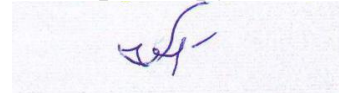


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дагестанский государственный университет»

На правах рукописи



ГАДЖИМУСАЕВ НАСРУЛА МАГОМЕДОВИЧ

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННОГО СТАДА БЕСТЕРА С ЦЕЛЬЮ
ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ИКРЫ В УСЛОВИЯХ ШИРОКОЛЬСКОГО
РЫБОКОМБИНАТА ДАГЕСТАНА.**

Специальность 06.04.01 «Рыбное хозяйство и аквакультура»

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Магомаев М. М.

Новосибирск, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	11
1.1. История развития и современное состояние товарного осетроводства.....	12
1.2. Формирование продукционных стад осетровых рыб. История, проблемы и перспективы.....	19
1.3. Бестер – объект товарного осетроводства	27
1.3.1. История создания гибрида бестер.....	28
1.3.2. Биологические особенности бестера	31
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1. Материалы исследований	37
2.2. Методы исследований	38
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ	46
3.1. Формирование младшей ремонтной группы стада бестера.....	46
3.1.1. Выращивание молоди бестера от 1 до 20 грамм	46
3.1.2. Выращивание молоди бестера от 20 г до сеголеток	50
3.1.3. Оптимизация зимовки сеголеток бестера с использованием геотермальных вод	52
3.2. Исследования оптимальных условий выращивания ремонтных групп стада бестера	56
3.2.1. Определение оптимальных плотностей посадки ремонтных групп бестера в прудах	56
3.2.2. Выбор оптимального вида кормов для ремонтных групп бестера, выращиваемых в прудах	61
3.2.3. Особенности формирования ремонтного стада бестера в прудах совместно с растительноядными рыбами	62
3.3. Созревание производителей бестера в прудах	71
3.3.1. Процесс определения и выбраковки самцов бестера из стада	71
3.3.2. Созревание самок бестера в прудах.....	73
3.3.3. Межнерестовые интервалы самок бестера.....	74

3.4. Особенности работы с самками бестера при получении икры для пищевых целей	79
3.4.1. Подбор оптимальных схем гонадотропной стимуляции производителей.....	80
3.4.2. Особенности получения пищевой икры в осенне-зимний период.....	82
3.5. Формирование ремонтно-маточного стада бестера в прудах для получения пищевой икры на Широкольском рыбокомбинате.	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
ВЫВОДЫ	96
ПРИЛОЖЕНИЕ А	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	100
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	117

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современных условиях практически полного истощения природных ресурсов осетровых рыб в Каспийском бассейне, на долю которого приходится более 95% всех мировых запасов, особая роль для насыщения потребительского рынка ценной деликатесной продукцией отводится новому прогрессивному направлению рыбоводства – товарному осетроводству. Аквакультура осетровых рыб в настоящее время активно развивается в России и в мире. Принято считать, что товарное осетроводство получило своё развитие после того, как профессором Н. И. Николюкиным в 1952 г. был получен жизнеспособный и плодовитый гибрид – бестер (*Acipenser Nikoljukinii*), родительскими парами которого стали белуга и стерлядь (Николюкин, Тимофеева, 1953; Бурцев, 1969; Козлов, Абрамович, 1986). Бестер стал первым объектом товарного осетроводства, на котором разрабатывались биотехнология выращивания товарных осетровых и создания их маточных стад в рыбоводных хозяйствах разных типов – прудовых, садковых и бассейновых, пресноводных и морских (Николюкин, Бурцев, 1969; Романычева, 1976; Крылова, 2003). Первое опытное ремонтно-маточное стадо бестера формировалось в зонах прудового рыбоводства с наиболее благоприятными условиями выращивания – в Аксайском рыбхозе (Ростовская область). С самого начала репродукция бестера проводилась с использованием прижизненных методов получения икры от самок, благодаря чему самки оставались живыми, созревали повторно и давали до 15 генераций икры в течение жизни (Бурцев и др., 2007).

В последние 10–12 лет на фоне истощения рынка осетровой икры активное развитие получает икорно-товарное осетроводство для удовлетворения возрастающего потребительского спроса на ценную деликатесную продукцию – пищевую икру из осетровых рыб (Подушка, 2013). В связи с этим исследования по формированию ремонтно-маточного стада бестера в прудовых условиях с целью круглогодичного получения пищевой икры весьма актуальны.

Степень разработанности темы. Большинство отечественных и зарубежных осетровых рыбоводных хозяйств формируют продукционные стада с целью получения пищевой икры из чистых видов осетровых рыб, таких как сибирский и русский осётр, стерлядь, изредка белуга (Васильева, 2004; Чепуркина, 2004; Подушка, 2013). Гибридные формы, в частности, высокопродуктивный бестер, не дооценён рыбоведами, редко используются в икорно-товарном осетроводстве. При выращивании ремонтно-маточного стада осетровых рыб в прудах, садках или бассейнах с использованием воды естественной температуры получение икры проводится исключительно в традиционные сроки в весенний период, что не может полностью удовлетворять потребности рынка. Повышенный коммерческий спрос на пищевую икру из осетровых рыб перед новогодними праздниками диктует необходимость смещения сроков производства икры на осенний и зимний периоды, что требует дополнительных исследований для рыбоводных хозяйств, работающих на воде с естественным ходом температур.

Формирование ремонтно-маточного стада бестера в прудовых условиях для создания так называемого «дойного» стада с целью ежегодного стабильного получения пищевой икры в течение всего года – новое, весьма перспективное направление в икорно-товарном осетроводстве. Исследования основных технологических процессов и анализ накопленного опыта по выращиванию ремонтно-маточного стада бестера в прудах Широкольского рыбокомбината в Дагестане позволят разработать оптимальную биотехнологическую схему формирования стада с целью регулярного круглогодичного получения пищевой икры.

Цель исследований: разработать рыбоводно-технологические положения формирования ремонтно-маточного стада бестера в прудах в условиях Дагестана с целью круглогодичного получения пищевой икры.

Задачи исследований:

1. Разработать оптимальные условия выращивания бестера на ранних стадиях развития от 1 грамма до сеголетков и зимовки их с использованием геотермальных вод.
2. Определить оптимальные плотности посадки, выбрать полноценный вид корма и основные параметры выращивания ремонтных групп бестера в прудах в поликультуре с растительноядными рыбами.
3. Исследовать репродуктивную функцию производителей бестера из ремонтно-маточного стада при первом и повторном созревании в прудах.
4. Уточнить схему гонадотропной стимуляции самок бестера при получении икры для пищевых целей.
5. Обосновать возможность получения икры от самок белуги для производства пищевой икры в осенне-зимний период.
6. Разработать основные рыбоводно-технологические положения формирования и содержания РМС бестера в прудах с целью получения пищевой икры.

Научная новизна. Впервые сформировано высокопродуктивное стадо бестера в прудовых условиях Дагестана с целью неоднократного прижизненного извлечения икры для производства пищевой продукции. Доказана возможность регулярного ежегодного созревания самок бестера с межнерестовым интервалом менее года, от которых выход икры составляет от 10 до 16 % от массы тела рыбы.

Впервые установлено, что получение икры от самок бестера для пищевых целей в нетрадиционные сроки в осенне-зимний период возможно без принятого в рыбоводстве постепенного вывода рыб на нерестовый температурный режим и предварительного выдерживания их в этом режиме в течение 2–3 суток, при этом выход икры не снижается.

Впервые доказано, что рыбоводные показатели – выживаемость и темпы роста младше возрастных групп ремонтно-маточного стада бестера, содержащихся в прудах в поликультуре с растительноядными рыбами, выше, чем при выращивании в монокультуре.

Теоретическая и практическая значимость. Установлена биологическая особенность гибридной формы осетровых рыб – бестера ежегодно созревать в прудовых условиях. Выявлена биологическая способность самок бестера после гонадотропной стимуляции отдавать созревшую икру для пищевых целей прижизненным методом без постепенного вывода рыб на нерестовую температуру и выдержки их в этом режиме в течение 2–3 суток, принятых в рыбоводстве.

Результаты, полученные при выполнении работы, легли в основу применяемой технологической схемы формирования ремонтно-маточного стада бестера в прудовых условиях Широкольского рыбокомбината Дагестана. Разработанная схема вывода самок бестера в нерестовое состояние в нетрадиционные для прудовых хозяйств сроки в осенне-зимний период создаёт условия для получения свежей пищевой икры в промышленных масштабах уже с ноября месяца, что позволяет предприятию быть практически вне конкуренции на потребительском рынке. Это подтверждается и тем фактом, что основной оборот пищевой чёрной икры приходится на новогодние праздники, и приготовленная в этот период икра без консервантов и пастеризации является достаточно дефицитным и весьма дорогостоящим товаром. Апробация и внедрение результатов исследований в рыбоводную практику позволило Широкольскому рыбокомбинату в короткие сроки стать одним из лидеров по производству пищевой чёрной икры в Российской Федерации.

Кроме того, результаты и выводы, изложенные в диссертации, могут быть использованы на товарных осетровых хозяйствах юга России, занимающихся формированием ремонтно-маточных стад бестера с целью получения пищевой икры, в работе научно-исследовательских институтов рыбного хозяйства, при подготовке бакалавров, магистров, аспирантов, при преподавании дисциплин «Биологические основы рыбоводства», «Аквакультура осетрообразных рыб», «Осетроводство», «Пастбищное и прудовое рыбоводство», «Формирование продукционных стад осетровых рыб», «Товарное осетроводство» и др.

Методология и методы исследования. Для выполнения задач была разработана схема экспериментальных исследований, согласно которой выполнялся комплекс рыбоводно-биологических и морфометрических показателей разновозрастных групп и производителей бестера при формировании ремонтно-маточного стада в прудах. Для оценки состояния среды обитания проводился регулярный мониторинг температурного и кислородного режимов, а также периодически определялось содержание биогенных соединений в воде, проводились гидробиологические исследования в прудах. Выполнялись исследования морфометрических (масса, длина рыб, коэффициент упитанности) и рыбоводных (выживаемость, темпы роста) показателей выращиваемой молоди. Физиологическое состояние исследуемых разновозрастных особи бестера оценивали по биохимическим (содержание общего белка, жира, сухих веществ и золы) и гематологическим показателям: концентрация гемоглобина, гематокрита, содержание эритроцитов, скорость оседания эритроцитов. Работа выполнялась на прудовой базе ООО Широкольского рыбокомбината в Дагестане с 2000 по 2015 гг.

Основные положения, выносимые на защиту:

- оптимальные условия выращивания молоди бестера при формировании ремонтно-маточного стада: плотность посадки, вид корма, организация зимовки, содержание в прудах в поликультуре с растительными рыбами;
- сроки достижения половой зрелости производителей и межнерестовые интервалы самок бестера при неоднократном созревании в прудах;
- оптимальная схема гонадотропной стимуляции самок бестера синтетическим препаратом – сурфагоном, и натуральным гипофизом рыб;
- особенности вывода самок бестера на нерестовый режим и получение икры для пищевых целей в нетрадиционные сроки – осенне-зимний период;
- основные рыбоводно-технологические положения формирования ремонтно-маточного стада бестера в прудах в условиях Дагестана.

Степень достоверности и апробация работы. При выполнении исследований использовались современные методики сбора, обработки проб,

обобщения и анализа полученных результатов. Все методы исследований, представленные в работе, стандартизированы и широко применяются в рыбоводной науке и практике. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертационной работе, подтверждаются обширными экспериментальными данными, накопленных за 15 лет исследований. Все выполненные исследования соответствуют сформулированным цели и задачам, выводы базируются на основе анализа полученных результатов и раскрывают поставленные задачи.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на международных конференциях: III Международном симпозиуме «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (Адлер, 2001); II Международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2001); III Международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2004); VII Международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа» (Теберда, 2005); IV Международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2006); Международном симпозиуме Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата (Астрахань, 2007); XI, XII и XIV Международных научных конференциях «Биологическое разнообразие Кавказа» (Махачкала, 2009, 2010, 2012); Научно-практической конференции с международным участием «Интенсивная аквакультура на современном этапе развития» (Махачкала, 2013); Международной научно-практической конференции «Сохранение биологических ресурсов Каспия» (Астрахань, 2014).

Публикации. По результатам выполненных исследований по теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 3 из списка изданий, рекомендованных ВАК.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа включает введение, литературный обзор, материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение представлены в пяти разделах, заключение, выводы и список использованной литературы. Работа изложена на 117 стр. машинописного текста, включая 29 таблицы, 9 рисунков. Список литературы содержит 160 источников, в том числе 11 на иностранных языках.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В современных условиях уменьшения объёмов промысловой добычи рыбы и увеличения численности населения в целом мире насыщать потребительский рынок рыбной продукцией возможно только за счёт аквакультуры. Этот сектор экономики активно развивается во многих странах мира, по данным ФАО, в общемировом объёме пищевой рыбы на долю выращиваемых биообъектов приходится почти половина. Производство рыбоводной продукции в мире за последнее 30 лет практически удвоилось с 32,4 до 62,9 млн т, в дальнейшем также планируется продолжение роста объёмов продукции аквакультуры с 62,9 до 99,3 млн т в 2030 г., т. е. рост более чем в 1,5 раза (Васильева, 2015).

Осетровые – древнейшие рыбы, появились на Земле свыше ста миллионов лет назад, смогли, приспособившись к постоянно изменяющимся условиям среды, выжить от мезозойской эры до наших дней. Осетровые рыбы издавна высоко ценились как источник ценного мяса, а их икра отличается особенно высокими вкусовыми и пищевыми качествами. Высокая эффективность даже самых примитивных способов лова сделала осетровых предметом промысла ещё на заре человеческой истории. Ни одно семейство рыб не подвергалось столь длительной и интенсивной эксплуатации промыслом как осетровые.

На протяжении нескольких столетий Россия уверено занимала первое место по удельному весу мировых уловов осетровых рыб, промысел которых вёлся на Каспийском, Азовском, Чёрном, Аральском морях, в реках Сибири и Дальнего Востока. Ведущее место всегда принадлежало Волго-Каспийскому бассейну, на долю которого в первой половине прошедшего столетия приходилось более 50 % российских и мировых уловов, а во второй половине XX в. в связи с катастрофическими снижением промысловых запасов в других бассейнах страны удельный вес каспийских осетровых в мировых уловах вырос до 90 %.

В современных условиях практически полного истощения природных ресурсов осетровых рыб в Каспийском бассейне, промышленный лов которых не ведётся на протяжении нескольких последних лет, особая роль для

насыщения потребительского рынка ценной деликатесной продукцией отводится новому прогрессивному направлению аквакультуры – товарному осетроводству, которое активно развивается в России и в мире.

1.1. История развития и современное состояние товарного осетроводства

Началом почти 140-летней истории искусственного разведения осетровых принято считать 1869 г., когда выдающийся русский физиолог академик Ф. В. Овсянников впервые осуществил эксперименты по искусственному оплодотворению икры волжской стерляди (Овсянников, 1955), а затем совместно с известными русскими зоологами А. О. Ковалевским и М. И. Вагнером успешно вырастил мальков гибридов стерляди с осетром и севрюгой. Эти опыты, многократно подтверждённые впоследствии, получили всемирную известность и положили начало новому направлению в рыбоводстве – осетроводству.

В России работы по оплодотворению и инкубации икры осетровых проводились на р. Урал Н. А. Бородиным, которому в период с 1884 по 1889 гг. удалось вначале провести эксперименты по оплодотворению икры севрюги и осетра и вырастить их молодь. За период с 1869 по 1915 гг. были проведены экспериментальные работы по получению от производителей различных видов осетровых зрелых половых продуктов, искусственному оплодотворению и инкубации икры, выращиванию личинок и мальков в опытных условиях. Первая инструкция по разведению осетровых рыб была разработана П. А. Масловым и издана в Астрахани в 1919 г. На Волге искусственное разведение этих рыб было начато в 1916, на Дону – в 1924, на Кубани – в 1929 г.

Следующий этап в реализации проблемы искусственного воспроизводства осетровых рыб можно охарактеризовать как этап развития экстенсивного осетроводства. На основных нерестовых реках Каспийского и Азовского бассейнов были организованы рыбоводные станции, в основном на нерестилищах, где отлавливались «текучие» производители для получения оплодотворённой икры с последующей её инкубацией в аппаратах Сес-Грина или Чаликова.

Полученных таким образом одно–двухдневных личинок выпускали в реки, что не могло существенно повлиять на увеличение запасов этих ценных видов рыб. По этой причине возникла необходимость разработки биотехнологии искусственного воспроизводства жизнестойкой молоди осетровых. Эта проблема приобрела особую остроту с появлением в 1930-х гг. прошлого столетия грандиозного проекта по созданию «Большой Волги» за счёт строительства каскада гидроузлов. Стало очевидным, что в этих условиях проходные осетровые лишатся своих традиционных мест размножения. Без принятия надлежащих мер по их сохранению этим видам грозило полное исчезновение. Именно в этот период развития осетроводства возникла необходимость перехода от экстенсивного к интенсивному осетроводству, т. е. перевода его на промышленную основу. Ещё в 1916 г. А. Н. Державин высказал идею интенсификации разведения проходных рыб и спустя два десятилетия первым начал экспериментальную разработку методики интенсивного разведения осетровых на Куринской рыбоводной станции. Тогда же в этом направлении были начаты интенсивные исследования на Волге в условиях Саратовской рыбохозяйственной станции под руководством Б. Г. Чаликова. Целью этих работ являлось получение за короткое время стандартной навески молоди осетровых. Согласно данным А. Н. Державина (1932), потенциальный рост молоди осетра таков, что она может достигнуть 3-граммовой массы примерно за 30 суток. Сходная закономерность была выявлена и в результате исследования с молодью севрюги. Полученные авторами данные были рекомендованы в качестве показателей выращивания осетровых.

Другая сложная задача в биотехнологии осетроводства, которая решалась на данном этапе, – это разработка методов получения полноценных половых продуктов от производителей осетровых, отловленных в низовьях нерестовых рек на местах промысла этих рыб. Без решения этой проблемы нельзя было развивать промышленное осетроводство вне естественных нерестилищ. В этой связи у исследователей возникла идея стимуляции завершения гаметогенеза с использованием для этого гормональных препаратов, или так называемого экологического способа стимуляции созревания рыб (Подлесный, 1930;

Державин, 1932). Первый положительный результат по гормональной стимуляции созревания стерляди был получен С. Н. Скадовским в 1935 г. В качестве стимулятора он вводил эмульсию гипофиза этого же вида. Из 14 рыб созрели 4 самки.

В полной мере решить проблему гормональной стимуляции удалось профессору Н. Л. Гербильскому. Вначале были использованы такие препараты, как пролан, гравидан, питуитрин, фолликулин, а также гипофиз, имплантированный в полость тела рыб или в мышцы (Гербильский, Кащенко, 1937), впоследствии гормон гипофиза вводился непосредственно во внутрочерепную область рыбы. Весной 1938 г. после «гипофизарного выстрела» созрела первая самка кубанской севрюги. Этот «выстрел» возвестил о принципиальном решении одного из труднейших вопросов осетроводства: получение зрелых половых продуктов у производителей осетровых, отловленных в начале нерестовой миграции (Гербильский, 1941).

В период 1947–1964 гг. осетроводство встало на промышленную основу. Прерванные войной интенсивные исследования в этом направлении были продолжены в Саратовском отделении ВНИРО и на Куринской рыбоводной станции, которая по инициативе А. Н. Державина была преобразована в первый в стране рыбоводный завод с плановым заданием по выпуску 0,5 млн шт. молоди в год. Здесь разрабатывалась технология бассейнового и комбинированного способов выращивания потомства осетровых. На Волге Н. Л. Гербильским был предложен прудовой метод воспроизводства осетровых, впоследствии развитый В. В. Мильштейном и его учениками (Мильштейн, 1982).

Первые попытки товарного выращивания осетровых были предприняты в конце XIX–начале XX вв., когда в пруды была запущена молодь стерляди с разреженной посадкой с использованием естественной кормовой базы – зоопланктона и бентоса. Опыт оказался успешным, рыба хорошо набирала навеску и выживаемость составила 30–40 %. В дальнейшем проводились исследования по интенсификации процесса прудового выращивания стерляди, дополнительно вносились живые кормовые организмы, а затем и корма в виде

рыбного фарша (Козлов, Абрамович, 1986).

Созданные основы искусственного воспроизводства послужили толчком для развития товарного осетроводства (Николюкин, 1964, 1967; Николюкин, Бурцев, 1969; Бурцев, 1983; Смольянов 1981, 1989; Подушка, 1989; и т. д.). В разработке технологических процессов товарного выращивания осетровых рыб принимали участие сотрудники многих институтов: ВНИРО, ЦНИОРХ, КаспНИРХ, НПЦ по осетроводству «БИОС», ВНИИПРХ, КрасНИРХ и др. (Николюкин, 1971; Бурцев, 2013). Принято считать, что товарное осетроводство в Советском Союзе получило своё промышленное развитие после того, как в результате систематических исследований по скрещиванию осетровых профессором Н. И. Николюкиным был получен жизнеспособный и плодовитый гибрид белуги со стерлядью – бестер (Николюкин, Тимофеева, 1953; Козлов, Абрамович, 1986; Бурцев и др., 2008).

Биотехнология товарного выращивания осетровых рыб впервые была разработана советскими учёными, в настоящее время известны экстенсивные и интенсивные методы товарного осетроводства.

Экстенсивные методы применяют при выращивании осетровых в водоёмах естественного происхождения или в прудах большой площади (свыше 5 га), при разреженной посадке посадочного материала, на естественной кормовой базе без специального кормления, в поликультуре. В товарном осетроводстве экстенсивные методы выращивания не нашли широкого распространения в силу целого ряда причин и, прежде всего, как малоэффективные для этих ценных видов рыб.

В прудовом рыбоводстве, которое широко применяется в карповодстве и при выращивании растительноядных рыб, товарное осетроводство нашло распространение лишь в исключительных случаях, да и то в прудах малой площади, менее 0,05 га.

Интенсивные методы выращивания осетровых рыб основаны на использовании монокультуры при высоких плотностях посадки с кормлением комбикормами и кормосмесью. Интенсивное осетроводство осуществляется в

прудах малой площади (менее 0,05га), в садках, в бассейнах, в монокультуре, с кормлением комбикормами. Биотехнология выращивания осетровых тремя способами – в бассейнах, садках и прудах малой площади, подробно разработана, издана нормативно – технологическая документация (Судакова, 2006; Васильева, 2010). Широкое распространение при выращивании осетровых получил садковый метод, в России более 80 % всех товарных рыб производят в садках. Этот метод наиболее удобен в эксплуатации и менее затратен, т. к. фактически сведены до нуля затраты на электроэнергию. Садки для содержания рыб могут быть установлены на небольших несудоходных реках, различных водотоках, озёрах, ильменах и т. д. (Васильева, 2004). Особенность такого садкового метода заключается в том, что осетровые выращиваются на естественной температуре воды в течение 5–6 месяцев (для юга страны), когда температурные условия оптимальны для роста рыбы. В зимний же период времени гидробионты остаются в садках, но не растут и даже теряют массу, поэтому срок выращивания осетровых увеличивается в полтора раза по сравнению с круглогодичными оптимальными температурами. В России получил развитие садковый метод товарного выращивания осетровых на предприятиях при тепловых и атомных электростанциях за счёт использования сбросных вод, имеющих достаточно высокую температуру. Такие хозяйства организованы в ряде регионов страны, наиболее успешны в Тверской и Смоленской областях. Кроме того, высокие рыболовные результаты могут быть получены на предприятиях с использованием геотермальных вод, особенно в тех случаях, когда вода в бассейны или садки подаётся самотёком. В этих случаях затраты на электроэнергию будут сведены до минимума, т. к. исключается необходимость подогревать воду и качать насосами в рыболовные ёмкости (Литвиненко, 2000; Багров и др., 2001; Магомаев и др. 2008).

Бассейновый метод выращивания осетровых рыб осуществляется двумя способами: при прямоточном водоснабжении и с использованием установок замкнутого водообеспечения. Выращивание рыбы в бассейнах при прямоточном водоснабжении мало чем отличается от садкового способа, когда вода подаётся

из природного водоисточника, т. е. на естественной температуре, при этом рыба хорошо растёт в летний период времени, а с её понижением снижается рост. Этот способ хорошо применим в тех случаях, когда есть возможность использования подземных геотермальных вод, имеющих постоянную оптимальную температуру (18–22 °С) круглый год и при самотёчной подаче её. В Дагестане заводы по разведению осетровых рыб могут создаваться на базе геотермальных вод. Опыт эксплуатации подобных заводов невелик, но уже показал их преимущество. Так, согласно нормативно-технологической документации по разведению и выращиванию осетровых рыб, разработанных ВНИИПРХ, при выращивании осетра при среднегодовой температуре около 25 °С годовики могут достигнуть массы не менее 3 кг. Самки белуги созреют на пятом году жизни. Самки осетров будут созревать ежегодно, белуги – через два, максимум три года, и использоваться для воспроизводства не менее пяти раз (Багров, Виноградов, 2001). Хорошие рыбоводные результаты получены в Тюменской области, где при выращивании осетровых на базе геотермальных вод сибирский осётр после второго года выращивания достигает массы 6–7 кг (Литвиненко, 2000).

В настоящее время рассматривается предложение о строительстве на Широкольском рыбокомбинате опытно-производственного рыбозавода на геотермальной воде (Багров и др., 2001; Шайхулисламов и др., 2009, 2015). На территории данного хозяйства имеются значительные запасы геотермальной воды, пригодной для разведения рыбы (слабоминерализованная вода столового типа). При глубинном бурении на поверхность будет само изливаться вода с температурой 60–65 °С. Менее глубокие артезианские скважины дают воду с температурой 18–20 °С, которая может быть использована для поддержания оптимального режима температуры при выращивании рыбы. Хорошие гидрохимические показатели воды позволяют ограничить водоподготовку обогащением её кислородом воздуха. Основными преимуществами эксплуатации предприятия на геотермальных водах в сравнении с обычными промышленными хозяйствами являются: отсутствие затрат энергии на подогрев воды и её подачу, возможность стабилизации температуры воды на

оптимальном уровне; при средней температуре около 25 °С срок созревания производителей можно сократить в 2–3 раза; использование безопасной геотермальной воды в режиме прямотока исключает возможность заболеваний, а выращивание племенной рыбы в закрытых помещениях резко сокращает возможность хищения.

В мире (США, Германия, Италия, Израиль, Франция и др.) товарное осетроводство в основном развивается на рыбоводных предприятиях с использованием установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). УЗВ лучше всего подходят для выращивания осетровых и имеют ряд преимуществ: удобство в эксплуатации, автоматическое регулирование всех производственных процессов, высокие рыбоводные показатели, возможность круглогодичного получения продукции, сокращение сроков примерно в 2 раза содержания рыбы до половозрелости (Васильева, 2009, 2010). Но имеется один существенный недостаток – эти установки очень энергоёмки, затраты на электроэнергию достигают до 30 % в себестоимости производимой продукции.

Таким образом, методы товарного осетроводства в основном разработаны и нашли своё применение в нашей стране и за рубежом, но требуется постоянное их усовершенствование.

Впервые выращиванием осетровых заинтересовались в тех странах, где отсутствовали их природные запасы – это США и Европа (Франция, Германия, Италия). В этих странах в конце 60-х–начале 70-х гг. стали активно внедрять советскую биотехнологию товарного осетроводства. Сразу следует отметить, что и в Америке, и в Европе заинтересовались выращиванием осетровых с целью получения пищевой чёрной икры как наиболее ценной и пользующейся большим спросом на рынке. В начале 90-х гг. прошлого столетия аквакультурой осетровых заинтересовался Китай, в котором к решению этой проблемы подошли основательно по государственному – была разработана и утверждена программа развития товарного осетроводства, согласно которой фермерские хозяйства, занимающиеся выращиванием осетровых, получали пять преимуществ: освобождались от налогообложения на 5 лет, получали дотации от

государства на корма и электроэнергию, получали беспроцентные кредиты на срок 10 лет, приоритетно финансировались научные разработки в области осетроводства. К настоящему времени в Китае производится ежегодно 20–24 тыс. т осетровых, которые в том числе поставляются и в Россию.

В прошлые годы в России товарное осетроводство не получило широкого развития, и Россия отстала от передовых зарубежных стран в области осетроводства. Только в последние 10–15 лет в нашей стране начинает активно развиваться товарное выращивание осетровых в связи с тем, что природные запасы этих ценных рыб стали катастрофически истощаться, промысел осетровых Россией не ведётся с 2006 г. В настоящее время в стране действует свыше 70 осетровых рыбоводных хозяйств, наиболее крупные из них находятся в Астраханской, Вологодской, Тверской, Калужской, Челябинской, Ярославской и др. областях.

Основными объектами в товарном осетроводстве являются чистые виды: сибирский осётр, его популяция – ленский осётр, русский осётр, стерлядь, реже белуга и гибридные формы – бестер (белуга × стерлядь), русско-ленский, стерлядь × белуга и др. Севрюга редко используется в аквакультуре, т. к. с трудом адаптируется к искусственным условиям содержания.

Таким образом, развитие товарного осетроводства не решит проблему восстановления естественных запасов осетровых рыб, но позволит насытить потребительский рынок ценной деликатесной продукцией и в определённой степени снизит пресс на природные ресурсы.

1.2. Формирование продукционных стад осетровых рыб.

История, проблемы и перспективы

В настоящее время основной проблемой, ограничивающей как искусственное, так и естественное воспроизводство, является нехватка производителей. Единственной возможностью оградить осетровых рыб от полного исчезновения является создание маточных стад из числа лучших

представителей каждого из существующих видов этих рыб. Сегодня бесспорен факт, что будущее осетровых рыб основывается на формировании и эксплуатации продукционных стад. Период исследований по формированию и эксплуатации маточных стад осетровых сравнительно короткий. До начала 80-х гг. среди специалистов господствовало негативное отношение к вопросу необходимости формирования маточных стад чистых линий осетровых. При наличии мощных естественных популяций многолетнее выращивание и содержание рыб в искусственных условиях считалось экономически нецелесообразным. Однако состояние естественных популяций осетровых рыб в последние годы вызывает большую тревогу по причине глобального сокращения их численности.

В прошлом в научной литературе было распространено ошибочное представление, что у осетровых рыб при содержании в прудах нарушается развитие половых желёз, было мнение, что в прудах стерлядь не способна созревать и всю жизнь остаётся стерильной (Счастнев, 1941).

Хотя это предположение было опровергнуто Н. С. Строгановым (1968), сложилось устойчивое мнение о том, что проходные осетровые не способны созревать в пресной воде и потреблять искусственные корма. В связи с этим усилия учёных были направлены на получение гибридных форм осетровых рыб, лишенных этих недостатков. Первое ремонтно-маточное стадо (РМС) было успешно создано из гибрида белуги со стерлядью, самцы бестера созрели в трех–четырёхлетнем возрасте, самки – в 5–7 лет (Бурцев, 1969).

Существенное изменение взглядов в отношении проблемы формирования маточных стад осетровых произошло в начале 80-х гг., когда на Конаковском рыбноводном заводе впервые в мире было получено потомство от производителей сибирского осетра, выращенных в индустриальных условиях от икринки до половозрелости (Смольянов, 1981). Было установлено, что можно выращивать осетровых рыб от молоди до производителей в индустриальных условиях, что они способны питаться искусственными кормами и созревать быстрее, чем в природе.

Успех с сибирским осетром положил начало индустриальному выращиванию других видов осетровых. Оказалось, что все они, включая

проходные формы, проводящие основную часть своей жизни в морях, способны достигать половой зрелости в пресной воде. В России были получены зрелые половые продукты от выращенных в рыбоводных хозяйствах производителей белуги, русского, байкальского и сахалинского осетров, веслоноса. На основании полученных данных И. И. Смольяновым (1987) была разработана «Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах», послужившая основой ко многим нормативным документам по выращиванию разных осетровых рыб в регионах России.

История создания и эксплуатации продукционных стад относительно коротка. Начало ремонтно-маточного стада КаспНИРХа, содержащегося в прудах научно-экспериментальной базы, было заложено в начале 70-х гг. прошлого столетия сотрудниками этого института А. А. Поповой, В. Н. Шевченко, Л. Ф. Львовым, В. В. Архангельским и др. Были разработаны основы формирования и выращивания производителей и ремонтных групп осетровых и веслоноса в выростных прудах Икрянинского экспериментального осетрового рыбоводного завода. Стадо являлось полигоном для отработки технологии содержания и созревания рыб в шестой рыбоводной зоне при естественном температурном режиме воды (Васильева, Тяпугин, 2008). К настоящему времени накоплен огромный опыт формирования маточных стад осетровых многими предприятиями России. Первые опытные ремонтно-маточные стада осетровых формировались в тепловодных хозяйствах и зонах прудового рыбоводства с наиболее благоприятными условиями выращивания, таких как Аксайский рыбхоз (Ростовская область), Бертюльский ОРЗ (Астраханская область), Волгореченское тепловодное хозяйство (Кострома), рыбопитомник «Горячий ключ» (Краснодарский край), Икрянинский ЭОРЗ (Астраханская область), Конаковское тепловодное хозяйство (Тверская область) и т. д.

Были определены основные задачи формирования ремонтно-маточных стад осетровых рыб: сохранение генетического разнообразия осетровых рыб; обеспечение производителями рыбоводных процессов по искусственному воспроизводству осетровых рыб; производство посадочного материала, и пищевой икры; селекционно-племенная деятельность и выполнение научно-

исследовательских работ (Крылова, 2003; Васильева, 2004; Бурцев, 2007). Известны два основных метода формирования маточных стад осетровых: выращивание от оплодотворения икры до половозрелого состояния в искусственных условиях, так называемый «от икры до икры», и domestикация или одомашнивание половозрелых рыб, отловленных в естественных водоёмах.

Метод формирования «от икры до икры» базируется на отборе элитного потомства осетровых рыб из посадочного материала по установленным критериям с последующим выращиванием до половозрелого состояния. В основу положена технология формирования, предложенная сотрудниками КаспНИРХ (Шевченко и др., 1999; Попова и др., 2006). На стадии сеголетка ведётся массовый отбор рыб в группы и выращивание в течение 2–3 лет в бассейновом цехе. Затем проводится корректирующий отбор и перевод в состав РМС. В качестве основных критериев при отборе используют морфометрические признаки: масса тела (M , кг), длина тела до развилки хвостового стебля (L_1 , см), коэффициент упитанности и длина хвостового стебля (l_x , см), измеряемая от начала анального плавника до развилки хвостового стебля. Несомненным достоинством этого метода является то, что вся рыба хорошо приспособлена к условиям содержания, искусственному кормлению, имеется возможность проводить массовый отбор. К числу его недостатков следует отнести большую вероятность близкородственного скрещивания вследствие ограниченного числа исходных производителей, длительный период содержания до первого получения половых продуктов (Васильева, 2000). Этот метод является наиболее распространённым, широко применяется при создании маточных стад стерляди, сибирского осетра, белуги, русского осетра, севрюги, амурского осетра, калуги (Львов, 1986; Кондратьев, 1994; Соловьева, 1994; Шебанин и др. 1994; Свирский и др. 2000; Чебанов и др. 2000). При формировании РМС сроки полового созревания значительно варьируют в зависимости от температурного режима содержания (Васильева, 2000).

Метод «доместикации» заключается в прижизненном получении от диких производителей половых продуктов с дальнейшей адаптацией рыб к

искусственным условиям содержания и при повторном созревании. При domestikации используются зрелые производители, заготавливаемые на тоневах участках реки. Заготовленные производители оперируются и переводятся на искусственные условия содержания. К настоящему времени получены положительные результаты по одомашниванию белуги и русского осетра. Этот метод позволяет в 2–3 раза сократить сроки формирования продукционного стада осетровых, он широко применялся в научно-производственном центре по осетроводству «БИОС», где от одомашненных производителей белуги и осетра получали потомство (Тяпугин, 2006; Тяпугин, Китанов, 2006).

При формировании продукционных стад осетровых рыб возникает ряд проблем, требующих научных изысканий, из них особо следует отметить две – ускорение процесса полового созревания ремонтных групп и сокращение межнерестовых интервалов у работающих производителей маточного стада. В отдельную проблему вынесены вопросы, связанные с разработкой специализированных комбикормов для РМС, совершенствованию технологии кормления ремонта и производителей, особенно на этапе приучения «диких» производителей к потреблению искусственных кормов в условиях рыбоводных предприятий (Дурин и др., 1997; Васильева, Ходоревская, 1999; Васильева, и др., 1999; Тяпугин, Васильева, 2000; Васильева, 2001, 2004).

Метод одомашнивания производителей имеет определённые трудности. Большую сложность представляет процесс адаптации рыб к содержанию в условиях рыбоводных хозяйств и, прежде всего, приучение к искусственному кормлению. В настоящее время проблема перевода диких производителей на искусственные корма стоит достаточно остро. До 30 % самок русского осетра и до 70 % севрюги не переходят на питание искусственными кормами в прудах. К числу недостатков следует отнести и то, что неизвестна индивидуальная история производителей, что очень важно при ведении селекционно-племенной работы и ведении мониторинга данного производителя (Васильева, 2004).

Весьма важными проблемами являются послеоперационная реабилитация самок после изъятия икры, адаптация диких производителей к искусственным

условиям содержания, отказ рыб потреблять искусственный корм. Сотрудниками АГТУ, НТЦ «Астаквакорм» и ЮНЦ РАН разработаны методические указания по формированию маточного стада осетровых рыб методом доместикации (Чипинов и др., 2004). Основная проблема данного метода заключается в сложности приучения доместизируемой рыбы к искусственным кормам. Осетровые рыбы весьма консервативны в пищевом поведении и приучение их к искусственным кормам крайне затруднительно, поэтому эта проблема занимает ключевое место в биотехнике доместикации.

Работы по формированию маточного стада осетровых методом доместикации перспективны в силу того, что можно получить положительный результат в виде повторно созревших самок через короткий промежуток времени.

Метод формирования маточного стада от икры до половозрелого состояния широко применяется во многих осетровых рыбоводных хозяйствах, хотя процесс созревания осетровых рыб, особенно белуги, растягивается на многие годы. Имеются сведения сотрудников КрасНИРХа о созревании производителей белуги, выращенной от икры до половозрелого состояния в условиях рыбоводного хозяйства (Чебанов и др., 2001). В работах по получению потомства от производителей, созревших в искусственных условиях, были задействованы самцы и самка одной генерации. Именно этот факт, по мнению авторов, привёл к появлению значительного количества аномально развивающихся эмбрионов и получению плохих рыбоводных показателей, при том, что процент оплодотворения икры был высоким.

Сотрудниками этого института показана необходимость разработки мер, направленных на снижение негативных последствий искусственного отбора, для максимального сохранения исходного генотипического разнообразия при формировании РМС осетровых (Березовская и др., 1999; Чмырь, 1999; Чебанов, Чмырь, 2000; Chebanov, 1998; Chebanov, Savelyeva, 1999; Chebanov, Billard, 2001; Chebanov et al, 2002).

Интересные результаты по формированию и эксплуатации маточного стада стерляди, а также сибирского осетра, были получены в Тюменском

рыбопитомнике (Рождественский, Вдовченко, 1999). В результате проведения экспериментальных работ предложена оригинальная технологическая схема формирования и содержания РМС стерляди в бассейнах с использованием геотермальной воды, которая позволяет ускоренно формировать маточные стада от икры. Предъявляются жёсткие требования к качеству племенных производителей, половые продукты которых используются для последующего формирования ремонтных групп. Сеголеток выращивают в бассейнах, куда подаётся геотермальная вода, разбавленная речной. Выращивание ремонтной молоди до половозрелости осуществляется в бассейнах с геотермальной водой при температуре 22–24 °С с кормлением сухими гранулированными комбикормами. Предусматривается проведение кратковременной зимовки при понижении температуры до 3–4 °С. Общая продолжительность ежегодно проводимой зимовки составляло до 90 суток. Период понижения температуры с 22 до 3 °С был равен 18 дням. При понижении температуры до 10 °С кормление ремонтного стада прекращали. Авторами данных исследований показано, что применение такой технологии позволяет увеличить скорость роста у стерляди в 3,8–7,5 раз по сравнению с традиционным способом выращивания маточного стада в прудах, в отличие от молоди, обитающей в р. Иртыш. Половое созревание самок стерляди наступало в 3–4-летнем возрасте, что существенно интенсифицировало процесс создания маточного стада (Рождественский, Вдовченко, 1999; Чепуркина и др., 2004).

Формированием маточных стад дальневосточных осетровых занимаются китайские исследователи. Указывается, что ремонтные группы амурского осетра хорошо адаптируются к различным условиям содержания на рыбоводных предприятиях, в том числе при использовании традиционных для китайского рыбоводства прудов, озёр и садков (Zhuangetal, 2002).

Исследования, проводимые в США по формированию и эксплуатации маточных стад белого осетра, направлены как на получение пищевой икры, так и на мероприятия по искусственному воспроизводству популяций этого вида (Logan et al, 1995). В Соединённых Штатах действуют программы по

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

Во Франции формируется РМС сибирского осетра с содержанием ремонта в бассейнах и кормлением искусственными кормами с целью получения посадочного материала для товарного выращивания, также в этой стране существуют программы искусственного воспроизводства атлантического осетра (Williot et al, 1991, 1997; Billard et al, 1999).

При формировании ремонтно-маточного стада важной проблемой является ускорение процесса полового созревания с целью сокращения сроков формирования работающего продукционного стада осетровых (Астафьева, Лозовский, 2011).

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) разработано принципиально новое решение проблемы, предусматривающее создание производственной базы по выращиванию производителей и эксплуатации маточных стад осетровых путём использования имеющегося потенциала тепловодных промышленных хозяйств (Багров, Виноградов, 1999; 2001). Такой подход позволяет вдвое сократить сроки реализации поставленной задачи и обеспечить стабильную эксплуатацию осетровых рыбоводных заводов. Реальность такого решения подтверждается опытом эксплуатации промышленных хозяйств, созданных на сбросных тёплых водах энергетических объектов. Однако в таких хозяйствах возникают проблемы неблагоприятного влияния на развитие рыбы экологических условий (загрязнение), обнаружены аномалии в их развитии. Особенно это важно при организации племенной работы. Проблема загрязнения стоит перед всеми тепловодными хозяйствами, работающими на сбросных водах электростанций.

На территории Широкопольского рыбокомбината в республике Дагестан имеются значительные запасы геотермальной воды, пригодной для разведения рыбы (слабоминерализованная вода столового типа), рассматривается предложение о строительстве опытно-производственного рыборазводного завода

(Багров и др., 2001). При глубинном бурении на поверхность будет само изливаться вода с температурой 60–65 °С. Из менее глубоких артезианских скважин можно получать воду с температурой 18–20 °С, пригодную для поддержания оптимального температурного режима при выращивании рыбы. Бурение глубоких скважин значительно дороже, поэтому на одну такую скважину рационально иметь 2–3 более дешёвые артезианские скважины. Хорошие гидрохимические показатели воды позволяют ограничить водоподготовку обогащением её кислородом воздуха. В зимнее время артезианская вода нужной температуры (23–25 °С), обогащённая кислородом, может быть пригодна для выращивания осетровых рыб в бассейнах.

В современных условиях формирование продукционных стад осетровых рыб в искусственных условиях является весьма актуальной и важной задачей в осетроводстве, т. к. позволяет эффективно решать две проблемы – гарантированного обеспечения производителями для осетровых рыбоводных заводов по искусственному воспроизводству и успешного развития товарного осетроводства (Астафьева и др., 2010).

Таким образом, научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование биотехнологии формирования продукционных стад осетровых рыб, позволяющих ускорять процессы созревания рыб в искусственных условиях, получать высококачественную икру для рыбоводных и пищевых целей, весьма востребованы на предприятиях по товарному осетроводству и искусственному воспроизводству.

1.3. Бестер – объект товарного осетроводства

В товарном осетроводстве объектами культивирования являются наряду с чистыми видами осетровых рыб сибирский и русский осётр, белуга, стерлядь и др., широкое распространение получили жизнестойкие и высокопродуктивные гибридные формы. Важнейшее место в аквакультуре осетровых рыб занимают межвидовые гибриды, обладающие эффектом гетерозиса, среди них ведущая

роль принадлежит бестеру (*Acipenser Nikoljukinii*) Бурцевской породы, гибрид белуги со стерлядью.

1.3.1. История создания гибрида бестер

Экспериментальные работы по гибридизации осетровых рыб были начаты профессором Н. И. Николюкиным в 1959 г. (Николюкин, 1970, 1972). В числе многих скрещиваний между русским осетром, стерлядью, белугой и севрюгой были проведены и реципрокные скрещивания белуги (*Huso huso* (L)) со стерлядью (*Acipenser ruthenus* (L)). Результаты такого скрещивания были непредсказуемы в связи с таксономической отдалённостью и впечатляющими различиями между этими видами (Николюкин и Тимофеева, 1953, 1954). Однако, как показали последующие исследования, этот гибрид оказался феноменально удачным, нашёл широкое применение и получил по предложению авторов название *бестер*, составленное из начальных слогов названий родительских видов – белуги и стерляди, видовое название бестер получил в честь первого его создателя профессора Н. И. Николюкина – *Acipenser nikoljukini* (Арефьев и др., 2001)

Бестер стал первым объектом товарного осетроводства, на котором разрабатывалась биотехнология выращивания товарных осетровых и создания их маточных стад в рыбоводных хозяйствах различных типов – прудовых, садковых и бассейновых, пресноводных и морских (Николюкин и Бурцев, 1969; Романычева, 1976; Крылова, 2003). Экспериментальное выращивание бестера в прудах проводилось более 10 лет, до весны 1963 г. стадо содержалось в прудах Тепловского рыбопитомника Саратовской области без подкормки. По достижению рыбами массы 1,5–2,5 кг рост почти полностью прекратился, все особи были истощены, что сдерживало их развитие и половое созревание. Бестер унаследовал от белуги высокие потенции роста, которые не могли реализоваться при выращивании гибридов только на кормовой базе прудов без специального кормления (Бурцев, 1966). Для улучшения условий содержания гибридов

экспериментальное стадо бестера было переведено на интенсивное кормление, которое было организовано на Аксайском рыбхозе Ростовской области. В 1964 г. в двух прудах площадью 0,07 и 0,15 га стадо бестера регулярно кормили свежемороженой тюлькой (Бурцев, 1966), в результате чего были получены высокие результаты прироста рыбы, резко возросла упитанность рыб. В гонадах содержание жира повысилось с 0,5–25 (к сырой массе) до 80 % и более. Улучшение физиологического состояния гибридов привело к активизации гематогенеза (Бурцев, 1967, 1969). Первые самки бестера достигли половой зрелости в апреле 1966 г. в возрасте 12 лет, от них была получена зрелая икра. Для осетровых рыб, выращенных в искусственных условиях, это было достигнуто впервые в мире (Бурцев, 1969). Интенсивное выращивание ремонтно-маточного стада бестера было продолжено в последующие годы, результаты которого были использованы при дальнейшей репродукции этого гибрида и разработке биотехнологий формирования продукционных стад чистых видов осетровых рыб.

С самого начала с созревшими самками бестера в стаде проводилась работа по сохранению жизни рыбам при извлечении икры. И. А. Бурцевым был разработан метод по прижизненному получению икры от рыб первоначально с применением большого разреза (Бурцев, 1969), а потом – отцеживание овулировавшей икры проводилось через небольшой разрез брюшной полости в каудальной части (Бурцев и др., 2007). Использование этих методов прижизненного извлечения икры позволяло самкам бестера оставаться живыми, созревать повторно. В результате эти рыбы отдавали икру до 15 генераций в течение жизни (Бурцев и др., 2007).

В 1963–1969 гг. проводились экспериментальные выпуски молоди бестера в солоноватоводное Пролетарское водохранилище (Ростовская область) и Таганрогский залив Азовского моря, где полностью проявились его потенции роста. В заливе сеголетки бестера достигали массы 400–450 г, двухлетки 1,5–2 кг, а пятилетки – до 12 кг (Николукин, 1972). Результаты экспериментальных выпусков молоди бестера подтвердили высокую эффективность промышленного

воспроизводства осетровых рыб. Однако в этих водоёмах гибриды интенсивно изымались сетными орудиями лова. В дальнейшем их выпуск в естественные водоёмы Ростовской области был прекращён в связи с опасностью генетического загрязнения чистых видов осетровых, прежде всего, белуги.

Дальнейшие работы были направлены исключительно на использование бестера в хозяйствах интенсивной аквакультуры (Богерук, 2008). В разработке современных биотехнологий товарного выращивания бестера и других осетровых рыб приняли участие многие рыбохозяйственные институты страны, такие как, ВНИРО, ЦНИОРХ, КрасНИРХ, ВНИИПРХ и др. В качестве главного объекта выращивания в осетроводстве долгие годы использовался бестер первого поколения, посадочный материал которого производили осетровые рыбоводные заводы по искусственному воспроизводству, отвлекая часть своих производственных мощностей от выращивания молоди чистых видов белуги для восполнения их запасов в Волго-Каспийском бассейне. Объём производства товарного бестера в Советском Союзе уже в 70-е гг. прошлого столетия достиг 150–200 т в год, что представляло тогда определённый прецедент в мировой аквакультуре, использованный позже другими странам, развернувшими работы по культивированию осетровых рыб (Богерук, 2008).

Проведённые сотрудниками ВНИРО цитологические исследования показали значительное сходство кариотипов белуги и стерляди по количеству и форме хромосом и совместимость этих видов друг с другом (Серебрякова, 1970; Арефьев, 1991), соотношение геномов белуги и стерляди – 1:1 (Серебряков, 1970). После получения 4-го селекционного поколения бестера (*Acipenser nikoljukinii*) в Российской Федерации прошли породоиспытания и были допущены к использованию и запатентованы три его породы, названные «Бурцевская» – гибрид белуги со стерлядью, «Аксайская» – гибрид стерляди с бестером, и «Внировская» – гибрид белуги с бестером. Их разведение позволяет производить бестера с желательными признаками, такими как быстрый темп роста и раннее созревание. Производство товарных осетровых и чёрной икры из аквакультуры гибридных форм призвано удовлетворить потребительский спрос на эту

продукцию, снижая тем самым пресс рыболовства на естественные запасы осетровых рыб.

1.3.2. Биологические особенности бестера

Биологические особенности гибрида белуги со стерлядью – бестера, как одного из основных объектов товарного осетроводства изучались на протяжении нескольких лет многими учёными и специалистами практиками. Основные мериместические и пластические признаки реципрокных форм бестера впервые были изучены по сеголеткам (Николукин, Тимофеева, 1954). Наиболее показательные из них приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные морфологические признаки сеголетков реципрокных форм бестера в сравнении с исходными видами

Признаки	Белуга	Белуга х стерлядь	Стерлядь
Кол-во спинных жучек	13,1 (9–17)	16,1 (14–18)	13,8 (12–16)
Кол-во боковых жучек	44,0 (36–53)	59,6 (50–65)	63,7 (57–70)
Кол-во брюшных жучек	10,0 (9–12)	12,8 (10–15)	14,2(11–16)
Длина головы (% $L_{\text{тела}}$)	23,6	20,7	23,8
В% длины головы:			
– длина рыла	47,9	47,7	42,1
– расстояние от конца рыла до основания усиков	26,8	32,4	26,7
– ширина рыла у хрящевого свода рта	38,1	36,2	34,6
– ширина головы	50,7	46,4	46,0
– ширина рта	36,6	26,6	21,4
в % ширины рта:			
– перерыв нижней губы	43,2	28,5	20,0

По окраске и форме тела гибрид – бестер, более напоминает белугу, чем стерлядь. Окраска тела серо-коричневая с небольшими отклонениями в тот или другой оттенок в зависимости от среды обитания. Усики уплощённые,

без выраженных листовидных придатков (характерных для белуги) или бахромчатости (характерной для стерляди). Жаберные перепонки приращены к межжаберному промежутку, на котором намечается небольшая складка. От белуги гибрид отличается менее широкими головой и ртом, прямой формой рта (неизогнутой) и большим количеством боковых жучек. Гибрид белуга × стерлядь отличается от реципрокного гибрида увеличенным количеством жучек во всех рядах, более широкой головой и более коротким рылом (рис. 1).



Рис. 1. Вид головы бестера породы «Бурцевская» (снизу)

Зрелые производители бестера породы «Бурцевская» отличаются от исходных видов средними размерами и массой тела – длина впервые созревающих самок обычно от 90 до 120 см и масса от 5 до 19 кг, редко до 15 кг. Самки с половыми продуктами на 3–4 стадиях зрелости чётко отличаются от самцов по выпуклому брюшку, заполненному икрой. Основные экстерьерные показатели производителей бестера представлены в табл. 2.

Экстерьерные показатели производителей породы бестера «Бурцевская»

Пол рыбы	Индекс прогонистости: отношение длины тела к наибольшей высоте, <i>L/H</i>	Индекс толщины тела в % длины тела, <i>B/L</i>	Индекс обхвата тела в % длины тела, <i>O/L</i>	Коэффициент упитанности, <i>KF</i>
Самцы (<i>n</i> = 18)	6,9	10,7	37,3	0,9
Самки (<i>n</i> = 40)	6,9	11,3	40,5	1,1

Брачный наряд в осенний и весенний периоды у самцов и самок чётко выражен, у самцов в несколько большей степени, в виде серебристого налёта на голове. Хорошее развитие брачного наряда в преднерестовый период унаследовано бестером от стерляди, поскольку у белуги он почти не проявляется.

Возраст и рыбоводно-биологические показатели самок бестера при первом, втором и третьем созревании в условиях прудового выращивания в 5-ой рыбоводной зоне представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Рыбоводно-биологические показатели «Бурцевской» породы бестера
в условиях прудов ЗАО «Казачка» Ростовской области**

№ п.п.	Показатели	Единицы измерения	Порода Бурцевская: F ₁ : <u>Волжского происхождения</u> <u>Донского происхождения</u>
1	Возраст достижения половой зрелости: – самок	Лет	<u>11,6 (9–14)</u> 10,1 (9–12)
	– самцов	Лет	3–6
2	Масса впервые, созревающих рыб: – самок	Кг	<u>10,4 (6–14)</u> 9,2 (5,5–13)
	– самцов	Кг	3–6
3	Плодовитость самок: – 1 -й генерации икры	тыс. шт.	<u>112 (75–216)</u> 107 (55–170)
	– 2-й генерации икры		<u>186(70–305)</u> 150 (76–225)
	– 3-й генерации икры		<u>205 (124–353)</u> 174 (84–260)

4	Гонадосоматический индекс:	Отношение веса икры к весу тела, %	
	– при 1 -м созревании		<u>14,2(10–19,4)</u>
	– при 2-м созревании		13,67 (8,4–20)
	– при 3-м созревании		<u>19,3 (12–28,6)</u>
5	Оплодотворяемость икры	%	80–90
6	Выход свободных эмбрионов из оплодотворённой икры	%	60
7	Выживание молоди к возрасту 30 сут. (1–1,5 г)	% от кол-ва личинок	40–50
8	Выживание молоди к возрасту 50 сут. (5–10 г)	% от 1-гр. молоди	80
9	Выживание сеголетков	% от 10-гр. молоди	90
10	Выживание:	% от сегол. двухл.	
	– двухлеток		95
	– трёхлеток		95
10	Средняя масса:	г	
	Сеголетков		100
	двухлеток		700
	трёхлеток		1 500

Так, почти все показатели: возраст созревания, масса впервые созревших самок, их плодовитость, а также гонадосоматический индекс, были выше у рыб Волжского происхождения, а показатели, характеризующие репродуктивную функцию производителей: процент оплодотворения, выход свободных эмбрионов, выживание молоди в возрасте 50 сут., выживание сеголетков, двухлеток, трёхлеток, их средняя масса, не имели различий по происхождению.

С учётом приведённых показателей продуктивности (табл. 4), бестера рекомендуется использовать как для выращивания товарной рыбы, так и для производства пищевой икры.

Основные признаки, определяющие продуктивность рыб, – выживание и рост, в большей степени зависят от внешних условий, так, выживаемость от икры до трёхлетнего возраста одинакова и в прудах, садках и бассейнах с использованием УЗВ 15–20%, а средняя масса сеголетков, двухлеток и трёхлеток выше в системах замкнутого водоснабжения и ниже в прудах.

Основные показатели продуктивности бестера породы «Бурцевская»

Показатели	Единицы измерения	Пруды	Садки на теплой воде	УЗВ
Выход товарной рыбы с 1 м ³	кг/м ³	2,0	40	60
Рыбоводный объем м ³ на 1 тонну рыбы	м ³ /т	500	25,0	17,0
Расход корма на прирост	кг/кг	2,5–3,2	1,5–1,8	1,3–1,5
Средняя масса:				
сеголетков	г/шт.	100	150	300
двухлеток		600	800	1 600
трехлеток		1 200	1 600	3 500
Выживание от икры до 3-летков	%	15*–20	15*–20	15*–20
Выход товарной рыбы от 1 млн. шт. икры	т	180	240	525
Выход икры-сырца от 1 тонны самок в год **	кг/т	60	80	160

Примечания: * – принято в расчётах; ** – с учётом длительности повторного созревания 2,5–2,0–1 года.

При оптимальных температурных и гидрохимических режимах среды обитания, плотности посадки и полноценном кормлении рост бестера в ювенальном возрасте (1–3 года) характеризуется величиной коэффициента массонакопления, который равен 0,12–0,13. Это позволяет производить рыбу массой 1,5–2 кг на тепловодных хозяйствах и в южных зонах рыбоводства за 2–2,5 года, а при выращивании в установках замкнутого водоснабжения за 1–1,5 года до массы в 3 кг и более (Бурцев и др., 2005). При производстве пищевой икры следует обратить внимание, что выход икры-сырца выше от самок бестера, содержащихся в УЗВ, затем в садках, и самый низкий – из прудов, правда в условиях длительного повторного созревания.

Таким образом, анализ литературных источников показывает, что товарное осетроводство в современных условиях полного истощения природных ресурсов осетровых рыб является единственной реальной возможностью насыщения потребительского рынка ценной деликатесной продукцией.

Нами была поставлена цель – разработать основные технологические приёмы формирования ремонтно-маточного стада бестера в условиях Дагестана с целью регулярного получения пищевой икры. Исходя из поставленной цели были

определены задачи исследований: изучить оптимальные условия выращивания и морфофизиологические показатели младшевозрастных ремонтных групп стада; определить оптимальные условия для зимнего содержания сеголетков бестера; оптимизировать схемы гонадотропной стимуляции самок бестера при получении икры в нетрадиционные сроки; изучить межнерестовые периоды у самок бестера, содержащихся в прудовых условиях, и влияние их периодичности на выход икры; исследовать процессы получения икры от самок бестера в нетрадиционные осенне-зимние сроки; разработать основные положения формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада бестера для получения пищевой икры.

Выполненные исследования позволят получить результаты по оптимальным условиям формирования ремонтно-маточного стада бестера в прудовых условиях Дагестана с целью ежегодного получения максимальных объёмов деликатесной пищевой осетровой икры для поставки на отечественный потребительский рынок.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Диссертационная работа выполнялась с 2000 по 2015 гг. на базе ООО «Широкольский рыбокомбинат», который является полносистемным прудовым хозяйством, введенным в эксплуатацию в 1970 г., расположенном на окраине с. Юрковка в Дагестане. Общая прудовая площадь 2530 га, в том числе нагульные пруды – 2 310 га, выростные – 200 га, и пруды различных категорий – 20 га. Пруды построены в полу выемке-полу насыпи на площадке, представленной суглинками, глинами, супесью и реже песком.

Климат района континентальный с сухим жарким летом и холодной зимой, среднегодовая температура воздуха 11,1°C, максимальная (в августе) 41°C, минимальная (в январе) минус 32°C. Продолжительность тёплого периода года составляет более 10,5 мес., вегетационный период – 6,5 мес., период наиболее эффективных с точки зрения рыбоводства температур – более 5 мес. Среднегодовое количество осадков 287 мм, из них более 60 % выпадает в летнее время года (с апреля по октябрь).

Вода в хозяйство подаётся из р. Терек по дельтовой оросительной системе, которая характеризуется высоким содержанием взвешенных веществ. В период паводка и дождей (апрель–август) их количество достигает 8 г/л и более, что обуславливает заиливание прудов и приводит к зарастанию их высшей водной растительностью.

2.1. Материалы исследований

Речная вода поступает в цех через пруд-отстойник площадью 10 га. Здесь она освобождается от крупных взвесей и самотёком через сетчатый фильтр – рыбоуловитель, по трубе поступает в цех, где расходится по двум трубам-распределителям диаметром 300 мм. В рыбоводные ёмкости вода поступает через краны с регулируемой водоподачей. Пруд-отстойник имеет шандорный спусковой шлюз для осушения и очистки от ила, который размещается на береговых откосах

и по мере накопления убирается скрепером. Вода сбрасывается с цеха в коллектор, который проходит по низине вдоль распределительного канала № 1 и врезается в общий сбросной коллектор хозяйства в районе нагульного пруда № 1, откуда попадает в Каракольский нерестово-выростной водоём.

Объектом исследований явились молодь, сеголетки, двух- и трёхлетки, самки и самцы бестера (*Acipenser nikoiljukini*), выращенные в бассейнах и прудах с целью формирования ремонтно-маточного стада.

Изучались температурный и гидрохимический режимы в прудах, весовой и линейный темпы роста, коэффициент упитанности, выживаемости, кормовой коэффициент, биохимические и гематологические показатели, проводились гидробиологические исследования и др.

2.2. Методы исследований

Для определения температурного и гидрохимического режимов в прудах пробы воды отбирались объёмом 0,5–2,0 л. Для химического анализа отбирали с помощью специального прибора – батометра (Лурье, 1973).

Для оперативного анализа воды ежедневно проводился контроль за температурой, содержанием кислорода, pH, для получения общей характеристики качества воды ежедекадно исследовались окисляемость, содержание аммонийного азота, нитритов и нитратов. Значения основных показателей воды (температура, кислород) регистрировали с помощью универсального измерительного прибора (термооксиметра). Показатели активной реакции водной среды (pH) снимали с помощью прибора pH-метра. Аммонийный азот в воде определяли колориметрическим методом с реактивом Несслера. Для определения нитритов использовали метод Грисса с применением сульфаниловой кислоты, нитраты определяли экспресс-методом с дисульфифеноловой кислотой. Результаты исследований представлены в табл. 5.

Анализ воды р. Терек, поступающей в инкубационный цех через пруд-отстойник

	Показатели	ОСТ 15-282-83	Вода из пруда- отстойника
1	Водородный показатель, pH, ед.	6,5–8,5	8,2
2	Кислород O ₂ мг/л	Не ниже 5	7,1
3	Перманганатная окисляемость в кислой среде, мг О/л	не более 10,0	3,9
4	Свободная углекислота, CO ₂ мг/л	До 25	4,3
5	Гидрокарбонаты, HCO ₃ ⁻	–	146,4
6	Бикарбонаты, CO ₃ ²⁻	–	1,5
7	Хлориды, Cl ⁻	–	19,9
8	Сульфаты, SO ₄ ²⁻	–	96,0
9	Аммонийный азот, NH ₄ ⁺	До 1,5	<0,01
10	Нитратный азот, NO ₃ ⁻	До 2,0	<0,01
11	Фосфаты, PO ₄ ³⁻	До 0,5	<0,01
12	Кальций, Ca ²⁺	–	52,0
13	Магний, Mg ²⁺	–	12,2
14	Натрий и калий (в пересчете на натрий) Na ⁺ +K ⁺	–	32,2
15	Общее железо, Fe ³⁺	до 0,10	0,2
16	Общая минерализация	до 1,0	360,4

Вода относится к гидрокарбонатному классу группы кальция по классификации О. А. Алехина (1973), средней минерализации. Все показатели в основном соответствуют требованиям к качеству воды для разведения карпа, растительноядных и осетровых рыб. Для воды характерно высокое содержание взвешенных веществ. Текущие и полные гидрохимические анализы проводили в специализированной гидрохимической лаборатории.

Морфометрические и рыбоводные показатели разновозрастного бестера, выращиваемого в РМС, оценивали по темпам роста, линейным и весовым значениям, коэффициенту упитанности. Морфометрические исследования проводили во время контрольных взвешиваний рыбы 3 раза в месяц, тестированию подвергали не менее 30 рыб в рыбоводной ёмкости или в прудах. Линейный и весовой рост изучали по методам И. Ф. Правдина (1966). Скорость роста рыб определяли по формуле Винберга (1956), коэффициент упитанности – по Фультону (Правдин, 1966). Скорость линейно-весового роста контролировалась проведением взвешиваний – раз в 5–10 суток. Для измерения

длины и массы отбиралось по 25–100 шт. рыб каждой опытной группы. С использованием данных величин вычислялся коэффициент упитанности Фультона (Правдин, 1966), который характеризует физиологическое состояние молоди.

$$Q = P/l^3 \times 100, \quad (1)$$

где Q – коэффициент упитанности; P – масса рыбы, г; l – длина рыбы, см.

Для анализа темпа роста применялся коэффициент массонакопления (Резников, Баранов, 1978; Купинский с соавт., 1986), рассчитываемый по формуле:

$$K_m = 3 \times (M_k^{1/3} - M_o^{1/3})/t, \quad (2)$$

где K_m – общий продукционный коэффициент скорости массонакопления; M_k и M_o – масса рыб в конце и начале выращивания, г; t – время выращивания, сут.

Кормление рыб осуществлялось вручную специализированными осетровыми продукционными комбикормами импортного производства: «Провими» (Нидерланды), «Аквастарт» (Дания), «Крафт» (Германия). По мере роста рыбы размер крупки, согласно рекомендациям фирм-производителей, увеличивался. Для определения объёма вносимого корма руководствовались нормами, разработанными производителями корма, в соответствии с температурой воды и массой выращиваемого бестера. Суточный рацион составлял от 2 до 4 % корма от массы рыбы. На основании ежедневных наблюдений поедаемости корма, который осуществлялся визуально, проводилась соответствующая корректировка. Для оценки продуктивного действия корма на организм рыбы рассчитывали кормовой коэффициент, который определялся отношением массы затраченного корма к приросту массы бестера.

Биохимические исследования бестера проводили для определения содержания общего белка, жира, сухих веществ и золы. Сырой протеин в мясе рыбы определяли по методу Къельдаля в пересчёте на содержание азота

(Вельтищева, 1951; Менькин, 2003). Сырой жир в тканях рыб определяли методом экстрагирования органическими растворителями в аппарате Сокслета (Менькин, 2003), содержание золы определяли методом сжигания высушенной пробы рыб в муфельной печи. Содержание сухого вещества в теле рыб определяли методом высушивания при температуре 105 °С с последующим взвешиванием.

Методы исследования крови, взятие её для исследований осуществляли прижизненно путём пункции хвостовой вены. Подсчёт форменных элементов крови проводили унифицированным методом в счётной камере Горяева, СОЭ – по методу Панченкова (Грибова, 1979; Лиманский и др., 1986). Содержание гемоглобина крови определяли гемоглобинцианидным методом. В сыворотке крови определяли количество общего белка биуретовым методом (Меньшиков, 1973). Гемоглобин крови при взаимодействии с железосинеродистым калием (красная кровяная соль) окисляется в метгемоглобин (гемиглобин), образующий с ацетонциангидрином гемиглобинцианид (цианметгемоглобин), интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации гемоглобина в крови и измеряется фотометрически при длине волны 540 (500–560) нм на фотоэлектроколориметре. В пробирки вносили по 0,5 мл трансформирующего раствора, добавляли по 0,02 мл крови, тщательно перемешивали при комнатной температуре (18–20 °С) в течение 20 мин, после чего измеряли величину оптической плотности опытных проб против холостой пробы (трансформирующего раствора) в кювете с толщиной поглощающего светового слоя 10 мм. Калибровочный раствор гемоглобина обрабатывали так же, как и пробу цельной крови. Концентрацию гемоглобина в крови рассчитывали по формуле:

$$C = OE_0/E_K \times 120, \quad (3)$$

где C – концентрация гемоглобина в опытной пробе; г/л; E_0 – оптическая плотность опытной пробы; E_K – оптическая плотность калибровочной пробы;

120 – концентрация гемоглобина в калибровочном растворе, г/л.

Концентрацию гемоглобина рассчитывали в г/л.

Одним из важных тестов оценки физиолого-биохимического состояния осетровых является количественный показатель общего сывороточного белка в крови рыб. По этому показателю в определённой мере можно судить о качестве производителей, а также выращенной молоди или ремонтного стада в прудах (Лукьяненко и др., 1984; Кокоза, 2004).

Полученную кровь от исследуемых рыб отцеживали в пробирку с последующим разделением на плазму и форменные элементы. Затем при помощи шприца с иглой сыворотку сливали в чистую пробирку. Определение содержания белка в плазме крови проводили биуретовым методом. Сущность метода сводится к следующему. Ионы меди в щелочной среде взаимодействуют с пептидными связями сыворотки крови с образованием комплекса красного цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации общего белка и измеряется фотометрически при длине волны 540 (500–560) нм. В пробирку вносится по 5 мл рабочего раствора биуретового реагента, добавляется по 0,1 мл сыворотки крови, тщательно перемешивается и инкубируется при температуре 18–20 °С в течение 30 мин. Затем измеряется величина оптической плотности опытных проб против контрольной пробы (рабочего раствора биуретового реагента с добавлением 0,1 мл дистиллированной воды) в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм. Калибровочный раствор обрабатывается так же, как и проба. Концентрация общего сывороточного белка в крови рассчитывается по формуле:

$$C = E_0/E_k \times 60, \quad (4)$$

где C – концентрация общего сывороточного белка в опытной пробе, г/л; E_0 – оптическая плотность опытной пробы; E_k – оптическая плотность калибровочной пробы; 60 – концентрация общего сывороточного белка в калибровочном растворе, г/л.

Концентрация общего сывороточного белка рассчитывалась в г/л.

Количественное определение эритроцитов проводили пробирочным методом в счётной камере Горяева (Иванова, 1983). Гематокрит – показатель общего уровня эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов по отношению к жидкой части крови – плазме, определяется с помощью специальной градуировочной трубочки – гематокрита, которую заполняют кровью и центрифугируют.

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

Гидробиологические исследования выполнялись согласно инструкции– «Руководство по методам гидробиологического анализа ..., 1983, 1992», принятой в системе Госкомгидромета. Для качественной обработки проб фито-зоопланктона и зообентоса использовали определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части (планктон и бентос, 1978), определитель пресноводных беспозвоночных России. Сбор проб молоди растительоядных рыб и обработка питания проводили по общепринятой методике (Степанова, Горянинова, 1988), определение индекса наполнения желудка по формуле:

$$\text{И.Н.Ж.} = P_x / P \times 10\,000, \quad (5)$$

где И.Н.Ж. – индекс наполнения желудка (0/000);

P_x – масса содержимого желудка, мг; P – масса рыбы, мг.

Формирование ремонтно-маточного стада бестера проводилось методом «от икры до икры», который базируется на отборе элитного потомства осетровых

рыб из посадочного материала по установленным критериям с последующим выращиванием до половозрелого состояния. В основу положена технология формирования, предложенная сотрудниками КаспНИРХ (Шевченко и др., 1999; Попова и др., 2006). На стадии сеголетка ведётся массовый отбор рыб в группы и выращивание в течение 2–3 лет в бассейновом цехе. Затем проводится корректирующий отбор и перевод в состав РМС. В качестве основных критериев при отборе используют морфометрические признаки: масса тела (r), длина тела до развилки хвостового стебля (L_1 , см), коэффициент упитанности и длина хвостового стебля (l_x , см), измеряемая от начала анального плавника до развилки хвостового стебля.

Пробы икры для качественного и количественного анализа развития отбирались на различных стадиях по стандартной методике (Детлаф, Гинзбург, 1954). Фиксация материала осуществлялась 4 %-м раствором формалина.

Методы статистического анализа. Анализ полученных данных выполняли общепринятыми методами (Лакин, 1980) с использованием статистического пакета программы Microsoft Excel. Достоверность различий сравниваемых признаков в группах оценивали с помощью t -критерия Стьюдента и непараметрического F -теста статистического пакета программы Microsoft Excel. Объём собранного и проанализированного материала представлен в табл. 6.

Таблица 6

Объём собранного и проанализированного материала

Исследования	Количество рыб, экз.	Количество проб, шт.	Количество анализов, шт.
Температурные и гидрохимические показатели	–	234	654
Морфометрические и рыбоводные показатели	30 000	–	45 000
Биохимические и гематологические показатели	654	1240	5 680
Гидробиологические показатели	123	364	876

Для выполнения диссертации была разработана схема исследований, которая представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема экспериментальных исследований

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

3.1. Формирование младшей ремонтной группы стада бестера

Ремонтно-маточное стадо, формируемое методом от икры до половозрелого состояния, или так называемое «от икры до икры», состоит из младше-старшевозрастных групп и производителей. Важнейшее место в биотехнологических процессах формирования стада отводится выращиванию молоди с ранних стадий развития. Успешное выращивание ранней молоди оказывает несомненное влияние на все последующие процессы формирования стада, а именно, выживаемость, темпы роста и жизнестойкость младшевозрастных групп, физиологическую полноценность будущего ремонтного стада, а также определяют количество необходимого посадочного материала, живых и комбинированных кормов.

3.1.1. Выращивание молоди бестера от 1 до 20 грамм

Выращивание молоди осуществлялось в бассейновом цехе, оборудованном проточными бассейнами ИЦА-4 и лотками. Бассейны ИЦА-4 изготовлены из стеклопластика, имеют размеры $2 \times 2 \times 0,7$ м и общую площадь 4 м^2 . Сбросной приямок расположен в середине бассейна, ток воды в бассейнах круговой.

Лотки также изготовлены из стеклопластика, имеют габаритные размеры $3 \times 1,5 \times 0,4$ м, сбросной приямок расположен с края бассейна, противоположного водоподаче, ток воды в лотках – проточный. Подача воды осуществляется с помощью перфорированной трубы диаметром 50 мм, сброс воды из рыбоводных ёмкостей производится переливной трубой, регулирующей уровень воды.

Для определения сравнительной эффективности применения рыбоводных ёмкостей с различным типом движения воды провели эксперимент по

выращиванию молоди бестера в бассейнах и лотках. В исследовании использовалась молодь массой 1 г, полностью перешедшая на потребление сухих полнорационных стартовых комбикормов. В каждую ёмкость было посажено по 1 тыс. шт. Срок проведения эксперимента составил 1 месяц. Условия выращивания молоди бестера были идентичны в бассейнах и лотках.

В процессе выполнения эксперимента регулярно осуществлялся контроль основных гидрохимических показателей – температуры и содержания кислорода. Представленные на рис. 3 кривые свидетельствуют, что эти показатели были оптимальны для роста и развития молоди бестера, причём с повышением температуры воды содержание кислорода в ней снижается в пределах допустимых значений.

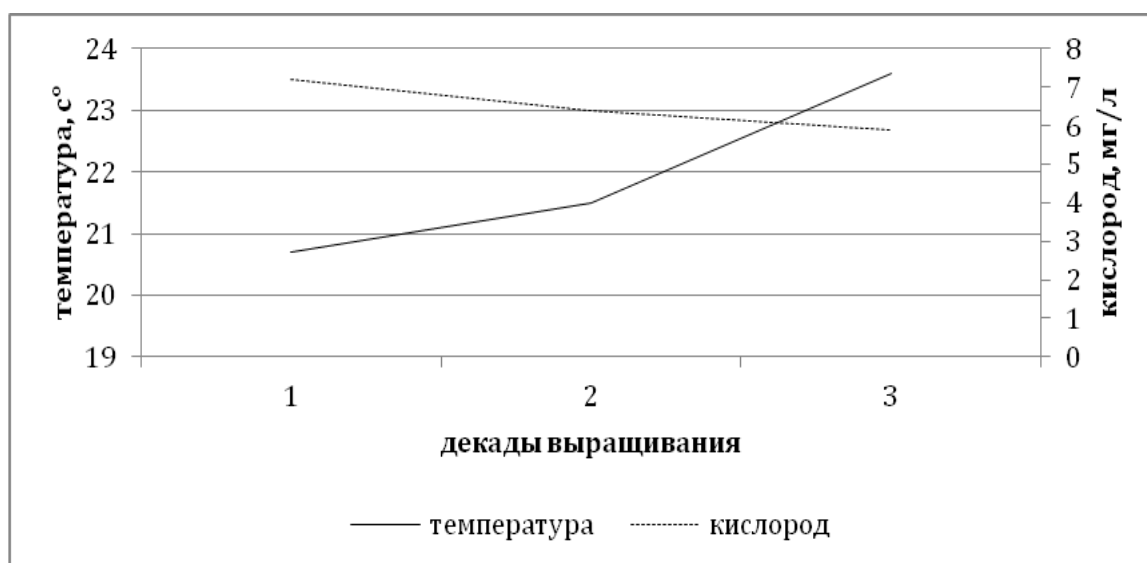


Рис.3. Температурный и кислородный режимы в рыбоводных емкостях

Кормление молоди осуществляли комбикормами импортного производства фирмы «Крафт» (Германия). Суточный рацион составлял 2 % от биомассы молоди в ёмкостях. Питание рыб оценивалось по ежедневным наблюдениям за поедаемостью. В качестве основных показателей оценки роста молоди бестера

были приняты выживаемость, суточный прирост массы, кормовой коэффициент и средняя масса особей после месячного выращивания в бассейнах и лотках.

Полученные результаты, представленные в табл. 7, свидетельствуют о том, что выживаемость молоди была выше в лотке и составила 95 %, в то время как в бассейне – 90 %, средняя масса бестера на всех этапах наблюдения также была больше в лотке и в конце эксперимента достигла значения 16,8 г, а в бассейне на 5 грамм меньше, всего 11,8 г, суточный прирост рыб подтвердил эти показания. Кормовой коэффициент, определяемый как отношение количества затраченного корма на единицу прироста массы, оказался выше в бассейне (1,2), чем в лотке – 1,0.

Таблица 7

**Выращивание молоди бестера в бассейнах ИЦА-4 и лотках
при ручном кормлении сухим кормом**

	Бассейн ИЦА-4			Лоток		
Декады выращивания	I	II	III	I	II	III
Показатели выращивания						
Количество, шт.	1000			1000		
Масса начальная, г	1,0			1,0		
Средняя масса, г	2,0	5,5	11,8	2,2	6,6	16,8
Суточный прирост, %	7,17	10,65	7,93	8,20	11,60	9,79
Кормовой коэффициент, ед.	1,2			1,0		
Выживаемость, %	90			95		

Таким образом, в результате выполненного эксперимента установлено, что рыбоводно-биологические показатели молоди бестера были выше в прямооточном лотке, чем в бассейне.

Для оценки физиологического состояния молоди бестера, выращенной в течение одного месяца в бассейне и лотке, проводили биохимические и гематологические исследования для определения общего химического состава –

содержания белка, жира, сухого вещества и золы, а также показания крови – содержания гемоглобина, гематокрита и общего сывороточного белка.

Состояние молоди обеих групп характеризовалось как физиологически полноценное (рис. 4) с небольшими отклонениями по химическому составу тела рыб, так, содержание белка и сухого вещества было выше у бестера, выращенного в лотке, и составило в среднем 23,1 и 17,9 % соответственно, в сравнении с бассейном – 21,2 и 16,4 %.

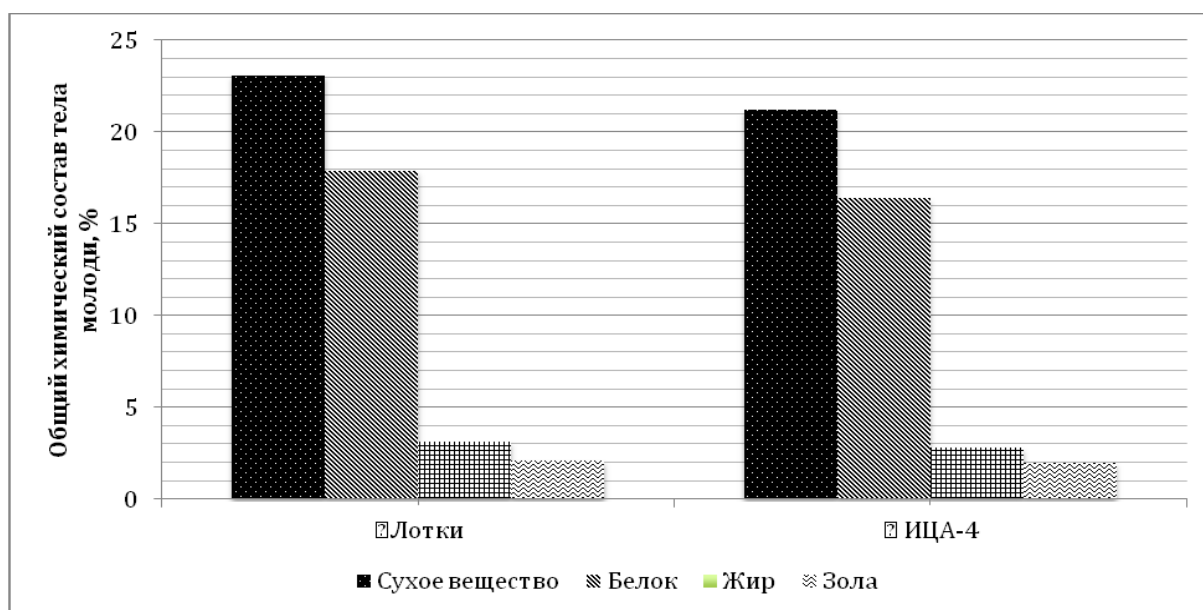


Рис. 4. Химический состав тела молоди бестера

Гематологические показатели месячного бестера свидетельствуют (рис.5) о том, что они находились в пределах физиологической нормы (Тимофеева, 1960; Федосеева, Астафьева, 2006), отмечается увеличение уровня гемоглобина на 6,9 % и белка сыворотки крови на 13 % при выращивании молоди в лотке, чем в бассейне.

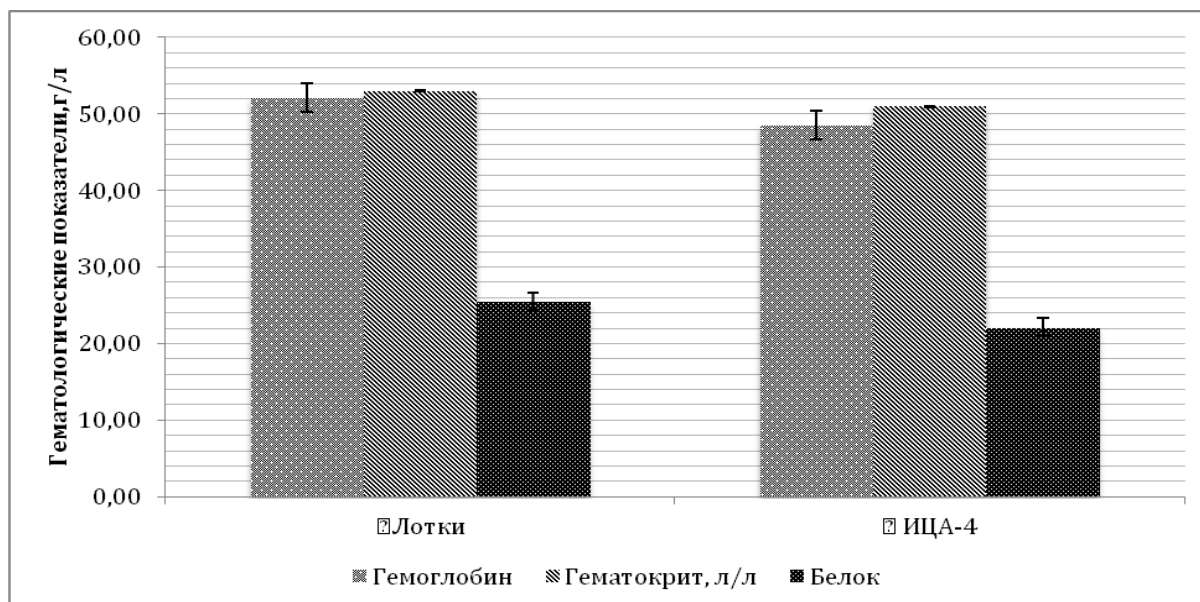


Рис. 5. Гематологические показатели выращенной молоди

При этом следует отметить, что рыбоводно-биологические, биохимические и гематологические показатели молоди, полученные при использовании бассейнов ИЦА с круговым током воды, также вполне удовлетворительные как по выживаемости молоди и темпу роста, так и по физиологическому состоянию.

Таким образом, полученные лучшие показатели молоди бестера, выращенной в лотке, вероятно, обусловлены тем, что особи имели более продолжительный контакт с кормом, который долгое время сохранялся в воде, тогда как в бассейне с круговым током воды комбикорм быстрее вымывается через центральное сливное отверстие.

3.1.2. Выращивание молоди бестера от 20 г до сеголеток

На следующем этапе технологического процесса молодь бестера, достигшая массы 20 г, переводится для выращивания в более крупные ёмкости. Для определения наилучших условий выращивания сеголетков бестера проводился эксперимент, в котором использовались имеющиеся возможности предприятия: прямоугольные бетонные бассейны площадью 60 м², глубиной 1,3 м и земляные пруды площадью 40 м², глубиной 1,2 м. Исследования проводились в течение 150

сут. с момента посадки 20-граммовой молоди бестера. Кормление проводили сухими экструдированными кормами европейского производства с содержанием 45 % протеина и 12 % жира. Условия среды обитания рыб в основном были благоприятными, о чём свидетельствуют показатели, представленные в табл. 8.

Таблица 8

**Основные гидрохимические показатели среды
при экспериментальном выращивании сеголеток бестера**

Показатель	Бассейны	Пруды
Средняя температура, °С	22,8	23,4
Максимальная температура, °С	27,4	28,1
Среднее значение содержания O ₂ , мг/л	7,1	6,8
Минимальное значение содержания O ₂ , мг/л	5,6	5,1

Температурный и гидрохимический режимы в бассейнах и прудах в течение всего периода исследования были идентичными и находились в рамках нормативных значений. Следует отметить, что максимальные значения температуры и минимальные – содержания кислорода в воде, иногда (в августе месяце) превышали допустимые показатели, особенно в прудах, но, учитывая кратковременность такого положения, негативных последствий не наблюдалось. В этот неблагоприятный период времени полностью прекращали кормление рыб и увеличивали проточность воды, что способствовало повышению концентрации кислорода в ней.

Результаты экспериментальных работ, представленные в табл. 9, показывают, что в земляных прудах молодь бестера имела лучшие показатели по темпам роста, так, к концу рыбоводного сезона в октябре масса сеголеток в среднем составляла 380 г, в сравнении с рыбой, выращенной в бассейнах, – 340 г, что более чем на 10% больше. Причём эта разница была достоверной ($p \leq 0,05$). Выживаемость также была выше в прудах, чем в бассейнах, хотя и отличалась незначительно, отмечаются преимущества и по кормовому коэффициенту.

Результаты сравнительного выращивания бестера в бассейнах и прудах

Показатели	Бетонный бассейн ($S = 60 \text{ м}^2$)	Земляной пруд ($S = 40 \text{ м}^2$)
Глубина средняя, м	1,3	1,2
Плотность посадки, шт./м ²	50	50
Количество, шт.	3 000	2 000
Масса начальная, г	20±1,41	20±1,76
Масса конечная, г	341±6,78	380±5,98*
Кормовой коэффициент, ед.	1,2	1,0
Выживаемость, %	96	97

Примечание: * – $p \leq 0,05$.

Выполненные биохимические и гематологические исследования сеголетков бестера, выращенных в бетонных бассейнах и земляных прудах, показали, что все особи имели хорошее физиологическое состояние, их параметры были в пределах допустимых значений, особых отклонений в зависимости от способов выращивания не было выявлено.

Сравнительная оценка влияния способов выращивания на рыбоводно-биологические параметры сеголетков бестера показала преимущества земляных прудов перед бетонными бассейнами, хотя эти различия были несущественными.

Таким образом, выполненные исследования показали, что молодь бестера от 20 г до сеголетков можно выращивать как в бетонных бассейнах, так и в земляных прудах небольшой площадью при плотности посадки 50 шт./м².

3.1.3. Оптимизация зимовки сеголеток бестера с использованием геотермальных вод

Многолетние исследования показали, что в конце рыбоводного сезона, в первой декаде октября, средняя масса сеголетков бестера из прудов и бассейнов составляла не менее 350 г. В это время рыбу пересаживали на зимовку в зимовальные пруды, где она находилась без кормления до апреля, и потери массы тела были свыше 10 %.

Учитывая этот фактор, во избежание непроизводительных потерь были проведены исследования по проведению зимовки сеголетков бестера с использованием тёплых геотермальных вод, температура которых подходит для выращивания осетровых рыб. В Дагестане на Широкольском рыбокомбинате имеется возможность при создании соответствующей инфраструктуры организовать выращивание рыб с использованием геотермальных вод температурой 22°C из скважин с дебитом по 8 л/с. Вода скважин по классификации О.А. Алехина (1973) относится к гидрокарбонатно-сульфатной группе класса натрия. Активная реакция среды 7,2, кислород полностью отсутствует, свободная углекислота 70–80 мг/л, общая жёсткость 0,7 мг-экв./л, хлориды 23–30 мг/л, сульфаты 50–200 мг/л, аммонийный азот 2,1–3,8 мг/л, фосфаты 0,3–0,7 мг PO_4 /л, железо 0,2 мг/л, общая минерализация 929–943 мг/л. Такая вода требует дегазации и оксигенации. Для этой цели были построены два сообщающихся пруда-накопителя площадью по 0,2 га и глубиной 1,8 м, куда из скважин направлялась артезианская вода. При резервировании воды в прудах-накопителях артезианская вода, прошедшая дегазацию и оксигенацию, подаваемая в лотки, имела гидрохимические показатели, близкие к нормативным значениям. Активная реакция поднялась до 8,2, полностью исчез сероводород, содержание кислорода поднялось до 7–9 мг/л, свободная углекислота снизилась до 4–7 мг/л, незначительно увеличилась жёсткость – до 0,9–1,7 мг-экв./л. Развивающаяся в прудах-накопителях микрофлора и фитопланктон уменьшили содержание биогенных элементов (нитритов, нитратов и аммиака) до минимальных значений – 0–0,1 мг/л.

Изучалось содержание сеголетков бестера в зимний период времени в лотках площадью 4 м^2 с использованием специально подготовленной артезианской воды. Температура воды в лотках составила в октябре 16,2, в ноябре – 17,3, в декабре – 16,2, в январе – 15,9, в феврале – 14,8, в марте – 15,5, в апреле – 17,3 $^{\circ}\text{C}$ при среднем значении в период зимовки $16,5^{\circ}\text{C}$. Наблюдения за гидрохимическим режимом в лотках показали, что активная реакция воды не опускалась ниже 7,8–7,9⁰, содержание кислорода находилось в пределах 5,5–8,0

мг/л, свободная углекислота 10–11 мг/л, общая жёсткость 0,95–1,70 мг-экв/л, щёлочность 6,5–9,9 мг-экв/л, хлориды 32–35 мг/л, окисляемость 5,4–7,2 мг/л.

В качестве исходного материала использовались 1 300 экз. сеголетков бестера средней массой 235 г при начальной плотности посадки 25 шт./м². В качестве контроля был принят земляной пруд площадью 0,8 га, в который были посажены сеголетки бестера с той же массой и плотностью посадки 18 750 штук на 1 га. Срок зимовки в пруду составил 165 дней, в лотке – 208 дней. Кормление бестера в лотке проводили продукционными кормами европейского производства, корм задавался из расчета 2 % от массы рыбы, до 10 декабря проводилось трёхразовое кормление, в дальнейшем перешли на двухразовое. В пруду рыбу не кормили, т.к. температура воды была низкой и в среднем составляла 1 °С.

Результаты эксперимента представлены в табл. 10. Они свидетельствуют, что в период зимовки бестер в лотке, куда подавалась тёплая вода из скважин, хорошо рос и набирал массу, в то время как в пруду рыба теряла вес.

Таблица 10

Результаты проведения зимовки сеголетков бестера в зимовальном пруду и лотках

Показатели	Зимовальный пруд	Лотки
Площадь	0,8 га	4 м ²
Плотность посадки сеголетков	18,75 тыс.шт./га	25 шт./м ²
Средняя масса при посадке, г	235±15,3	235±15,3
Сроки зимовки, дней	165	208
Средняя масса после зимовки, г	203±18,8	855±20,6**
Прирост за время зимовки, г	–32	+620
Коэффициент упитанности, %	0,36±0,03	0,53±0,08
Выход, %	90	96

Примечание: ** – $p \leq 0,01$.

Несмотря на то, что температура воды 16,5 °С в лотке при зимнем содержании была ниже оптимальной (21 °С) для развития бестера, наблюдался активный рост массы тела рыб (рис. 6). Так, если к 1 ноября, т.е. через три недели средняя масса бестера достигла 269 г, то к концу декабря, через 2 месяца, она уже составила 394 г, а к 1 марта увеличилась до 643 г (рис.6).

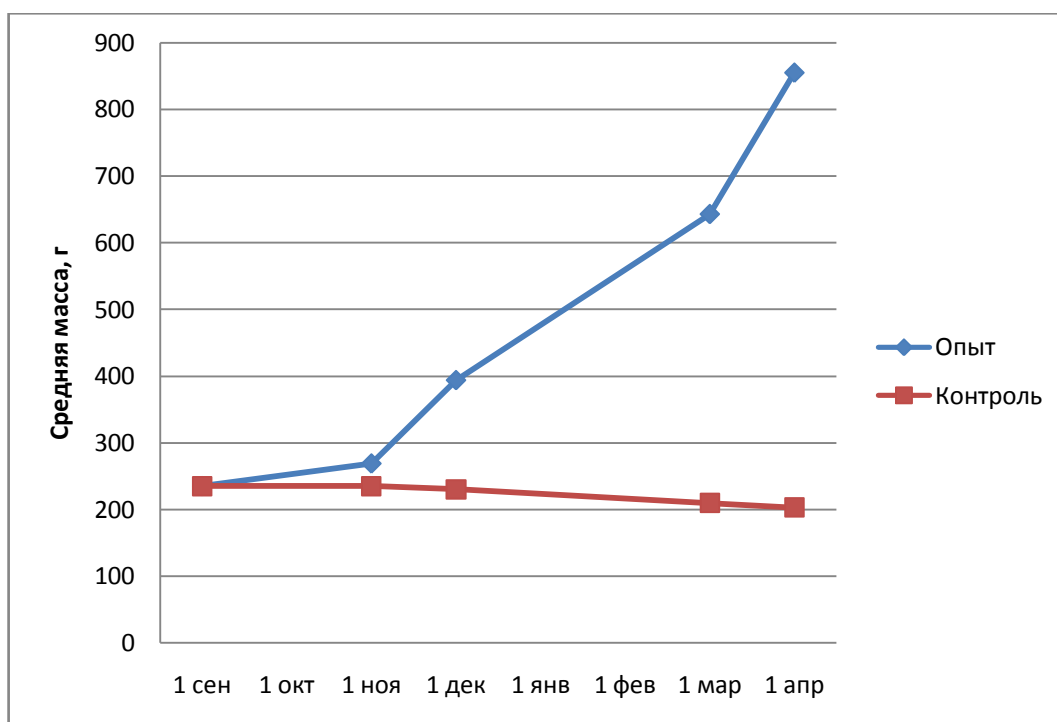


Рис. 6. Изменение массы тела бестера опытной и контрольной групп за зимовку

К концу эксперимента средняя масса годовиков бестера достигла 855 г. Масса тела бестера, зимующего в пруду, уменьшилась с 235 до 203 г.

Кормовые затраты для сеголетков бестера в зимний период времени в лотках составили 1,48.

Использование предварительно подготовленных тёплых вод артезианских скважин на наиболее важном этапе технологического цикла – зимовке рыб позволяет осуществлять кормление сеголетков бестера, что значительно улучшает рыбоводно-биологические показатели гидробионтов, таких как выживаемость, темпы роста и упитанность. Так, если за период зимовки в прудах на естественной температуре воды выживаемость бестера составила 90 %, их средняя масса уменьшилась на 10,2 %, упитанность рыб – 0,36 %, то в лотках, с использованием геотермальных вод выживаемость возросла до 96 %, средняя масса зимующих рыб увеличилась в 3,6 раза, их упитанность была на 0,17 % выше и составила 0,53 %.

Таким образом, выполненные исследования по поиску оптимальных способов выращивания молоди бестера с ранних стадий развития с целью

формирования физиологически полноценного будущего ремонтно-маточного стада показали, что на стадии от 1 до 20 г молодь лучше содержать в лотках с прямоточной подачей воды, а не в бассейнах с круговым током воды. В дальнейшем при выращивании молоди от 20 г до сеголетков бестера можно выращивать в прямоугольных бетонных бассейнах площадью 60 м² и земляных прудах площадью 40 м², в случае возможности выбора предпочтение следует отдать последним. В условиях Дагестана в период зимовки сеголетков бестера рекомендуется кормить в лотках с использованием предварительно подготовленных тёплых артезианских вод, что позволяет в неблагоприятный период времени не только не потерять накопленную массу, но и увеличить её в 3–3,5 раза.

3.2. Исследования оптимальных условий выращивания ремонтных групп стада бестера

При формировании продукционных стад осетровых рыб методом «от икры до икры» особое внимание уделяется рыбоводно-биологическим показателям, физиологическому состоянию ремонтных групп и своевременному разделению особей по половому признаку.

3.2.1. Определение оптимальных плотностей посадки ремонтных групп бестера в прудах

Одним из важных факторов, влияющих на эффективность выращивания ремонтных групп бестера в маточном стаде, является плотность посадки - численность рыб в расчёте на единицу площади или объёма и суточные нормы кормления. При прудовом выращивании плотности посадки рыб рассчитывается обычно на единицу площади. Одним из этапов исследований явилось

обоснование оптимальных плотностей посадки ремонтных групп бестера в прудах. При переуплотнении рыб темп их роста значительно снижается и, соответственно, сроки первого созревания увеличиваются, а также и величина межнерестовых интервалов. В то же время, разрежая плотности посадки осетровых, несомненно, можно улучшить физиологическое состояние бестера, показатели по темпам роста массы рыб, их раннего созревания. Однако при этом снижается важнейший экономический показатель – рыбопродуктивность с единицы площади рыбоводных водоёмов.

Проводились исследования по определению оптимальных плотностей посадки разновозрастной молоди бестера в прудах, с тем чтобы соблюсти баланс всех положительных и отрицательных сторон плотных и разреженных посадок, но при этом получить максимальные результаты по основным рыбоводным показателям – темп роста и развития особей, а также достижение ранних сроков созревания, не теряя при этом высоких экономических параметров по общей рыбопродуктивности.

Экспериментальное выращивание двухлеток бестера в период рыбоводного сезона осуществлялось в нагульных прудах площадью 0,8 га для определения оптимальных плотностей посадки. Объектом исследований явились лидирующие группы двухлеток бестера массой 480 г. Исследования проводились в двух вариантах при различных плотностях посадки: вариант № 1 – 900 кг/га, и вариант № 2 – 1 260 кг/га. Продолжительность эксперимента составила 190 суток. Представленные в табл. 11 результаты свидетельствуют, что такие рыбоводные показатели двухлеток бестера, как средняя конечная масса и длина, выживаемость и относительный прирост биомассы, оказались выше по первому варианту. Причём разница по массе была достоверной ($p \leq 0,05$).

Учитывая, что в первые годы жизни организм рыб настроен на интенсивный и быстрый линейно-весовой рост, следует отметить, что эта особенность наиболее прослеживается у бестера, выращиваемого в прудах с разреженной посадкой (900

кг/га), так, их средняя длина была на 7 см и масса почти на 1 кг больше, чем у рыб, при плотности посадки 1 260 кг/га.

Таблица 11

**Рыбоводно-биологические показатели двухлеток бестера
при выращивании в прудах 0,8 га с разной плотностью посадки**

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
<i>M</i> начальная, г	480±10,3	480±11,4
Плотность посадки начальная, кг/га	900	1260
<i>M</i> конечная, г	3061±21,3*	2133±24,7
<i>L</i> конечная, см	80±5,3	73±4,2
Относительный прирост биомассы, %	518	326
Выход биомассы с ед. площади, кг/га	4 454	4 300
Выживаемость, %	97	96
Продолжительность эксперимента, суток	190	190
Кормовые затраты, ед.	1,1	1,2

Примечание: * $-p \leq 0,05$.

Во втором варианте выживаемость составила 96%, конечная масса двухлеток бестера была на 30 % меньше, чем в первом варианте, рыбопродуктивность (выход биомассы с единицы площади) также была ниже и составила 4 300 кг с га, в то время как в первом варианте при начальной плотности посадки 900 кг/га она была на 3,5 % больше. Кормовые затраты также оказались ниже в первом варианте и составили 1,1 ед., а во втором - 1,2.

Полученные результаты свидетельствуют, что при выращивании двухлеток бестера в прудах площадью до 1 га следует рекомендовать разреженную посадку с плотностью 900 кг/га.

В конце экспериментального выращивания двухлеток бестера оценивали физиологическое состояние их по биохимическим и гематологическим показателям. В обоих вариантах показатели крови – концентрация гемоглобина, показатели гематокрита, эритроцитов и сывороточный белок (табл. 12), соответствовали литературным данным по белуге, т. к. материалы для двухлеток бестера отсутствуют (Житенёва и др., 1997), патологических отклонений не выявлено.

**Показатели крови двухлеток бестера при выращивании в прудах
с разной плотностью посадки**

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
1	2	3
Гемоглобин, г/л	63,8 $\pm$ 2,1	51,9 $\pm$ 1,9
Гематокрит, %	21,3 $\pm$ 1,3	19,9 $\pm$ 1,1
Эритроциты, млн/мм ³	0,754 $\pm$ 0,06	0,631 $\pm$ 0,05
Белок сыворотки крови, г/л	27,5 $\pm$ 3,1	19,8 $\pm$ 2,5

Для осетровых рыб характерно увеличение содержания гемоглобина и эритроцитов с возрастом, нами же получены данные, что на эти показатели в определённой степени влияют и плотности посадки, так, при разреженной концентрации гемоглобина (63,8 г/л) и эритроцитов (0,754 млн/мм³) оказались выше, чем при более высокой плотности посадки – 51,9 г/л и 0,631 млн/мм³ соответственно. Однако полученные различия были не достоверны, а наблюдались как тенденция, которая прослеживается и по таким показателям, как гематокрит и содержание сывороточного белка в крови.

Оценка состояния двухлеток бестера, выращенных в нагульных прудах с разной плотностью посадки, по содержанию общих химических веществ (табл. 13) в теле рыбы также подтвердила некоторые преимущества для рыб, выращиваемых при разреженной посадке (вариант 1). По величине БВК, который определяется отношением содержания белка и воды, двухлетки бестера, выращенные в прудах при плотности посадки рыб 900 кг/га, могут быть отнесены к белковым продуктам (БВК = 0,204), в то время как при уплотнённой посадке бестер этой возрастной группы может быть отнесён к средне белковым группам рыб – БВК = 0,179.

В целом же можно отметить, что содержание общих химических веществ в теле бестера соответствовали нормативным значениям для этой возрастной группы осетровых рыб.

Таблица 13

Содержание общих химических веществ в теле двухлеток бестера, %

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
Влага	72,8±11,31	74,0±11,53
Протеин	14,9±3,72	13,3±3,21
Зола	1,1±0,31	1,4±0,36
Углеводы	2,7±0,55	2,4±0,42
Жир	10,9±2,32	11,3±2,74

По такой же схеме были проведены исследования по определению оптимальных плотностей посадки разновозрастных ремонтных групп и производителей бестера при формировании ремонтно-маточного стада в прудах Широкольского рыбокомбината.

В табл. 14 представлены результаты рекомендуемых плотностей посадки бестера от ранней молоди до производителей, следует обратить внимание, что на начальных стадиях развития (до 1 г и 20 г) рекомендуется выращивать молодь в лотках, от 20 до 350 г в прямоугольных бетонных бассейнах, площадью 60 м² или земляных прудах площадью 40 м².

Таблица 14

**Рекомендации по плотностям посадки бестера
при формировании ремонтно-маточного стада на Широкольском рыбокомбинате**

Масса рыб	Рыбоводная ёмкость	Плотность посадки
До 1 г	лоток	250 шт./м ²
От 1г до 20 г	лоток	100 шт./м ²
От 20 г до 350 г	бетонные бассейны или земляные пруды	50 шт./м ²
От 350 г до 2000г	выростные пруды	1 500 шт./га
От 2000 г и выше	выростные пруды	5т/га
Производители	выростные пруды	10т/га

Выполненные исследования позволили разработать рекомендации по оптимальным плотностям посадки молоди бестера на ранних стадиях развития от 1 до 20 г и от 20 г до сеголетков, затем для младших и старших ремонтных групп, а также для производителей в выростных прудах. Указанные нормативы апробированы в течение 10 лет на Широкольском рыбокомбинате, были

получены положительные результаты и могут быть применены в прудовых осетровых рыбоводных хозяйствах юга страны.

3.2.2. Выбор оптимального вида кормов для ремонтных групп бестера, выращиваемых в прудах

Важным условием для выращивания жизнестойкого бестера ремонтных групп стад является выбор полноценных кормов и процесс кормления рыб в прудах. Кормление бестера в ремонтном стаде в выростных прудах проводили ежедневно, суточные нормы кормления регулярно корректировали в зависимости от массы рыбы, согласно рекомендациям производителей комбикормов. Корм вносили один раз в сутки на кормовой столик, который имеет размеры 1×1 м и представляет собой металлический лист из оцинкованного железа с бортиками 10 см по всему периметру. Периодически проверяли поедаемость корма, поднимая кормовой столик с помощью подвязанной веревки.

Для кормления в прудах старших возрастных групп осетровых рыб, а также для кормления молоди некоторых видов, в частности, белуги, стерляди и бестера используют влажные пастообразные корма. Пастообразные корма состоят из рыбного или смешанного фарша и смеси сухих компонентов, готовятся непосредственно перед употреблением.

Проводились исследования по определению оптимального вида кормов для выращивания трёхлеток бестера в прудах. Экспериментальные работы проводились в рыбоводный сезон – с апреля по сентябрь. Трёхлетки бестера с начальной массой 1,8 кг в количестве 2 400 штук были посажены в 2 выростных пруда площадью 0,8 га по 1 200 штук в каждый. Исследования выполнялись в двух вариантах: 1– кормление полнорационными гранулированными комбикормами; 2 – кормление пастообразными кормами, состоящими на 50 % из фарша мелких сорных рыб и на 50 % из сухого комбикорма. Кормление осуществляли 2 раза в день утром и вечером, суточные нормы кормления

регулярно 1 раз в месяц пересчитывали, исходя из общей биомассы бестера в пруду.

Полученные результаты, представленные в табл. 15, показывают преимущества использования полнорационных гранулированных комбикормов по сравнению с пастообразными кормами.

Таблица 15

Сравнительные результаты кормления трехлеток бестера в прудах.

Показатели	I вариант	II вариант
Средняя масса начальная, г	1 800±37,5	1 800±46,3
Средняя масса конечная, г	4 000±58,2	3 300±64,2
КК	1,1	3,5

В варианте № 1 масса бестера в конце рыбоводного сезона возросла на 122 % и составила 4,0 кг, в то время как в варианте № 2 при кормлении пастообразным кормом увеличилась на 83 % и достигла 3,3 кг. Важный показатель – кормовой коэффициент, характеризующий затраты корма на единицу прироста массы рыб, оказался намного меньше при кормлении бестера гранулированными комбикормами (КК = 1,1), а во втором варианте более чем в три раза больше (КК = 3,5).

Таким образом, выполненные исследования показали, что при кормлении бестера в прудах полнорационными гранулированными комбикормами достигаются лучшие и рыбоводные, и экономические показатели.

3.2.3. Особенности формирования ремонтного стада бестера в прудах совместно с растительноядными рыбами

Для интенсификации биотехнических процессов формирования РМС и более полного использования прудовых площадей на предприятии были проведены исследования по выращиванию бестера в поликультуре с растительноядными рыбами – белым и пёстрым толстолобиками, которые имеют различные ниши питания. Присутствие последних позволяет утилизировать

значительную часть первичной продукции, образующейся в водоёме, и создавать чрезвычайно важную в биоэнергетическом и хозяйственном отношениях экосистему, в которой товарная продукция растительноядных рыб получается уже на втором звене трофической цепи (Боруцкий, 1973; Веригин, 1961; Виноградов, 1985; Вовк 1976; Данченко 1968; Савина, 1965; Суховерхов, 1963).

При выращивании ремонтных групп РМС бестера в прудах с применением интенсивных методов кормления полнорационными гранулированными комбикормами частично остаётся корм и выделяемые экскременты, которые служат основой для образования естественной кормовой базы, прежде всего в виде фитопланктона, который является хорошей пищей для растительноядных рыб. Для рационального использования этой кормовой базы, а также с целью улучшения гидрохимических показателей, в прудах проводили исследования по совместному выращиванию ремонтных групп бестера, в частности годовики, и растительноядных рыб.

Работы проводились с апреля по сентябрь 2012 г. в трёх выростных прудах площадью по 0,8 га. Объектом исследований явились годовики бестера с начальной массой 320 г.

Исследования проводились в двух вариантах:

1 – пруд № 2, зарыблялся бестером с плотностью посадки 2 500 шт./га, выращивался совместно с растительноядными рыбами с плотностью посадки 800 шт./га., в том числе белый амур – 50, белый толстолобик – 500, и пёстрый толстолобик – 250 шт./га;

2 – пруд № 3, зарыблялся бестером в том же количестве, что и в первом варианте, плотность растительноядных рыб была увеличена до 1 200 шт./га, в том числе белый амур – 50, белый толстолобик – 750, и пёстрый толстолобик – 400 шт./га.

В качестве контроля было принято выращивание бестера в монокультуре с такой же плотностью посадки 2 500 в пруду № 1.

Схема зарыбления экспериментальных прудов представлена в табл. 16.

**Схема зарыбления прудов при выращивании бестера
в поликультуре с растительноядными рыбами**

№ варианты	Вид рыбы	Плотность посадки, шт/га	Средняя масса, г
Контроль (пруд №1)	Бестер	2500	320
1 (пруд №2)	Бестер	2500	320
	Растительноядные:	800, в том числе:	
	Белый толстолобик	500	30
	Пестрый толстолобик	250	30
2 (пруд №3)	Белый амур	50	40
	Бестер	2500	320
	Растительноядные:	1200, в том числе:	
	Белый толстолобик	750	30
	Пестрый толстолобик	400	30
	Белый амур	50	40

В экспериментальных прудах регулярно осуществлялся контроль за температурным и гидрохимическим режимами, показатели представлены в табл. 17. Характерной особенностью изменения температуры воды в прудах в период наблюдений было постоянное её увеличение от мая к августу. Максимальный прогрев (30°C) воды в прудах был отмечен в конце июля–первой половине августа, когда температура воды продолжительное время (2,5 недели) была неблагоприятна для выращивания рыб и держалась в пределах $26\text{--}29^{\circ}\text{C}$, но во второй половине августа начинается процесс её постепенного снижения, и к концу месяца температура воды опустилась до $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$. И только в первой половине сентября температура воды достигла значений $21\text{--}24^{\circ}\text{C}$, что является благоприятным обстоятельством для роста и развития осетровых и, в частности, бестера. Затем началось плавное снижение температуры воды в прудах, а к концу месяца она опустилась до $15\text{--}17^{\circ}\text{C}$.

Кислородный режим является одним из основных звеньев сложной цепи физико-химических и биологических процессов, происходящих в водоёме. Сезонная динамика содержания растворённого в воде прудов кислорода была неодинаковой.

Гидрохимический режим опытных прудов

Дата	Пруд № 1 (контроль)			Пруд № 2			Пруд № 3		
	О ₂ мг/л	Окисля- емость мгО ₂ /л	рН	О ₂ мг/л	Окисля- емость мгО ₂ /л	рН	О ₂ мг/л	Окисля- емость мгО ₂ /л	рН
20.04	7,2	12,3	7,2	7,4	11,2	7,4	7,6	10,6	7,3
05.05	8,4	14,4	7,4	8,5	13,5	7,6	8,9	12,8	7,4
20.05	8,1	16,6	7,6	8,7	15,8	7,2	9,0	14,4	7,4
05.06	7,9	18,9	8,0	8,9	17,9	7,8	9,2	18,7	7,8
20.06	6,7	21,2	7,8	8,4	19,7	8,0	8,2	20,2	7,6
05.07	5,8	24,5	8,2	7,6	22,6	7,8	7,4	21,6	8,0
20.07	5,4	27,8	8,0	7,4	23,4	8,2	7,8	24,4	8,2
05.08	4,8	30,6	7,9	7,2	25,5	8,0	7,4	24,9	8,0
20.08	4,9	28,3	8,4	6,8	27,6	8,2	6,4	26,3	8,3
05.09	6,8	22,7	8,1	8,2	19,4	8,0	7,8	18,5	8,2
20.09	7,3	18,4	8,0	8,9	16,3	8,2	9,1	14,0	8,4
За сезон	6,7	21,4	7,9	8,0	19,3	7,8	8,1	18,8	7,9

Средне сезонное содержание кислорода в контрольном пруду № 1 было на 20% ниже, чем в экспериментальных прудах № 2 и 3, где выращивался бестер совместно с растительноядными рыбами (6,7 против 8,0–8,1 мг/л). Особо следует отметить, что в период неблагоприятных критических температур воды (июль–август) содержание кислорода в трёх экспериментальных водоёмах снижалось, но при этом в прудах № 2 и 3 с растительноядными рыбами было выше на 38,5 %, чем в пруде, где выращивались годовики бестера в монокультуре.

Величина рН в контрольном и опытных прудах соответствовала рыбоводным требованиям и колебалась в пределах 7,2–8,4, минимальные значения отмечались весной, в начале сезона, и достигали максимума в конце рыбоводного сезона, осенью.

Перманганатная окисляемость воды, являющаяся показателем органической нагрузки на водоём, в экспериментальных прудах № 2 и 3 с начала рыбоводного сезона до конца мая была в пределах допустимых значений (15 мгО₂/л), а затем наблюдался её рост до значений, превышающих нормы в 1,5–1,8 раза. Максимальные значения окисляемости также приходились на неблагоприятный период – июль и август, к концу вегетационного периода (сентябрь) происходило снижение органической нагрузки на водоём. Средние значения перманганатной

окисляемости воды в экспериментальных прудах были выше допустимого и составили 19,3 и 18,8 мгО₂/л соответственно.

В контрольном водоёме (пруд № 1) показатель перманганатной окисляемости воды практически весь рыбоводный сезон превышал допустимые значения, особенно в критический период (конец июля–начале августа), его превышение было почти в 2 раза. Так, 5 августа этот показатель составил 30,6 мгО₂/л., и даже в конце вегетационного периода, в сентябре, был довольно высок 18,4 мгО₂/л. Среднее значение окисляемости в контроле было выше и нормы, и опытных прудов, и составило 21,4 мгО₂/л. Увеличение окисляемости в августе происходит за счёт накопления органических веществ от вносимых искусственных кормов, концентрации метаболитов, повышения температуры воды. Всё это способствует усилению окислительно-восстановительных процессов в воде (Степанов, Эрман, 1970; Александрийская, 1967). Гидрохимические исследования показали повышенную минерализацию воды в контрольном и экспериментальных прудах. Общая жёсткость находилась в пределах 5,5–11,7 мг-экв/л, понижаясь к концу сезона. Минерализация составляла 0,4–4,0 г/л. По соотношению основных ионов вода относится к хлоридно-сульфатному классу группы кальция.

Таким образом, выполненные исследования показали, что гидрохимический режим в прудах в период наблюдений имел существенные различия по показателям – содержание кислорода и перманганатная окисляемость, лучшие условия для роста и развития рыб были отмечены в экспериментальных прудах, где выращивались годовики бестера в поликультуре с растительноядными рыбами, чем в контроле – содержание бестера в монокультуре.

Состав планктонных и бентосных организмов в прудах (табл. 18) также имел различные значения в контроле и в эксперименте.

Естественная кормовая база в прудах специально не создавалась, а образовывалась и развивалась только за счёт остатков корма и жизнедеятельности выращиваемого бестера, поэтому численность и биомасса фитопланктона в течение сезона были невысокими.

Таблица 18

Состав планктонных и бентосных организмов в контрольном и опытных прудах

Дата	Пруд № 1(контроль)			Пруд № 2			Пруд № 3		
	Зоопланктон мг/л	Фитопланктон мг/л	Бентос г/м ²	Зоопланктон мг/л	Фитопланктон мг/л	Бентос г/м ²	Зоопланктон мг/л	Фитопланктон мг/л	Бентос г/м ²
20.04	0,15	4,60	2,8	0,35	4,02	1,9	0,47	4,42	1,5
05.05	0,22	5,64	3,1	0,16	3,62	2,2	0,22	2,62	1,6
20.05	0,26	7,25	1,6	0,09	4,16	1,2	0,16	3,24	1,8
05.06	1,88	6,77	0,9	0,84	3,66	0,8	0,34	2,48	1,2
20.06	2,07	9,56	0,4	1,06	4,78	1,4	0,68	3,56	–
05.07	0,68	4,25	–	0,42	2,18	0,6	0,56	2,44	–
20.07	0,75	6,35	–	0,28	3,26	–	0,20	1,78	–
05.08	0,30	3,28	–	0,18	1,82	–	0,12	0,92	0,6
20.08	0,21	2,48	–	0,09	1,48	–	0,10	1,06	–
05.09	0,08	1,24	–	0,04	0,62	–	0,08	0,44	–
20.09	0,04	4,64	–	0,02	2,44	–	0,04	2,78	–
сезон	0,60	5,10	0,8	0,32	2,91	0,7	0,27	2,34	0,6

Среднесезонная биомасса фитопланктона в пруду № 1, где содержались годовики бестера без растительоядных рыб, была почти в 2 раза выше, чем в прудах № 2 и 3 (5,1 против 2,91 и 2,34 мг/л). Основная масса фитопланктона состояла из протококковых и диатомовых водорослей, на долю которых приходилось 80% от средней биомассы за сезон. Динамика развития фитопланктона характеризовалась ростом биомассы в первой половине сезона (май–июнь), затем снижением в летний период (июль–август), и опять некоторое увеличение в сентябре. Ведущими видами из диатомовых были *Cyclotella meneghinina*, *Melosira* sp., *Nitzschia acicularia*. Среди протококковых наиболее массовыми формами были *Scenedesmus arcuatis*, *Pediastrum duplex*, *Tetracoccus botruoides*.

Среднесезонная биомасса зоопланктона в пруду № 1 была в два раза выше, чем в прудах № 2 и 3 (0,6 против 0,32 и 0,27 мг/л). Максимальная биомасса отмечалась 20 июня, когда в пруду № 1 составила 2,07 мг/л. Это был период развития популяции *Daphnia magna*, на долю которой приходилось 96 % от

общей биомассы. В дальнейшем происходит постоянное снижение биомассы зоопланктона, доля Copepoda и Cladocera сводится к минимуму и возрастает значение Rotatoria. В сентябре во всех прудах отмечаются наиболее низкие биомассы зоопланктона, не превышающие 0,2–0,4 мг/л. Преобладающими видами из Cladocera были *Daphnia magna* и *Moina veberi*, Copepoda были представлены только циклопами и их науплиальными стадиями.

Содержание бентоса в прудах отмечалось только весной и начале лета, причём его численность была выше в контроле по сравнению с экспериментальными прудами. Среднесезонная масса бентоса была выше в контроле и составляла 0,8 г/м², в экспериментальных прудах № 1 и 2 была меньше и фиксировалась в объёме 0,7 и 0,6 г/м². В летние месяцы в период критических температур воды (5 августа) бентос был отмечен только в экспериментальном пруду № 3.

В течение всего рыбоводного сезона биомасса фитопланктона была недостаточной для обеспечения пищевых потребностей белого толстолобика, его основной пищей были детрит и взвешенные частицы комбикорма (до 96,8 %) и лишь 3,2 % состава пищевого комка приходилось на фитопланктон, в котором до середины июля преобладали диатомовые и протококковые водоросли, а в дальнейшем – синезеленые. Интенсивность потребления пищи была высокой (среднесезонный индекс наполнения желудка 303 ‰), максимальный был отмечен в конце августа.

Характерной особенностью питания пёстрого толстолобика является то, что зоопланктон не играет никакой роли в его питании. Основную роль в питании пестрого толстолобика играет детрит и остатки комбикорма (83,3–99,9 % содержимого кишечника). По мере роста доля комбикорма в питании пёстрого толстолобика увеличивается, а в августе–сентябре доля детрита снижается до 82 %, на долю остатков комбикорма приходится 18 %.

Следует отметить, что в пищевом комке пёстрого толстолобика постоянно встречались представители фитопланктона, в частности, перифитонные диатомеи *Nitzschia abtusa*, *Pleurosigma asuminatus*, *Cyrosigma clougatum*, составляя до 1 % от пищевого комка. В пище белого толстолобика они не встречались. Это указывает на то, что пестрый толстолобик концентрировался в основном в придонном слое воды, в то время как белый толстолобик находился в поверхностных слоях пелагиали. Вероятно, этим объясняется наличие в пище пестрого толстолобика остатков комбикорма.

Результаты выполненных исследований, представленных в табл. 19, свидетельствуют, что выращивание годовиков бестера в поликультуре с растительноядными рыбами положительно сказалось на его росте и развитии. Рыбопродуктивность по бестеру в прудах с растительноядными рыбами оказалась на 5,08–5,31 ц/га выше, чем при выращивании бестера в монокультуре. Это можно объяснить тем, что растительноядные рыбы из-за бедности кормовой базы питались в основном детритом и взвешенными остатками рыбного фарша, выполняя роль санитаров. Подтверждением этого могут служить результаты гидрохимических исследований в прудах. В прудах № 2 и 3, где выращивались растительноядные рыбы, показатели по кислороду были выше, а перманганатной окисляемости – ниже, чем в контрольном пруду, особенно в критические летние дни. В этот период суточные нормы кормления бестера, выращиваемого в монокультуре, снижались на 50–60 %, а в экспериментальных прудах № 2 и 3 из-за лучшего кислородного режима снижение было в 2 раза меньше.

Выход количества бестера из контрольного пруда был меньше, и его средняя масса была почти на 10 % ниже, чем в экспериментальных прудах, и составила 1 750 г по сравнению с 1920 г. (пруд № 2) и 1890 г. (пруд № 3). Причём различия по средней массе бестера между контрольным и экспериментальным прудом № 2 были достоверными ($p \leq 0,05$).

При этом следует отметить, что выращивание бестера в поликультуре даёт дополнительную продукцию в объёме 5,7–6,7 ц/га растительноядных рыб.

Результаты выращивания бестера в поликультуре с растительноядными рыбами

№ пруда	Вид Рыбы	Посажено шт./га	Выход %	Средняя масса, г	Рыбопродуктивность, ц/га
1	Бестер	2500	91	1750±63,2	39,81
2	Бестер	2500	94	1920±58,1*	45,12
	БТ	500	86	850±32,1	3,65
	ПТ	250	88	720±24,6	1,58
	БА	50	92	1100±42,1	0,5
	Итого	50,85			
3	Бестер	2500	95	1890±48,6	44,89
	БТ	750	89	635±24,9	4,24
	ПТ	400	87	605±32,5	2,10
	БА	50	91	950±25,1	0,43
	Итого	51,66			

Примечание: * – $p \leq 0,05$. БТ – белый толстолобик, ПТ- пестрый толстолобик, БА - белый амур.

Плотность посадки растительноядных рыб 800 шт./га следует считать оптимальной, т. к. её увеличение до 1 200 шт./га приводит к снижению средней массы белого толстолобика на 25–35, а пёстрого толстолобика на 16 %, а такая рыба не пользуется большим спросом у населения. К тому же, увеличение плотности посадки растительноядных рыб на 50 % приводит к незначительному увеличению рыбопродуктивности, всего на 18,1 %.

Таким образом, выполненные исследования показали, что выращивание годовиков бестера для пополнения ремонтно-маточного стада в выростных прудах в поликультуре с растительноядными рыбами позволяет улучшать гидрохимический режим в водоёме, что способствует созданию благоприятных условий для роста и развития бестера.

3.3. Созревание производителей бестера в прудах

Рациональная половая структура ремонтно-маточных стад осетровых рыб является необходимым условием повышения его продуктивности и рентабельности (Бурцев и др.,1978; Бурцев и др., 1984; Смольянов,1987). Для

управления половой структурой ремонтно-маточного стада необходимо производить отбор особей определённого пола на этапах выращивания (Лозовский, Дегтярева, 2003). При формировании РМС осетровых рыб для производства пищевой икры большое значение имеет половая структура стада, поэтому необходимо проведение ранней выбраковки самцов.

3.3.1. Процесс определения и выбраковки самцов бестера из стада

На Широкопольском рыбокомбинате отбор и выбраковку самцов осуществляли в период их первого полового созревания при проведении осенней бонитировки. Отбор на такой, достаточно поздней стадии, обусловлен тем фактором, что выбракованные самцы поступают в реализацию с массой не ниже 5 кг, в связи с этим нецелесообразно более раннее определение пола с помощью УЗИ сканирования.

Бонитировки РМС проводились осенью, при пересадке бестера из выростных в зимовальные пруды. Выявленных самцов отсаживали отдельно и, впоследствии, отправляли на реализацию в живом виде. Зрелых самок пересаживали в инъекционные пруды, из которых по мере необходимости, отлавливали рыб для получения икры.

Многолетние исследования по формированию РМС бестера в прудах позволили проанализировать темпы роста массы разновозрастных рыб и определить динамику морфометрических показателей особей по годам (табл. 20) от сеголеток до 13 лет. Анализ изменения массы бестера по годам показывает, что до десятилетнего возраста ежегодный набор массы идёт равномерно по 2 кг в год, а после 10 лет наблюдается увеличение прироста массы рыб, особенно в 13-летнем возрасте, за год прирост составил 4 кг, можно предположить, что в эти годы наряду с пластическим ростом отмечается и генеративный.

Зрелых самцов определяли визуально (наличие брачного наряда, покраснение анального отверстия) и только в исключительных случаях с помощью взятия биопсийных проб семенников осетровым щупом, это позволяет в значительной степени экономить время, не зависеть от наличия на прудах

электроэнергии и внешних источников питания для выполнения работ по УЗИ-сканирования.

Таблица 20

Динамика морфометрических показателей разновозрастного бестера в прудах

Возраст рыб	Масса средняя, кг	L средняя, см	I средняя, см
0+	0,35±0,015	24,3±2,12	22,1±2,14
1+	2,0±0,42	72,0±7,12	65,0±6,85
2+	4,0±0,31	81,0±5,12	72,0±6,32
3+	6,0±0,94	98,3±8,19	86,1±7,49
4+	8,0±1,42	106,0±9,65	93,0±9,27
5+	10,0±2,86	117,5±9,47	105,5±10,14
6+	12,0±2,25	125,0±10,45	110,8±11,98
7+	14,0±3,48	131,0±9,68	115,1±10,20
8+	16,0±3,95	139,6±10,12	125,4±11,49
9+	18,0±4,15	142,0±11,23	129,3±11,79
10+	20,0±6,12	143,6±14,12	131,0±12,24
11+	23,0±5,64	147,9±13,65	132,8±12,64
12+	26,0±6,32	149,0±13,54	135,9±13,92
13+	30,0±6,67	168,0±13,79	148,8±12,92

В табл. 21 представлены многолетние обобщённые результаты по срокам созревания самцов в прудах.

Таблица 21

Созревание самцов бестера при выращивании в прудах Широкольского рыбокомбината

Возраст созревания, лет	Количество созревших самцов, %	Масса самцов при созревании, кг
4+	80	5,5
5+	15	7,0
6+	5	8,5

Известно, что созревание осетровых рыб происходит не единовременно, а волнообразно, при этом период созревания может продлиться до 8–10 лет, т. е. если часть самок и самцов бестера созревают впервые в 5–7 лет, то отдельные особи могут созреть через 9–10 лет. Из таблицы следует, что созревание самцов бестера происходит в течение 3 лет, основное количество самцов рыб (80 %) созревает в прудах в четырёхлетнем возрасте, их масса

составляет в среднем 5,5 кг, в пятилетнем возрасте при массе 7 кг созревает 15 %, к шести годам – оставшиеся 5 % средней массой 8,5 кг.

Таким образом, исследования и накопленный многолетний опыт показал, что выбраковку самцов бестера из ремонтно-маточного стада можно проводить визуально и начинать в конце рыбоводного сезона в четырёхлетнем возрасте при средней массе 5,5 кг.

3.3.2. Созревание самок бестера в прудах

В работе отбор самок проводили во время первого созревания по визуальным признакам, а в сомнительных случаях применяли щуповые пробы. Были собраны, проанализированы и обобщены многолетние данные по срокам созревания самок бестера, выращиваемых в прудах Широкольского рыбокомбината. Результаты многолетних исследований (табл. 22) показали, что самки бестера в прудах созревают не одновременно, как и все осетровые, а волнообразно, в течение 4 лет, наибольший процент созревших рыб приходится на восьмилетний возраст.

Таблица 22

Сроки созревания самок бестера в прудах при формировании маточного стада

Возраст созревания, лет	Количество созревших самок, %	Масса самок при созревании, кг
6+	5	11,0
7+	15	14,0
8+	75	16,0
9+	5	16,0

Всего было зарегистрировано четыре явно выраженные волны созревания в возрасте от 6 до 9 лет. Первые самки массой 11 кг созрели в возрасте 6 лет, их количество составило не более 5% от общего числа рыб в стаде. Следующая волна созревания происходит у рыб в возрасте 7+ при средней массе 14 кг, количество созревших рыб составляет 15 % от общего числа особей в маточном стаде. Последние самки в количестве 5 % созревают в возрасте 9, при созревании

имели массу 16 кг. Основная волна созревания у рыб в маточном стаде происходит в возрасте 8+ при средней массе 16 кг. Количество созревших рыб составляет 75 % от общего числа самок.

Результаты работы с самками бестера показывают, что при первом созревании бестера в прудах выход икры невысокий, не превышает 6–7 % от массы тела, ооциты мелкие, поэтому работа с такой рыбой не проводилась, т. к. затраты не оправданы – занимает много времени, значительно увеличивает расход дорогостоящих гипофизарных препаратов. На Широкольском рыбокомбинате впервые созревших самок бестера не использовали для получения овулировавшей икры, а оставляли на резорбцию. Накопленный опыт показал, что у таких самок бестера срок повторного созревания сокращается на 1 год, почти в 2 раза увеличивается выход икры и размеры ооцитов.

Таким образом, выполненные исследования и обобщение результатов многолетних работ показывают, что бестер, выращенный в прудах, созревает не единовременно, а волнообразно, как и все осетровые рыбы. Самцы бестера созревают раньше самок на 2–3 года и имеют три волны созревания, максимальное количество самцов (80 %) приходится на четвёртый год, минимальное (5 %) – на шестой год. Самки бестера имеют 4 волны созревания, первые достигают половой зрелости в возрасте 6 лет, основная часть самок созревает в третью волну в восьмилетнем возрасте, на их долю приходится 75 %. Выход икры от впервые созревших самок бестера невелик (не более 6–7 %), ооциты мелкие, усилия, потраченные на её получение, несоизмеримы с затратами, поэтому, как правило, икру оставляют в теле рыбы на резорбцию.

3.3.3. Межнерестовые интервалы самок бестера

Из литературных источников известно, что межнерестовый цикл у самок белуги естественной генерации находится в пределах от 4 до 7 лет, а у самцов стерляди повторное созревание возможно ежегодно и даже 2 раза в год, поэтому можно ожидать, что у самок бестера (гибрида белуги со стерлядью)

межнерестовый период может быть короче, чем у белуги, и немного дольше, чем у стерляди. Длительность межнерестового цикла определяется возрастной и биологической разнокачественностью рыб, температурным режимом среды обитания и интенсивностью питания, составом пищи и особенностями энергетического обмена (Шевченко и др. 2004; Тяпугин, 2004; Коробочкина, 1964; Шилов и др. 1971). В то же время, период повторного созревания осетровых рыб в искусственных условиях может быть сокращён до 1–2 лет, что согласуется с данными А. В. Павлова (Павлов и др. 1970), прежде всего, благодаря интенсивному питанию и качествам кормов за счёт сокращения расхода энергии на поиск пищи и оптимального температурного режима водной среды и др.

В ходе проведения многолетних исследований удалось выявить некоторую закономерность по количеству выхода икры в зависимости от возраста самок бестера и сроков повторного созревания (табл. 24). Так, самка бестера весом 16 кг впервые созрела в 8 лет, от неё было получено 1,92 кг икры, что составляет 12 %, за 2 года масса этой самки возросла до 23 кг и повторно она созрела в 10 лет, было получено 3,79 кг икры, что составляет 16,5 % от массы тела рыбы, третье созревание этой самки наступило также через 2 года, её вес вырос на 3 кг и составлял 26 кг, было извлечено 4,42 кг икры, выход составил 17 %. Через 1 год в возрасте 13 лет самка бестера имела массу 30 кг, выход икры составил 16,5 %, от неё было получено 4,95 кг пищевой икры. Таким образом, с каждым последующим созреванием выход икры от самок увеличивается с 12 до 17 %.

Таблица 24

**Выход икры от самки бестера в зависимости от возраста и повторного созревания
на Широкольском рыбокомбинате**

Возраст, лет	8+	10+	12+	13+
Периодичность созревания	Первое	второе	третье	четвёртое
Масса рыбы, кг	16	23	26	30
Выход икры, %	12	16,5	17	16,5
Масса икры, кг	1,92	3,79	4,42	4,95

На примере исследуемых самок бестера, содержащихся в прудах маточного стада, можно отметить, что самка, впервые созревшая в восьмилетнем возрасте, к 13-ти годам способна повторно созревать 4 раза, имея межнерестовый период 2 года. Средняя масса рыбы к этому возрасту возрастает почти в 2 раза и составляет 30 кг.

При изучении межнерестовых периодов самок бестера из ремонтно-маточного стада, содержащегося в прудах, была установлена определённая тенденция к сокращению сроков повторного созревания в зависимости от того, в который раз рыба готова к нересту. Так, установлено, что самки бестера, достигшие половой зрелости в 6–8 лет и прижизненно отдавшие икру, повторно созревают в прудах через 2 года (24 месяца), третье созревание наступает также через 24 месяца, а затем межнерестовый период сокращается до года, в последующем возможно чередование сроков созревания от 1 до 2 лет, о чём свидетельствуют данные, представленные в табл. 25.

Таблица 25

**Динамика изменения величины межнерестового интервала самок бестера
в маточном стаде**

Периодичность созревания	1	2	3	4
Длительность межнерестового интервала (месяцев)	24	24	12	24

Приведённые в таблице значения отражают общую тенденцию к созреванию большинства самок бестера в стаде, при этом некоторые особи индивидуально могут иметь несколько иную схему межнерестовых интервалов. В частности, в маточном стаде имеются крупные особи массой до 45 кг, у которых межнерестовый период составляет 3 и более лет, которые не отбраковываются только за счёт своего исключительно быстрого набора массы тела. Содержание таких рыб в маточном стаде до некоторой степени оправдано тем, что даже при продолжительных периодах повторного созревания от них удаётся получать

значительный выход икры и крупные размеры ооцитов, которые поднимают качество пищевой продукции.

В работе были проанализированы индивидуальные рыбоводно-биологические показатели 27 самок бестера с межнерестовым периодом в 1 год, от которых была получена икра в 2014 и 2015 гг. Все самки бестера содержались в прудах площадью 0,8 га с одинаковой плотностью посадки – 10 т/га, кормление осуществляли полнорационными гранулированными комбикормами 45/12, первое созревание у них произошло в 2009 г. Особое внимание было уделено таким показателям, как масса рыбы и количество полученной от них икры в абсолютных значениях и относительных (в % от массы тела самок), для выявления их зависимости.

Представленные в табл. 26 данные свидетельствуют, что за 1 год морфометрические показатели (масса и длина) в основном, увеличились, так, у 16 самок масса в среднем возросла на 1–2 кг, но при этом у девяти самок вес остался без изменений, а у двух – уменьшился. Выход икры от исследуемых самок также изменился: у 14 рыб – возрос, у 12 – уменьшился, а у одной самки количество полученной икры осталось без изменений.

В среднем выход икры возрос на 3–4 %, но есть отдельные особи, от которых было получено икры на 10–11 % больше, при этом масса самки возросла незначительно, всего на 1–2 кг. Наибольший выход икры (23,6 %) был отмечен у самки бестера № 9, которая в 2014 г. имела массу 17 кг, от неё было получено 1,8 кг икры, или 10,5 % от массы рыбы, а в 2015 г. от неё при массе 19 кг было получено 4,5 кг, или 23,6 %, т. е. выход икры увеличился более, чем в 2 раза.

У 9 самок бестера масса за этот год не изменилась, но при этом выход икры уменьшился в среднем на 4 %, обращает на себя внимание самка № 26, при неизменной массе (26 кг) от неё было получено в 2015 г. 5,5 кг, или 21,1 % от массы тела рыбы, в то время как в предыдущем году при этой же массе самки было получено 3,7 кг, или 14,2 %.

У двух самок бестера в межнерестовый период (1 год) произошло снижение массы тела и выхода икры, так, масса самки № 27 уменьшилась на 4 кг (с 26

до 22 кг), или на 15 %, а икры было получено в 2,5 раза меньше (5 и 2 кг), и выход сократился с 19,2 до 7,4 %.

Таблица 26

**Индивидуальные особенности некоторых самок бестера,
имеющих межнерестовый период в 1 год**

№	Масса рыб, кг	Длина, см	Масса икры, кг	% от массы тела	Масса рыб, кг	Длина, см	Масса икры, кг	% от массы тела
1	24	152	3.0	12.5	26	154	4.25	16.3
2	24	161	3.0	12.5	25	161	4.20	16.8
3	23	154	3.0	13.0	25	158	4.10	16.4
4	23	150	3.2	13.9	25	153	4.15	16.6
5	22	151	3.0	13.6	24	152	5.50	22.9
6	27	160	3.6	13.3	29	168	4.65	16.0
7	27	155	3.4	12.5	30	157	6.80	22.6
8	17	140	2.0	11.7	19	142	4.00	21.0
9	17	158	1.8	10.5	19	160	4.50	23.6
10	20	150	4.0	20.0	22	151	2.00	9.0
11	30	160	4.51	15.0	30	162	3.00	10.0
12	26	163	7.80	18.4	27	165	5.50	20.3
13	29	158	5.65	19.4	30	162	4.50	15.0
14	33	158	6.46	19.5	33	164	5.00	15.1
15	31	163	5.26	16.9	31	167	4.00	12.9
16	31	166	3.245	10.4	31	168	6.00	19.3
17	31	164	5.51	17.7	31	170	4.00	12.9
18	29	165	4.35	15.0	29	168	3.50	12.0
19	27	148	5.00	18.5	28	153	4.00	14.2
20	27	157	5.52	20.4	27	160	4.00	14.8
21	29	152	3.66	12.6	30	152	2.50	8.3
22	28	157	5.30	18.9	28	160	5.50	19.6
23	29	157	4.60	15.8	28	157	4.08	14.5
24	28	156	3.30	11.7	30	156	3.50	11.6
25	29	151	5.42	18.6	29	155	4.00	13.7
26	26	149	3.70	14.2	26	152	5.50	21.1
27	26	148	5.00	19.2	22	160	2.00	7.4

Таким образом, выполненные исследования и проведённый анализ показывают, что за межнерестовый период масса тела рыб увеличивается незначительно или остаётся неизменной, а у некоторых самок даже снижается. Не

установлена прямая зависимость между увеличением массы тела самок бестера и выходом икры от них, более того, не выявлено чёткой закономерности, от чего зависит увеличение или снижение количества икры, получаемой от самок бестера. Подтверждено, что с возрастом достижения половой зрелости у самок осетровых рыб преобладает генеративный прирост по сравнению с пластическим, особенно у рыб повторного созревания в межнерестовый период.

3.4. Особенности работы с самками бестера при получении икры для пищевых целей

Разработанные методы операционного изъятия половых продуктов от самок осетровых позволяют при сохранении их жизни неоднократно получать икру как для рыбоводных целей, так и для пищевых. Операционный метод подрезанием яйцеводов (Подушка, 1986) по извлечению икры из самок рыб бескровный и менее травматичный, чем метод небольшого разреза брюшной полости (Бурцев, 1982), нашёл широкое распространение в рыбоводной практике, он позволяет формировать так называемое «дойное» стадо осетровых рыб, от которых можно регулярно получать пищевую икру. В работе с самками бестера наибольшую сложность представлял малоизученный процесс гонадотропной стимуляции, поэтому проводились специальные исследования по подбору оптимальных схем гипофизарной инъекции.

3.4.1. Подбор оптимальных схем гонадотропной стимуляции производителей

Из гонадотропных препаратов, применение которых возможно для стимуляции созревания осетровых рыб, наиболее часто используют ацетонированный гипофиз осетровых и карповых рыб, а также глицериновую вытяжку гипофизов осетровых рыб. В настоящее время гипофиз осетровых

практически исчез по причине значительного сокращения природных популяций, масштабы его производства крайне малы и не удовлетворяют потребности товарных рыбоводных хозяйств и заводов по воспроизводству. В сложившихся условиях актуальным направлением исследований является поиск альтернативных методик и препаратов для стимулирования процесса созревания производителей.

Наиболее эффективными заменителями гипофизарных препаратов считаются гонадотропин-релизинг-гормоны, стимулирующие освобождение гонадотропного гормона из собственного гипофиза рыбы-реципиента (Чебанов и др., 2004). Несмотря на то, что первые рекомендации по применению сурфагона были предложены Б.Ф. Гончаровым еще в 80-е гг. (Сборник инструкций ВНИРО, 1986), использование их на рыбоводных заводах дельты Волги оказалось невыгодным, поскольку глицириновый осетровый гипофизарный препарат в большинстве случаев давал более высокие результаты созревания (Боев, 1979, 1989). Интерес к сурфагону возрос в 2000-е гг., когда произошло резкое снижение численности волжского стада осетровых и, как результат, снизилась возможность изготовления полноценного гипофизарного препарата в необходимых для осетроводства объёмах.

В отличие от гипофизарных препаратов релизинг-гормоны не повреждают ооциты даже при 400-кратном превышении доз (Гончаров, 1984). В последующие годы были продолжены работы по совершенствованию методики введения этого препарата осетровым рыбам (Тренклер, Грузлова; 2007; Тренкель и др., 2008).

В настоящее время на практике для получения икры и спермы применяют следующие схемы инъекций:

- однократная инъекция, при которой вся доза препарата вводится единовременно самкам и самцам последней стадии зрелости;

- дробные (градуальные) инъекции – доза препарата делится на равные части, он вводится рыбе через определённые промежутки времени. Первоначальные дозы – предварительные, последняя инъекция является разрешающей.

Кроме разрешающей в схеме дробных и градуальных инъекций может быть использована дополнительная доза препарата после разрешающей инъекции. Она позволяет в ещё большей степени увеличить концентрацию препарата в крови (Чебанов и др., 2004).

Для разработки оптимальной схемы гонадотропной стимуляции бестера были проведены исследования, при которых использовались только гипофиз, только сурфагон и комбинированно с использованием и гипофиза, и сурфагона. По причине отсутствия гипофиза осетровых рыб использовался гипофиз сазана, который был приготовлен по стандартной методике.

Работы с производителями проводились во второй декаде мая при температуре воды 16,5–18 °С. Всего было проведено 4 опытных варианта проведения стимуляции созревания впервые нерестующих самок бестера.

1. Вариант – дробное инъектирование гипофизом сазана, общая доза которого составляла 8 мг/кг рыбы, по схеме: предварительная инъекция – 10 %, разрешающая – 90 %, время между предварительной и разрешающей инъекциями – 10 часов.

2. Вариант – дробное инъектирование гипофизом сазана и сурфагоном по схеме: доза гипофиза – 8 мг/кг рыбы, доза сурфагона – 5 мкг/кг рыбы, предварительная инъекция гипофизом – 10 %, разрешающая сурфагоном – 90 %, время между предварительной и разрешающей инъекциями – 10 часов.

3. Вариант – однократное инъектирование сурфагоном с дозой 5 мкг/кг.

4. Вариант – дробное инъектирование сурфагоном по схеме: 10 % – предварительная доза, 90 % – разрешающая доза, общая доза – 5 мкг/кг.

Результаты выполненных исследований представлены в табл. 27, они показывают, что срок овуляции после введения разрешающей инъекции был различным, наибольший пришёлся на вариант 3 при однократном инъектировании гипофизом и составил 25–32 часов. Дробное инъектирование сурфагоном показало, что хотя срок овуляции был меньше однократного применения, но больше на 4 часа, чем в вариантах № 1, 2. Процент созревших рыб составлял 100 %, только в третьем варианте был меньше – 90%.

От всех исследуемых рыб икра была получена прижизненно методом подрезания яйцевода (Подушка, 1986).

Таблица 27

Результаты экспериментов по стимуляции созревания самок бестера

Вариант	Срок овуляции после разрешающей инъекции, ч	Масса рыб, кг	Масса икры, кг	% созревших рыб	% икры от массы тела
1	16–18	16,9	2,5	100	14,7
2	16–18	16,6	2,7	100	16,2
3	25–32	17,1	2,3	90	13,4
4	20–22	16,6	2,5	100	15,0

Самый высокий выход икры наблюдается во втором варианте (16,2 %), где предварительная инъекция проводилась гипофизом сазана, а разрешающая – сурфагоном. Выход овулировавшей икры в четвертом варианте тоже был высоким и составлял 15 %, в этом случае использовалось дробное инъектирование сурфагоном. Почти такой же результат (14,7 %) получен в первом варианте при дробном введении только гипофиза сазана и несколько ниже при использовании только сурфагон в однократной инъекции (13,4 %).

Таким образом, результаты выполненных исследований показывают эффективность применения препарата сурфагон в условиях дефицита гипофиза осетровых рыб для гонадотропной стимуляции производителей. Использование гипофиза сазана совместно с сурфагоном позволяет получать высокий выход икры. Дробное введение – предварительная и разрешающая инъекция препаратов оказывает лучшее воздействие на срок овуляции и выход икры, чем однократное. Сурфагон можно с успехом применять для стимуляции созревания самок бестера без снижения качества получаемой продукции.

3.4.2. Особенности получения пищевой икры в осенне-зимний период

Развитие икорного направления в товарном осетроводстве предъявляет новые требования к существующим технологиям работы с производителями осетровых рыб. Действительно, имеющаяся многолетняя практика получения

икры от самок осетровых рыб исключительно в традиционные сроки с естественным подъёмом температуры воды в весенний период в настоящее время не может полностью удовлетворять потребности рыбоводных хозяйств, т. к. возникает необходимость в получении пищевой икры в нетрадиционные сроки. Сроки получения смещаются на осень и раннюю зиму и продиктованы повышенным коммерческим спросом на деликатесную икру осетровых рыб перед новогодними праздниками. Кроме того, в развитии товарного осетроводства на тёплых водах и в установках с замкнутым водообеспечением отсутствует чётко выраженная сезонность, температура воды не претерпевает значительных изменений и колебаний.

Опытно-производственные работы для разработки технологических приёмов с целью получения икры осетровых рыб в нетрадиционные сроки в нашей стране проводились с середины прошлого века. Так, в 1964 г. в ЦНИОРХе на базе Икрянинского экспериментального осетрового рыбоводного завода были проведены работы, результаты которых показали, что для осетра нижней границей нерестовой температуры воды является 10 °С (Гинзбург, Детлаф, 1969). Позже на этом же заводе сотрудниками КаспНИРХа были проведены опыты на белуге (*Huso huso* L.) с целью получения икры приемлемого рыбоводного качества в нетрадиционные сроки. Вывод на нерестовые сроки двух самок и двух самцов производителей белуги осуществлялся путём ежесуточного увеличения температуры на 0,5–1,0 °С. После инкубации было установлено, что такие показатели, как процент оплодотворения и развития икры, был в пределах нормы (Попова и др., 2002).

Необходимо отметить, что в хозяйствах с естественным ходом температур физиологически многие особи готовы к нересту уже в осенние месяцы. Так, В. В. Тяпугин и О. Н. Загребина указывают, что до 75 % всех осетровых рыб, отловленных в мае–июне на промысловых тонях в дельте Волги, готово к нересту уже осенью (Тяпугин, Загребина, 2010).

Однако несмотря и на другие положительные результаты, полученные в опытах со смещением традиционных сроков инкубации икры и подращивания личинок (Кокоза и др., 1987; Кокоза и др., 1992), широкой рыбоводной практики эти методы не получили. Возможно это было связано с неразвитостью материально-технической базы осетровых заводов. С развитием технологий (в частности, использования для выращивания установок замкнутого водообеспечения) интерес к данному вопросу стал возрастать. В 1998 г. в НПЦ «Биос» в УЗВ объёмом 6м³ были помещены самки русского осетра летнего и осеннего хода и самцы осеннего хода, от которых получали половые продукты в марте, ноябре и декабре. Первоначально температура воды из водоисточника составляла в разных опытах 0,5; 2; 10 °С, в первом опыте при начальной температуре воды 0,5°С две самки и два самца выводились на нерест путём подъёма температуры воды в течение 14 суток с градиентом 0,5–1 °С до значения 12,3 °С, затем ещё 14 суток производители выдерживались при данной температуре, а затем была получена икра и сперма хорошего рыбоводного качества.

Вывод на нерестовые температуры оказался успешным и при начальной температуре воды 10 °С в течение 3-х суток температуру поднимали до 14 °С до выхода производителей на нерест, в третьем опыте при начальной температуре воды 2,1 °С и температурном градиенте 2 °С за 10 суток вывели производителей на нерестовую температуру 15,5 °С (Тяпугин, Ферафонов, 2002). Таким образом, была обоснована возможность круглогодичного получения икры от самок осетра разного хода.

При получении половых продуктов в осенне-зимний период и ранней весной (до начала основного нерестового сезона) перевод на зимовальный и вывод из него производится искусственно. При этом следует придерживаться следующих рекомендаций: перевод в режим зимовальных температур должен производиться постепенно с градиентом 1–2 °С в сутки для самок и 2–3 °С для самцов, рыб с повреждёнными кожными покровами следует держать при

температуре 8–10°C до полного выздоровления и только после этого понижать температуру, перевод в нерестовый режим должен быть постепенным с суточным градиентом повышения температуры не более 1,5 °C для самок и 2–3 °C для самцов с периодами содержания при постоянной температуре (Чебанов и др. 2004). Как указывают авторы, преднерестовое выдерживание должно осуществляться при нерестовых температурах без повышения температуры воды выше оптимальной даже на непродолжительное время. При этом, чем менее зрелая рыба выдерживается, тем ниже должна быть температура и меньше градиент её повышения. Несоблюдение данного условия приводит к десинхронизации созревания ооцитов и, как результат, к снижению качества полученной икры.

Все приведённые данные из литературных источников свидетельствуют, что в работах изучались чистые виды осетровых рыб, как правило, русский осётр, с целью получения рыбоводной икры, отсутствуют материалы по работе с самками гибридных форм для получения пищевой икры. Нами проводились исследования по получению пищевой икры от самок бестера, содержащихся на естественных температурах воды в нетрадиционный осенне-зимний период времени.

В 2013 г. производители бестера содержались в осетровом пруду № 4 площадью 1,0 га средней глубиной 1,5 м в количестве 483 экземпляров. Средняя масса бестера составляла 20 кг. Кормление начали 6 июня комбикормом «Акварекс» (содержание протеина – 50, жира – 10, гранула № 10). Корм задавался из расчёта 1 % от массы рыбы, но в летние месяцы из-за высоких температур воды норму снижали до 0,5 %, а при повышении температуры до 28–29 °C прекращали кормление.

Температурный режим воды в рыбоводных прудах за время, предшествующее созреванию рыб, в целом был обычным для комбината, 2012 г. оказался в целом более тёплым, чем 2013 г. (рис. 7).

Гидрохимический режим в течение выращивания был благоприятным. Содержание кислорода в весенне-осенний период не опускалось ниже 7,5–8,2

мг/л, рН находился в пределах 7,4–7,9. В летние месяцы содержание кислорода опускалось до 6,7–6,9 мг/л. Проточность составляла 6 л/мин.

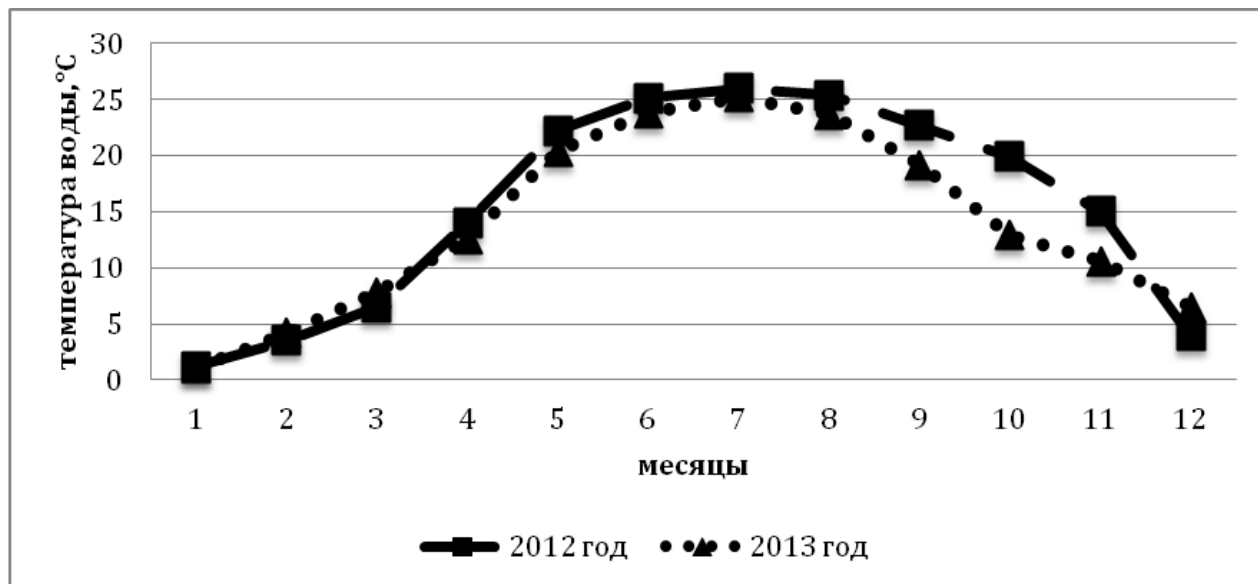


Рис.7. Температурный режим воды в прудах Широкольского рыбокомбината в 2012 и 2013 гг.

При осенней бонитировке в 2013 г. было отобрано 450 самок бестера средней массой 24,5 кг для получения пищевой икры в нетрадиционные сроки, осенне-зимний период.

Экспериментальные исследования проводили с использованием подогретой воды для выхода на нерестовый режим, контрольный вариант выполнялся в апреле на фоне естественного подъёма температуры воды до нерестовых значений. Получение икры проводили прижизненно по методу Подушки подрезанием яйцеводов, для гипофизарных инъекций использовали сурфагон.

Исследования проводились осенью 2013, зимой и весной 2014 г., было организовано 4 варианта в эксперименте и 1 контрольный.

Вариант № 1.

11 ноября из пруда с температурой воды 7,2 °C в инкубационный цех были завезены 20 самок бестера с процентом поляризации 9 в возрасте 12–13 лет,

которые использовались для получения пищевой икры третий раз. Производители были рассажены по две самки в бассейны ИЦА2. Подогрев воды начали с 15 ноября с помощью подачи артезианской воды из геотермальных источника (температура на выходе – 22 °С). Суточный рост температуры воды составлял 0,5 °С, через 2 недели к 25 ноября температура воды в бассейнах поднялась до 12,5 °С, и после трёхсуточного выдерживания самок при такой температуре провели гипофизарные инъекции. В ночь (1 час) с 28.11. на 29.11 была проведена предварительная инъекция из расчёта 0,5 мкг/кг сурфагона, 29.11. в 16 ч. разрешающая инъекция из расчёта 2,7 мкг/кг сурфагона. Первые икринки появились 30.11. в 18 ч., затем в течение трёх часов была получена вся икра.

Вариант № 2.

28 ноября завезли из прудов, где температура воды была 6,7 °С, 22 самки бестера, которые без предварительного подъёма температуры до нерестовых значений и выдерживания были рассажены в лотки ИЦА с температурой воды 12,6 °С. В ночь с 29 на 30 ноября самки были проинъекцированы. В начале была дана предварительная доза из расчёта 0,5 мкг/кг сурфагона, а затем через 15 часов разрешающая инъекция из расчёта 2,7 мкг/кг сурфагона. Утром 1 декабря была получена вся икра.

Вариант № 3.

16 декабря 25 самок бестера завезли из пруда с температурой воды 3–4 °С. В первый же день довели температуру до 10 °С с помощью подачи тёплой воды из геотермального источника, и за 2 суток до 11,8 °С, суточный рост температуры в первый день составил 6 °С, во второй 1,8 °С. Предварительного выдерживания самок бестера при этой температуре не проводили, и уже 19.12. в 18 часов выполнили предварительное инъектирование сурфагоном из расчёта 0,5 мг/кг при температуре воды 11,8°. Утром 20.12 в 10 часов была введена разрешающая инъекция сурфагоном из расчёта 2,6 мкг/кг при температуре воды 12,6°. Через три часа была получена икра.

Вариант № 4.

Исследования продолжили в январе 2014 г., 6 января из прудов с температурой воды 2 °С завезли 20 самок бестера, которых рассадили по 3 шт. в бассейны ИЦА. 7.01. температуру воды с помощью использования геотермальных вод подняли до 11,6° с суточным ростом 9,6 °С, а 8 января температура воды была поднята до 14,3°.

Предварительная инъекция 9.01. в 20 часов сурфагоном из расчёта 0,56 мкг/кг, температура воды – 14,8°, разрешающая была осуществлена 10.01. в 10 часов сурфагоном из расчёта 2,5 мкг/кг. Температура воды при этом в бассейнах была 14,8 °С. Получение икры проводилось 10 января в 13 часов.

Вариант № 5 (контроль).

В апреле были проведены исследования по получению икры от самок бестера исключительно в традиционные сроки с естественным подъёмом температуры воды в весенний период. 24 самки бестера находились в инъекционном пруду в период подъёма температуры до значений 15 °С. Использовали 41 самку бестера. Предварительная инъекция была проведена 22.04. в 10 часов сурфагоном из расчёта 0,6мкг/кг, разрешающая – в тот же день в 23 часа сурфагоном из расчёта 2,5 мкг/кг. Икру стали получать через 2 часа 23 апреля в 1 час ночи.

Схема гонадотропной стимуляции для всех самок бестера в контрольной и экспериментальных группах была одинакова.

Результаты выполненных исследований, представленные в табл. 28, свидетельствуют, что средняя масса самок бестера, используемая в эксперименте была, от 26,3 до 30,6 кг, которые созрели в прудах в третий раз, и размеры ооцитов не имели значительных различий – в 1 грамме икры их было в среднем 57 шт., что соответствует средним значениям для этой гибридной формы осетровых рыб.

Результаты получения пищевой икры от самок бестера

Вариант	Кол-во Шт.	Средняя масса рыбы, кг	Средняя масса икры, кг	Количество икринок в 1 г, шт.	Выход икры от массы тела рыбы, %
1.	20	26,3±1,14	4,6±0,41	58±1,1	15,4±0,27
2.	22	27,4±2,41	4,3±0,32	56±2,9	15,5±0,31
3.	25	30,6±2,84	5,3±0,45	58±2,1	17,3±0,29*
4.	20	27,7±2,45	4,4±0,38	55±3,4	16,0±0,39
5.	24	28,5±2,10	4,5±0,51	56±2,2	15,2±0,29

Примечание: * – $p \leq 0,05$.

Выход икры в среднем составил 15,8% от массы тела самок, причём в экспериментальной группе самок он оказался выше, чем в контрольной (вариант 5), хотя масса рыб была достаточно высокой – 28,5 кг, а выход икры самый низкий – 15,2 %. Контрольная группа бестера находилась в инъекционном пруду в период подъёма температуры до 15 °С, после чего были начаты работы с самками, т.е. условия соответствовали благоприятным.

Наибольший выход икры оказался у самки бестера в варианте 3 и составил 17,3 %. Этот показатель был достоверно выше, чем в контрольной группе по непараметрическому F-тесту ($p \leq 0,05$). Икра была изъята из тела самки без предварительного выдерживания, не было постепенного подъёма температуры воды – за 2 дня она была поднята с 3 до 11,8 °С, это свидетельствует о том, что температурные условия были не благоприятными.

В варианте 4 также был получен высокий выход икры 16 %, в этом случае подъём температуры проводился не постепенно, а достаточно быстро, в течение 2 двух суток, с 2 до 14,3 °С без предварительного выдерживания самок бестера, при нерестовых температурах провели гипофизарную инъекцию и 10 января получили икру. Фактически условия работы с самками бестера по температурному режиму были идентичны с вариантом 3.

Во втором варианте самок из пруда с температурой 6,7 °С сразу поместили в бассейны с температурой воды 12,6 °С без предварительного подъёма температуры и выдерживания в нерестовом режиме. Самок проинъекцировали и через 2 дня получили икру, выход оказался на уровне контроля.

В варианте № 1 работа с самками бестера проводилась по всем принятым в рыбоводстве правилам: 11 ноября рыб рассадил в бассейны, в течение двух недель поднимали температуру воды до 12,5 °С, суточный рост составлял 0,5 °С, трое суток самок предварительно выдерживали при нерестовых температурах воды перед гипофизарной инъекцией, 20 ноября выполнялись работы по получению икры, её выход составил 15,4 %, также на уровне контрольных значений.

В контроле и в варианте № 1 были созданы оптимальные рекомендуемые условия для работы с самками осетровых рыб, а выход икры от этих рыб оказался самый низкий, индивидуальными особенностями объяснить этот факт невозможно, т. к. в эксперименте участвовало не менее 20 особей.

Таким образом, выполненные исследования показали, что в работе с самками бестера для получения пищевой икры в нетрадиционные сроки в осенне-зимний период рекомендуемый в рыбоводстве постепенный вывод рыб на нерестовые температуры воды не оказывают существенного влияния на количество получаемой икры. Более того, показано, что без постепенного подъёма температуры и без предварительной выдержки самок бестера при нерестовых режимах выход икры оказывается выше. Полученные результаты могут быть объяснены тем, что овулировавшую икру получали для пищевых целей, а условия работы с производителями осетровых рыб по постепенному выводу самок на нерестовый режим и их предварительная выдержка в этом режиме необходимы в случае получения икры для рыбоводных целей.

3.5. Формирование ремонтно-маточного стада бестера в прудах для получения пищевой икры на Широкопольском рыбокомбинате.

К формированию ремонтно-маточного стада бестера на Широкопольском рыбокомбинате в Дагестане приступили в 2000 году, когда на предприятие впервые была завезена оплодотворённая икра из Астрахани. В 2003 году был произведён отбор 500 штук элитного потомства из посадочного материала бестера в трёхлетнем возрасте для формирования стада по установленным

критериям с последующим выращиванием до половозрелого состояния. В качестве основных критериев при отборе использовали морфометрические признаки: масса тела (г), длина тела до развилки хвостового стебля (L_1 , см), коэффициент упитанности и длина хвостового стебля (l_x , см), измеряемый от начала анального плавника до развилки хвостового стебля (Магомаев и др., 2001). К настоящему времени на предприятии сформировано ремонтно-маточное стадо самок бестера, от которых ежегодно получают икру прижизненным методом для пищевых целей. В 2015 году общая численность особей бестера в ремонтно-маточном стаде составляет 4200 экземпляров, динамика роста стада по годам представлена на рисунке 8.

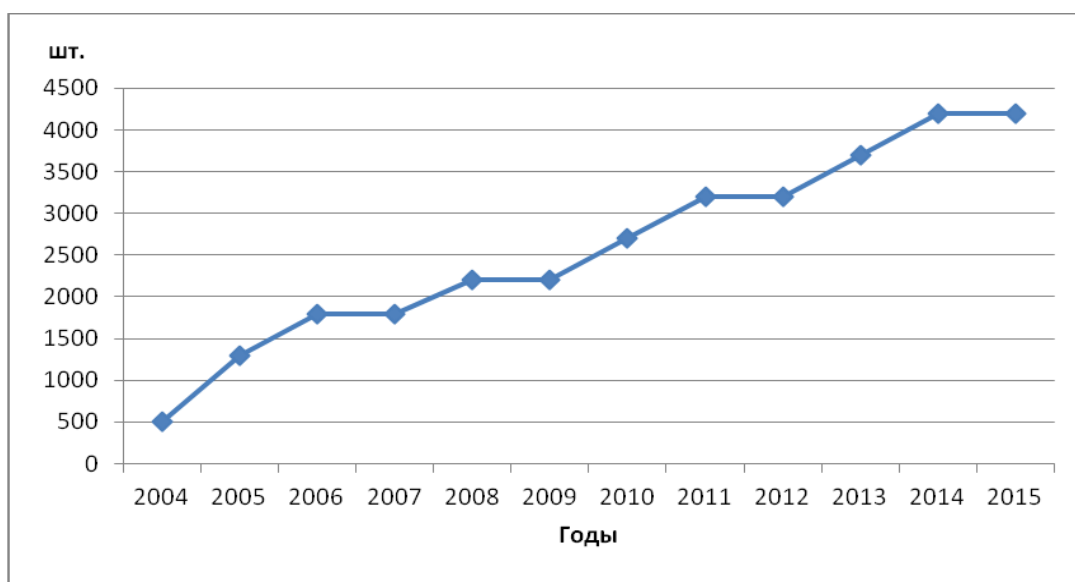


Рис. 8 Динамика формирования РМС самок бестера в прудах Широкольского комбината

В дальнейшем ежегодно, а иногда 1 раз в 2 года в стадо вводились по 500 штук самок бестера, отобранных из тех особей, которые выращивались для производства товарной продукции. Выбор самок бестера проводился визуально, изредка в сомнительных случаях использовались щуповые пробы. 25 самок бестера впервые созрели в прудах в 2008 году, но этих особей оставили на резорбцию, через год от них была получена доброкачественная икра для пищевых целей. На следующий год в стаде созрело 220 самок бестера, а затем, ещё через год – 550 экземпляров, динамика этого процесса представлена на рис.9.

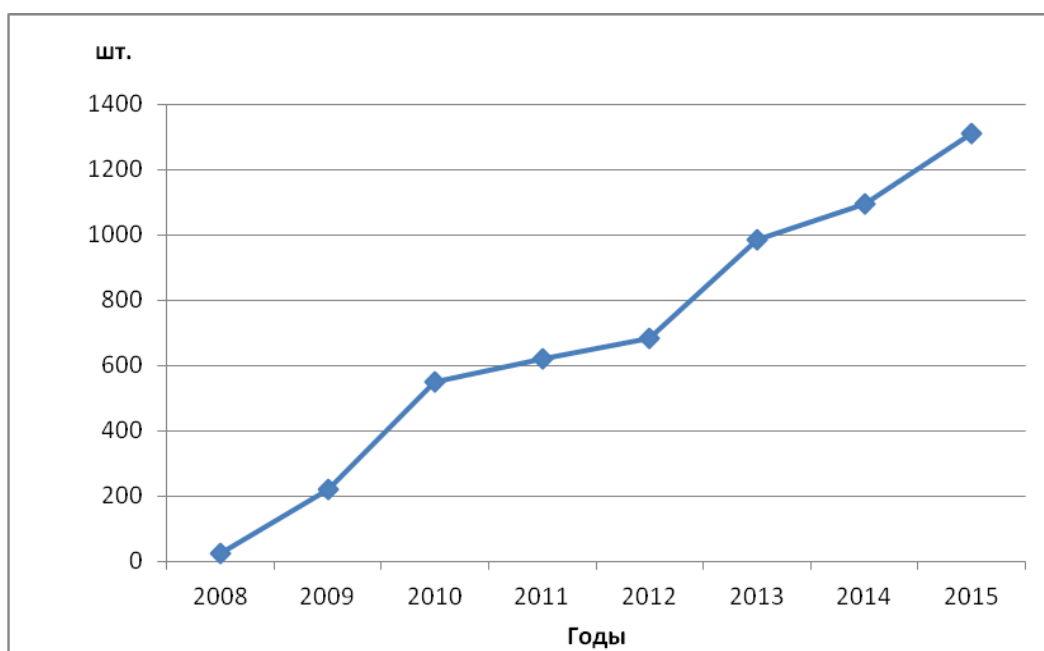


Рис. 9 Динамика созревания самок бестера в прудах Широкольского комбината

Выход икры от впервые созревших самок бестера, в среднем составлял около 10% от массы тела рыбы, получение икры от особей, созревающих во второй, третий, четвёртый разы возрастало до 14-16%. В настоящее время в ремонтно-маточном стаде бестера, содержащегося в прудах Широкольского рыбокомбината ежегодно созревает около 1500 самок, из них третья часть впервые, 30% - повторно и третья часть в третий и четвёртый раз, несколько самок бестера созревали в прудах и отдавали икру в 5-ый раз. Межнерестовый интервал у созревающих самок бестера, в основном, составляет 1 год, некоторые самки повторно созревают даже через 7 месяцев.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что на Широкольском рыбокомбинате удалось сформировать высокопродуктивное ремонтно-маточное стадо самок бестера, содержащихся в прудовых условиях, от которых ежегодно прижизненным способом получают свыше 2 тонн высокоценной пищевой икры осетровых рыб (Магомаев и др., 2001, 2008, 2014; Магомаев, Чипинов, 2012; Магомаев, Абдусаматов, 2012; Гаджимусаев и др., 2015; Шайхулисламов и др., 2001, 2004, 2009, 2010, 2012, 2015) Можно смело утверждать, что в Дагестане сформировано так называемое «дойное» стадо осетровых рыб, от которого регулярно получают пищевую икру высокого качества. Особо следует отметить,

что получение икры в нетрадиционный осенне-зимний период позволяет успешно решать вопросы реализации высокоценной, деликатесной продукции в период наибольшего спроса, перед новогодними праздниками.

В результате выполненных исследований, анализа и обобщения накопленного многолетнего практического опыта были разработаны и подготовлены основные рыбоводно-технологические положения формирования ремонтно-маточных стад бестера в прудах с целью получения пищевой икры в условиях Дагестана (приложение А).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Товарное осетроводство, которое в современных условиях активно развивается во многих странах мира, призвано решать актуальную задачу – насыщение потребительского запроса ценной деликатесной продукцией осетровых рыб в условиях истощения природных ресурсов. В аквакультуре осетровых рыб особое значение придаётся проблеме производства высокоценной пищевой икры от самок, содержащихся в искусственных условиях в продукционных стадах. Метод формирования маточных стад от икры до половозрелого состояния, так называемый «от икры до икры», получил наибольшее распространение в товарном осетроводстве. Маточные стада для производства пищевой икры в основном формируются из чистых видов осетровых рыб. Учитывая, что осетровые рыбы относятся к поздно созревающим – 10–15 лет, ускорение процесса созревания самок является одним из основополагающим при формировании маточных стад с целью получения пищевой икры. Представляет большой интерес формирование стада гибридных форм осетровых рыб, обладающих эффектом гетерозиса, в частности, бестера, у которого созревание происходит более чем в 2 раза раньше, чем у белуги.

Проведены исследования по формированию продукционного стада бестера в прудах для получения пищевой икры, изучены процессы выращивания младших ремонтных групп стада бестера с использованием геотермальных вод в период зимовки, определены оптимальные плотности посадки разновозрастных особей, вид корма и нормы кормления, выявлены возможности выращивания бестера в прудах в поликультуре с растительноядными рыбами. Выполнены исследования по определению сроков первичного и повторного созревания самок бестера в прудах, по влиянию межнерестовых интервалов на процент выхода икры. Подробно изучены приёмы работы с производителями бестера, определена оптимальная схема гонадотропной стимуляции самок бестера для получения пищевой икры, установлена возможность получения икры в нетрадиционные сроки – осенне-зимний период.

Результаты выполненных исследований и накопленный опыт были использованы при разработке основных рыбоводно-технологических положений формирования ремонтно-маточного стада бестера в прудовых условиях с целью ежегодного получения икры для пищевых целей от круглогодично созревающих самок.

Практическим результатом работы явилось сформированное с 2000 г. ремонтно-маточное стадо бестера в Дагестане в прудах Широкольского рыбокомбината, численность которого в настоящее время составляет 4 200 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 от 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 году, а иногда и 7 месяцев.

Успешная деятельность по формированию и эксплуатации ремонтно-маточного стада бестера, а также хорошо организованная работа по прижизненному извлечению икры, позволили предприятию ежегодно наращивать объёмы производства осетровой пищевой икры, при этом в стаде наряду с первично созревающими имеются особи, от которых получали икру 3–5 раз. В последние два года от сформированного стада производителей бестера на Широкольском рыбокомбинате Дагестана ежегодно производится около 2 т дорогостоящей деликатесной продукции – пищевой икры, её успешная реализация обеспечивает получение высоких показателей прибыли, что способствует дальнейшему развитию рыбоводного осетрового предприятия.

ВЫВОДЫ

1. Для формирования физиологически полноценного ремонтно-маточного стада бестера молодь от 1 до 20 г лучше выращивать в лотках с прямоточной подачей воды, чем в бассейнах с круговым током воды. При выращивании бестера от 20 г до сеголетков можно использовать прямоугольные бетонные бассейны площадью 60 м^2 и земляные пруды площадью 40 м^2 , в случае возможности выбора предпочтение следует отдать последним.

2. В условиях Дагестана в период зимовки сеголетков бестера рекомендуется содержать в лотках с использованием тёплых артезианских вод, предварительно обогащённых кислородом, что позволяет в неблагоприятный период времени не только не потерять накопленную массу, а увеличить её в 3–3,5 раза.

3. Оптимальные плотности посадки при выращивании бестера в ремонтно-маточном стаде: до 1 г – 250 шт./м^2 , от 1 до 20 г – 100 шт./м^2 , от 20 до 350 г – 50 шт./м^2 , от 350 до 2 кг – $1\,500 \text{ шт./га}$, от 2 кг до созревания – 5 т/га , и производители – 10 т/га . Кормление выращиваемых всех ремонтных групп бестера в стаде следует осуществлять полнорационными гранулированными комбикормами для получения высоких рыбоводных показателей.

4. Выращивание бестера в выростных прудах в поликультуре с растительноядными рыбами способствует созданию благоприятных гидрохимических режимов среды обитания и улучшению рыбоводных показателей бестера, к тому же дополнительно получать рыбоводную продукцию без затрат на корма.

5. Производители бестера, выращенные в прудах, созревают не единовременно, а волнообразно, как и все осетровые рыбы. Самцы бестера имеют три волны и созревают раньше самок на 2–3 года при средней массе 5,5 кг, основная часть рыб (80 %) достигает половой зрелости на четвёртый год. Самки бестера имеют 4 волны созревания, первые достигают половой зрелости в шестилетнем возрасте, максимальное количество особей (75 %) при средней

массе 16 кг созревает в третью волну в восьмилетнем возрасте. Межнерестовый период у самок бестера в среднем составляет 1 год.

6. В условиях дефицита гипофиза осетровых рыб для гонадотропной стимуляции производителей бестера возможно применение дробное использование гипофиза сазана совместно с синтетическим препаратом сурфагон, что позволяет получать высокий выход икры без снижения качества продукции.

7. Качественную икру для пищевых целей моно получать в нетрадиционные сроки – осенне-зимний период, без постепенного вывода самок бестера на нерестовый режим и без предварительного выдерживания их в этом режиме в течение 2–3 суток, как это принято при получении икры для рыбоводных целей.

8. Разработаны основные рыбоводно-технологические положения формирования ремонтно-маточного стада бестера в прудовых условиях с целью ежегодного получения икры для пищевых целей от круглогодично созревающих самок.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Основные рыбоводно-технологические положения формирования
ремонтно-маточных стад бестера для получения пищевой икры
в условиях Дагестана**

На основе полученных результатов исследований и использования многолетнего опыта были разработаны основные рыбоводно-технологические положения формирования ремонтно-маточного стада бестера методом от икры до половозрелого состояния в прудовых условиях Дагестана, которые представлены в таблице 29.

Таблица 29

**Рыбоводно-технологические положения формирования ремонтно-маточного стада бестера
в прудовых условиях Дагестана с целью получения пищевой икры**

№№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
Область применения			
получение пищевой икры			
Структура стада			
четырёхлетки - производители			
Содержание ремонтных групп и производителей бестера:			
Выростные пруды			
1.	Площадь прудов	Га	0,8–1,0
2.	Средняя глубина	М	1,5
3.	Продолжительность наполнения	Суток	до 2
4.	Продолжительность спуска	Суток	до 2
5.	Плотность посадки	т / га	до 10
Зимовальные пруды			
6.	Площадь прудов	Га	0,8-1
7.	Глубина непромерзающего слоя	М	1,5
8.	Продолжительность наполнения	Суток	до 2
9.	Продолжительность спуска	Суток	до 2
10.	Плотность посадки	т/га	до 10
Средняя масса ремонтных групп и производителей бестера			
11.	Сеголетки	Кг	0,35
12.	Двухлетки	Кг	2,0
13.	Трёхлетки	Кг	4,0
14.	От четырёхлеток до 11-леток ежегодный прирост массы	Кг	2,0
15.	12-летки	Кг	23,0
16.	13-летки	Кг	26,0
17.	14-летки	Кг	30,0
18.	Выживаемость ремонтных групп бестера в прудах	%	98–100
19.	Ежегодное пополнение стада самками четырёхлетками	шт.	500

20.	Возраст первого созревания рыб в прудах – самки – самцы	лет	6–9 4–6
21.	Величина межнерестового интервала у самок	лет	1-2
22.	Созревание производителей после инъекции	%	95
23.	Выход икры от массы тела самок	%	12–16
Кормление ремонта и производителей			
24.	Вид корма, используемый для кормления	Сухие специализированные осетровые комбикорма	
25.	Содержание протеина в кормах, не менее	%	45
26.	Содержание жира в кормах, не более	%	12
27.	Суточные нормы кормления	%	2–4

На Широкольском рыбокомбинате начиная с 2000-х гг. организовано высокоэффективное товарное осетроводство таким образом, что ежегодно получают до 50 т товарных осетровых рыб и свыше 2 т пищевой икры бестера. Особое значение придаётся формированию ремонтно-маточного «дойного» стада самок бестера, которые неоднократно созревает в прудовых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрийская, А. В. К вопросу о накоплении органических веществ в ложе выростных прудов / А. В. Александрийская // Тр. ВНИИПР. 1967. Т. 15. С. 240–244.
2. Алехин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алехин. Л. : Гидрометеиздат, 1973. 234 с.
3. Арефьев, В. А. Цитогенетический аспект разнокачественности производителей возвратного гибрида бестера и белуги / В. А. Арефьев // Биологические основы индустриального осетроводства. Сб. науч. тр. М. : ВНИРО, 1991. С. 134–150.
4. Пат. на селекционное достижение № 1137. Российская Федерация. Бестер *Asipensernikoljukini*, порода Бурцевская / В. А. Арефьев, И. А. Бурцева, В. Д. Крылов [и др.]. Приоритет 04.03.1999.
5. Астафьева, С. С. [и др.]. Состояние искусственного воспроизводства осетровых рыб в Западно-Каспийском районе и предложения по его развитию / С. С. Астафьева, Т. В. Васильева, Е. А. Федосеева, А. С. Абдусамадов // Актуальные проблемы соврем. Науки. 2010. № 6. С. 267–271.
6. Астафьева, С. С. Влияние различных режимов выращивания на развитие воспроизводительной системы у осетровых рыб / С. С. Астафьева, А. Р. Лозовский // Естеств. науки. 2011. № 1 (34). С. 144–148.
7. Багров, А. М. Осетровое хозяйство России: проблемы и перспективы / А. М. Багров, В. К. Виноградов // II международный симп. «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре». Краснодар, 1999. С. 12–13.
8. Багров, А. М. Сбросные воды энергетических объектов и геотермальные источники как основа реализации новой концепции развития осетрового хозяйства / А. М. Багров, В. К. Виноградов // Науч.-практич. конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». Краснодар, 2001. С. 139–140.
9. Багров, А. М. Проекты учёных должны осуществляться / А. М. Багров, В. К. Виноградов, Ф. М. Магомаев // Рыбоводство и рыболовство. 2001. № 1.

С. 60–61.

10. Березовская, В. И. Реаклиматизация стерляди в бассейны реки Кубань / В. И. Березовская, Э. А. Савельева, М. С. Чебанов // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. II Международный симп. Краснодар, 1999. С. 16–18.

11. Богерук, А. К. Породы и одомашненные формы осетровых рыб (acipenseridae) / А. К. Богерук. М. : Столичная типография, 2008. С. 232–242.

12. Боев, А. А. Инструкция по приготовлению, тестированию и использованию в рыбоводстве глицеринового препарата осетровых и карповых рыб / А. А. Боев. М. : Главрыбвод, 1989. 7 с.

13. Боев, А. А. Реакция производителей осетровых и карповых при стимуляции созревания препаратами гипофиза рыб в различных дозах / А. А. Боев // Экологическая физиология и биохимия рыб. 1979. Т. 2. С. 7–8.

14. Боруцкий, Е. В. Питание белого и пёстрого толстолобиков в естественных водоёмах и прудах СССР / Е. В. Боруцкий // Трофология водных животных. М., 1973. С. 299–322.

15. Бурцев, И. А. Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании / И. А. Бурцев // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. М. : Наука, 1983. С. 102–112.

16. Бурцев, И. А. К определению оптимальных размерно-весовых стандартов заводской молоди осетровых для воспроизводства / И. А. Бурцев // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоёмов аридного климата. Астрахань, 2007. С. 298–302.

17. Бурцев, И. А. Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб / И. А. Бурцев // Тр. ЦНИОРХ. 1967. Т. 1. С. 252–257.

18. Бурцев, И. А. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью / И. А. Бурцев // Генетика, селекция и гибридизация рыб. 1969.

19. Бурцев, И. А. Способ получения икры от самок рыб / И. А. Бурцев // Изобретения. 1969. № 28. С. 143.

20. Бурцев, И. А. Кормление тюлькой гибридов осетровых / И. А. Бурцев // Рыболовство и рыбоводство. 1966. № 6.
21. Бурцев, И. А. Влияние питания на гаметогенез некоторых гибридов осетровых рыб при прудовом содержании / И. А. Бурцев // Обмен веществ и биохимия рыб. 1967. С. 241–243.
22. Бурцев, И. А. Описание изобретения к авт. свид. 244793 «Способ получения икры от самок рыб» ЦНИИПИ Комитета по делам изобретений и открытий при Сов. Мин. СССР / И. А. Бурцев. М., 1969.
23. Бурцев, И. А. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью / И. А. Бурцев // Генетика, селекция и гибридизация рыб. 1969. С. 232–242.
24. Бурцев, И. А. [и др.]. Комплекс пород бестера (*Acipenser Nikoljukinii*) / И. А. Бурцев, В. Д. Крылова, А. И. Николаев, С.А. Сафронов, О. П. Филиппова // Породы и одомашненные формы осетровых рыб – М.; ООО «Столичная типография», 2008. – С. 4-22.
25. Пат. № 2290794. Российская Федерация. Способ получения икры от самок осетровых рыб / И. А. Бурцев, А. И. Николаев, А. С. Сафронов. Приоритет 28.04. 2005.
26. Бурцев, И. А. Временные инструктивные указания по селекционно-племенной работе с гибридами осетровых рыб / И. А. Бурцев, Е. В. Серебрякова, А. И. Николаев. М. : ВНИРО, 1978. 16 с
27. Бурцев, И. А. [и др.]. Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра / И. А. Бурцев, И. И. Смольянов, А. Д. Гершанович, А. И. Николаев. М. : ВНИРО, 1984. 23 с
28. Бурцев, И. А. Биологические основы полноциклового культивирования осетровых рыб и создания новых пород методами гибридизации и селекции : автореф. дис. ... докт. биол. наук / И. А. Бурцев. М., 2013.
29. Васильева, Л. М. Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Нижнего Поволжья / Л. М. Васильева. Астрахань. 2000. 190 с.
30. Васильева, Л. М. Итоги и задачи научной деятельности Центра «Биос» /

Л. М. Васильева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы II Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2001. С. 10–11.

31. Васильева, Л. М. Научно-производственному центру по осетроводству «БИОС» – 10 лет / Л. М. Васильева // III Международная науч.-практич. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». Астрахань. 2004. С. 5–9.

32. Васильева, Л. М. Опыт применения кетамина для наркоза производителей рыб при прижизненном получении половых продуктов / Л. М. Васильева,

Н. В. Арутюнова, Х. Ф. Ибрагимов // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы II Международного симп. Краснодар, 1999. С. 22–23.

33. Биотехнологические нормативы по товарному осетроводству / под ред. Л. М. Васильевой. Астрахань: Астраханский университет, 2010. 80 с.

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

35. Васильева, Л. М. Будущее осетровых / Л. М. Васильева // Рыба и морепродукты. 2009. № 3. С. 21–25.

36. Васильева, Л. М. Тенденции развития осетроводства в странах Центральной и Восточной Европы / Л. М. Васильева // Водные биоресурсы и аквакультура. 2010. С. 171–177.

37. Васильева, Л.М. Формирование и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб в научно-производственном центре «БИОС» КаспНИРХ / Л.М. Васильева, В. В. Тяпугин // Породы и одомашенные формы осетровых рыб – М.: ООО «Столичная типография», 2008. 86–106 с.

38. Васильева, Л. М. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Российской Федерации // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 1. С. 18–23.

39. Вельтищева, Й. Ф. О некоторых особенностях обмена веществ у молоди осетра и севрюги, выращенной в разных условиях / Й. Ф. Вельтищева // Тр. Саратов. Отд. Каспийского филиала ВНИРО. 1951. Т. 1. С. 96–112.
40. Веригин, Б. В. Итоги работы по акклиматизации дальневосточных растительноядных рыб и мероприятия по их дальнейшему хозяйственному освоению и изучению в новых районах / Б. В. Веригин // Вопр. ихтиологии. 1961. № 4. С. 640–649.
41. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г. Г. Винберг. Минск, 1956. 253 с.
42. Виноградов, В. К. Поликультура в товарном рыбоводстве / В. К. Виноградов. М. : ЦНИИТЭИРХ, 1985. 45 с.
43. Вовк, П. С. Биология дальневосточных растительноядных рыб и их хозяйственное использование в водоемах Украины / П. С. Вовк. Киев, 1976. 245 с.
44. Гаджимусаев, Н. М. [и др.]. Возможности воспроизводства осетровых рыб в осенне-зимний период / Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев, Н. И. Рабазанов, В. Г. Чипинов // Вест. ДГУ. 2015. № 1. С. 66–72.
45. Гербильский, Н. Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов / Н. Л. Гербильский // Тр. ЛГУ. 1941. С. 28–31.
46. Гербильский, Н. Л. Влияние гипофиза на гонады у костистых рыб / Н. Л. Гербильский, Л. А. Кащенко // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. 1937. Т. 3. № 2. С. 1.
47. Гинзбург, А. С. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез / А. С. Гинзбург, Т. А. Детлаф. М. : Наука, 1969. 134 с.
48. Гончаров, Б. Ф. Синтетический аналог люлиберина новый перспективный стимулятор созревания половых продуктов осетровых рыб / Б. Ф. Гончаров // ДАН СССР. 1984. Т. 276. № 4. С. 1002–1006.
49. Грибова, И. А. Гематологическая норма / И. А. Грибова // Руководство по гематологии. Л. : Медицина, 1978. 296 с.

50. Данченко, А. Д. Повышение уровня интенсификации рыбоводства прудовых хозяйствах Краснодарского рыбопромышленного треста / А. Д. Данченко // Прудовое рыбоводство СССР. Материалы Всесоюзного совещ. по пруд. рыбоводству. М., 1968. С. 110–120.

51. Державин, А. Н. Нормативы по воспроизводству осетровых запасов / А. Н. Державин. М., 1932. 20 с.

52. Детлаф, Т. А. Зародышевое развитие осетровых рыб при искусственном разведении / Т. А. Детлаф, А. С. Гинзбург. М. : АН СССР, 1954. 216 с.

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

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

55. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Н. Т. Иванова. М. : Лёгкая и пищ. пром-ть, 1983. 76 с.

56. Козлов, В. И. Товарное осетроводство / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. М. : Россельхозиздат, 1986. 117 с.

57. Кокоза, А. А. [и др.]. Возможные пути интенсификации искусственного воспроизводств осетровых / А. А. Кокоза, Л. И. Камоликова, Н. П. Шишкин, Д. Е. Кириллов // Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань, 1992. С. 178–180.

58. Кокоза, А. А. Оптимизация получения посадочного материала на осетровых рыбоводных заводах / А. А. Кокоза, В. И. Климов, Л. И. Камоликова // Сб. науч. тр. « Воспроизводство запасов осетровых рыб в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах». М., 1987, С. 47–53.

59. Кокоза, А. А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб : моногр. / А. А. Кокоза. Астрахань : Изд-во АГТУ, 2004. С. 208

60. Кондратьев, А. К. Выращивание маточного стада сибирского осетра из природной молоди обского осетра / А. К. Кондратьев // Рыбоводство и

рыболовство. 1994. № 3. С. 6–8.

61. Коробочкина, З. С. Основные этапы развития промысла осетровых в Каспийском бассейне / З. С. Коробочкина // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 52. Вып. 1.

62. Крылова, В. Д. Биотехнология товарного выращивания бестера и Ленского осетра в трёхлетнем цикле / В. Д. Крылова // ВНИЭРХ. Сер. воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов. 2003. Вып. 2. 42 с.

63. Купинский, С. В. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления / С. В. Купинский, С. А. Бапранов, В. Ф. Резников // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. Сб. научн. тр. 1986. Вып. 46. С. 109–115.

64. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. М. : Выс. шк., 1980. 293 с.

65. Лиманский, В. В. Инструкция по физиолого-биологическим анализам рыбы / В. В. Лиманский, А. А. Яржомбек, Е. Н. Бекина. М., 1984. 60 с.

66. Литвиненко, А. И. Тюменская область: делимся опытом / А. И. Литвиненко // Рыбоводство и рыболовство. 2000. № 3. С. 10.

67. Лозовский, А.Р. Управление половой структурой ремонтно-маточных стад осетровых / А.Р. Лозовский, С.С. Дегтярева // Естественные науки. 2003. № 6. С. 12–16.

68. Лукьяненко, В. И. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых / В. И. Лукьяненко, Р. Ю. Касимов, А. А. Кокоза. Волгоград, 1984. С. 229.

69. Лурье, Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье. М. : Химия, 1973. С. 14–16.

70. Львов, Л.Ф. О характерных особенностях впервые созревающих производителей стерляди искусственной генерации // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. Краткие тезисы научных докладов Всесоюзного совещания. Астрахань. С. 201–203.

71. Магомаев, Ф. М. Перспективы товарной аквакультуры в Дагестане / Ф. М. Магомаев, А. С. Абдусаматов // Материалы международной науч.-практич. конф. «Современные проблемы и перспективы развития животноводства и аквакультуры». Махачкала, 2012. С. 208–213.

72. Магомаев, Ф. М. [и др.]. Осетроводство в Дагестане / Ф. М. Магомаев, Г. М. Гимбатов, А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев. Махачкала : Юпитер, 2001. 38 с.

73. Магомаев, Ф. М. [и др.]. Развитие аквакультуры и перспективы выращивания рыбной продукции в Дагестане / Ф. М. Магомаев, Н. И. Рабазанов, А. С. Абдусаматов, Н. М. Гаджимусаев // Сохранение биологических ресурсов Каспия. Международная науч.-практич. конф. Астрахань : Изд-во АГТУ, 2014. С. 296–301.

74. Магомаев, Ф. М. Развитие осетроводства в Дагестане / Ф. М. Магомаев, В. Г. Чипинов // Юг России: экология, развитие. 2012. № 1. С. 103–110.

75. Магомаев, Ф. М. [и др.]. Особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Дагестана / Ф. М. Магомаев, Г. М. Гимбатов, А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев. Махачкала : Эпоха, 2008. 136 с.

76. Магомаев, Ф. М. [и др.]. Товарное осетроводство в Дагестане делает первые шаги / Ф. М. Магомаев, Г. М. Гимбатов, А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев // Рыбоводство и рыболовство. 2001. № 2. С. 63.

77. Менькин, В. К. Кормление сельскохозяйственных животных : учеб. / В. К. Менькин. М. : Колос, 2003. 360 с.

78. Меньшиков, В. В. Лабораторные методы исследований в клинике / В. В. Меньшиков. М. : Медицина, 1987. 365 с.

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

80. Минияров, Ф. Т. Особенности товарного прудового выращивания осетровых в поликультуре. На примере Астраханской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ф. Т. Минияров. Астрахань, 2001. 24 с.

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

82. Николюкин, Н. И. Скрещивание белуги со стерлядью и выращивание гибридной молоди / Н. И. Николюкин, Н. А. Тимофеева // Тр. Сарат. отд. ВНИРО. 1954. Т. 3.

83. Николюкин, Н. И. Отдалённая гибридизация осетровых и костистых рыб / Н. И. Николюкин. М. : Пищ. пром-ть, 1972. 335 с.
84. Николюкин, Н. И. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью / Н. И. Николюшкин, И. А. Бурцев. М. : ОНТИ ВНИРО, 1969. 52 с.
85. Николюкин, Н. И. Состояние и задачи работ по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью во внутренних водоёмах / Н. И. Николюкин. Астрахань, 1971. С. 4–11.
86. Николюкин, Н. И. Значение гибридизации в осетроводстве / Н. И. Николюкин // Тр. ЦНИОРХ. 1967. Т. 1. С. 247–251.
87. Николюкин, Н. И. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью / Н. И. Николюкин, И. А. Бурцев // ОНТИ ВНИРО. 1969. 52 с.
88. Николюкин, Н. И. Некоторые наблюдения по гистологическому строению гонад гибридов осетровых рыб / Н. И. Николюкин // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 55. С. 145–158.
89. Николюкин, Н. И. Отдалённая гибридизация осетровых и костистых рыб / Н. И. Николюкин. М. : Пищ. пром-ть, 1972. С. 35–108.
90. Николюкин, Н. И. Гибридизация белуги со стерлядью / Н. И. Николюкин, Н. А. Тимофеева // ДАН СССР. 1953. № 5. С. 899–902.
91. Овсянников, Ф. В. Об опытах искусственного разведения стерлядей. Избранные произведения / Ф. В. Овсянников. М. : Медгиз, 1955. С. 333–338.
92. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. Л. : Гидрометеиздат, 1978. с. 510.
93. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под.ред. С. Я. Цалолихина. СПб, 1994. с. 394.
94. Павлов, А. В. О повторном созревании волжского осетра / А. В. Павлов, Г. А. Елизаров // Осетровые СССР и их воспроизводство. Тр. ЦНИОРХа. 1970. Т. 2. С. 52–56.

95. Подлесный, А. В. Проблема осетроводства в Урало-Волго-Каспийском районе / А. В. Подлесный // Бюл. рыб.хоз-ва. 1930. № 4.

96. Подушка, С. Б. 10 лет икорно-товарному осетроводству России / С. Б. Подушка, М. А. Теркулов // Международная науч.-технич. конф. «Инновационные технологии в пищ. пром-ти: наука, образование и производство». Воронеж, 2013.

97. Подушка, С. Б. Кризис заводского осетроводства в России и возможные пути его преодоления / С. Б. Подушка // Науч.-технич. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2007. № 12. С. 5–15.

98. Подушка, С. Б. Оценка различных видов и гибридов осетровых как объектов товарного выращивания / С. Б. Подушка // Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения. Материалы Международной науч. конф. Ростов н/Д., 2013. С. 90–91.

99. Подушка, С. Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей / С. Б. Подушка // Науч.-технич. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 1999. Вып. 2. С. 4–19.

100. Подушка, С. Б. Способ получения икры от самок осетровых рыб / С. Б. Подушка. М., 1986.

101. Подушка, С. Б. Производство чёрной икры в рыбоводных хозяйствах / С. Б. Подушка // Науч.-технич. прогресс в перерабатывающих отраслях АПК. Тезисы докладов международной конф. М., 1995. С. 201–202.

102. Подушка, С. Б. Периодичность размножения осетровых / С. Б. Подушка. Л. : ЛГУ, 1989. С. 43–75

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

104. Попова, А. А. [и др.]. Инструкция по кормлению молоди осетровых гранулированным комбикормом (СТ-07) / А. А. Попова, А. П. Сливка, В. Н. Шевченко, Т. А. Ноякшева. Астрахань, 1986. 15 с.

105. Попова, А. А. [и др.]. Разработка промышленной технологии формирования маточных стад осетра в условиях рыбоводного завода / А. А. Попова, В. Н. Шевченко, Л. В. Пискунова, Л. В. Чернова // Проблема воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях. Материалы науч. конф. Петрозаводск, 2002. С. 253–256.

106. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. М. : Пищепромиздат, 1966. 375 с.

107. Резников, В. Ф. [и др.]. Стандартная модель массонакопления рыб / В. Ф. Резников, С. А. Баранов, Е. А. Стариков, Г. И. Толчинский // Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах. Сб. науч. тр. М. : ВНИИПРХ, 1978. Вып. 22. С. 182–196.

108. Рождественский, М. И. Результаты первых этапов формирования маточного стада сибирского осетра с использованием геотермальной воды / М. И. Рождественский, М. А. Вдовченко // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы II Международного симп. Краснодар, 1999. С. 86–87.

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

110. Савина, Р. А. Фильтрационное питание белого толстолобика / Р. А. Савина // Вопр. ихтиологии. 1965. Т. 5. Вып. 1. С. 135–140.

111. Сборник инструкций ВНИРО, 1986.

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

113. Серебрякова, Е. В. Кариология второго поколения гибрида белуги со стерлядью / Е. В. Серебрякова // Тр. ВНИРО. 1970. Т. 76. С. 225–230.

114. Смольянов, И. И. Сибирский осетр как объект товарного рыбоводства. Освоение тёплых вод, энергичных объектов для интенсивного рыбоводства / И. И. Смольянов // Материалы республ. науч. конф. Киев, 1981. С. 156–158.

115. Смольянов, И. И. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах / И. И. Смольянов. М. : ВНИИПРХ, 1987. 34 с.

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

117. Смольянов, И. И. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах / И. И. Смольянов. М. : ВНИИПРХ, 1987. 33 с.

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

119. Степанов, В. Д. Элементы гидрохимического режима интенсивно эксплуатируемых нагульных прудов / В. Д. Степанов, Л. А. Эрман // Тр.ВНИИПРХ. 1970. Т. 3. С. 113–130.

120. Строганов, Н. С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах / Н. С. Строганов. М. : МГУ, 1968. 377 с.

121. Суховерхов, Ф. М. Результаты опытов и перспективы использования белого амура, белого и пестрого толстолобиков в прудовом рыбоводстве Европейской части РСФСР / Ф. М. Суховерхов // Проблемы рыбохоз. использования растительноядных рыб в водоёмах СССР. Ашхабад : АН ТССР, 1963. С. 48–59.

122. Счастнев, К. Прудовая культура стерляди / К. Счастнев // Рыб.хоз-во. 1941. № 4. С. 15–16.

123. Технология и нормативы по товарному осетроводству в VI рыбоводной зоне / под ред. Н. В. Судаковой. М. : ВНИРО, 2006.

124. Тимофеева, М. А. Изучение крови гибрида белуга + стерлядь в сравнении с исходными видами / М. А. Тимофеева // Тр. Саратов.отд. ГосНИОРХ. 1960. Т. 6. С. 178–191.

125. Тренкель, И. В. Применение сурфагона для гормональной стимуляции созревания русского осетра / И. В. Тренкель, А. Б. Груслова. Материалы Международного симп. «Тепловодная аквакультура и биологическая

продуктивность водоёмов аридного климата. Астрахань, 2007. С. 371–373.

126. Тренклер, И. В. Использование сурфагона для гормональной стимуляции созревания осетра и севрюги на рыбоводных заводах дельты Волги / И. В. Тренклер. 2008.

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

128. Тяпугин, В. В. Результаты работ по формированию ремонтно-маточного стада осетровых на базе ОНПЦ «БИОС» / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева // Проблемы современного товарного осетроводства. Сб. докл. первой науч.-практич. конф. Астрахань, 2000. С. 83–86.

129. Тяпугин, В. В. Разработка методики кормления самок русского осетра и белуги естественной генерации в бассейнах с регулируемым температурным режимом в ноябре-феврале при приручении к новым условиям содержания / В. В. Тяпугин, А. А. Китанов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы IV Международной науч.-практич. конф. М., 2006. С. 132–134.

130. Тяпугин, В. В. Изменение состояния зрелости ооцитов у озимого осетра летнего хода при передерживании его в прудах куринского типа для использования в следующем рыбоводном сезоне / В. В. Тяпугин // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы III Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2004. С. 134–138.

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

132. Тяпугин, В. В. Опыт получения оплодотворенной икры русского осетра в нетрадиционные сроки в Астраханской области / В. В. Тяпугин, А. Л. Ферафонов // Современные проблемы Каспия. Материалы международной конф.,

посвящённой 105-летию КаспНИРХ. Астрахань, 2002. С. 331–334.

133. Федосеева, Е. А. Физиологические нормы молоди бестера при различных технологиях выращивания / Е. А. Федосеева, С. С. Астафьева // Рыб. хоз-во. 2006. № 2. С. 68–69.

134. Чебанов, М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. М. : ФГНУ Росинформагротех, 2004. 136 с.

135. Чебанов, М. С. Созревание производителей белуги в условиях аквакультуры и рыбоводно-биологическая оценка полученного потомства / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: Материалы науч.-практич. конф. Краснодар, 2001. С. 118–119.

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

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

138. Чипинов, В. Г. [и др.]. Руководство по формированию маточного стада осетровых рыб методом доместикации. Методические указания / В. Г. Чипинов, С. В. Пономарев, Г. М. Чипинова, Е. Н. Пономарева. Астрахань, 2004. 23 с.

139. Чмырь, Ю. Н. Особенности формирования маточного стада осетровых рыб на тепловодном хозяйстве / Ю. Н. Чмырь // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы II Международного симп. Краснодар, 1999. С. 117–118.

140. Шайхулисламов, А. О. [и др.]. Выращивание посадочного материала бестера в Дагестане / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Г. М. Гимбатов, Ф. М. Магомаев // Науч.-практич. конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». Адлер, 2001. С. 271–273.

141. Шайхулисламов, А. О. Выращивание осетровых рыб для получения пищевой икры / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев // Материалы XIV Международной науч. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России». Махачкала, 2012. С. 421–422.

142. Шайхулисламов, А. О. Технология выращивания товарного бестера в Дагестане / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев // Материалы 3 Международной науч.-практич. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». Астрахань, 2004. С. 97–98.

143. Первый опыт получения потомства от бестера в Дагестане / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев [и др.] // Юг России: экология, развитие. 2009. № 2. С. 112–116.

144. Получение потомства от бестера на Широкольском рыбокомбинате / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев [и др.] // Материалы XII Международной науч. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа». Махачкала, 2010. С. 415–416.

145. Шайхулисламов, А. О. Состояние и перспективы выращивания осетровых рыб на ООО «Широкольский рыбокомбинат» / А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев // Юг России: экология, развитие. Махачкала : Камертон, 2015. № 1. С. 148–153.

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

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

148. Шевченко, В. Н. Влияние условий содержания domesticированных самок осетровых на продолжительность межнерестового цикла / В. Н. Шевченко, А. А. Попова, Л. В. Пискунова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы 3 Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2004. С. 139–142.

149. Шилов, В. И. О росте, достижении половой зрелости и сроках повторного созревания весенне-нерестующего волго-каспийского осетра / В. И. Шилов, Ю. К. Хазов, Н. К. Ивойлова // Труды Саратовского отделения ГосНИОРХ. 1971. Т. 11.
150. Chebanov, M. S. Conservation of sturgeon genetic diversity: enhancement and living gene bank / M. S. Chebanov // Action before extinction. Proc. Internat. Conf. Vancouver. Canada, 1998. P. 163–173.
151. Chebanov, M. S. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stoking and meat for human consumption / M. S. Chebanov, R. Billard // Aquat. Living Resour. 14. 2001. P. 375–381.
152. Chebanov, M. S. [et all]. Hatchery stock enhancement and conservation of sturgeon, with an emphasis on the Azov Sea populations / M. S. Chebanov, G. I. Karnaukhov, E. V. Galich, Yu. N. Chmyr // Journal of Applied Ichthyology, 2004. P. 463–469.
153. Collins, M. R. Culture and stock enhancement of shornose sturgeon and Atlanticsturgeons / M. R. Collins, T. I. J. Smith, K. Ware // Bull. Nation. Res. Inst. Aquacult. (Suppl 1). 1999. P. 101–108.
154. Smith, T. I. J. Shortnose sturgeon stocking success in Savannah River / T. I. J. Smith, M. R. Collins // Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. Fish and Wildl. Agencies 50. 1996. P. 112–121.
155. Smith, T. I. J. Stock enhancement of shornose sturgeon: a case study / T. I. J. Smith, M. R. Collins // Am. fish. Soc. Synp. 28. 2002. P. 31–44.
156. Smith, T. I. J. Occurrence of stocked shortnose sturgeon *Acipenser brevirostrum* in non-target rivers / T. I. J. Smith, J. W. McCord, M. R. Collins // J. Appl. Ichthyol. Vol. 18. 2002. P. 470–474.
157. Weber, W. Population size and movement patterns of shortnose sturgeon in the Ogeechee River system, Georgia / W. Weber, C. A. Jennings // Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. Fish and Wildl. Agencies 52. 1998. P. 18–28.
158. Zhuang P. Overview of biology and aquaculture Amur sturgeon (*Asipenserschrenckii*) in China / P. Zhuang, B. Kunard, L. Zhuang // J. Appl. Ichthyol. 2002. Vol. 18. P. 659–664.

159. Williot P., Rochard E., Castelnaud G., Rouault T., Brun R., Lepage M, Elie P. Biological characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as the basis for a restoration program in France. // Environ. Biol. Fishes, 48, 1997. P.359–370
160. Billard R., Cosson J., Fierville F., Brun R., Rouault T., Williot P. Motility analysis and energetics of the Siberian sturgeon *Asipenser Baeri* spermatozoa // J. Appl. Ichthyol. Vol. 15. 1999. P. 199–203.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

ОСБ- общий сывороточный белок

pH - показатели активной реакции водной среды

БВК - белково-водный коэффициент

КК – кормовой коэффициент

КУ – коэффициент упитанности

РМС – ремонтно-маточное стадо

УЗВ – установка замкнутого водоснабжения

ОРЗ – осетровый рыбоводный завод

Бестер – гибрид белуги со стерлядью

БТ – белый толстолобик

ПТ – пестрый толстолобик

БА –белый амур

УЗИ – ультразвуковое исследование

ВНИИПРХ – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

КаспНИРХ – Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

КрасНИРХ – Краснодарский научно-исследовательский институтрыбного хозяйства