигнув значения 1,34 кг. При нересте в возрасте 14 лет, в котором принимали участие только поздно созревшие впервые нерестящиеся самки, средняя масса икры резко снизилась до 0,185 кг при колебаниях от 0,150 до 0,260 кг. На снижение объемов икры повлияла начавшаяся резорбция при высоких температурах воды. В среднем, за

одну нерестовую кампанию от самки кастера получили 0,710 кг икры. Это на 0,745 кг меньше, чем у кастера лучегорского (таблица 4.7).

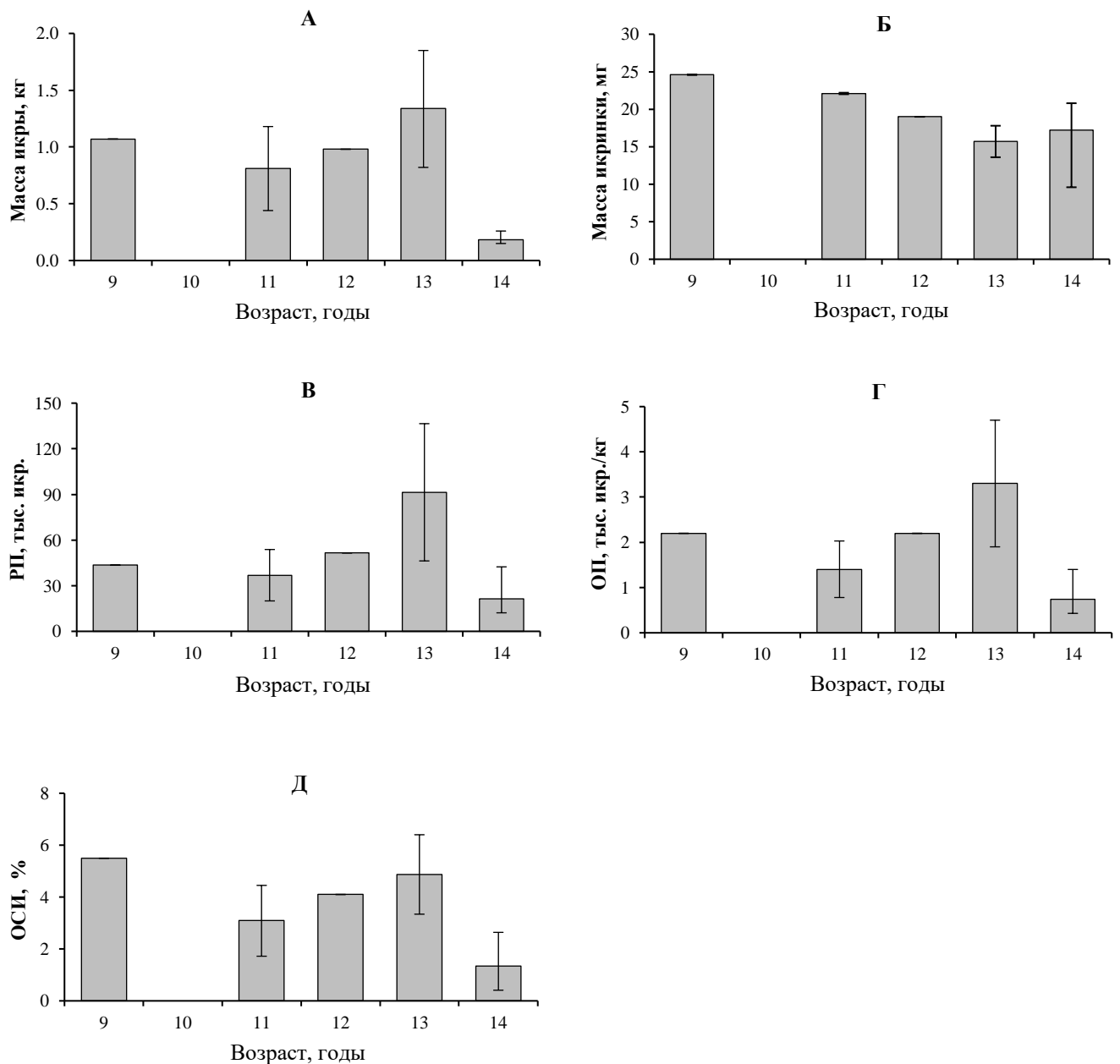


Рисунок 4.12 – Динамика продукционных показателей самок гибрида К × Ст

Масса икринок. Самые крупные икринки массой 24,6 мг отмечены у первой созревшей самки в возрасте 9 лет. С возраста 11 до 13 лет масса икринок постепенно снижалась и несколько увеличилась у самок в возрасте 14 лет (рисунок 4.12, Б). У самок в возрасте 13-14 лет отмечена наиболее высокая разница в размерах икринок. Так, минимальная масса икринок составила 9,6-13,5 мг, а максимальная – 20,8 мг. У самок кастера лучегорского наблюдалась противоположная

картина – средняя масса икринок с возрастом увеличивалась (рисунок 4.11, Б). Средняя масса икринок кастера за период наблюдений составила 18,8 мг, что на 0,6 мг больше, чем у кастера лучегорского, но различия между двумя навесками недостоверны (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Продукционные показатели самок гибридов Ст × К генерации 2005 г. (n = 23 нереста) в возрасте от 9 до 15 лет и гибридов К × Ст генерации 2006 г. (n = 11 нерестов) в возрасте от 9 до 14 лет за один нерест

Гибридная форма самок	Показатель	Масса тела самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
Гибрид Ст × К	M±m	23,4±1,0	1,45±0,13	18,2±0,9	95,6±11,0	4,2±0,5	6,80±0,70
	Lim	16,9-34,9	0,15-2,61	10,7-25,9	7,0-206,0	0,3-7,6	0,60-13,60
	Cv	19,8	43,5	24,9	55,3	54,5	47,1
Гибрид К × Ст	M±m	26,5±1,4	0,71±0,18	18,8±1,4	43,8±11,0	1,7±0,4	3,10±0,60
	Lim	19,5-36,3	0,15-1,85	9,6-24,6	12,0-137,0	0,4-4,7	0,40-6,40
	Cv	17,1	80,4	23,3	83,1	76,4	65,1

Рабочая плодовитость самок. РП самок кастера достигла максимума 91,4 тыс. икр. в возрасте 13 лет. Это напрямую связано с наибольшим количеством полученной икры и минимальной массой икринок в этот период (рисунок 4.12, Б, В, Г). В возрасте осетров 14 лет РП резко снизилась в 4,3 раза по сравнению с 13-летними самками (рисунок 4.12, В). Среднее значение РП кастера оказалось в 2,2 раза ниже, чем у кастера лучегорского (таблица 4.7).

Относительная плодовитость. Этот показатель имел минимальное среднее значение в возрасте самок 11 лет и максимальное в – 13 лет (рисунок 4.12, Г). У 14-летних самок ОП снизилась в 4,5 раза по сравнению с 13-летними особями. Среднее значение этого показателя за все нерестовые кампании составило 1,68 тыс. икр./кг массы рыбы, что 2,5 раза ниже, чем у кастера лучегорского (таблица 4.7).

Осоматический индекс. Динамика ОСИ кастера полностью повторяла динамику РП и ОП по годам. Максимальное значение этого показателя 5,5 % отмечено у первой созревшей самки гибрида. Затем ОСИ снизился в возрасте 11 лет

при повторном нересте этой самки и возрос до 4,9 в возрасте рыбы 13 лет, когда в репродуктивный период вошли две новых самки (рисунок 4.12, Д). У самок, впервые вступивших в нерест в возрасте 14 лет, этот показатель резко снизился в 3,2 раза. В среднем за все нерестовые кампании ОСИ несколько превысил 3 %, что в 2,2 раза ниже, чем у кастера лучегорского (таблица 4.7).

Таким образом, самки кастера, масса которых была на 3 кг больше, чем у кастера лучегорского, продуцировали в 2,1 раза меньше икры близкого размера, их РП, ОП и ОСИ были в 2,2-2,5 раза ниже, чем у кастера лучегорского (таблица 4.9). Ооциты кастера оказались более подвержены резорбции перед нерестом, чем ооциты кастера лучегорского.

Взаимосвязь размерных и продукционных показателей. Корреляционные связи обеих гибридных форм значительно отличались от других видов и гибридов. Так, связи между размерными показателями и массой икры кастера лучегорского были очень слабыми отрицательными. Связи размеров с ОСИ были отрицательными слабыми и средними ($r = -0,41-0,56$). Масса икры имела высокую положительную корреляцию с РП, ОП и ОСИ ($r = 0,74-0,87$). Масса икринки имела среднюю и высокую отрицательную связь с РП и ОП на уровне $-0,65-0,76$.

Возраст, размеры тела и масса икры кастера имели отрицательную связь средней и высокой силы с массой икринки ($r = -0,54-0,83$). Масса икры имела высокую и очень высокую положительную корреляцию с РП, ОП и ОСИ ($r = 0,86-0,96$). Масса икринки имела среднюю и высокую отрицательную связь с РП и ОП на уровне $-0,64-0,79$.

Выживаемость. Выживаемость самок кастера, использованных в нерестовых кампаниях, составила 100 %.

ГЛАВА 5. КОМПЛЕКСНАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИССЛЕДУЕМЫХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

На основании полученных систематизированных данных проведена комплексная сравнительная оценка биологических и продукционных показателей двух амурских видов осетровых рыб и шести гибридных форм этих видов с видами осетровых из других регионов РФ. Определены эффективность и целесообразность их использования для получения икры в целях воспроизводства или выработки товарной продукции.

5.1. Амурский осетр

В результате проведенных исследований выявлено, что количество самцов во всех исследуемых исходных генерациях амурского осетра из тепловодного хозяйства всегда превышало количество самок. Соотношение самок и самцов амурского осетра варьировало от 1,0:1,1 до 1,8:1,8. В маточном стаде амурского осетра первого селекционного поколения генерации 2003 г., в отличие от исходных маточных стад, преобладали самки. Соотношение самок и самцов составляло 2,0:1,0. В природных популяциях амурского осетра соотношение самок и самцов ранее было близким 1,0:1,0 или самки преобладали над самцами в два раза (Солдатов, 1915; Свирский, 1967). В последние десятилетия в связи с массовым браконьерством, когда, в основном отбираются самки, соотношение полов изменилось, и количество самцов стало превышать количество самок в 2 раза – до 1,0:2,0 (Косшелев, 2010).

Во всех возрастных группах четырех исследуемых генераций «тепловодные» самки АО превосходили «тепловодных» самцов по массе, длине, обхвату тела и упитанности. Природные самки АО также превосходили самцов по длине тела, массе тела и упитанности, как и «тепловодные» особи.

Исследования, проведенные на р. Амур в период с 1991 по 2012 г., показали, что средние длина и масса тела модальных групп амурского осетра в нерестовых популяциях составляли 120-150 см и 10-20 кг (Сытова и др., 2004). Однако все эти показатели осетров из р. Амур ниже, чем у самок исходных маточных стад из тепловодного хозяйства.

Возраст созревания первых производителей из садков тепловодного хозяйства напрямую зависел от условий содержания и нагула в период выращивания ремонтa. Самцы амурского осетра всегда созревали на 1-2 года раньше самок в возрасте 6-7 лет. В благоприятных условиях содержания при средней плотности посадки и хороших условиях нагула первые самки исходных маточных стад одного поколения созревали в 8 лет, последние – в 10 лет (таблица 5.1).

Самцы амурского осетра из природной среды обитания созревали на 3-6 лет позже, а самки – на 6-9 лет позже при значительно меньших линейных размерах и массе тела (Свирский, Рачек, 2005; Кошелев и др., 2009; Кошелев, 2013).

Результаты исследований показали, что при неблагоприятных условиях содержания и нагула созревание «тепловодных» самок могло растянуться на 5 лет в возрасте с 9 до 13 лет (Рачек, Скирин, 2010). Длительность созревания самок первого селекционного поколения, получающих в последние годы недостаточное количество кормов, оказалась максимальной и составила 6 лет. От 78 до 80 % самок обоих стад созревали ежегодно или с пропуском в 2 года. В одной из старших генераций до 13 % особей нерестились ежегодно.

Природные производители амурского осетра имели гораздо большие нерестовые интервалы. Самцы нерестились один раз в 2-4 года, самки один раз в 4-5 лет (Свирский, Рачек, 2005; Кошелев и др., 2009; Кошелев, 2013).

При нерестовой температуре 13-15 °С для устойчивого созревания свыше 91 % самок и 95-100 % самцов амурского осетра достаточно однократной дозы гормоностимулирующего препарата «сурфагон».

Таблица 5.1 – Биологические и продукционные показатели самок амурского осетра различных маточных стад

Генерация самок	Возраст созревания первых самок, годы	Длительность созревания всех самок поколений, годы	Распределение по межнерестовым интервалам, %	Средняя масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр. /кг	ОСИ, %	Выживаемость самок, %
Исходные маточные стада, 1993,1996,1999 гг.	8-10	2-5	ежегодно или пропускающие 2 года – 78 %; пропускающие 2-3 года – 19 %	$\frac{19,4\pm 0,3}{12,6-28,9}$	$\frac{192,6\pm 6,8}{43-51}$	$\frac{7,3\pm 0,2}{2,6-13,5}$	$\frac{14,4\pm 0,3}{4,0-24,5}$	65
Первое селекционное поколение, 2003 г.	8	6	пропускающие 2 года – 80 %; пропускающие 2-3 года – 15 %	$\frac{16,0\pm 0,2}{7,8-28,7}$	$\frac{187,7\pm 4,3}{46-399}$	$\frac{8,4\pm 0,2}{1,95-18,3}$	$\frac{13,1\pm 0,2}{3,2-22,6}$	90

Таблица 5.2 – Обобщенные результаты получения овулировавшей икры на одну самку амурского осетра

Генерация самок	Статистический показатель	Средняя масса самок, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за одну нерестовую кампанию, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за все нерестовые кампании, кг	Отношение общей массы икры к массе тела, %	Кратность участия в нерестовых кампаниях, раз
Исходные маточные стада, 1996, 1996, 1999гг.	M±m Lim	$\frac{25,7\pm 0,6}{10,0-45,3}$	$\frac{3,75\pm 0,13}{0,70-10,53}$	$\frac{23,8\pm 1,9}{5,7-45,9}$	$\frac{92,7\pm 7,4}{22,3-176,3}$	4-8
Первое селекционное поколение, 2003 г.	M±m Lim	$\frac{22,7\pm 0,3}{12,3-36,1}$	$\frac{2,98\pm 0,07}{0,65-5,82}$	$\frac{8,7\pm 0,4}{0,7-17,3}$	$\frac{38,5\pm 1,8}{2,9-76,2}$	1-5

Икринки от самок исходных маточных стад на 22 % крупнее икринок амурского осетра первого селекционного поколения. РП самок исходных маточных стад на 5 тыс. икр. больше, чем у самок первого селекционного поколения, ОП ниже на 1,1 тыс. икр./кг (таблица 5.1).

Если же сравнить одинаковый период эксплуатации в 8 лет исходной и селекционной групп рыб с возраста от 8 до 15 лет, то при несколько большей массе, молодые самки продуцировали незначительно меньше икры (различия недостоверны) небольшого размера, имели несколько меньший ОСИ, но значительно большую РП соответственно 153,2 и 187,5 тыс. шт.

Рабочая плодовитость «тепловодных» самок составляла в среднем 192,6 тыс. икр. и практически совпадала с таковой у самок из природных популяций, обитающих в амурском лимане, что следует из таблицы 3.3 (Кошелев, Рубан, 2012).

Средний оосоматический индекс самок трех исходных маточных стад за все годы эксплуатации составил 14,4 %, достигая максимума 20,4-24,8 % у отдельных крупных особей в возрасте от 11 до 22 лет. ОСИ молодых самок ниже на 10 %.

Следует учесть, что самки первого селекционного поколения значительно моложе и участвовали в гораздо меньшем количестве нерестовых кампаний, чем самки исходных маточных стад, средняя выживаемость которых составила 65 %. С этим связано меньшее количество полученной икры и большая выживаемость самок генерации 2003 г. (таблицы 5.1, 5.2). Установлено, что до возраста 12 лет молодые самки превосходили самок исходных маточных стад по всем размерным и продукционным показателям. С возраста 13 лет произошло снижение большинства продукционных показателей, связанное с неблагоприятными условиями среды и нехваткой пищи.

Впервые созревающие самки различных генераций исходных маточных стад в возрасте 8-10 лет продуцировали от 0,7 до 3,6 кг икры. По мере роста самок количество продуцируемой икры возрастало и достигло максимума у самок в возрасте 22 лет. Отдельные самки весом более 40 кг производили до 7,0-10,5 кг икры

за один нерест. Однако среднее количество икры на одну самку всех трех генераций в возрасте от 8 до 25 лет за один нерестовый сезон составило 3,75 кг. Для самок первого селекционного поколения этот показатель ниже на 0,77 кг из-за меньшего возраста, размеров и количества нерестов (таблица 5.2).

В среднем, от одной самки исходных маточных стад за все нерестовые сезоны получили около 24 кг икры при максимуме до 46 кг, ее выход составил около 93 % от массы тела. Причем 27 % самок продуцировали за период эксплуатации от 29 до 43 кг икры, или 104 – 176 % от массы тела.

Масса икры от самок первого селекционного поколения за 8 лет эксплуатации составила, в среднем 8,7 кг, или 38 % от массы тела. Созреваемость самок этой генерации оказалась сильно растянутой по времени. Очень разными оказались межнерестовые интервалы молодых самок, поэтому за период эксплуатации они нерестились от 1 до 5 раз (таблица 5.2). Преобладающее большинство самок, (70 %), участвовали в нерестовых кампаниях 3-4 раза.

Единственным показателем, который постоянно был ниже у самок первого селекционного поколения, являлась масса икринок.

5.2. Калуга

Во всех исследуемых исходных генерациях калуги количество самок всегда было меньше количества самцов. Соотношение самок и самцов находилось в диапазоне от 1,0:1,2 до 1,0:1,5. В отличие от исходных маточных стад, для стада калуги первого селекционного поколения характерно преобладание самок. Соотношение самок к самцам составляло 1,0:0,7.

Доказано, что самки калуги всех исследуемых возрастных генераций значительно превосходили самцов по массе, длине, обхвату тела и упитанности. Исследования по изучению размерного состава производителей калуги в р. Амур показали, что в последнем десятилетии произошло уменьшение длины тела как самок, так и самцов калуги по сравнению с девяностыми годами. Средние длина и масса тела модальных групп калуги варьировали в пределах 190-250 см и 30-90 кг, что близко к размерам наших производителей исходных маточных стад. Самки были более упитанными по сравнению с самцами, как и при выращивании на теплых водах (Сытова и др., 2004).

Возраст полового созревания зависел от условий содержания, плотности посадки и сбалансированности питания. Первые самцы калуги созревали в возрасте 9 лет. Созревание всех самцов стада происходило в течение двух последующих лет. Самки калуги при благоприятных условиях впервые созревали в 10-12 лет. Однако общая продолжительность созревания всех самок различных генераций оказалась более растянутой по времени в сравнении с амурским осетром и варьировала от 6 до 9 лет (таблица 5.3).

После однократной инъекции гормоностимулирующим препаратом «сурфатон» при нерестовых температурах 12-13 °С икра созревала у 50-85 % впервые нерестящихся самок и до 100 % повторно созревших самок.

Имеются самки, межнерестовые интервалы которых составляли 2 года. Однако 31 % самок калуги пропускали 2-3 или 3-4 года между очередными нерестами, у 28 % самок межнерестовые интервалы составляли от 4 до 6 лет. Кроме того,

41 % самок исходных маточных стад и 85 % молодых самок участвовали в нересте лишь однократно.

Для достаточно большого количества особей исходных маточных стад отмечены случаи резорбции икры, находящейся на IV завершённой стадии зрелости ооцитов в конце зимовки или перед нерестом, что приводило к дополнительному пропуску нерестовых сезонов. Лишь одна молодая самка отнерестилась повторно, пропустив 2 года (таблица 5.3).

Средняя масса икринок, продуцируемых самками исходных стад за все нерестовые кампании, превышала массу икринок селекционного маточного стада почти на 5,8 мг, или 36 %.

Средние значения РП, ОП и ОСИ самок исходных маточных стад превышали аналогичные показатели молодых самок соответственно на 133, 62 и 79 %.

Среднее количество икры, полученной от одной самки по трем исходным маточным стадам различных возрастных генераций за одну нерестовую кампанию, оказалось весьма близким и изменялось в пределах 6,70-7,05 кг, составив в среднем 6,95 кг (таблица 5.4).

Для молодых самок первого селекционного поколения, отнерестившихся в большинстве по 1 разу, эта цифра равнялась 2,8 кг, что на 147 % меньше (таблица 5.4).

Обобщенное количество икры, полученной за все нерестовые кампании на одну самку исходных маточных стад, равнялось 14 кг и очень сильно варьировало в зависимости от количества нерестов самки. На одну молодую самку селекционного стада количество икры составило 3,3 кг, или в 4,3 раза меньше.

У крупной самки, нерестившейся 6 раз, общая масса икры достигала 50 кг.

В то же время среднее значение общего количества икры на одну самку амурского осетра исходных маточных стад за годы эксплуатации оказалось на 10 кг больше такового на одну самку калуги исходных маточных стад, причем масса тела самки осетра был в 3 раза меньше, чем у калуги (таблицы 5.2, 5.4).

Таблица 5.3 – Биологические и продукционные показатели самок калуги различных маточных стад

Генерация самок	Возраст созревания первых самок, годы	Длительность созревания всех самок поколений, годы	Распределение по межнерестовым интервалам, %	Средняя масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр. /кг	ОСИ, %	Выживаемость самок, %
Исходные маточные стада, 1996,1998, 1999 гг.	10-12	6-9	пропускающие 2-3 года – 17 %; пропускающие 3-4 года – 14 %; пропускающие 4 и более лет – 28 %; отнерестившиеся 1 раз – 41 %	$21,9 \pm 0,4$ 15,4-36,6	320 ± 15 40,0-686	$4,38 \pm 0,2$ 0,40-7,2	$9,5 \pm 0,4$ 0,7-14,7	74
Первое селекционное поколение, 2006 г.	10	>4	пропускающие 2 года – 4 %; нет данных – 96 %	$16,1 \pm 0,4$ 14,7-17,6	137 ± 18 81-199	$2,69 \pm 0,3$ 1,4-3,7	$5,3 \pm 0,8$ 2,4-7,3	100

Таблица 5.4 – Обобщенные результаты получения овулировавшей икры на одну самку калуги

Генерация самок	Статистический показатель	Средняя масса самок, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за одну нерестовую кампанию, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за все нерестовые кампании, кг	Отношение общей массы икры к массе тела, %	Кратность участия в нерестовых кампаниях, раз
Исходные маточные стада, 1996,1998, 1999 гг.	$\underline{M \pm m}$ Lim	$73,7 \pm 2,$ 41,2-110,2	$6,95 \pm 0,33$ 0,7-15,01	$14,0 \pm 2,11$ 2,61-50,1	$19,01 \pm 2,87$ 3,6-68,9	1-6
Первое селекционное поколение, 2006 г.	$\underline{M \pm m}$ Lim	$51,6 \pm 3,4$ 41,1-62,7	$2,82 \pm 0,48$ 1,34-4,17	$3,3 \pm 0,6$ 1,42-5,03	$6,2 \pm 1,15$ 2,38-10,0	1-2

Выход общего количества икры за весь период эксплуатации относительно массы тела исходных маточных стад калуги варьировал в пределах от 3,6 до 69 %, составив в среднем 19 %. Общий выход икры от самок первого селекционного поколения приближался к 6,2 % и был в 3 раза ниже, чем у самок исходных маточных стад. Для амурского осетра, отнерестившегося от 4 до 8 раз, этот показатель равнялся почти 93 % и был выше в 4,9 раза.

Необходимо отметить, что самки первого поколения селекции имели значительно меньшие размеры и участвовали в гораздо меньшем количестве нерестовых кампаний. Однако при аналогичном сравнении с самками исходных маточных стад такой же возрастной группы при первых нерестах в 10-12 лет оказалось, что выход овулировавшей икры, масса икринок, РП, ОП и ОСИ у самок генерации 2006 г. также ниже соответственно на 86%, 42, 68, 51 и 74 %. Объяснить это можно близкородственным скрещиванием мелких впервые созревших самок и самцов калуги при получении генерации 2006 г., очень высокой плотностью посадки особей старшего ремонта селекционного маточного стада с возраста 6 до 10 лет и недостатком пищи в этот период. Многие особи при осенних бонитировках выглядели истощенными. Уменьшить плотность посадки в два раза удалось только при возрасте калуги 10 лет.

Мы считаем, что производители калуги гораздо хуже адаптированы к условиям тепловодной аквакультуры по сравнению с амурским осетром. Для полноценного развития и полового созревания, кроме кормления искусственными кормами, хищники нуждаются в дополнительном кормлении свежей рыбой. Самки калуги плохо переносят работы по сцеживанию икры, долго восстанавливаются и требуют дополнительного ухода и лечения.

Работа с калугами осложняется большими размерами особей, продолжительными сроками созревания всей генерации и мало прогнозируемыми неустойчивыми межнерестовыми интервалами, которые усугубляются случаями спонтанной резорбции зрелой икры в преднерестовый период. Выход икры от самок калуги относительно размеров тела многократно меньше, чем у амурских осетров.

5.3. Гибриды амурского осетра с сибирскими осетрами различных популяций

5.3.1. Гибрид «амурский осетр × сибирский осетр ленской популяции»

В маточном стаде гибрида АО × СО л. преобладали самцы. Соотношение самок и самцов гибридной формы составляла 1,0:1,2. Всех самцов отбраковали, и дальнейшие работы проводили только с самками.

Средняя созреваемость самок за 7 лет эксплуатации после однократной инъекции гормоностимулирующего препарата составляла 91,8 %.

Выявлено, что первые самки гибрида нерестились в возрасте 8 лет, большинство в возрасте – от 8 до 10 лет, последние созревали в 13 лет (таблица 5.5).

Свыше 85 % самок пропускали два года между нерестами. Среднее количество икры, полученной от одной самки за одну нерестовую кампанию, приближалось к 2,3 кг. Икринки имели средний размер 15,5 мг. РП превышал 150 тыс. икр., ОП приближался к 9 тыс. икр./кг массы.

Сравним основные рыбоводные показатели гибрида с таковыми у амурского осетра близкого возраста генерации 2003 г. (таблицы 5.1; 5.2). Возраст первого созревания, длительность созревания, ОСИ и выживаемость у них практически одинаковые. Масса самок гибрида меньше таковой АО на 28 %. Масса одной икринки гибрида меньше на 3,2 %, масса икры за один нерест меньше на 30 %, РП ниже на 22 %. Общее количество икры от одной самки за все нересты меньше на 18 %. Однако ОП гибрида больше на 4,8 %. Следует учесть, что самки гибрида моложе самок АО на 1 год.

Среди гибридов имелись самки, созревающие ежегодно, как и в чистой линии АО. Более 60 % самок гибрида АО × СО л. за 7 нерестовых сезонов отнерестились от 3 до 6 раз. Однако более одной трети поздно созревших самок участвовали в нерестовых кампаниях 1-2 раза (таблица 5.6).

Таблица 5.5 – Биологические и продукционные показатели самок гибридов между амурским и сибирским осетрами

Генерация самок	Возраст созревания первых самок, годы	Длительность созревания всех самок поколений, годы	Распределение по межнерестовым интервалам, %	Средняя масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр. /кг	ОСИ, %	Выживаемость самок, %
Гибрид АО × СО л, 2004 г.	8	5	ежегодно или пропускающие 2 года – 86 %; пропускающие 3 года – 10 %	$\frac{15,5}{8,3-26,5}$	$\frac{154,0 \pm 8,0}{26,0-368,0}$	$\frac{8,8 \pm 0,4}{1,4-17,3}$	$\frac{13,0 \pm 0,5}{2,2-24,8}$	91
Гибрид СО л. × АО, 2000 г.	7	2	ежегодно или пропускающие 2 года – 50 %; ежегодно или пропускающие 2-3 года – 50 %	$\frac{16,2 \pm 0,5}{13,1-20,8}$	$\frac{202,0 \pm 22,0}{39,0-345,0}$	$\frac{9,4 \pm 0,9}{2,7-14,6}$	$\frac{15,1 \pm 1,5}{4,5-25,0}$	40
Гибрид СО л. × АО, 2004 г.	10	4	пропускающие 2 года – 28 %; пропускающие 2-4 года – 4 %; ни разу не созревшие – 68 %	$\frac{16,9 \pm 0,6}{14,0-21,9}$	$\frac{113,0 \pm 15,0}{24,0-225,0}$	$\frac{6,6 \pm 0,9}{1,2-12,2}$	$\frac{10,8 \pm 1,4}{2,5-18,7}$	100
Гибрид СО б. × АО, 2007 г.	8	4	пропускающие 2 года – 67 %; ежегодно 2-3 сезона подряд, а затем пропускающие 2-3 года – 33 %	$\frac{14,1 \pm 0,5}{9,0-20,5}$	$\frac{115,0 \pm 13,0}{10,0-261,0}$	$\frac{8,4 \pm 0,9}{1,1-21,6}$	$\frac{12,0 \pm 1,0}{1,9-21,7}$	44
Гибрид (РО × СО л.) × АО, 2002 г.	9	7	пропускающие 2 года – 47 %; пропускающие 2-3 года – 50 %	$\frac{17,6 \pm 0,3}{13,1-27,5}$	$\frac{132,0 \pm 5,0}{52,0-273,0}$	$\frac{7,4 \pm 0,3}{2,4-16,1}$	$\frac{12,8}{3,5-24,7}$	98

Таблица 5.6 – Обобщенные результаты получения овулировавшей икры на одну самку самок гибридов между амурским и сибирским осетрами

Генерация самок	Статистический показатель	Средняя масса самок, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за одну нерестовую кампанию, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за все нерестовые кампании, кг	Отношение общей массы икры к массе тела, %	Кратность участия в нерестовых кампаниях, раз
Гибрид АО × СО л, 2004 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{17,8 \pm 0,4}{13,3-22,3}$	$\frac{2,29 \pm 0,12}{0,43-4,94}$	$\frac{7,4 \pm 0,8}{3,0-18,6}$	$\frac{39,7 \pm 4,7}{2,4-104,4}$	1-6
Гибрид СО л. × АО, 2000 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{20,8 \pm 0,9}{14,7-25,7}$	$\frac{3,28 \pm 0,39}{0,66-5,9}$	$\frac{18,0 \pm 3,2}{14,7-21,2}$	$\frac{86,4 \pm 15,5}{70,9-101,9}$	4-6
Гибрид СО л. × АО, 2004 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{17,7 \pm 0,9}{10,5-25,4}$	$\frac{1,80 \pm 0,25}{0,51-4,12}$	$\frac{3,2 \pm 0,5}{1,2-4,7}$	$\frac{18,3 \pm 2,8}{6,6-26,5}$	1-3
Гибрид СО б. × АО, 2007 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{12,8 \pm 0,58}{8,5-19,6}$	$\frac{1,57 \pm 0,16}{0,17-3,54}$	$\frac{2,0 \pm 0,4}{0,2-6,4}$	$\frac{15,7 \pm 2,7}{1,3-50,0}$	1-3
Гибрид (РО × СО л.) × АО, 2002 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{17,9 \pm 0,3}{13,1-29,1}$	$\frac{2,28 \pm 0,07}{0,75-3,90}$	$\frac{5,3 \pm 0,49}{0,8-11,0}$	$\frac{29,3 \pm 2,2}{4,2-62,0}$	1-4

5.3.2. Гибрид «сибирский осетр ленской популяции × амурский осетр», генерация 2000 г.

Для получения гибридной формы в опыте использовались впервые созревающие самки СО л. и самцы АО, что выразилось в крайне низком выходе личинок. Соотношение самок и самцов в РМС равнялось 1,0:0,4. Средняя созреваемость самок за 12 нерестовых сезонов составила 91 %. Первые самки гибрида созрели в возрасте 7 лет, последние – в возрасте 9 лет. Продолжительность созревания всех самок генерации оказалась минимальной и составила 2 года (таблица 5.5). Три самки погибли после первого нереста в 8 и 9 лет. С возраста 10 лет сохранилось лишь две самки этой генерации. Одна из них нерестилась ежегодно, а вторая пропускала один сезон.

Имея массу на 5 кг ниже, чем у самок исходных маточных стад АО, и на две нерестовых кампании меньше, гибрид превзошел АО по РП и ОСИ на 5 %, по ОП на 29 %. Но он отставал от АО по выходу икры на самку за один нерест на 14,0 %, по массе икринок на 20,0 %, по выходу икры за все нересты на 32,0 %, по выходу икры на одну самку на 6,3 % (таблица 5.6).

В то же время при меньшей массе тела он превосходил АО генерации 2003 г. по всем приведенным выше показателям на 1-124 %.

По количеству полученной икры самки генерации 2000 г. превысили всех остальных гибридов амурского осетра в 2,4-6,0 раз. У одной из сохранившихся самок общий выход икры за период наблюдений составил 21 кг и превысил массу тела на 2 %.

Единственной отрицательной характеристикой самок этой генерации гибридной формы СО л. × АО являлась их низкая выживаемость.

5.3.3. Гибрид «сибирский осетр ленской популяции × амурский осетр», генерация 2004 г.

Для получения гибридной формы СО л. × АО генерации 2004 г. использовали повторно созревших производителей обоих видов. Нами наблюдался высокий выход личинок из икры, высокий выход молоди из личинок в бассейнах и на протяжении всего дальнейшего выращивания в садках. Однако созревание первых самок этой генерации наступило на 3 года позже, чем у генерации 2000 г., а созревание самок всей генерации растянулось на 4 года (таблица 5.5).

Причем в трех нерестовых кампаниях принимали участие лишь 9 самок (32 %), остальные ни разу не созрели. Нашими исследованиями выявлено, что у большинства незрелых самок развитие икры не продвигалось далее II, II-III или III стадий зрелости. Имелись особи, ооциты которой достигали IV стадии зрелости, но затем происходила их резорбция. Таким образом, у большинства самок этой генерации имелись какие-то нарушения в развитии репродуктивной системы. Нормально созревающие самки нерестились, в основном, через 2 года.

Впервые созревающие особи имели массу тела от 11 до 20 кг и продуцировали от 0,52 до 1,40 кг икры. Максимальное количество икры 4,10 кг отмечено у повторно нерестящейся самки в возрасте 13 лет. Остальные повторно нерестящиеся самки производили не более 1,4-2,2 кг икры.

В связи с поздним созреванием и меньшим числом нерестовых кампаний по сравнению с гибридами генерации 2000 г., средний выход икры на одну самку за нерест и РП были ниже на 78-82 %, ОП и ОСИ ниже на 40-42 % (таблицы 5.5, 5.6). Масса икры за все нересты оказалась в 5,5 раза меньше, выход ниже в 4,7 раза. Лишь только икринки были крупнее на 4 %.

Единственной положительной чертой этой генерации является 100 %-ная выживаемость самок. Но во многом это связано с тем, что большинство самок не участвовали в нерестах и не подвергались операбельному вмешательству.

5.3.4. Гибрид «сибирский осетр байкальской популяции × амурский осетр»

Самая молодая генерация гибридов СО б. × АО, как и большинство гибридов амурских и сибирских осетров, отличалась преобладанием самок над самцами в соотношении 1,0:0,8. В четырех нерестовых кампаниях с участием этого гибрида, созреваемость самок после однократного инъектирования гормоностимулирующим препаратом равнялась 100 %. Первые самки гибрида созревали в возрасте 8 лет в 2015 г., созревание всех самок генерации продолжалось 4 года (таблица 5.5).

Молодые самки имели небольшие размеры и участвовали в нерестовых кампаниях не более 3 раз, поэтому выход икры на самку за один нерест и общий выход икры на самку за все нерестовые кампании оказался минимальным среди всех гибридных форм с наследственностью амурского осетра (таблицы 5.5, 5.6). Наиболее корректно сравнивать этого гибрида с близким по возрасту гибридом СО л. × АО генерации 2004 г., впервые созревшим в 2014 г. (таблицы 5.5, 5.6).

Масса гибридов СО б. × АО была ниже, чем у гибрида СО л. × АО на 5 кг, количество икры за один нерест ниже на 15 %, количество икры за все нересты меньше на 61 %, икринки мельче на 20 %. За счет мелких икринок ОП выше гибрида с ленской популяцией на 27 %. РП близка, ОСИ больше на 11 %.

Получение икры от некоторых особей гибрида СО б. × АО затруднено в связи со значительным развитием стромы, которая перекрывает яйцеводы. Строму постоянно приходится отодвигать в сторону различными инструментами. При этом она травмируется, что приводит к кровотечениям и повышенной элиминации самок после операбельного вмешательства. Выживаемость самок гибрида за 4 года эксплуатации составила всего 44 %. О низкой выживаемости сибирского осетра байкальской популяции имеются упоминания в статьях (Афанасьев, 2005; Рачек и др., 2011).

5.3.5. Гибрид «(русский осетр × сибирский осетр ленской популяции) × амурский осетр»

Соотношение самок и самцов в РМС численностью в 100 особей выглядело следующим образом: самки – 55 экз., самцы – 45 экз., или 1,0:0,8. После однократной инъекции сурфагоном созревали 93 % самок. От первых самок тройного гибрида икру получали в возрасте 9 лет. Созреваемость всех самок генерации оказалась сильно растянутой по времени – на 7 лет, имеются две ни разу не созревшие особи (таблицы 5.5, 5.6).

Самки тройного гибрида оказались достоверно меньше самок АО сходного возраста на 4,8 кг (21 %), выход икры ниже, чем у АО на 0,7 кг (23 %). РП ниже на 56 тыс. икр. (30 %), ОП ниже на 12 %, чем у осетра. Выход икры от массы тела у тройного гибрида оказался на 2,3 % ниже, чем у АО. Лишь масса икринок тройного гибрида больше, чем у АО на 9 %.

Среднее количество икры, полученной от одной самки тройного гибрида за все нерестовые кампании, составило 5,25 кг, или 29 % от массы тела. Максимальное количество икры получили от самок, отнерестившихся 3-4 раза. Причем у некоторых самок общий выход икры достигал 10-11 кг, или 55-60 % от массы тела. Полученная икра использовалась для производства пищевой продукции и отличалась высоким качеством.

Самки, принимающие участие в нерестовых кампаниях от 1 до 4 раз, характеризовались высокой выживаемостью – на уровне 98 %.

Недостатком самок тройных гибридов являлась большая растянутость их созревания. Положительным моментом являлась малотравматичность, легкость получения овулировавшей икры хорошего качества и высокая выживаемость самок, использованных в нерестовых кампаниях.

Характеризуя отличия гибридов амурского осетра от его чистой линии, можно констатировать следующее. Большинство гибридов впервые созревали в возрасте 8-10 лет, как и амурский осетр. Сроки созревания всех самок одной генерации у гибридов обычно были более продолжительными, поэтому

большинство из них участвовали в меньшем числе нерестовых кампаний (таблицы 5.1, 5.2, 5.5, 5.6).

Масса икры гибридов за один нерест и навеска икринок ниже таковой у чистой линии АО. РП близка к аналогичному показателю амурского осетра. ОСИ и выход икры относительно массы тела в килограммах и процентах значительно ниже по сравнению с чистой линией.

5.4. Гибриды калуги со стерлядью

5.4.1. Гибрид «стерлядь × калуга» (кастер лучегорский)

Численность достоверно определенных самок кастера лучегорского составила 18 особей, или 10 % от общего количества ремонта в 180 особей. После однократного введения гормоностимулирующего препарата в нерестовых кампаниях всегда созревали 100 % самок и самцов гибрида. Первые самцы кастера лучегорского созревали в возрасте 7 лет, а самки – в 9 лет (таблица 5.7).

Созревание 10 участвующих в нерестовых кампаниях самок растянулось на 6 лет, однако имелись 8 самок с ооцитами на II-III и III стадиях зрелости, не созревших ни разу. О характере межнерестовых интервалов пока можно судить лишь по трем самкам, принявшим участие в нерестах от 2 до 6 раз. По длительности межнерестовых интервалов эти самки распределились следующим образом: нерестящиеся ежегодно – 33 %, нерестящиеся несколько лет подряд, а затем пропускающие один сезон – 67 %. Остальные самки отнерестились по одному разу или еще не созрели.

В среднем за одну нерестовую кампанию от самки кастера Лучегорского получили 1,45 кг икры при минимуме 0,15 кг (таблица 5.8).

Рабочая плодовитость кастера лучегорского превысила 95 тыс. икр. и была наиболее высокой среди гибридов калуги (таблица 5.7). В общей сложности за все нерестовые кампании от одной самки кастера лучегорского получили небольшое количество икры – 3,1 кг (13,2 %), что сравнимо только с аналогичным показателем гибрида СО л. × АО генерации 2004 г. Лишь одна самка, участвовавшая в нересте 6 раз, продуцировала более 10 кг овулировавшей икры, что составило 45 % от массы тела.

Положительным качеством кастера является легкость получения овулировавшей икры, низкая травматизация и 100 %-ная выживаемость самок.

Недостатком гибрида является небольшой процент самок в маточном стаде, длительность их созревания и низкий выход икры.

Таблица 5.7 – Биологические и продукционные показатели самок гибридов между калугой и стерлядью

Генерация самок	Возраст созревания первых самок, годы	Длительность созревания всех самок поколений, годы	Распределение по межнерестовым интервалам, %	Средняя масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОП, тыс. икр. /кг	ОСИ, %	Выживаемость самок, %
Гибрид Ст × К, 2005 г.	9	> 5	ежегодно – 33 %; ежегодно, а затем пропускающие 2 года – 67 %	$\frac{18,2 \pm 0,9}{10,7-25,9}$	$\frac{95,6 \pm 11,0}{7,0-206,0}$	$\frac{4,2 \pm 0,5}{0,3-7,6}$	$\frac{6,8 \pm 0,7}{0,6-13,6}$	100
Гибрид К × Ст, 2006 г.	9	> 5	ежегодно – 50 %; пропускающие 2 года – 50 %	$\frac{18,8 \pm 1,4}{9,6-24,6}$	$\frac{43,8 \pm 11,0}{12,0-137,0}$	$\frac{1,7 \pm 0,4}{0,4-4,7}$	$\frac{3,1 \pm 0,6}{0,4-6,4}$	100

Таблица 5.8 – Обобщенные результаты получения овулировавшей икры на одну самку гибридов калуги со стерлядью

Генерация самок	Статистический показатель	Средняя масса самок, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за одну нерестовую кампанию, кг	Средняя масса икры, полученной от одной самки за все нерестовые кампании, кг	Отношение общей массы икры к массе тела, %	Кратность участия в нерестовых кампаниях, раз
Гибрид Ст × К, 2005 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{23,4 \pm 1,0}{16,9-34,9}$	$\frac{1,45 \pm 0,13}{0,15-2,61}$	$\frac{3,1 \pm 1,0}{0,2-10,5}$	$\frac{13,2 \pm 4,3}{0,7-44,7}$	1-6
Гибрид К × Ст, 2006 г.	$\frac{M \pm m}{Lim}$	$\frac{26,5 \pm 1,4}{19,5-36,3}$	$\frac{0,71 \pm 0,18}{0,15-1,85}$	$\frac{1,0 \pm 0,4}{0,2-2,3}$	$\frac{3,8 \pm 1,5}{0,6-8,5}$	1-3

5.4.2. Гибрид «калуга × стерлядь» (кастер)

Численность достоверно определенных самок кастера составила 13 особей, или 13 % от общего количества ремонта в 100 особей.

Остальные гибриды представлены самцами и стерильными особями в близкой пропорции.

После однократного введения гормоностимулирующего препарата в нерестовых кампаниях практически всегда созревали 100 % самцов и самок гибрида.

В общей сложности в 5 нерестовых кампаниях приняли участие 7 самок кастера массой от 18 до 36 кг. Первая самка кастера созрела в возрасте 9 лет и нерестилась еще два раза, пропуская 2 года. Вторая самка созрела в возрасте 11 лет и вновь принимала участие в нересте два года подряд в 12 и 13 лет.

В общей сложности за все нерестовые кампании одна самка кастера продуцировала всего 1,01 кг икры, или 3,8 % от средней массы тела. Гибрид оказался малопродуктивным и непригодным для получения больших объемов товарной икры, имея значительно худшие производственные показатели в сравнении с кастером лучегорским (таблицы 5.7, 5.8).

Положительные качества и недостатки кастера такие же, как у кастера лучегорского.

В то же время, как показали многолетние исследования, оба кастера являются одними из лучших объектов товарного осетроводства в условиях тепловодных хозяйств, где в полной мере проявились их темпы роста, высокая рыбопродуктивность – около 100 кг/м² садка и хорошая утилизация пищи (Рачек, Скирин, 2008; Рачек и др., 2009; Рачек, 2018).

Кастер и кастер лучегорский также перспективны для селекционных работ с целью создания быстрорастущих возвратных гибридов калуги со стерлядью.

5.5. Сравнение и оценка продукционных характеристик амурских осетровых и их гибридных форм

Ниже на рисунке 5.1 приведены наиболее важные продукционные показатели амурских осетровых и их гибридов, служащие критерием для их выбора в качестве объектов культивирования в тепловодных хозяйствах для производства икры в целях воспроизводства и получения товарной икорной продукции.

В результате проведенного анализа выявлено, что наибольшей массой тела и количеством икры за один нерест, максимальной плодовитостью и самыми крупными икринками характеризовалась калуга исходных маточных стад (рисунки 5.1 А, 5.1 Б, 5.1 В, 5.1 Г). Некоторые исследованные самки калуги продуцировали до 15 кг икры за один нерест.

Однако по ОП, ОСИ и выходу икры в процентах от массы тела за все нерестовые кампании калуга проигрывала не только амурскому осетру, но и гибридам с наследственностью амурского осетра (рисунки 5.1 Д, 5.1 Е, 5.1 Ж).

В основном это связано с низким выходом икры по отношению к массе тела, растянутым периодом созревания самок калуги, длительными межнерестовыми интервалами и резорбцией икры у многих самок (рисунок 5.2 А).

Амурский осетр по количеству полученной икры от одной самки за один нерест превосходил всех гибридов, уступая только калуге. Зафиксированное максимальное количество икры от самки амурского осетра за один нерест – 10,53 кг (24,5 % от массы самки перед нерестом) (рисунки 5.1 Б, 5.1 Е). Самки амурского осетра занимали первое место по выходу икры в процентах от массы тела за один нерест (ОСИ) и за все нересты, а также по общему выходу икры в килограммах за все нерестовые кампании (рисунки 5.1 Д, 5.1 Е, 5.1 Ж). В среднем, за 4-8 нерестовых сезонов от одной самки амурского осетра получали около 30 кг овулировавшей икры. У отдельных элитных самок выход икры достигал 46 кг, или 176 % от массы тела.

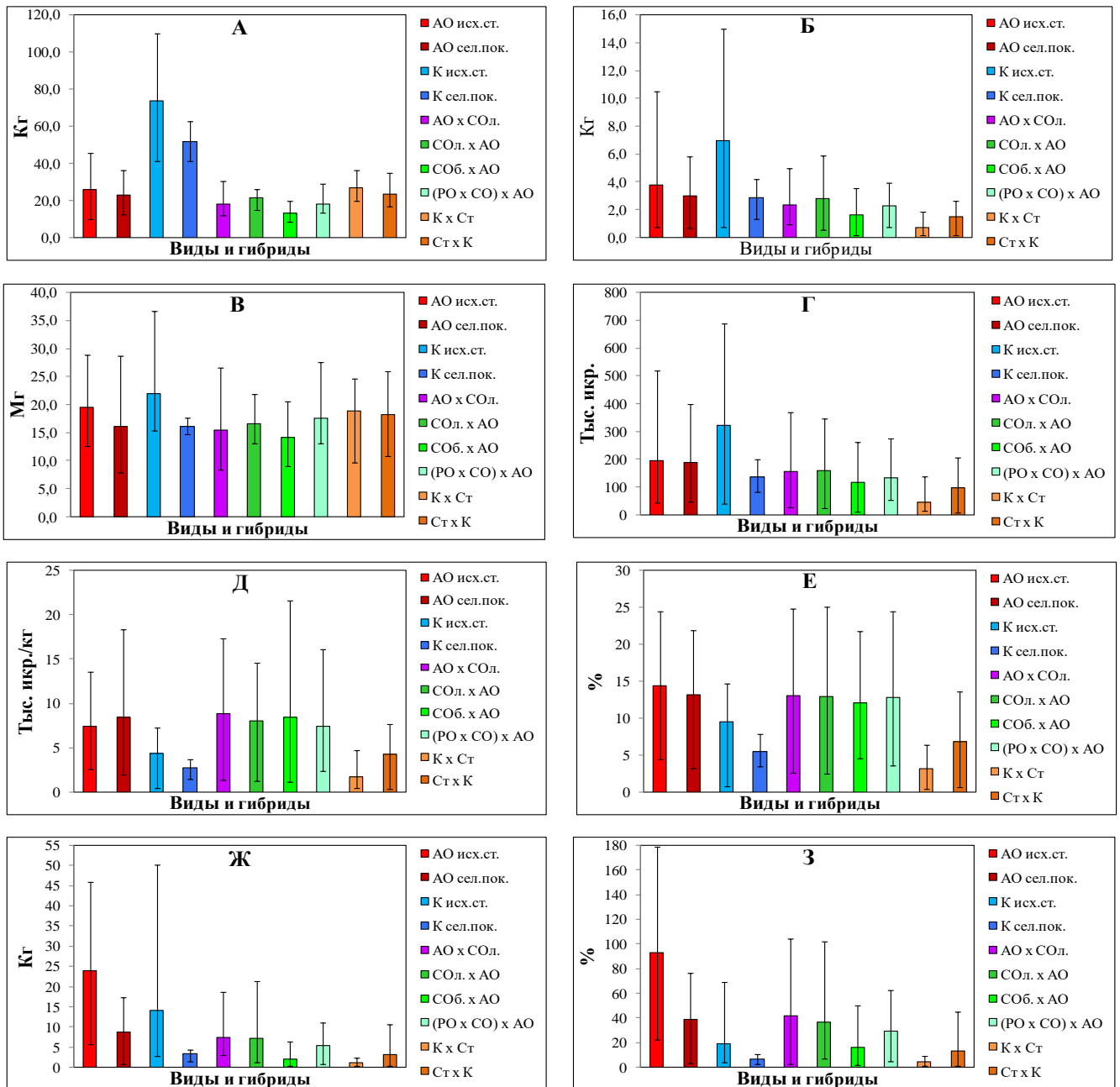


Рисунок 5.1 – Продукционные показатели самок амурских осетровых и их гибридных форм за многолетний период эксплуатации:
 А – масса тела самок; Б – масса икры от одной самки за один нерест;
 В – масса икринки; Г – рабочая плодовитость; Д – относительная рабочая плодовитость; Е – оосоматический индекс; Ж – масса икры от одной самки за все нересты; З – отношение общей массы икры к массе тела

Селекционные поколения амурского осетра и калуги по всем продукционным показателям оказались хуже исходных маточных стад. Однако нужно учитывать, что они на 4-10 лет моложе исходных маточных стад и участвовали в значительно меньшем количестве нерестовых кампаний. Вторым фактором, влияющим на их продуктивность, является нехватка кормовых ресурсов в последние годы в

период интенсивного роста ооцитов. В РМС селекционных поколений амурских осетровых преобладали самки.

Большинство репродуктивных показателей гибридов амурского осетра оказались на уровне или незначительно ниже таковых у селекционного стада амурского осетра близкого возраста. Худшие показатели зарегистрированы у гибрида сибирского осетра байкальской популяции с амурским осетром возраста (рисунки 5.1 А, 5.1 Б, 5.1 В, 5.1 Г, 5.1 Д, 5.1 Е, 5.1 Ж). В большинстве РМС гибридных линий численность самок превалировала над численностью самцов.

Реципрокные гибриды между калугой и стерлядью по массе тела и навеске икринок приближались к амурскому осетру (рисунки 5.1 А, 5.1 В). По всем остальным продукционным показателям они уступали не только амурскому осетру, но и всем гибридам с сибирскими осетровыми (рисунки 5.2, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8). Еще одним недостатком кастеров является небольшой процент самок в маточном стаде.

Для РМС селекционных поколений амурского осетра и гибридных линий амурского осетра и калуги характерны более короткие периоды между созреваниями – большинство самок пропускают один нерестовый сезон (около 15 % самок созревают ежегодно по 3-5 сезонов подряд) (рисунки 5.2 А, 5.2 Б).

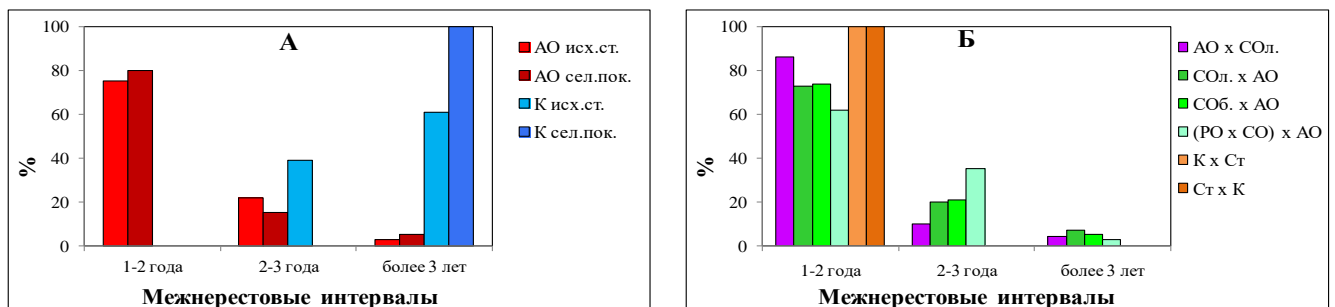


Рисунок 5.2 – Распределение по межнерестовым интервалам

А – для самок чистых видов амурских осетровых;

Б – для самок гибридных форм амурских осетровых

У большинства гибридных форм гетерозис проявился только в увеличении выживаемости, по основным биологическим и продукционным показателям гетерозис не проявлялся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях тепловодной аквакультуры большинство самок амурского осетра исходных маточных стад при благоприятных режимах содержания и питания впервые созревали в возрасте 8-10 лет, что на 4-5 лет меньше, чем в природных условиях. Самцы достигали половой зрелости на 1-2 года раньше самок. Длительность созревания самок одной генерации составляла от 2 до 5 лет. Самки амурского осетра первого селекционного поколения созревали в возрасте от 8 до 15 лет – длительность созревания всех самок достигла 6 лет. Впервые созревающие особи амурского осетра из тепловодного хозяйства значительно больше по размерам и массе тела природных производителей. Межнерестовые интервалы самок амурского осетра в условиях тепловодной аквакультуры значительно сократились. Если природные самки обычно пропускают 4 года между нерестами, то 75 % «тепловодных» самок пропускают один год, а 22 % один-два года. В маточном стаде имеются самки, нерестящиеся ежегодно по 4-5 раз подряд. Количество самцов в исходных маточных стадах было больше количества самок; в РМС первого поколения селекции количество самок превышало количество самцов в 2 раза. Размерные показатели самок в маточных стадах всегда превышали таковые самцов.

В условиях тепловодного хозяйства Приморья первые самки калуги исходных маточных стад и первого селекционного поколения достигали половой зрелости в возрасте 10-12 лет – на 8-9 лет раньше, чем в природе; самцы созревали в 9 лет. Некоторые самки созревают гораздо позже, поэтому продолжительность созревания всей генерации возрастает до 6-9 лет. Производители калуги из тепловодного хозяйства крупнее особей из естественной среды. Межнерестовые интервалы доместифицированных производителей калуги сократились на 2-4 года по сравнению с таковыми природных производителей: у 59 % «тепловодных» самок интервалы составляли 2 и более лет. Довольно часто у самок калуги в преднерестовый период отмечается резорбция икры, что характерно и для природных особей. В исходных маточных стадах количество самцов превалировало над количе-

ством самок, напротив в стаде первого селекционного поколения было больше самок. Самки намного крупнее самцов по всем размерным показателям.

Самки гибридных линий амурского осетра впервые созревали в возрасте от 8 до 13 лет; последующие созревания происходили с периодичностью, характерной для самок амурского осетра – с пропуском 1-2 нерестовых сезонов. В РМС гибридных форм СО л. × АО и (РО × СО) × АО отмечены самки, не достигшие полового созревания самок за весь период наблюдения. Размерные показатели самок гибридов АО × СО л. близки к таковым у амурского осетра; у остальных гибридных форм они достоверно меньше, чем у осетров.

Гибридные линии калуги со стерлядью отличались значительными размерами. Количество самцов превышало количество самок. Первые самцы созрели в возрасте 7 лет. Созревание самок кастеров происходило неравномерно: сроки созревания растянулось с возраста от 9 до 15 лет; имеются самки ни разу не участвующие в нересте. Межнерестовые интервалы гибридов короче, чем у калуги, и составляли 1-2 года.

После однократного инъектирования гормоностимулирующим препаратом «сурфагон» созревали более 90 % самок и до 100 % самцов амурского осетра. В зависимости от температуры воды овуляция икры у самок происходила через 22-28 час; длительность созревания самцов – 18-24 час.

После введения препарата «сурфагон» икра созревала у 50-85 % впервые нерестящихся самок калуги и до 100 % повторно созревших; созреваемость самцов составляла 85-100 %. Сроки наступления овуляции после стимулирования варьировали от 22 до 44 час.; самцы созревали через 24-36 час.

Созреваемость самок гибридов амурского осетра составляла в среднем 90 %; овуляция икры у самок начиналась через 19-38 час после стимулирования «сурфагоном».

У самок кастеров отмечена 100 %-ная созреваемость; овуляция происходила через 26-38 час.

В среднем за один нерест самки амурского осетра из тепловодного хозяйства продуцировали 3,75 кг икры при максимальном значении 10,50 кг. Средняя

масса одной икринки 19,4 мг, что несколько больше, чем у самок из нижней части Амура. РП «тепловодных» и природных самок достоверно не различалась – 190 тыс. икр. В связи с более крупными размерами ОП «тепловодных» самок составляла 7,35 тыс. икр./кг, что заметно меньше, чем у диких особей. Средний ОСИ у «тепловодных» самок был в полтора раза меньше – 14,4 % при максимуме 24,5 %. В среднем за 4-8 нерестовых сезонов от одной самки амурского осетра получали около 30 кг овулировавшей икры. У отдельных элитных самок выход икры достигал 46 кг, или 176 % от массы тела. Различия между самками амурского осетра первого селекционного поколения и самками исходных маточных стад сходного возраста по размерам, выходу икры и ОСИ недостоверны. Но РП и ОП самок селекционного поколения достоверно выше за счет мелких икринок. Выращенные в условиях тепловодного хозяйства и природные самцы амурского осетра продуцировали близкий объем спермы хорошего качества. Длительность поступательного движения спермиев самцов из тепловодного хозяйства оказалась несколько меньше, а концентрация спермиев выше, чем у природных особей.

В условиях тепловодной аквакультуры самки калуги продуцировали наибольшее количество икры за один нерест – в среднем 6,95 кг при абсолютном значении 15,00 кг. Плодовитость калуги из садков составляла 320 тыс. икр., относительная плодовитость 4,4 тыс. икр./кг., выход икры – 9,5 % от массы тела. У природных самок эти показатели выше, но икринки несколько мельче. За все нерестовые кампании на одну тепловодную самку калуги приходилось 14,0 кг икры, или 19 % от массы тела. Выход икры относительно массы тела в 4,9 раза ниже, чем у амурского осетра. Самки калуги первого селекционного поколения, полученные в результате близкородственного скрещивания и содержащиеся при высоких плотностях посадки и нехватке пищи, имели значительно более мелкую икру и низкие производственные показатели. Выращенные в искусственных условиях самцы калуги продуцируют объемы спермы сопоставимые с таковыми диких самцов; концентрацией спермиев в эякуляте почти в 2 раза больше у «тепловодных» самцов, а длительность поступательного движения спермиев дольше у диких самцов.

Продукционные показатели гибридных форм амурских осетровых не однозначны. Более продуктивным оказались гибриды между амурским и сибирским осетрами. Гибридные формы между калугой и стерлядью отличались незначительными продукционными показателями.

Амурские осетры всех генераций адаптировались к новым условиям жизни в ограниченном пространстве садков. Они хорошо растут и созревают при кормлении искусственными кормами, легко переносят рыбоводные операции, хорошо отдают половые продукты и быстро проходят восстановительный период после нереста. Самки АО из садков тепловодного хозяйства созревали значительно раньше природных при значительно большей массе тела и нерестились гораздо чаще. Снижение норм кормления производителей в течение трех предшествующих лет приводило к потере массы рыбы всех возрастов, снижению большинства продукционных показателей и измельчанию икринок.

Производители калуги гораздо менее устойчивы к условиям тепловодной аквакультуры и не очень технологичны – для полноценного развития и полового созревания при кормлении искусственными кормами нуждаются в добавках в рацион свежей рыбы. Дополнительные трудности создают длительные сроки первого созревания и мало прогнозируемые неустойчивые межнерестовые интервалы. Получение икры от самок калуги осложнялось их большими размерами и было весьма трудоемко. Рыба долго восстанавливалась после нереста. У производителей калуги в тепловодном хозяйстве значительно уменьшился возраст достижения половой зрелости и сократились межнерестовые интервалы.

Гибриды амурского осетра с сибирским осетром ленской популяции давали среднее количество икры, имели высокую выживаемость. Их вполне можно использовать для получения товарной икры.

Данные по гибридам различных возрастных генераций сибирского осетра ленской популяции с амурским осетром весьма противоречивы. Одни из них продуцировали большое количество качественной икры, но имели весьма низкую выживаемость. Другие отличались высокой выживаемостью наряду с небольшим количеством продуцируемой икры и нарушением развития воспроизводительной

системы. Использовать этих гибридов для производства икорной продукции необходимо с осторожностью.

Самки гибридов сибирского осетра байкальской популяции с амурским осетром малопродуктивны и имели очень высокую смертность после проведения нерестовых кампаний. Использовать их для производства товарной осетровой икры неэффективно.

Тройной гибрид русского, сибирского осетров и амурского осетра жизнестоек, имеет средний выход икры, легко отдает икру и вполне может использоваться для ее получения.

Реципрокные гибриды между калугой и стерлядью очень жизнестойки, но низкий процент самок в маточном стаде и относительно невысокое количество икры от крупных особей делает их использование для получения пищевой икры нецелесообразным. В то же время, быстрорастущие кастеры являются наилучшим объектом тепловодной аквакультуры для товарного выращивания.

На основании выполненного исследования возможно дать следующие практические рекомендации по использованию амурских осетровых рыб и их гибридных форм с осетровыми их других регионов РФ в качестве продуцентов товарной икорной продукции:

1. Амурского осетра можно рекомендовать в качестве наиболее перспективного объекта тепловодной аквакультуры для осетровых рыбоводных хозяйств, занимающихся его воспроизводством, товарным выращиванием и производством товарной икры.

2. Маточное стадо калуги лучше ориентировать как резервное для сохранения генофонда, воспроизводства с целью пополнения естественных популяций, получения перспективных гибридов с амурским осетром и стерлядью в качестве товарной рыбы. Получение товарной икры от калуги в больших масштабах нецелесообразно.

3. Из гибридных форм амурских осетровых для производства товарной икры можно предложить гибрида амурского осетра с сибирским осетром и тройного гибрида русского, сибирского и амурского осетров.

4. Не рекомендуется использовать для получения товарной икры гибридов сибирского осетра ленской и байкальской популяций с амурским осетром и реципрокных гибридов калуги со стерлядью.

ВЫВОДЫ

1. Разработана и экспериментально подтверждена технология создания ремонтно-маточных стад амурского осетра и калуги в садковом тепловодном хозяйстве от потомства диких производителей. Амурские осетровые нескольких поколений адаптировались к новым условиям жизни в ограниченном пространстве садков, они хорошо растут и созревают при кормлении искусственными кормосмесями.

2. В условиях тепловодной аквакультуры амурские осетровые созревают раньше, чем особи в естественных популяциях и при значительно больших размерах: возраст достижения половой зрелости у производителей амурского осетра сократился на 4-5 лет, у калуги – на 8-9 лет. Периодичность созреваний domesticированных самок амурских осетровых увеличилась. Межнерестовые интервалы у амурских осетров сократились на 1-2 года, у калуг – на 2-4 года.

3. После однократного инъектирования гормоностимулирующим препаратом «сурфагон» созревают около 90 % производителей амурских осетровых. Самки амурского осетра и калуги за один нерест продуцируют большее количество икры и имеют более крупные икринки, чем у диких особей. Общая плодовитость «тепловодных» и диких самок сопоставима, показатели относительной плодовитости и ОСИ у «тепловодных» самок меньше. Самцы из тепловодного хозяйства продуцируют качественную сперму в таких же объемах что и природные, но имеют более высокую концентрацию спермиев.

4. Селекционное поколение амурского осетра превосходит исходные маточные стада по линейным и массовым показателям, но уступает по продукционным характеристикам. Для селекционного стада калуги характерны более низкие значения и размерных и продукционных показателей.

5. Большинство продукционных характеристик гибридов с наследственностью амурского осетра находятся на уровне или незначительно ниже таковых селекционного стада амурского осетра близкого возраста. Самые низкие значения

репродуктивных показателей характерны для реципрокных гибридов между калугой и стерлядью.

6. Во всех исследованных РМС с увеличением возраста увеличиваются размерные и репродуктивные показатели. Ухудшение условий содержания и режима питания приводит к уменьшению массы тела производителей и снижению значений продукционных характеристик.

7. В исходных РМС амурских осетровых численность самцов превышает численность самок, в селекционных стадах и в большинстве стад гибридных форм амурского осетра преобладают самки. Во всех РМС самки всегда крупнее самцов.

8. У большинства гибридов эффект гетерозиса проявился только в увеличении созреваемости и жизнестойкости. Эффекта гетерозиса по продукционным показателям не отмечено.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО – амурский осетр;

АО × СО л. – гибридная форма самки амурского осетра с самцом сибирского осетра ленской популяции;

АП – абсолютная плодовитость;

ВПД – время поступательного движения спермиев;

ГРЭС – государственная районная электрическая станция;

ИВК – инкубационно-выростной комплекс;

К – калуга;

К × Ст – гибридная форма самки калуги с самцом стерляди (кастер);

НИР – научно-исследовательская рыбоводная;

ОП – относительная плодовитость;

ОРЗ – осетровый рыбоводный завод;

ОСИ – оосоматический индекс;

РО × СО л. – гибридная форма самки русского осетра с самцом сибирского осетра ленской популяции

(РО × СО л.) × АО – тройная гибридная форма самки гибрида «русский осетр × сибирский осетр ленской популяции» с самцом амурского осетра;

РП – рабочая плодовитость;

СО б. – сибирский осетр байкальской популяции;

СО б. × АО – гибридная форма самки сибирского осетра байкальской популяции с самцом амурского осетра;

СО л. – сибирский осетр ленской популяции;

СО л. × АО – гибридная форма самки сибирского осетра ленской популяции с самцом амурского осетра;

Ст – стерлядь;

Ст × К – гибридная форма самки стерляди с самцом калуги (кастер лучегорский).

УЗВ – установка замкнутого водообеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амброз А.И. Стерлядь Килийского рукава Дуная // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 14. С. 158-170.

Амвросов Д.Ю., Рачек Е.И. Выращивание тройного гибрида русского, сибирского и амурского осетров в тепловодном хозяйстве // Известия ТИНРО. 2020. Том 200. Вып. 2. С. 445-459.

Амвросов Д.Ю., Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. КАЛУГА (*Huso dauricus*) РТА /0037/1/. Утверждена 10/11/2015 г. № 26-12-06/10. М.: Госсорткомиссия РФ. 10 с.

Амвросов Д.Ю., Свидерский В.А. Продукционные показатели самок амурского осетра и калуги, содержащихся в садках тепловодного хозяйства Приморского края // Водные биоресурсы и аквакультура юга России. Материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции, г. Краснодар, 17-19 мая 2018 г. Краснодар: Изд-во КГУ, 2018. С. 305-311.

Астахова А.Н. Новый способ предварительной обработки и посола овулировавшей икры осетровых рыб // Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. Материалы докладов научно-практической конференции под ред. А.И. Литвиненко, Тюмень: Изд-во ФГУП Госрыбцентр, 2010. С. 11-13.

Афанасьев С.Г. Проблемы воспроизводства байкальского осетра // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб.: Изд-во РАН. 2005. Вып. 10. С. 52-56.

Афанасьева В.Г. Об искусственном воспроизводстве байкальского осетра // Осетровые на рубеже XXI века. Астрахань. 2000. С. 217-219.

Барышев А.А., Емельянов Е.Г., Кривошеин В.В. Товарное производство осетровой икры в условиях аквакультуры // Учёные записки Института С. Х. и Пр. НовГУ. 2006. Т. 14. Вып. 2. С. 19-23.

Беликин С.П., Марковцев В.Г., Рачек Е.И., Фоменко Ю.А. Гидрологическая и биологическая характеристика водоема-охладителя Приморской ГРЭС и

перспективы его рыбохозяйственного освоения // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука. 1984. С. 199-208.

Беляев В.А., Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П. и др. Характеристика нерестовой группировки амурского осетра *Acipenser schrenckii* в период летне-осенней миграции // Вопросы рыболовства. 2009. Т. 10. № 1 (37). С. 27-38.

Беляев В.А., Шмигирилов А.П., Эбергардт Т.В. Характеристика группировок калуги *Huso dauricus (Georgi)* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* в русле Амура в период осенней миграции // Сб. научн. тр. ХоТИНРО. 2003. С. 43-57.

Беспалова Е.В., Кошелев В.Н. Современные данные о плодовитости рыб реки Амур // Вопросы рыболовства. 2007. Т. 8. № 1 (29). С. 47-56.

БИЗНЕС Online: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.business-gazeta.ru/article/338167>, 2016.

Блинков Б.В., Кокоза А.А. Особенности формирования репродуктивной функции, в зависимости от режима кормления, на примере русского осетра, культивируемого в УЗВ // Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 104-107.

Богерук А.К., Евтихеева Н.Ю., Илясов И.Ю. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ, 2001. М.: Типография ГУП «Агропрогресс», 2001. 208 с.

Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2004. 389 с.

Бубунец Э.В. Воспроизводство и выращивание анадромных осетровых рыб понто-каспийского бассейна в условиях тепловодных хозяйств: дис... докт. сельхоз. наук. 06.04.01 / Бубунец Эдуард Владимирович. М., 2016. – 383 с.

Бурцев И.А. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью // Генетика, селекция и гибридизация рыб. М.: Наука, 1969а. С. 232-242.

Бурцев И.А. Описание изобретения к авторскому свидетельству 244793 «Способ получения икры от самок рыб». Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР. Опубликовано 28.V.1969б, Бюллетень № 18.

Бурцев И.А. Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Л.: Наука. 1983. С. 102-113.

Бурцев И.А. К истории введения осетровых в мировую аквакультуру // I конгресс ихтиологов России. М.: Пищевая промышленность. 1997. С. 266-267.

Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И. и др. Комплекс пород бестера (*Acipenser Nikoljukinii*) // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М.: Столичная типография. 2008. С. 4-22.

Бурцев И.А., Николаев А.И. Инновационные пути развития осетроводства в России // М.: Моя Москва, 2004. № 8 (100). С. 68-73.

Бурцев И.А., Николаев А.И., Крылова В.Д. и др. Первые породы осетровых рыб, созданные на основе межродового гибрида белуги со стерлядью – бестера // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. М.: Изд-во ВНИРО, 2002. С. 146-150.

Бурцев И.А., Смольянов И.И., Гершанович А.Д., Николаев А.И. Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра. М.: Изд-во ВНИРО, 1984. 23 с.

Валова В.Н., Амвросов Д. Ю. Реакция крови молоди осетровых рыб на условия окружающей среды при товарном выращивании // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб. Расширенные материалы IV международной конференции [под ред. В.Р. Микрякова, Е.А. Криксунова, Д.В. Микрякова]; отв. за вып. Д.С. Павлов [и др.], г. Борок / РАН, Федер. агентство науч. орг. России, ФГБУН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Ярославль: Филигрань, 2015. 588 с.

Валова В.Н., Хованский И.Е. Сравнительная характеристика физиологических показателей производителей амурских осетровых рыб из естественных популяций и управляемых систем // Вопросы рыболовства. 2009. Т. 10. № 3 (39). С. 575-589.

Васильев В.П., Васильева Е.Д., Шедько С.В., Новомодный Г.В. Уровень плоидности калуги *Huso dauricus* и сахалинского осетра *Acipenser micadoi* (Acipenseridae, Pisces) // Доклады Академии Наук. 2009. Т. 426. № 2. С. 275-278.

Васильев В.П., Рачек Е.И., Медведев Д.А., Амвросов Д.Ю., Васильева Е.Д. Осетровые: полиплоидия, гибриды, клоны // Морские биологические исследования: достижения и перспективы. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции, г.Севастополь, 19–24 сентября 2016 г. Севастополь. Том 1. С. 373-376.

Васильева Е.Д., Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю., Васильев В.П. Сравнительный морфологический анализ клонального потомства самки гибрида стерлядь *Acipenser ruthenus* × калуга *A. dauricus* (ACIPENSERIDAE): генетическая и модификационная изменчивость ряда количественных морфологических признаков // Вопросы ихтиологии. 2018. Т. 58. № 5. С. 525-533.

Васильева Л.М. Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях нижнего Поволжья: автореф... дис... докт. сельхоз. наук. 06.02.04 / Васильева Лидия Михайловна. Краснодар, 2000. 52 с.

Васильева Л. М., Тяпугин В.В. Формирование и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб в научно-производственном центре «БИОС» КАСПНИИРХ // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М.: Столичная типография. 2008. С. 86-106.

В Вологодской области содержится крупнейшее в стране маточное стадо осетровых рыб. 30.07.2016 (текст, видео) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://volgdaregion.ru/news/2016/7/30/v-vologodskoy-oblasti-soderzhitsya-krupneyshee-v-strane-matochnoe-stado-osetrovyh-ryb>.

Воропаев В.М., Амвросов Д.Ю., Рачек Е.И. Эффективность дополнительного введения в корм витаминных премиксов при выращивании дальневосточных осетров в садковом тепловодном хозяйстве // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов IV международной науч-

но-практической конференции, г. Астрахань, 13-15 марта 2006 г. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 236-239.

Воропаев В.М., Валова В.Н., Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю. Результаты использования кормов при выращивании различных видов и гибридных форм осетровых рыб в условиях тепловодного хозяйства // Известия ТИНРО. 2007. Т. 149. С. 366-378.

Гаджимусаев Н.М. Формирование продукционного стада бестера с целью получения пищевой икры в условиях Широкольского рыбокомбината Дагестана: дис... канд. биол. наук. 06.04.01 / Гаджимусаев Насрула Магомедович. Новосибирск, 2017. 117 с.

Говорунова В.В., Подушка С.Б. Первые итоги эксплуатации ремонтно-маточных стад осетровых рыб на донском осетровом заводе // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб.: Изд-во РАН. 2005. Вып. 9. С. 12-17.

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.Н. Развитие осетровых рыб. (Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок). М.: Наука, 1981. 15 с.

Егоров А.Г. Байкальский осётр – *Acipenser baerii stenorrhynchus nation baicalensis* A. Nikolski: систематика, биология, промысел, сырьевая база и воспроизводство запасов. Бурят. комплекс НИИ. Улан-Удэ: Б. изд-во, 1960. 121 с.

Иванков В.Н. Плодовитость рыб. Методы определения, изменчивость, закономерность формирования // Учебное пособие. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета. 1985. 88 с.

Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2000. 100 с.

Иванов С.А. Получение икры амурских осетровых рыб с сохранением жизни самок // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов III международной научно-практической конференции, г. Астрахань, 22-25 марта 2004 г. Астрахань, 2004. С.176-177.

Израильская икра – высшее качество // Рыбоводство. 2006. № 1. С. 12-13.

Илясов Ю.И. Конаковский завод действует // Рыбоводство и рыболовство. 2001. №1. С. 62-63.

Информационный центр «Рыбные Ресурсы». 17.11.2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.fishres.ru.

Ишханян М.В., Карпенко Н.В. Эконометрика. Часть 1. Парная регрессия // Учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2016. 117 с.

Казаков Р.В. Определение качества половых продуктов самцов рыб. Методические указания. Л.: ГосНИОРХ. 1978. 15 с.

Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н. Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых // Рыбное хозяйство. 1978. № 2. С. 24-27.

Кириллов Д.Е., Крупный В.А. Сравнительная характеристика биологических и репродуктивных показателей самок осетровых естественной популяции и повторно эксплуатируемых доместифицированных рыб // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Тезисы докладов международной конференции. С-Пб.: Нестор-История, 2010. С. 76-79.

Кольман Р.В. Прижизненное получение икры от самок сибирского осетра. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aquafeed.ru/articles/sturgeon/13?print=Y>, 2019

Корчунов А.А., Пономарева Е.Н. Особенности развития и нереста стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) при выращивании в УЗВ // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 05. С. 24-30.

Кошелев В.Н. Амурский осетр *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (распределение, биология, искусственное воспроизводство): дис... канд. биол. наук. 03.02.06 / Кошелев Всеволод Николаевич. М., 2010. 189 с.

Кошелев В.Н. Нерестовые миграции амурского осетра *Acipenser schrenckii*, структура нерестовой части популяции и состояние гонад слагающих её особей // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53. № 2. С. 211-221.

Кошелев В.Н., Литовченко Ж.С., Евтешина Т.В., Ефимов А.Б. Особенности спермации самцов амурских осетровых и рыболовная характеристика спермы // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 49-50.

Кошелев В.Н., Рубан Г.И. Созревание и плодовитость калуги *Acipenser dauricus* // Вопросы ихтиологии. 2012. Т. 52. № 5. С. 562-570.

Коэн О. Монополии России на чёрную икру наступил конец [Электронный ресурс] / О. Коэн, А. Коэн // «Свободная Пресса». 25.04.2011. – Режим доступа: <http://svpressa.ru/blogs/article/42506>

Кривошеин В.В. Плодовитость маток белуги каспийской и русского осетра при разведении на теплой технологической воде // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2007. № 1. С. 22-24.

Кривцов В.Ф., Козовкова Н.А. Особенности выращивания племенного материала осетровых рыб // Рыбное хозяйство: Пресноводная аквакультура. Аналитическая и реферативная информация ВНИЭРХ. 2002. Вып. 4. С. 27-35.

Крылова В.Д. К оценке качества природных самок русского осетра *Acipenser guldenstadtii* волжской популяции по их продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе // Труды ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 142-157.

Крылова В.Д., Соколов Л.И. Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов: методические рекомендации М.: Изд-во ВНИРО, 1981. 49 с.

Крыхтин М.Л., Горбач Э.И. Осетровые рыбы Дальнего Востока // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1994. Т. 1. № 3. С. 86-91.

Крыхтин М.Л., Горбач Э.И. Плодовитость калуги *Huso dauricus* (Georgi 1775) и осетра *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 // Вопросы ихтиологии. 1996. Т. 36. № 1. С. 60-64.

Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае // Записки Приамурского отдела Императорского русского географического общества. С-Пб, 1894. Т. 1. Вып. 1. 87 с.

Львов В.Ф. Повторное созревание производителей стерляди в прудовых условиях // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Тезисы докладов международного симпозиума. Краснодар, 1996. С. 92.

Малышев П.В. Рынок осетровых: состояние и перспективы // Сельскохозяйственные вести. 2012. №1. Опубликовано 20 марта 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agricons.ru/ru/publikatsii/nashi-publikatsii/119-rynok-osetrovykh-sostoyanie-i-perspektivy>

Мамонтов Ю.П., Гепецкий Н.Е., Золотова З.К. Осетровые рыбы в аквакультуре России // Рыбное хозяйство: Пресноводная аквакультура. Аналитическая и реферативная информация ВНИЭРХ. М., 2002. Вып. 4. С. 1-27.

Методические рекомендации по применению сурфагона для стимуляции созревания самок и самцов осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги. С-Пб, 2010. 44 с.

Михеев В.П. Осетровые рыбы могут стать основными объектами промышленного рыбоводства во внутренних водоемах России // Рыбное хозяйство. 2009. № 9. С. 56-59.

Насырова Л.Ш., Подушка С.Б. Икорная продуктивность стербела – гибрида стерляди и белуги // Рыбное хозяйство. 2017. № 2. С. 80-84.

Новомодный Г.В., Золотухин С.Ф., Шаров П.О. Рыбы Амура: богатство и кризис. Аналитический обзор. Владивосток: Апельсин, 2004. С. 21-34.

Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. М.: Изд-во. Академии наук СССР, 1956. 553 с.

Николюкин Н.И. Отдалённая гибридизация осетровых и костистых рыб (теория и практика). М.: Пищевая промышленность. 1972. 335 с.

Патент РФ № 2 268 624 С1 от 19.07.2004, А23L 1/325, А23L 1/328. Способ приготовления пресервов из овулировавшей икры осетровых пород. Калиниченко Т.П., Тимчишина Г.Н., Павель К.Г., Бочаров Л.Н., Якуш Е.В., Поздняков С.Е., Рачек Е.И.

Патент № 6538 на селекционное достижение Кастер лучегорский, дата приоритета 10.05.2011 г. Амвросов Д.Ю., Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И.

Патент № 6539 на селекционное достижение Кастер, дата приоритета 10.05.2011 г. Амвросов Д.Ю., Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И.

Пельцам Э.Д. Наставление к искусственному разведению стерлядей. Казань, 1886. 24 с.

Персов Г.М. Учет осетроводных работ в связи с применением метода гипофизарных инъекций // Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1941. С. 42-50.

Персов Г.М. Методика работы с производителями стерляди // Учёные записки Ленинградского университета. Сер. биол. наук. 1957. № 228. Вып. 44. С.72-86.

Петрова Т.Г., Козовкова Н.А., Кушнирова С.А. Порода сибирского (ленского) осетра (*Acipenser baerii* br.) «Лена – 1» // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М.: Столичная типография. 2008. С. 23-32.

Подушка С.Б. Способ получения икры от самок осетровых рыб: авторское свидетельство СССР. 1986. № 1412035.

Подушка С.Б. Периодичность размножения осетровых (Литературный обзор) // Экология и гистофизиология размножения гидробионтов. Межвузовский сборник. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1989. С. 43-75.

Подушка С.Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб.: Изд-во РАН. 1999. Вып. 2. 66 с.

Подушка С.Б. Необычная размерная разновидность икринок у ленского осетра // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб: Изд-во РАН, 2013. Вып. 18. С. 21-23.

Подушка С.Б. История развития методов получения икры осетровых и технологии ее переработки в России. Тезисы докладов международного совещания по осетровым ISM-2016, г. Краснодар, 01-05 июня 2016 г. Краснодар. С. 77.

Подушка С.Б. Проблемы икорно-товарного осетроводства // Аквакультура осетровых рыб: Проблемы и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции, г. Астрахань, 10-12 октября 2017 г. Махачкала: Изд-во ДГУ. С. 154-157.

Подушка С.Б., Армянинов И.В. Опыт формирования и эксплуатации икорно-товарного стада стерляди в Кармановском рыбхозе // Научно-производственный журнал «Осетровое хозяйство». ООО «Частный институт стерляди». Астрахань, 2008. Вып. 1. С. 2-7.

Подушка С.Б., Армянинов И.В. Икорно-товарное осетроводство в Кармановском рыбхозе // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2009. № 6. С. 21-23.

Подушка С.Б., Брусованский Р.Б., Калгина Н.А. и др. Производство черной икры в рыбоводных хозяйствах // Тезисы докладов международной конференции «Научно-технический прогресс в перерабатывающих отраслях АПК», г. Москва, 16-18 мая 1995 г. М., 1995. С. 201-202.

Подушка С.Б., Вдовина Н.Е., Армянинов И.В., Говорливых А.С. Созревание самок гибрида ленского осетра с калугой в Кармановском рыбхозе // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб: Изд-во РАН. 2014. Вып. 20. С. 5-9.

Подушка С.Б., Лунеев Д.Е., Брусованский Р.Б. и др. Начало официального производства пищевой икры осетровых рыб, выращенных в рыбоводных хозяйствах // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб: Изд-во РАН. 2005. Вып. 9. С.5-11.

Подушка С.Б., Теркулов М.А. 10 лет икорно-товарному осетроводству России // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: Материалы международной научно-технической конференции (заочная). Воронеж, 3-4 декабря 2013 г. Воронеж, 2013. С.117-118.
http://vsuet.ru/science/conference2013/conf2013-12-03_sbornik.pdf

Подушка С.Б., Чебанов М.С. Икорно-товарное осетроводство в Китае // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб: Изд-во РАН. 2007. Вып. 13. С. 5-15.

Под Ригой производят первоклассную черную икру. 26.07.2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://professional.ru/Soobschestva/biznes_v_evrope/pod_rigoj_proizvodyat_pervoklassnuyu_chernuyu_ikru/

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

Производство черной икры: Россия, мир и «черное золото», 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kp.ru/guide/gde-dobyvajut-chnuju-ikru.html>

Распопов В.М., Кобзева Т.Н. Экологические основы воспроизводства осетровых в условиях современного стока р. Волги. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. 156 с.

Рачек Е.И. Современное состояние осетроводства в Приморском крае // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 6. С. 34-39.

Рачек Е.И. Рыбоводно-биологическая характеристика прямых и возвратных гибридов стерляди с калугой при выращивании на теплых водах Приморья // Водные биоресурсы и аквакультура юга России. Всероссийская научно-практическая конференция, г. Краснодар, 17-19 мая 2018 г. Краснодар. 2018. С. 381-387.

Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю. Оценка производителей амурского осетра (*Acipenser schrenckii*) из садкового тепловодного хозяйства в процессе многолетней эксплуатации // Известия ТИНРО. 2018. Т. 192. С. 202-213.

Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю., Скирин В.И. Результаты формирования маточного стада калуги *Huso dauricus* (Georgi) в условиях тепловодного хозяйства. Actual status and conservation of natural populations of sturgeon fish Acipenseridae // Материалы докладов Международной конференции, г. Гжицко, Польша, 8-11 апреля 2014 г. Ольштин. Изд-во Института Пресноводного рыбного хозяйства, 2014. С. 241-246.

Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю., Скирин В.И., Валова В.Н. Инструкция по технологии формирования маточных стад калуги в условиях полносистемного тепловодного хозяйства. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центр, 2014. 38 с.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга в тепловодных садковых хозяйствах Приморья // Рыбное хозяйство: Пресноводная аквакультура. Аналитическая и реферативная информация ВНИЭРХ. М., 2001. Вып. 1. С. 5-14.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Культивирование амурского осетра в садках тепловодного индустриального хозяйства Дальневосточного региона // Рыбное хозяйство. 2007а. № 5. С. 86-89.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Рыбоводно-биологическая характеристика гибридных форм между амурским и сибирским осетрами из садкового тепловодного хозяйства Приморского края // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Материалы и доклады международного симпозиума, г. Астрахань 16-18 апреля 2007 г. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007б. С. 356-359.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Процесс доместикации амурского осетра в тепловодном хозяйстве Приморья // Известия ТИНРО, 2008а. Т. 155. С. 219-229.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Процесс формирования доместицированных продукционных стад амурского осетра *Acipenser schrenkii* Brandt и калуги *Huso dauricus* (Georgi) в тепловодном хозяйстве Приморья // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М.: Столичная типография. 2008б. С. 120-149.

Рачек Е.И., Свирский В.Г., Амвросов Д.Ю. Доместикация калуги в условиях тепловодного хозяйства Приморья // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов IV Международной научно-практической конференции, г. Астрахань 13-15 марта 2006 г. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 118–120.

Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И. Генеративная и соматическая продукция самок осетровых рыб экспериментального хозяйства в Приморье как основа производства гастрономической икры // Известия ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 229-250.

Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И., Липин Д.Е. Экспериментальное подтверждение фертильности самцов межродового гибрида (F1) стерляди (*Acipenser ruthenus*) и калуги *Huso dauricus* (Georgi) // Осетровое хозяйство. 2010. № 4. С. 52-60.

Рачек Е.И., Скирин В.И. Межродовой гибрид стерляди и калуги как перспективный объект товарного рыбоводства // Современное состояние водных биоресурсов. Материалы научной конференции, посвящённой 70-летию С.М. Конавалова, г. Владивосток, 25-27 марта 2008 г. Владивосток: Изд-во ТИПРО-Центр, 2008. С. 778-782.

Рачек Е.И., Скирин В.И. Влияние условий содержания и кормления на рыбоводно-биологические и продукционные показатели domestцированных самок амурского осетра *Acipenser schrenckii* из тепловодного хозяйства Приморья // Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод: проблемы и пути решения. Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского, г. Ростов-на-Дону 20-23 сентября 2010 г. Ростов-на-Дону: Изд-во «АзНИИРХ». 2010. С. 333-336.

Рачек Е.И., Скирин В.И., Свирский В.Г. Альбиносы стерляди (*Acipenser ruthenus*) в тепловодном хозяйстве Приморья // Осетровое хозяйство. 2011. № 5. С. 34-52.

Рачек Е.И., Скирин В.И., Свирский В.Г., Амвросов Д.Ю. Товарное выращивание межродовых гибридов стерляди с калугой в тепловодном хозяйстве // Осетровое хозяйство. 2009. № 3. С. 52-63.

Рачек Е.И., Скирин В.И., Липин Д.Е. Результаты культивирования сибирского осетра байкальской популяции в тепловодном хозяйстве Приморского края // Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества. Материалы международной научно-практической конференции под ред. А.И. Литвиненко. Тюмень: Изд-во ФГУП Госрыбцентр, 2011. С. 157-159.

Рубан Г.И. Сибирский осётр *Acipenser baerii* Brandt (структура вида и экология). М.: Изд-во ГЭОС, 1999. 235 с.

Русская черная икра в изгнании. 08.08.2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.nilsky-nikolay.livejournal.com.808709.html

Салманов З.С., Пономарёв С.В., Баканёва Ю.М., Фёдоровых Ю. В. Результаты формирования ремонтно-маточного стада персидского осетра (*Acipenser persicus* Bogodin, 1897) в условиях Хыллинского осетрового рыбоводного завода

республики Азербайджан // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2016. № 3. С. 79-83.

Самая дорогая икра в мире 15.06.2016[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lux-trip.ru/samaya-dorogaya-ikra-v-mire-caviar-almas-almas/>

Сафронов А.С., Рачек Е.И., Зуевский С.Е., Амвросов Д.Ю., Филиппова О.П. Результаты сравнительного выращивания калуги, амурского осетра и реципрокных гибридов между ними с использованием различных технологий // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. Вып. 4. С. 923-936.

Сафронов А.С., Филиппова О.П., Зуевский С.Е. и др. Характеристика гибридов осетровых рыб на основе бестера, культивируемых в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Труды ВНИРО. 2016. Т. 163. С. 108-123.

Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга (систематика, биология, перспективы воспроизводства): дис... канд. биол. наук: 03.02.06 / Свирский Виктор Георгиевич. – Владивосток, 1967. – 399 с.

Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга (состояние запасов, некоторые черты биологии, перспективы воспроизводства) // Ученые записки ДВГУ. Владивосток, 1971. Т. XV. Вып. 3. С. 19-33.

Свирский В.Г. Дегенерация половых клеток в яичниках амурского осетра и калуги как отражение адаптивной устойчивости вида к экстремальным факторам среды // Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции «Экологическая физиология и биохимия рыб», г. Астрахань, сентябрь 1979 г. Астрахань, 1979. С. 170.

Свирский В.Г., Рачек Е.И. Приморье: лицом к аквакультуре // Рыбоводство и рыболовство. 2001а. № 1. С. 40-41.

Свирский В.Г., Рачек Е.И. Гибридизация как элемент ресурсосберегающих технологий товарного осетроводства Дальневосточного региона // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы докладов II Международной научно-практической конференции. Астрахань: Нова, 2001б. С. 119-120.

Свирский В.Г., Рачек Е.И. Биологические потенции роста и созревания амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt и калуги *Huso dauricus* (Georgi) в

управляемых системах // Сб. «Чтения памяти В.Я. Леванидова». – Вып. 3. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – С. 535-551.

Свирский В.Г., Рачек Е.И., Картаева Л.П. Маточные группы осетровых в тепловодных хозяйствах Приморья // Тезисы докладов международной конференции «Осетровые на рубеже 21 века», г. Астрахань, 11-15 сентября, 2000. Астрахань, 2000. С. 320-321.

Севириков В.Н., Семьянихин В.В., Устинов А.С., Подушка С.Б. Созревание самок русского осетра в условиях индустриального рыбоводного хозяйства // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. С-Пб: Изд-во РАН. 2001. Вып. 5. С. 15-20.

Смолянов И.И. Технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра в тепловодных хозяйствах. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1987. 43 с.

Солдатов В.К. Исследование осетровых Амура // Материалы к познанию русского рыболовства. Петроград, 1915. Т. 3. Вып. 12. 415 с.

Сытова М.В., Харенко Е.Н., Беляев В.А., Шмигирилов А.П. Размерные и весовые показатели нерестовых группировок осетровых рыб в бассейне р. Амур // Вопросы рыболовства, 2004. Т. 5. № 3 (19). С. 470-481.

Таразанов В.И. Гидрологическая характеристика водоема-охладителя Приморской ГРЭС // Тезисы докладов международной конференции «Энергетика и окружающая среда», г. Хабаровск, октябрь 1992 г. Хабаровск, 1992. С. 16-17.

Техническое руководство по выращиванию амурского осетра в садках тепловодного хозяйства для типового предприятия аквакультуры мощностью 100 тонн рыбы в год. Владивосток, 2017. 52 с.

Тренклер И.В. Аквакультура осетрообразных. Часть 3. КНР и Юго-Восточная Азия // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 60-73.

Трусов В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Труды ВНИРО. 1964. Т. 56. С. 69-78.

Тяпугин В.В., Загребина О.Н. Некоторые результаты одомашнивания диких производителей русского осетра (*Acipenser guldenstadtii*) в садковом комплексе // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011. № 08. С. 42-46.

Тяпугин В.В., Шеходанов К.Л., Васильева Л.М. Результаты работ по формированию ремонтно-маточного стада осетровых на базе ОНПЦ «БИОС» // Проблемы современного товарного осетроводства. Тезисы докладов I научно-практической конференции, г. Астрахань, 24-25 марта 1999 г. Астрахань, 1999. С. 77-79.

Устинов А.С., Севрюков В.И., Семьянихин В.В., Подушка С.Б. Осетровые в опытно-промышленном рыболовном цехе Новолипецкого металлургического комбината // Тезисы докладов международной конференции «Осетровые на рубеже 21 века», г. Астрахань, 11-15 сентября, 2000. Астрахань. 2000. С. 321-322.

Филиппова О.П., Бурцев И.А., Сафронов А.С. и др. Влияние температурных условий выращивания бестера *Acipenser Nikoljukini* на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах // Труды ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 170-179.

Филиппова О.П., Зуевский С.Е. Перспективы выращивания гибрида русского осетра с сибирским осетром в России // Стратегия 2020: Интеграционные процессы образования, науки и бизнеса как основа инновационного развития аквакультуры в России. Сборник трудов международного научно-практического форума, г. Москва, 23.12.2008-15.02.2009». М. Изд-во: Изд-во МГУТУ, 2009. С. 56-66.

Харенко Е.Н., Сопина А.В., Ким Э.Н. и др. Нормативная база на пищевую продукцию из амурских осетровых // Рыбоводство и рыболовство. 2001. № 1. С. 83-85.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Китайский осетр (*Acipenser sinensis* Gray): Искусственное воспроизводство и оптимизация формирования маточного стада методами УЗИ-диагностики пола и стадий зрелости гонад // Осетровое хозяйство. 2008. № 2. С. 42-59.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб // Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Анкара. 2013. 325 с.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Маточные стада осетровых рыб: оптимизация круглогодичного воспроизводства и производства пищевой икры в интенсивной аквакультуре // Водные биоресурсы и аквакультура юга России. Материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции, г. Краснодар, 17-19 мая 2018 г. Краснодар: Изд-во КГУ, 2018. С. 419-423.

Чебанов М.С., Галич Е.В., Меркулов Я.Г. Формирование и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб Южного филиала федерального селекционно-генетического центра рыбоводства // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М.: Столичная типография, 2008. С. 52-85.

Чебанов М.С., Остапенко В.А., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Производство пищевой икры осетровых: от экспериментов к ускоренному промышленному производству // Рыбоводство. 2006. № 3-4. С. 20-23.

Черная икра из Гранады. [Электронный ресурс] / Рыбные ресурсы. Новости. – Режим доступа: <http://fishres.ru/news/print.php?id=15813>

Чипинов В.Г. Биологические и технологические аспекты формирования ремонтно-маточного стада осетровых рыб в условиях Астраханской области: автореф... дис... канд. биол. наук. 03.00.10 / Чипинов Виктор Геннадьевич.– Астрахань, 2004. 23 с.

Шайхулисламов А.О. Выращивание осетровых рыб для получения пищевой икры / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев // Материалы XIV Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России». Махачкала, 2012. С. 421-422.

Шалыгин С.А. Черная икра исчезает и дешевеет. 26.11.2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.nexplorer.ru/print/news_4748htm

Шатуновский М.И. Некоторые закономерности возрастной и географической изменчивости плодовитости у рыб // Известия РАН. Серия Биология. 2006. № 2. С. 244-247.

Шеходанов К.Л., Минияров Ф.Т., Тяпугин В.В. Опыт доместикации производителей белуги в прудах Астраханской области // Проблемы современного товарного осетроводства. Тезисы докладов I научно-практической конференции, г. Астрахань, 24-25 марта 1999 г. Астрахань, 1999. С. 81-83.

Ющенко П.С. Устройство для нереста производителей и получения оплодотворенной икры осетровых рыб // Сборник аннотаций АзНИИРХ по плану 1960 г. Ростов-на-Дону, 1961. С. 9-10.

14 тысяч евро за килограмм икры. 24.12.2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://libymax.ru/?p=53476>

Amvrosov D.Y., Rachek E.I. Cultivation of Triple Hybrids of Russian, Siberian and Amur Sturgeons at a Warm-Water Fish Farm // Russian Journal of Marine Biology, 2020. Vol. 46. No. 7. P. 600-610.

Bogutskaya N.G., Naseka A.M., Shedko S.V. et al. The fishes of Amur River: updated check-list and zoogeography // Ichthyol. Explor. Freshwaters, 2008. Vol. 19. No. 4. P. 301-366.

Bronzi P., Chebanov M., Michaels J. et al. Sturgeon meat and caviar production Global update 2017 // Journal of Applied Ichthyology, 2019. No. 35. P. 257-266.

CITES [Электронный ресурс] - 30.12.2015. - Режим доступа <https://cites.org/eng/app/appendices.php>

Chebanov M., Billard R. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption // Aquat. Living Resour., 2001. No. 14. P. 375-381.

Chebanov M., Podushka S., Rachek E., Amvrosov D., Merkulov Y. Hybrids of the Siberian Sturgeon // The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869). Volume 2 [Williot P. Nonnotte G., Chebanov M. (eds)]. Farming. Springer, Cham, 2018. P. 289-326.

Chebanov M., Galich E. Echography for Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) brood stock management // The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869).

Volume 2 [Williot P. Nonnotte G., Chebanov M. (eds)]. Farming. Springer, Cham, 2018. P. 529-567.

Chebanov M.S., Savelyeva E.A. New strategies for brood stock management of sturgeon in the Sea of Azov basin in response to changes in patterns of spawning migration // *Journal of Applied Ichthyology*, 1999. No. 15. P. 183-190.

Chebanov M.S., Williot P. An Assessment of the Characteristics of World Production of Siberian Sturgeon Destined to Human Consumption // *The Siberian sturgeon (Acipenser baerii Brandt, 1869)*. Volume 2 [Williot P. Nonnotte G., Chebanov M. (eds)]. Farming. Springer, Cham, 2018. P. 217-286.

Eschmeyer W.N., Fricke R.R., van der Laan. Catalog of fishes. Updated internet version, 2 August 2016. Catalog databases of CAS cited in FischBase (website). 2016.

Rachek E.I., Amvrosov D.Y. The Characteristics of the Amur Sturgeon, *Acipenser schrenckii*, Spaw ners from a Warm-Water Cage Farm during Long-Term Exploitation // *Russian Journal of Marine Biology*, 2018. Vol. 44, No. 7. P. 549-557.

Rachek E.I., Skirin V.I., Lipin D.E. Results of cultivating Siberian sturgeon of Baikal population at the warm-water farm in Primorsky region // *The International Theoretical End Practical Conference (Ulan-Ude, Baikal, 1-7 August, 2011)*. 2011. Tyumen, Gosrybcenter. P. 143-145.

Sicuro B. The Future of caviar production on the light of social changes: a new dawn for caviar? B.Sicuro // *Reviews in Aquaculture*, 2019. No. 11. P. 204-219.

STANDART FOR STURGEON CAVIAR (CODEX STAN 291– 2010) [Электронныйресурс] Режимдоступа: www.fao.org., 2010. 4 p.

SUN Da-jiang, QU Qiu-zhi, MA Guo-jun , et al. Artificial reproduction of cultured *Acipenser schrenckii* // *Journal of Fishery Sciences of China*, 2003. No. 6. Vol. 10. P. 485-490.

TRAFFIC, Report of Illegal Sturgeon Fishing in Amur Basin // Moscow, 2002. 45 p.

Vasil'ev V.P., Vasil'eva E.D., Shedko S.V., Novomodny G.V. Karyotypes of the Kaluga *Huso dauricus* and Sakhalin Sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae,

Pisces) // Materials of the Account Conference on Biodiversity and Dynamics of Gene Pools, 2008. RAS. Moscow. P. 19-21.

Vasil'ev V.P., Rachek E.I., Amvrosov D.Yu., Barmintseva A.E., Vasil'eva E.D. Fertility of females of sturgeon hybrids obtained from species with different levels of ploidy (*Acipenser ruthenus* and *A. dauricus*) and their cloning // Journal of Applied Ichthyology, 2021. No. 37. P. 186-197.

Wang B. Сравнительное исследование икры, спермы и эмбрионального развития диких и домашних амурских осетров / B. Wang, Q. Qu, L. Qiu et al // Journal of Dalian Fish University, 2003. Vol. 18. No. 4. P. 246-251.

Wei Q.W., Zou Y., Li P., Li L. Sturgeon aquaculture in China: progress, strategies and prospects assessed on the basis of nation-wide surveys (2007-2009) // Journal of Applied Ichthyology, 2011. Vol. 27. P. 162-168.

Williot P., Brun R. / P. Williot, R. Brun. Résultats sur la reproduction de *Acipenser baeri* en 1982 // Bulletin Français de Pisciculture, No. 287. Vol. 55. P. 19-22.

Yang D. Sturgeon culture. Status and practices / D. Yang, G. Ma, D. Sun // Aquaculture in China: Success stories and modern trends / Eds. Jian-Fang Gui, Qisheng Tang, Zhongjie Li, Sena S. De Silva, Jashou Liu / John Wiley and Sons. 2018. P. 234-245.

Zhuang P. Overview of biology and aquaculture Amur sturgeon (*Asipensers chrenckii*) in China / P. Zhuang, B. Kunard, L. Zhuang // Journal of Applied Ichthyology, 2002. Vol. 18. P. 659-664.