

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

**МАММАЕВ**

**Магомед Ашурбегович**

**ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СТЕРЛЯДИ В  
УСТАНОВКЕ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ  
РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ**

Специальность: 06.04.01 - Рыбное хозяйство и аквакультура

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
Рабазанов Нухкади Ибрагимович  
доктор биологических наук, профессор

Махачкала – 2021

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	10
1.1. История развития осетроводства в России .....	10
1.2. Состояние и перспективы развития индустриального рыбоводства.....	18
1.3. Состояние изученности осетровых в Дагестанской части среднего Каспия ...	25
1.4. Индустриальные технологии в осетроводстве Дагестана .....	29
1.4.1. Выращивание рыб в УЗВ .....	37
1.4.2. Водообмен в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ).....	41
1.5. Биология воспроизводства осетровых рыб в естественных водоемах Дагестанско-Каспийского региона.....	43
1.5.1. Севрюга – <i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771).....	48
1.5.2. Русский осетр – <i>Acipenser guldenstadtii</i> (Brandt, 1833) .....	51
1.5.3. Белуга – <i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758).....	53
1.5.4. Стерлядь - <i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758) .....	55
1.5.5. Шип – <i>Acipenser nudiventris</i> (Lovetsky, 1828) .....	59
1.5.6. Бестер - ( <i>Huso huso</i> × <i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758).....	60
1.5.7. Персидский осетр – <i>Acipenser persicus</i> (Borodin, 1897).....	61
ГЛАВА II. Материал и методы исследования.....	62
2.1. Характеристика УЗВ .....	65
ГЛАВА III. Результаты исследований .....	77
3.1. Гидрохимический режим .....	77
3.2. Влияние плотности посадки на рыбоводно-биологические показатели стерляди, выращиваемой в УЗВ (опыт 1) .....	77
3.3. Влияние различных рецептур комбикормов на рыбоводно-биологические показатели нормально пигментированной и альбиносов стерляди, выращиваемых в УЗВ (опыт 2).....	85
3.4. Влияние на рыбоводно-биологические показатели стерляди мясорыбного аттрактанта и пробиотика «Субтилис - С» ( <i>Bacillus subtilis</i> ) в составе продукционного корма «Осетр рост 46/18» (опыт 3) .....	91

3.5. Влияние кратности кормления стерляди на рыбоводные показатели (опыт 4).....	95
3.6.1. Температурный режим.....	98
3.6.2. Кислородный режим.....	100
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	142

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** В настоящее время осетровые рыбы находятся под угрозой исчезновения в результате чрезмерной эксплуатации, разрушения ареалов обитания, ухудшения условий размножения, а за последние годы еще и все усиливающегося браконьерства, а также интенсивных загрязнений, вызванных развернувшейся широкомасштабной деятельностью по разведке и добыче в море углеводородного сырья.

Больше всего эти изменения касаются ценных осетровых рыб, численность которых с каждым годом резко снижается (Иванов, 2000; Ходоровская и др.; 2012). Катастрофическое состояние естественных популяций осетровых рыб вызывает необходимость совершенствования стратегии их развития, а для этого требуется решить следующие задачи: усилить борьбу с браконьерством, повысить эффективность как естественного, так и искусственного воспроизводства, а также масштабно развивать товарное осетроводство (Привезенцев, Власов, 2004, 2007; Васильева, 2008; Абросимова и др.; 2015).

Эти задачи приобретают все большее значение в Дагестанской части Каспийского моря, где природные условия наиболее благоприятны, для развития искусственного осетроводства (Магомаев и др., 2001; Шихшабеков и др., 2005).

В настоящее время заниматься естественным воспроизводством осетровых в Дагестане не представляется возможным, так как нерестовые реки – Терек и Сулак - зарегулированы и ход к нерестилищам полностью закрыт плотинами. Для восстановления запасов осетровых существует только один выход - искусственное воспроизводство путем индустриализации и создание комплексных, замкнутых регулируемых рыбных хозяйств, которые могут функционировать как в виде небольших рыбоводных ферм, так и в виде крупных холдингов (Власов, 2005; Маммаев и др., 2017).

**Степень разработанности темы исследования.** За последнее время во многих развитых странах и в некоторых субъектах юга России большое значение приобретают интенсивные формы и индустриальные методы разведения и выращивания некоторых объектов аквакультуры (Матишов и др., 2006). К таким

формам и методам относится выращивание рыбы в садках и бассейнах, циркуляционные системы, установки с замкнутым циклом подачи воды и др. (Маммаев и др., 2017, 2020).

В Дагестане есть все условия для применения индустриальных технологий и развития товарного осетроводства (Магомаев и др., 2001). Только в управляемых условиях УЗВ возможно в настоящее время максимальное снижение потребления чистой воды, получение экологически чистой и качественной рыбной продукции в кратчайшие сроки, а также многократное получение в течение года половых продуктов (икра и сперма) от производителей, проведение многократных их инкубаций и получение посадочного материала и товарной рыбы в любое время года (Стеффенс, 1985; Судакова, 2006; Киселев, 1999; Завьялов, 2001; Шилов, 1971; Жигин, 2003, 2011; Бубунец и др., 2010, 2011; Матишов и др.; 2006; Михеев, 1972; Пономарева и др., 2010; Артеменко, 2013; Мирзоян и др., 2013; Панасенко, 2013; Сафронов и др., 2016; Юсупова и др., 2016 и др.).

Индустриальные методы рыбоводства являются наиболее перспективными направлениями, особенно в южных регионах нашей страны. Исследованиями установлено, что среди этих методов самым интенсивным и эффективным считается выращивание рыбы в управляемых условиях УЗВ, основанной на многократном получении посадочного материала или товарной продукции в течение года. В условиях УЗВ посадочный материал можно получить не только необходимого возраста и размера, но и более высокого качества (более жизнеспособные и устойчивые к различным заболеваниям и т.д.), так как исключаются естественные абиотические факторы среды обитания (скачки температур, изменения кислородного и гидрохимического режимов), отрицательно сказывающиеся на потенции роста посадочного материала (Артеменко, 2013; Артеменко, Власов, 2012; Матишов и др., 2007; Пономарева и др., 2010; Пономарев и др., 2013; Юсупова и др., 2016; и др.). Единственный недостаток этого метода – высокая себестоимость выращиваемой рыбы, вызванная использованием дорогостоящих кормов (Пономарева и др., 2010; Сафронов, 2016).

Наиболее выгодными объектами для выращивания в условиях УЗВ считаются ценные, имеющие высокую товарную ценность, виды рыб – осетровые, лососевые и др. По данным многих исследователей, среди осетровых рыб наибольшим спросом пользуется стерлядь – типично пресноводный и традиционный для прудового выращивания объект, отличающийся по многим биологическим и рыбоводным показателям (раннее наступление половой зрелости, короткий межнерестовый интервал, высокий темп роста и самый популярный объект для получения межвидовых и межродовых гибридов и др.) от остальных осетровых рыб (Жигин, 2006, 2011; Бубунец и др. 2010; Бубунец, Шишанова, 2011).

При выращивании рыб в установках с замкнутым циклом водоснабжения основными являются исследования технологических факторов, таких как: плотность посадки, виды кормов и кормовых добавок (аттрактанты, пробиотики), кратность и способы кормления (дозы, способы и частота), температурный и кислородный режимы и др., которые влияют на многие рыбоводные и биологические показатели, малоизученные у сеголеток стерляди, выращенных в установках с замкнутым циклом водоснабжения, а в условиях Дагестана такие исследования проводятся впервые. Это и определило цели и задачи нашего исследования.

**Цель работы** – разработка технологических параметров и рыбоводно-биологических показателей стерляди, выращиваемой в экспериментальной установке УЗВ.

**Задачи исследования:**

1. Выявить конструктивные особенности экспериментальной УЗВ.
2. Определить влияние плотности посадки стерляди при выращивании в УЗВ.
3. Установить роль разных комбикормов, кормовых добавок (мясорыбного аттрактанта и пробиотика «Субтилис-С») на рыбоводные показатели нормально пигментированной и альбиносов стерляди, выращиваемой в УЗВ.
4. Изучить влияние кратности кормления на рыбоводные показатели стерляди при выращивании в УЗВ.

5. Уточнить влияние температурного и кислородного режимов на рыбоводные показатели стерляди при выращивании в УЗВ.

6. Рассчитать эффективность выращивания рыбопосадочного материала стерляди в УЗВ при комбинации различных технологических факторов.

**Объект исследования.** Объектом исследования явились сеголетки стерляди нативной и альбиносной окраски.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Дагестана проведены исследования по установлению влияния комплекса биотических и абиотических факторов (температура, кислород, плотности посадки, марка комбикормов, мясокостный аттрактант, пробиотик «Субтилис») на рост, морфометрические показатели и выживаемость молоди стерляди в УЗВ.

Дана рыбоводно-биологическая характеристика пигментированной и альбиносной стерляди. Установлено, что конструктивные особенности УЗВ не позволяют обеспечить биологические потребности стерляди в воде. Расход воды, поступающей в рыбоводные емкости, ограничен 10 л/мин. на 1 м<sup>3</sup>, что обеспечивает смену воды за 1 час 40 минут при нормативе 20 – 60 минут.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Установление (рыбоводно-биологических и технологических нормативов включая плотности посадки, норм и кратности кормления, а также температуры, концентрации кислорода выращивания в УЗВ стерляди) влияния плотности посадки, различных видов кормов и кормовых добавок (аттрактант, пробиотик), частоты и температуры кормления, концентрации кислорода на эффективность выращивания стерляди в УЗВ, что может быть использовано при разработке и совершенствовании промышленных технологий выращивания посадочного материала.

Подобные исследования проводятся в целях обеспечения населения рыбной продукцией, рационального использования водных ресурсов и интенсификации получения товарной продукции (массой более 700 г) за короткий период выращивания (~ 90 суток).

Результаты исследования использованы при написании монографии и составлении рекомендаций для рыбоводов и фермеров, занимающихся

выращиванием рыбопосадочного материала осетровых рыб, а также при чтении лекций студентам бакалавриата и магистратуры на кафедре ихтиологии Дагестанского государственного университета по темам: «Осетровые рыбы», «Индустриальные технологии в осетроводстве».

**Методология и методы исследования.** В процессе работы над диссертацией использовались общепринятые унифицированные методы, применяемые в рыбохозяйственной науке и практике, в том числе исследования ихтиологические и гидрохимические (Гербильский, 1947; Роскин, 1957; Детлаф, 1965; Правдин, 1966; Николукин, 1969; Бардач, 1978; Плохинский, 1980; Акимова, 1981; Глазова, 1981; Шихшабеков, 1984; Стеффенс, 1985; Лавровский, 1987; Лакин, 1990; Подушка, 1999; Жигин, 2002; Чебанов, 2004; Привезенцев, 2007; Матишов, 2007; Котляр, 2013; Китаев, 2015).

Полученные данные обрабатывались с использованием современного метода вариационной статистики с использованием программного пакета Microsoft Excel 2007.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Оптимальная плотность посадки стерляди при выращивании в экспериментальной УЗВ.
2. Применение различных по питательной ценности кормов «Осетр рост 46/18», «Акварекс» отечественного производства и корм импортного производства «Sturgeon Grower №4» (47/13), «Le Gouessant» при выращивании типично окрашенной рыбы и альбиносов.
3. Использование кормовых добавок (мясорыбного аттрактанта, пробиотика «Субтилис-С»).
4. Зависимость рыбоводных показателей стерляди от кратности кормления при выращивании в условиях УЗВ.
5. Влияние некоторых абиотических факторов (температуры и содержания кислорода в воде) на рыбоводные показатели стерляди при выращивании в УЗВ.
6. Экономическая эффективность изучаемых технологических приемов и способов в исследованиях.

**Степень достоверности и апробация результатов работы.** Результаты исследований, положенные в основу данной диссертации, были доложены и обсуждены на ежегодных региональных конференциях Дагестанского государственного университета (2014–2018 гг.); на международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа» (Махачкала, 2017); на XV международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России» (Махачкала, 2013); на XIX международной научной конференции с элементами научной школы молодых ученых (Махачкала, 2017); XXI международной научной конференции «Техноконгресс» (Кемерово, 2018). Последняя работа отмечена дипломом I степени.

Работа в полном объеме доложена и обсуждена также на кафедре ихтиологии и на межкафедральном семинаре биологического факультета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет».

**Публикация результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 12 работ, 5 статей – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, из них 2 статьи – в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных, а также 6 работ в других журналах и сборниках научных трудов и 1 монография в соавторстве.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения. Работа представлена на 142 страницах, содержит 29 рисунков и 14 таблиц. Список литературы включает 288 наименований, из которых 38 – на иностранных языках.

## ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. История развития осетроводства в России

При огромном разнообразии видов рыб, обитающих в наших водоемах, осетровые всегда играли уникальную роль. «Эта древняя, реликтовая группа хрящевых ганоидов прекрасно приспособлена к современным условиям существования» отмечает в своих исследованиях Е.А. Федосеева [Федосеева, 2004]. Они обитали при СССР в Каспийском, Азовском, Черном, Аральском и Балтийском морях, а также водились в Сибири и на Дальнем Востоке. Осетровые в настоящее время практически вымерли в Европе, и большая часть мировых запасов этих рыб (около 90%) сосредоточена в бассейне Каспийского моря, но даже здесь их улов запрещен из-за того, что за пределами России 11 видов осетровых, и в некоторой степени 10 видов включены в Красную книгу (Баранникова и др., 2000; Шилин, 2000; Павлов, 1994; Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев, 2015).

«На протяжении нескольких столетий Россия уверенно занимала ведущее место по удельному весу мировых уловов осетровых рыб, промысел которых велся на Каспийском, Азовском, Черном, Аральском морях, в реках Сибири и Дальнего Востока» отмечает Н.М. Гаджимусаев в своих исследованиях (Биологические особенности формирования ремонтно-маточного стада бестера в условиях Дагестана) [Гаджимусаев, 2017]. Важное место всегда принадлежало Волжско-Каспийскому бассейну, на долю которого в первой половине прошлого столетия приходилось более 50% российских и мировых уловов. Обладая высокой жизнестойкостью, приспособившись к различным условиям обитания (моря, реки, озера) и развив высокую приспособительную способность к существованию в различных климатических, гидрологических и гидрохимических условиях, осетровые, однако, во второй половине XX в., в связи с катастрофическим снижением промыслового запаса в других водоемах страны (во многих водоемах полностью исчезли и потеряли свое промысловое значение), удельный вес каспийских осетровых в мировых уловах вырос до 85%

(Строганов, 1968; Гербильский, 1972; Привезенцев, Власов, 2004; Федосеева, 2004; Васильева, 2010). В период Великого гидротехнического строительства на реках Каспийского бассейна пути миграции к нерестилищам осетровых были отрезаны. Начиная с 90-х гг. прошлого века добыча осетровых резко сократилось. Анализ сложившейся показывает, то нужен поиск новых подходов, эффективных методов пополнения запасов ценных осетровых рыб. Задачей искусственного воспроизводства рыбных запасов является увеличение численности популяции ценных видов, в том числе и осетровых, в реках, озерах, прудах, водохранилищах и морях.

Искусственное оплодотворение икры было впервые произведено в Ганновере Стефаном Людвигом Якоби. Он наблюдал в природных условиях размножение (нерест) форели в ручьях и воспроизводил это в искусственных условиях. Для этой цели он отцеживал икру форели в сосуд с водой, затем в тот же сосуд отцеживал сперму в количестве, достаточном, чтобы сделать воду мутной. Такие же опыты он проделывал с другими рыбами. Во всех случаях икра оплодотворялась, и, получались личинки. Якоби своим открытием доказал, что оплодотворение икры рыб происходит в воде. Способ, предложенный Якоби, и рыбоводной литературе получил название мокрого способа оплодотворения. Статьи о своем открытии искусственного оплодотворения икры форели опубликовал он в 1763 и 1765 гг.

Первые работы по искусственному осеменению икры в России связаны с именем В.П. Врасского, основоположника рыбководства, опыты которого легли в основу создания первого в России рыбководного завода в селе Никольском Новгородской губернии. Первые опыты были проведены в 1854 г. на икре форели. В своих работах (Рыбоводно-биологическая и морфофизиологическая характеристика гибридов русского осетра) Е.А. Федосеева [Федосеева, 2004] и (Рыбохозяйственные и экологические аспекты эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб волго-каспийского бассейна) Т.В. Васильева [Васильева, 2010], говорят о том, что «об опытах искусственного осеменения икры стерляди впервые сообщил на Московском съезде естествоиспытателей в 1869 г. Ф.В. Овсянников. Хотя ему не удалось вырастить личинок, он указал на

важность работы в этом направлении». В 1875 г. в Северной Америке Сес-Грину удалось искусственно осеменить икру озерного осетра (Мильштейн, 1969; Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев и др., 2014).

Первые крупные биологические открытия в развитии основ осетровых сделали выдающихся российских ученых Ф.В. Овсянникова в 1869 г. и Н.А. Бородина 1884-1891гг., который впоследствии стал основой для развития этой важной рыбной промышленности. Советские ученые: профессор Н.Л. Гербильский, В.В. Мильштейн, академик А.Н. Державин, Н.И. Кожина, С.Н. Кузьмин, С.Н. Скадовский, Б.Н. Казанский и многие другие выдающиеся ученые нашей страны усовершенствовали эти методы, и рыбоводы выпустили миллионы личинок осетровых рыб в бассейны Волги, Дона, Кубани, Амура и других рек. Оставалась еще одна большая проблема - клейкость икры. В 1913 г. А.Н. Державин разработал метод обесклеивания икры с использованием взвешенных частиц ила. В 1916 г. на Волге было начато искусственное разведение осетровых. Первая инструкция по разведению осетровых была разработана П.А. Масловым и издана в Астрахани в 1919 г. На Дону осетровое хозяйство начало развиваться в 1924 г., а на Кубани-в 1929 г. (Мильштейн, 1972). На протяжении многих лет проводились экспериментальные работы по получению зрелых половых продуктов от производителей различных видов осетровых, искусственному осеменению и инкубации икры, выращиванию личинок и мальков в экспериментальных условиях (Мильштейн, 1967, 1972; Федосеева, 2004; Привезенцев и др., 2007; Васильева, 2010; Китаев, 2015).

Уже в 30-е годы прошлого столетия, в связи с резким сокращением масштабов естественного воспроизводства, вопрос о возможности и необходимости выращивания жизнеспособного молодняка осетровых рыб стал особенно острым. Возникла необходимость в развитии искусственного воспроизводства этих рыб в рыбоводных заводах с выращиванием и выпуском жизнестойкой молоди в естественный водоем (Кривошеин, 2007). В период с 1917 по 1941 годы на Волге, Куре, Дону и Кубани на нерестилищах осетровых и на подходах к ним были созданы рыбоводные станции. Половозрелых производителей ловили, из них получали рыбоводную икру, которые

инкубировали в аппаратах Сэс-Грина или Чаликова. В конце 30- гг. прошлого века А.Н. Державин, реализуя свою идею интенсификации выращивания проходных рыб, начал экспериментальную разработку способа интенсивного разведения осетровых в Куринском рыбноводном заводе (Федосеева, 2004; Васильева, 2010). Почти одновременно аналогичные исследования были начаты и на р. Волга сотрудниками Саратовской научной рыбохозяйственной станции (Саратовский филиал ВНИРО) под руководством Б.Г. Чаликова.

Целью этих исследований было достижение нормативной массы молодняка в короткие сроки (Мильштейн, 1972). Ранее было отмечено Е.А. Федосеевой [Федосеева, 2004], Т.В. Васильевой [Васильева, 2010], что «способ получения осетровой икры был разработан в 1940-е годы на Куринском рыбноводном заводе в лаборатории основ рыбоводства под руководством Н.Л. Гербильского, инкубация проводилась, но по методу П.С. Ющенко (1957)». Трудная задача, которую нужно было решить, состояла в том, чтобы получить достаточное количество зрелых производителей. Их можно было добывать только на нерестилищах, но не вся добытая рыба была готова к нересту в заводских условиях. Разработаны два способа перевода производителей в нерестовое состояние. Первый - экологический-был предложен академиком Академии наук АзССР А.Н. Державиным. С этим соглашается и Е.А. Федосеева, подчеркивая, что «при содержании производителей необходимо создавать условия окружающей среды, соответствующие тем, в которых происходит созревание половых продуктов» [Федосеева, 2004]. Было отмечено в своих исследованиях Васильевой Татьяны Викторовны, что «второй, физиологический метод стимуляции созревания половых продуктов, был разработан профессором Н.Л. Гербильским (1972). Он основан на введении, после соответствующей подготовки, гонадотропного гормона гипофиза в мышцы тела самок и самцов, из которых они хотят получить зрелые половые продукты» [Васильева, 2010]. Весной 1938 г. была получена первая зрелая самка севрюги.

В своих исследованиях (Рыбохозяйственные и экологические аспекты эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб волго-каспийского бассейна) Т.В. Васильева отмечает, что «в апреле 1945 года

гидробиологической лаборатории МГУ было предложено начать экспериментальные работы по акклиматизации и выращиванию осетровых рыб для дальнейшего внедрения в практику товарного рыбоводства» [Васильева, 2010].

Эра промышленного разведения осетровых началась в 1947 г. Высокая пластичность и технологичность осетровых рыб позволяет использовать практически любую ферму для промышленного выращивания осетровых, включая садковые (теплые и морские), пруды, бассейновые комплексы и закрытые водопроводные сети (Китаев и др., 2014).

В 1949 г. рыбоводно-биологическая лаборатория Аздонрыбвода выполнила задачу получения рыбоводно-продуктивной икры и зрелых сперматозоидов белуги путем инъекций гипофиза и определенных оптимальных температур в период инкубации (Гербильский, 1947; Казанский, 1957; Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев и др., 2014). В том же году Н.Л. Гербильский и Н.И. Кожин предложили комбинированный бассейново-прудовой способ выращивания молоди (Гербильский, 1957).

«В 1954 г. Уральским отделом рыбоохраны и рыбоводства были проведены опыты с положительными результатами по искусственному получению половых продуктов из шипа и осетра (Попов, 1957; Федосеева, 2004). В настоящее время они используют сочетание экологических и физиологических методов стимулирования производителей осетровых рыб» отмечают в своих исследованиях Федосеева Елена Анатольевна [Федосеева, 2004] и Васильева Татьяна Викторовна [Васильева, 2010]. Вначале рыбу помещают в бассейны, чтобы выдержать производителей, где ее доводят до температуры нереста, а затем делают инъекцию гипофиза (Гербильский, 1947; Федосеева, 2004; Власов, 2005; Привезенцев, 2007; Васильева, 2010).

В своих научных исследованиях Е. А. Федосеева [Федосеева, 2004] и Т. В. Васильева [Васильева, 2010], подчеркивают, что «по инициативе А.Н. Державина Куринская рыбоводная станция в 1954 г. была преобразована в первый в стране Куринский производственно-опытный осетровый рыбоводный завод мощностью 0,5 млн штук мальков осетровых в год». На этом заводе была

разработана биотехника выращивания молоди бассейновым и комбинированным методами в два цикла (Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев и др., 2014). Несколько позже на Кизанском осетроводческом заводе были проведены исследования по выращиванию молоди осетровых рыб прудовым методом, предложенным Н.Л. Гербильским и усовершенствованным В.В. Мильштейном (1964).

В конце 50-х годов прошлого века А.С. Гинзбург и Т.А. Детлаф провели исследования, направленные на совершенствование всех этих звеньев искусственного воспроизводства осетровых, и нашли критерии раннего определения качества икры (Детлаф, Гинзбург, 1969; Детлаф и др., 1981; Федосеева, 2004; Васильева, 2010). Они выделили 35 последовательных стадий в эмбриональном развитии осетровых, а также 10 стадий в развитии предличинок. Они описали все нарушения в развитии предличинок и причины потерь в инкубационный период (Детлаф, Гинзбург, 1954; Привезенцев, Власов, 2004, 2005). В результате идея интенсивного выращивания жизнестойкой молоди стала реальностью.

В своей работе (Рыбоводно-биологическая и морфофизиологическая характеристика гибридов русского осетра) Е.А. Федосеева говорит о том, что «к середине 50-х годов была разработана технология заводского выращивания осетровых. Эти исследования легли в основу общей схемы развития заводского осетроводства, разработанной под руководством Н.Л. Гербильского и Н.И. Кожиным (Справочник..., 1978). Основные трудности искусственного выращивания осетровых рыб были связаны с ранними этапами онтогенеза, изучение закономерностей которого имело первостепенное значение. Продолжительность эмбрионально-личиночного времени развитие, характер морфогенетических процессов формирования зародыша, продолжительность периода смешанного питания, степень сформированности организма в момент перехода на внешнее питание, соотношение продолжительности периодов эндо - и экзогенного питания перед переходом на мальков и т.д. - все это определяет уровень устойчивости и "защищенности" организма от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды» [Федосеева, 2004].

Период индустриализации осетроводства ознаменовался высоким увеличением годового производства молоди, как за счет разработки и совершенствования биотехнологий выращивания осетровых на существующих заводах, так и за счет строительства новых (Мильштейн, 1972, Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев, 2015).

Несмотря на интенсивное развитие осетроводства, практика рыбоводства показала, что половозрелые икринки осетровых могут быть получены только путем инъекций гипофиза от производителей, половые железы которых достигли IV завершенной или V стадии зрелости (Трусов, 1950; Федосеева, 2004). Наиболее точным способом определения степени зрелости гонад является только гистологическое исследование. Однако гистологический метод определения степени зрелости половых желез в практике рыбоводства использовать не удалось, так как необходимо было вскрывать рыбу. Не существовало другого метода, отвечающего требованиям осетрового разведения для определения пригодности производителей для получения зрелых половых продуктов. Поэтому осетровые рыбоводные заводы использовали самок и самцов только той части популяции, производители которой, как известно, знали, что все они созреют к определенному времени (Федосеева, 2004; Васильева, 2010).

В начале 1960-х гг. В.З. Трусов (1964) предложил метод, который позволял наблюдать гистологическую картину икры без вскрытия рыбы. Для уточнения стадии зрелости яйцеклеток проводится биопсия гонад (щуповую пробу). Этот метод надежен и прост, он занимает мало времени (обработка одного образца икринок длится 5-8 минут). Применение этого метода на рыбоводных заводах позволило более полно использовать производственную площадь, а также позволило начать селекционную работу по скрещиванию летне-нерестовых и весенне-нерестовых производителей.

«Наибольший вклад в изучение проблемы товарного осетроводства внес Н.С. Строганов, получивший положительные результаты первых в мировой практике опытов по выращиванию и акклиматизации осетровых рыб (осетр, белуга, севрюга) в прудах рыбхозов Московской области (Строганов, 1957, 1968). Известно, что молодой организм на ранних стадиях онтогенеза более

восприимчив к внешним воздействиям, поэтому, выращивая осетровых рыб в прудах с ранних стадий, можно изменить их организм в период формирования (Строганов, 1968)» отмечает в своих исследованиях Васильева Татьяна Викторовна (Рыбохозяйственные и экологические аспекты эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб волго-каспийского бассейна) [Васильева, 2010]. Например, Волго-Каспийский осетр обычно скатывается в море в первый или второй год после рождения. «Это обстоятельство послужило предпосылкой для исследователей МГУ и Саратовского отделения ГосНИОРХа расширить пресноводный образ жизни осетров, а затем попытаться их закрепить. Таким образом, было подготовлено решение многих вопросов прудового разведения осетровых. Основа этого направления осетроводства сформировалась в связи с исследованиями Н.И. Николюкина и его учеников (Николюкин и Богатова, 1950; Николюкин и др., 1954)» это утверждают в своих научных исследованиях Е.А. Федосеева, [Федосеева, 2004], Т.В. Васильева, [Васильева, 2010].

Постепенно для совершенствования биотехники товарного осетроводства были созданы специальные исследовательские группы в институтах-ЦНИОРХ (Астрахань), ВНИИПРХ (Московская область) и АзНИИРХ (Ростов-на-Дону).

Крупная производственная база была сформирована в Краснодарском крае (Николюкин, 1971; Привезенцев, Власов, 2004, 2007). Но систематический характер исследований по товарному осетроводству приобрел после создания в ЦНИОРХе в 1965 г. специализированной лаборатории, координировавшей всю научно-исследовательскую деятельность по технологии выращивания товарного осетра. Основные работы по промышленному выращиванию осетровых проводились в Саратовском отделении ВНИРО, а исследования по физиологии и биохимии в ЦНИОРХе (Шапошникова, 1971; Федосеева, 2004; Власов, 2005; Васильева, 2010).

В своей работе (Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях Нижнего Поволжья) Васильева, Лидия Михайловна говорит о том, что «современном этапе определены три основных направления развития товарного выращивания осетровых: промышленные, основанные на

интенсивных методах выращивания в бассейнах и садках, с использованием тепловых вод электростанций и ГРЭС; пруд выращивает осетровых в обычных прудах в монокультуре и поликультуре; пастбища - зарыбление озер, ильменей, водоемов, сельскохозяйственных водоемов для молодых осетровых рыб в поликультуре» [Васильева, 2000].

В Российской Федерации наиболее распространенными объектами промышленного выращивания являются Сибирский (ленский) осетр, гибриды стерляди и осетр (бестер, РО X ЛО). Одним из перспективных направлений осетровых является производство черной икры. Почти все предприятия Росрыбхоза, у которых есть стада осетровых рыб, планируют освоить производство икры. Развитие товарного выращивания осетровых, в свою очередь, стимулирует формирование маточного стада, так как многие фермы заинтересованы в собственном посадочном материале. Создание маточного стада способствует сохранению генофонда осетровых (Федосеева, 2004; Привезенцев, 2007; Васильева, 2010).

В настоящее время наметились положительные тенденции в решении проблемы формирования воспроизводительных стад каспийского осетра (Подушка, 1999; Китаев и др., 2014).

В своих исследованиях (Рыбоводно-биологическая и морфофизиологическая характеристика гибридов русского осетра) Е.А. Федосеева отмечает, что «в последние годы широко используется выращивание осетровых в поликультуре с другими видами рыб: белым амуром, белым и пестрым толстолобиком (Сокольский, Молодцов, 1999; Васильева, 2000; Привезенцев, Власов, 2004). В настоящее время большое количество рыбоводных предприятий в России занимаются выращиванием осетра в бассейнах и садках, многие из них работают на теплых водоемах тепловых электростанций, ГРЭС и атомных электростанций» [Федосеева, 2004].

С этим соглашается и Е.А. Федосеева в своих исследованиях, утверждая, что «все большее развитие получают интенсивные методы выращивания, позволяющие контролировать и управлять качеством окружающей среды и кормов, режимом кормления» [Федосеева, 2004].

## 1.2. Состояние и перспективы развития индустриального рыбоводства

В настоящее время выращивание рыб традиционными методами, основанными преимущественно на экстенсивном использовании природных ресурсов, имеет определенные естественные причины, где лимитирующим фактором вступает земля, вода и окружающая среда. В связи с этим актуальным является перспективное расширение индустриальных рыбоводных хозяйств, обеспечивающих суперинтенсивными технологиями. В своем исследовании (Оптимизация технологии производства рыбы в малогабаритном рыбоводческом хозяйстве на установке замкнутого водообеспечения) Филиппов Дмитрий Игоревич отмечает, что «создана система с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ), позволяющая круглогодично выращивать ценные виды осетровых рыб независимо от климатических условий при достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне обеспечения экологической чистоты производственного процесса» [Филиппов, 2000]. Расширение промышленных ферм, оснащенных инновационными технологиями, становится все более важным, в то время как глобальная аквакультура является одним из наиболее динамичных направлений развития в области производства продуктов питания (Tacon et al., 2006; Федосеева, 2004).

Промышленные фермы включают садковые и бассейновые фермы на теплых водах, промышленные предприятия, использующие закрытую систему водоснабжения для плавательных бассейнов, садковые фермы на естественных водоемах и холодноводные бассейновые фермы (Steffens, 1985; Китаев, 2015). Наиболее инновационными и технологичными рыбоводными установками являются системы замкнутого цикла водоснабжения, позволяющие выращивать любые объекты аквакультуры круглый год и при этом получать максимальные показатели рыбопродуктивности на фоне ресурсосбережения и обеспечения экологической чистоты производственного процесса (Киселев, 1997; Проскуренко, 2003; Привезенцев, Власов, 2004; Китаев, 2015). Современная Концепция развития рыболовного комплекса Российской Федерации на период до 2025 г., включает в себя разработку систем циркуляции, которые по своей сути являются совершенно другой формой связи между производством и

окружающей средой. Разведение рыбы в рециркуляционных системах происходит при многократном использовании того же количества воды, которое очищается и возвращается в аквариумы. В то же время значительный рост производства рыбной продукции возможен только благодаря внедрению новых современных технологий, одним из которых является разведение рыбы на объектах с использованием воды в помещении (УЗВ). Развитие аквакультуры в России ожидается в два этапа в долгосрочной перспективе, которая обеспечивает надежный контроль над процессами выращивания и реализует соответствующие меры для оптимизации водной среды (Привезенцев, Власов, 2004, 2005; Федосеева, 2004; Китаев и др., 2014, 2015).

Первый является среднесрочным – это в основном техническая и технологическая модернизация, с двумя дополнительными действиями, связанными с реконструкцией существующих производственных мощностей, созданием новых садовых площадок и применением методов интенсификации производственных процессов. Внедрение набора мероприятий при государственной поддержке различных областей аквакультуры позволит среднегодовому росту рыбного сектора экономического комплекса страны на уровне 60-80% и достичь производства рыбной продукции в количестве 100 штук. На этом этапе важно одинаково развивать все отрасли аквакультуры. Необходимо повысить продуктивность пруда до 13-13,5 ц/га. путем введения поликультуры, выращивания высокопродуктивных видов и рыбных скрещиваний, оплодотворения пруда и других методов интенсификации. Полное использование доступных площадей пруда позволяет прогнозировать производство пруда в количестве 170-175 тысяч тонн. В промышленных условиях бассейнов и, в частности, садковых ферм, из-за перехода на выращивание новых видов и высокопродуктивных пород лосося и осетра, производство 2-3 тысяч тонн. Сельскохозяйственные промыслы будут производить 20-25 тысяч тонн различных видов рыб, доступных для сельского населения (Федосеева, 2004; Китаев, 2015).

В условиях пастбищ, развитие которых на первом этапе будет предотвращено юридическими трудностями в разведении рыбы в природных

прудах и водоемах, а также ограниченным количеством молоди рыб, производство составит 60-80 тысяч тонн. На первом этапе необходимо решить ряд основных вопросов, обеспечивающих создание хорошей логистической и кадровой базы для успешного достижения целей 2025 г. Основными видами деятельности являются: завершение правовой и законодательной базы для функционирования аквакультурных предприятий различных форм собственности; массовое строительство репродуктивных комплексов на крупных природных водоемах и водоемах; подготовка и переподготовка персонала различных уровней управления; протекционистская политика правительства в поддержку развития аквакультуры в стране. Для достижения целей на первом этапе требуются средства в размере 3,5 - 4 млрд рублей в год, в том числе федеральный бюджет и бюджеты РФ 1,8-2,0 млрд рублей (Китаев и др., 2014). «Средства бюджета в виде частных инвестиций, концессионных кредитов, лизинга и других форм государственной поддержки на строительство рыбопитомников в крупных водоемах, реконструкцию прудовых районов, прежде всего, зон рыбопитомников и закупку оборудования, выращивание и выпуск ценных видов рыб, мелиоративные работы, а также создание крупных научно-исследовательских и учебных центров для исследований и разработок, обеспечивающих их апробацию в опытная промышленная среда, а также обучение и переподготовка сотрудников» А.А. Васильев, О.Н. Руднева, М.Ю. Руднев отмечает в своих исследованиях (Управление проектами в аквакультуре) [Васильев, Руднева, Руднев, 2020].

В долгосрочной перспективе к 2030 г. отечественная аквакультура должна развиваться на инновационной основе с эффективным использованием российского и иностранного научного и технического развития и передового опыта. Приоритетом в этот период является пастбищная аквакультура, развитие которой практически не влияет на факторы, которые серьезно ограничивают функционирование прудов и промышленное производство рыбы: большие капиталовложения, площади земель, потребление воды и огромные затраты на искусственную пищу. Разработка осуществляется путем массового внедрения травоядных рыб в крупных водоемах центральных и южных регионов страны, а

также лососевых и сиговых рыб в водах северных зон России (Привезенцев, Власов, 2004, 2007; Федосеев, 2004; Васильев, 2010).

Если рыбопродуктивность южных водоемов возрастет с введением комплексов травоядных рыб, она вырастет до уровня 100 кг / га. внедрение современных технологий выращивания горных пород в Северной аквакультуре позволит получить высококачественную рыбную продукцию объемом 20 тысяч тонн. Особую роль в развитии отечественной аквакультуры будет играть сельскохозяйственное рыболовство, основными производственными мощностями которого являются пруды, небольшие водоемы и небольшие озера, общая площадь которых в России превышает миллион гектаров. Однако, в то же время существование сельскохозяйственных ферм окажет благоприятное влияние на продуктивность водных и земельных ресурсов в составе агрогидробиоценозов, решая важные проблемы социально-экономического развития сельских районов. В пруду интенсификация добычи будет осуществляться путем массового внедрения высокопродуктивных пород и расширения состава видов рыболовных сооружений, что позволит в режиме экономии ресурсов максимально использовать производственные возможности прудов. Средняя продуктивность пруда составит 20 с / га, что без введения новых площадей пруда увеличит производство пруда до 215 тысяч тонн. Улучшение условий жизни и повышение уровня доходов населения России увеличат спрос на ценные виды рыб, что будет способствовать развитию промышленного рыбоводства. Массовое внедрение отечественных научно-технических разработок, основанных на интенсивных методах выращивания лосося, осетра и других ценных видов рыб, в условиях садковых и бассейновых ферм, а также промышленных предприятий с замкнутым циклом водоснабжения может привести к производству 55 тыс. тонн вкусной продукции высокого потребительского качества (Привезенцев, Власов, 2004; Федосеева, 2004; Васильев, 2010; Китаев, 2015).

Производство марикультурных продуктов получит некоторое ускорение как путем клеточного выращивания рыбы, так и путем внедрения современных методов выращивания моллюсков и беспозвоночных. Прогнозируется, что к

2030 г. объем производства марикультуры будет составлять 80 тысяч тонн. годовой объем производства аквакультуры достигнет 410 тыс. тонн, что в 4 раза больше, чем в настоящее время (стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2030 г.).

Рыба-это пойкилотермные животные с переменной температурой тела, которая варьируется в зависимости от температуры окружающей среды. Скорость биохимических процессов, определяющих развитие и рост рыб, пропорциональна температуре в определенном диапазоне. При низких температурах рыба перестает питаться, но процессы не исчезают полностью, а энергетические затраты на их физические упражнения покрываются снижением веса рыбы. Когда температура поднимется, рыба начнет питаться, скорость процесса увеличится, энергия пищи будет потрачена на рост, развитие и двигательную активность. Использование закрытых систем для производства рыбы позволяет избежать повышения температуры и концентрации кислорода, а также сезонных изменений этих параметров. Одной из самых сложных и актуальных проблем современного мира в третьем тысячелетии является глобальное загрязнение окружающей среды, которое угрожает не только отдельным экосистемам, странам и континентам, но и всей планете в целом (Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев, 2014, 2015).

Использование закрытых систем водоснабжения позволяет частично решить проблему загрязнения окружающей среды. Во время работы вода на заводах проходит несколько этапов очистки и доведения до нужного состояния, кроме того, вода на закрытых заводах сводится к однократному заполнению и суточной подпитке пресной водой в количестве 3-10% от объема воды при монтаже в сутки. Потребление воды для выращивания 1 кг рыбы уменьшается до 0,2-0,5 м<sup>3</sup>. При выращивании на комнатных растениях учитываются все технологические параметры (кондиционирование воды, кормление, контроль и т. д.). Влияние природных факторов на ход процесса становится минимальным. Для регионов России, лежащих к северу от первой рыболовной зоны, использование закрытых установок часто является единственным вариантом (Киселев, 1997; Проскуренко, 2003; Васильева, 2010; Китаев и др., 2014).

В закрытых сантехнических установках риск введения патогенной микрофлоры значительно снижается. вода для работы обычно берется из скважины и проходит несколько этапов очистки. Промышленное рыбоводство - это новая линия рыбоводства, которая имеет широкие перспективы развития. Технология промышленного рыбоводства основана на выращивании рыбы при высокой плотности посадки, создавая благоприятные условия для выращивания, кормление полноценной пищей, механизацию и автоматизацию всех производственных процессов, и получение продуктов в течение всего года (Канидьеv, Гриневский, 1979; Кудерский, 1999; Привезенцев, Власов, 2004; Васильева, 2010; Китаев, 2015).

Положительные результаты разработки технологии рыбоводства в УЗВ, значительно превышающие эффективность традиционных методов, указывают на другой уровень организации процессов, происходящих в замкнутых системах, и обеспечивают наилучшую производительность рыбоводства. Разница между продуктивностью и интенсивностью промышленного рыбоводства и традиционными формами (пастбища и пруды) может быть продемонстрирована на следующем примере. Разведение пастбищного рыбоводства позволяет выращивать до 100 кг / га рыбных продуктов, обширную форму рыбоводства в пруду-до 1 т/га, интенсивную форму рыбоводства в пруду-10 т и более на 1 га.

Методы промышленной аквакультуры с замкнутым циклом водоснабжения могут достигать 500-1000 т / га. при этом стоимость природных ресурсов на 1 кг готовой продукции расходуется следующим образом: при методе пастбищ-100 м<sup>2</sup> земли и 130 м<sup>3</sup> воды, при традиционном методе пруда-10 м<sup>2</sup> земли и 10-20 м<sup>3</sup> воды, при интенсивном методе пруда-1 м<sup>2</sup> земли и 5-10. (Власов, 2005; Григорьев, Седова, 2008; Васильева, 2010; Китаев и др., 2014).

Недостатки УЗВ включают, пожалуй, только одно: высокую цену выращиваемой рыбы, самую высокую из всех форм рыбоводства.

Современный уровень знаний, а также технологические принципы рыбоводства, разработанные на сегодняшний день, позволяют организовать размножение и выращивание любого вида пресноводной аквакультуры круглый год в оптимальных для них условиях.

### 1.3. Состояние изученности осетровых в Дагестанской части среднего Каспия

Осетровые Каспийского моря изучены в достаточной степени, и к настоящему времени накоплен значительный материал по видовому составу, происхождению, биологии, размножении, питании и других эколого-морфофизиологических особенностях этих рыб. В этом отношении примечательны успехи прикладного и научно - теоретического осетроводства, у истоков которого трудились, а некоторые из них продолжают трудиться и сегодня, такие выдающиеся исследователи, как: К. М. Бэр (1860), А. Н. Державин (1947), Л. С. Берг (1948; 1949), А. Н. Световидов (1945), Н. Л. Гербицкий (1953; 1970), В. В. Мильштейн (1967), Т.С. Расс (1951), В.Н. Шилов, (1971), Е. Н. Артюхин (1979), Е. Н. Казанчев (1963; 1981), М.И. Легеза (1978), В.Н. Казанский, (1953; 1975), В.М. Распопов (1987; 2007; 2012), Ф.С. Аскеров (2001), Н.Я. Бабушкин (1951), Л.С. Бердичевский, (1963), Е. Д. Васильева (2004), В.П. Иванов (2000; 2008), С. С. Астафьева (2006), А. Г. Касымов (1994), Ю.А. Абдурахманов (1967), Н.В. Судакова (2006), Г.А. Судаков (2008), Л. И. Соколов (1996), Н.И. Кожин (1964), Т.А. Детлаф (1965), Д.З. Демин (1947), П.А. Хорошко (1972), Л.М. Васильева (2015) и многие другие.

Разработкой биотехнических приемов искусственного разведения осетровых занимался целый ряд крупных ученых; в том числе А.Н. Державин, Н.И. Кожин, О.Л. Гордиенко, Г.С. Карзинкин, И.Ф. Вельтишева, А.И. Гофман, В.В. Мильштейн, И.А. Садов, В.Н. Беляева, А.А. Попова, А.А. Кокоза. Не потеряло и сегодня своего значения в развитии основ управления биологическими процессами и предложение А.А. Шорыгина (1952) о превращении Каспия в море осетровых.

Достаточно много работ, посвященных вопросам миграции и распределения осетровых в Каспийском море (Пискунов, 1965; Павлов, Захаров, 1967; Легеза, 1973; Пироговский, Фадеева, 1976; Пальгуй и др., 1989; и др.).

Богатый материал по экологии рыб Каспийского моря был собран и изучен сотрудниками КаспНИРХа при участии ученых ВНИРО и других институтов страны.

Для более глубокого изучения осетровых в 1964 году был создан Центральный научно-исследовательский институт осетрового промысла (ЦНИОРХ) для координации исследований осетровых в Каспийском море и стране в целом, а в 1989 году он был объединен с КаспНИРХ.

В 1969 – 1973 годах в целях изучения состояния запасов, количества заходящих на нерест производителей осетровых в Северо – Западной части Среднего Каспия была организована Дагестанская лаборатория Центрального научно – исследовательского института осетрового – рыбного хозяйства (ЦНИОРХ), которая впоследствии (1989 г.) была также объединена с КаспНИРХ-ом. Впервые исследованиями осетровых в Дагестанской части Среднего Каспия и в бассейнах Самура, Сулака и Терека занимались И.Д. Кузнецов, А.Н. Державин, Д.З. Демин, М.И. Амирханов, М.М. Шихшабеков, Г.М. Мохов, а впоследствии эти исследования были продолжены П.Г. Мусаевым, М. Кайтмазовым и др.

Основа осетрового промысла в Дагестане была положена еще в начале XIX в. русскими поселенцами, а в конце – астраханскими рыбопромышленниками. Однако промысел осетровых Дагестана достиг наибольшего развития только в начале XX в. (1910–1915 гг.), а наибольшая добыча достигла в 20–30 гг. и составила свыше 3900 т. осетровых и 80 т. икры (Надирадзе, 1969).

В дальнейшем в связи с зарегулированием стока нерестовых рек (Терек, Волга, Сулак), интенсивным приловом молоди осетровых при морском промысле и ростом браконьерства, запасы их с каждым годом стали резко снижаться, поэтому в 1961г. был установлен запрет на лов осетровых в море, и стали вылавливать только для научных целей в устьях рек Сулак, Терек (Магомаев, Магомедов, 1981).

Начиная с 90-х годов объем добычи осетровых в Тереке резко сократился, поэтому лов был разрешен только для научных целей в размере 3,5 т. (Магомаев, Гимбатов и др. 2001). В настоящее время всякий лов осетровых в Дагестанской части Каспия запрещен, но браконьерство процветает, а уже с 1990 г. оно

возведено в ранг государственного бизнеса и Дагестан стал центром икорной мафии (Шихшабеков и др., 2005). По оценке независимых экспертов и ученых КаспНИРХа, процент нелегального вылова осетровых в Каспийском бассейне очень высок и достиг почти к 100 % в период с 1998 по 2006 гг. (Иванов, 2000; Ходоровская и др., 2012).

В создавшихся условиях обеспечить сохранность и увеличение численности осетровых, ограничиваясь их воспроизводством только в естественных условиях, не представляется возможным. В связи с этим перед рыбохозяйственной наукой сегодня стоят многочисленные задачи, среди которых, как считают многие исследователи, разработка научно обоснованных рекомендаций по комплексному использованию водных и рыбных ресурсов; внедрение новой технологии выращивания рыбы и посадочного материала, новых методов приготовления и раздачи кормов; внедрение интенсивных форм и индустриальных методов в рыбоводстве; введение оборотного водоснабжения; разработка биологического обоснования по созданию товарных осетровых хозяйств и др. (Абросимова, 1997).

Анализ ситуации, создавшейся сегодня в Дагестанской части Каспия и ее речных системах, впадающих из Дагестана в Каспийское море, являвшихся в недалеком прошлом прекрасными местами нереста осетровых и нагула их молоди, показывает, что для восстановления запасов осетровых рыб нужен поиск новых подходов. Естественным воспроизводством решить данную проблему по известным причинам становится невозможным, поэтому возникает необходимость развития искусственного воспроизводства, с использованием при этом различных интенсивных форм и индустриальных методов разведения осетровых рыб (Захарян, 1972; Завьялов, 2001; Васильева и др., 2012; Легеза, 1978).

В настоящее время в некоторых регионах России, как и в некоторых других развитых странах мира, большое значение приобретают промышленные методы разведения аквакультуры, в том числе выращивание рыбы в садках и бассейнах, с использованием теплых сбросных вод, в циркулирующих системах и в УЗВ (Маммаев и др., 2017). Наиболее интенсивным из вышеназванных методов культивирования рыбы многие ученые считают выращивание рыб в УЗВ при

плотностях посадки в пределах 50-250 кг/м<sup>3</sup> (Завьялов, 2001). С помощью этой технологии достигается максимальная скорость роста рыбы при минимальных затратах энергии, корма и других затрат. «При этом обеспечивается независимость производства от условий окружающей среды, появляется возможность оптимизировать гидрохимический режим для выращивания практически всех видов гидробионтов» отмечает в своих исследованиях М.А. Маммаев (Индустриальные методы культивирования стерляди (*ACIPENSER RUTHENUS*) в условиях Дагестана) [Маммаев и др., 2017].

Многие исследователи считают экономически целесообразным выращивать в США либо рыбопосадочный материал, либо товарную продукцию, но только в основном рыбу ценных пород: осетровых, лососевых, тилапию, мускатного сома и др. (Киселев, 1999; Завьялов, 2001; Привезенцев, Власов, 2004; Матишов и др.; 2006; Бубунец и др., 2011; Мирзоян и др. 2013; Артеменков, 2013; Китаев, 2015).

В своем исследовании (Особенности формирования продукционных стад белуги в садках в условиях Нижней Волги) В.В. Тяпугин отмечает, что «интересные результаты экспериментальных работ по формированию и эксплуатации племенных стад стерляди, а также сибирского осетра были получены на Тюменском рыбноводном заводе, где была предложена оригинальная технологическая схема формирования и содержания РМС стерляди в бассейнах с использованием геотермальной воды, позволяющая увеличить скорость роста стерляди в 3,8–7,5 раза по сравнению с традиционным способом выращивания в прудах и молоди, обитающей в реке Иртыш» [Тяпугин, 2016].

Данная экспериментальная работа посвящена выращиванию молоди (сеголеток) стерляди в установке с замкнутым циклом водообеспечения, выполненной впервые в условиях Дагестана.

Таким образом, анализ сложившейся за последние годы катастрофической ситуации в рыбной отрасли Дагестана показывает, что необходимо в корне изменить отношение к данной отрасли и нужен поиск новых подходов и наиболее эффективных методов восстановления запасов осетровых рыб путем создания и развития прудового рыбноводства, в том числе и прудового товарного

осетроводства, основанного на интенсивных формах и индустриальных методах, направленного на получение жизнестойкого посадочного материала и экологически чистых продуктов (мясо и пищевая икра). А для развития прудового товарного осетроводства необходимо обеспечить их высококачественным посадочным материалом.

#### **1.4. Индустриальные технологии в осетроводстве Дагестана**

Катастрофическое состояние природных популяций мировых осетровых ресурсов приводит к необходимости совершенствования стратегии развития осетроводства. По мнению ученых России и мира в целом, для сохранения генофонда этих уникальных реликтовых видов необходимо решить следующие задачи: борьба с таким страшным злом XXI века, как браконьерство; повышение эффективности воспроизводства как естественного, так и искусственного; ускоренное формирование племенных стад и посадочного материала в контролируемых условиях; масштабное развитие товарного осетроводства и др. (Матишов и др., 2006; Пономарева и др., 2010, 2014; Пономарев и др., 2013; Сафронов и др., 2016.; Чмыр и др., 2002).

Товарное осетроводства считается альтернативной пастбищной и другим видам аквакультуры осетровых, которое способна компенсировать потерю ценной, вкусной продукции на потребительском рынке, в условиях моратория на вылов, сохраняя при этом генофонд осетровых рыб (Чебанов и др., 2001; Абросимова, Васильева, 2016). В последние годы интенсивное разведение осетровых наиболее развито в России и мировой аквакультуре-выращивание осетровых рыб в садках и бассейнах, на прямом потоке и в УЗВ, с использованием физиологически полноценного, полноценного искусственного корма (Жигин, 2003, 2011; Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Матишов и др., 2006; Пономарева и др., 2014).

Решением проблемы создания и развития осетроводства за последняя время стали заниматься и некоторые субъекты юга России, в том числе и Дагестан, располагающий реальной базой для широкомасштабного развития товарного осетроводства (Маммаев и др., 2017). Но это развитие пока еще идет медленными

темпами по многочисленным причинам, главная из которых - отсутствие посадочного материала.

Гидростроительство на реках Волге, Тереке, Сулаке и др. резко снизило масштабы естественного воспроизводства многих ценных видов рыб и особенно осетровых, и лососевых (Демин, 1963; Амирханов, 1971). Эти рыбы потеряли доступ к большинству своих исторических мест размножения из-за регулирования речного стока (гидротехника) и реконструкции многих подчиненных им водохранилищ (Аграханский залив, озеро Аракум и Нижнее озеро).

Еще больший урон осетровым рыбам был нанесен развалом СССР, когда была нарушена единая система охраны и воспроизводства рыбных запасов в Каспийском бассейне (Иванов и др., 2000; Шихшабеков и др., 2016). Особенно неблагоприятная ситуация за последние 20–25 лет сложилась в Дагестанско-Каспийском (Терско-Сулакском) рыбопромысловом районе, где существовало всего два рыбокомбината: на Сулаке и Тереке, которые в дальнейшем прекратили выполнять свои функции в связи с деградацией рыбной отрасли (Шихшабеков и др., 2005). В современных условиях большое значение для сохранения запасов осетровых имеет новое направление аквакультуры – товарное осетроводство, имеющее два направления: искусственное воспроизводство - выращивание и выпуск молоди осетровых в естественные водоемы для пополнения природных биологических ресурсов, и второе – выращивание осетровых с целью получения товарной продукции - черной икры и мяса рыбы (Магомаев и др., 2001; Абросимова и др., 2016).

В некоторых субъектах Южного федерального округа (Астраханская область, Краснодарский край, Волгоградская и Ростовская области; в последнее время и в Дагестане) широко применяются интенсивные формы и индустриальные методы выращивания осетровых, и получены хорошие результаты. Так, в Астраханской области, где функционирует более 80 фермерских хозяйств, с применением садкового метода выращивания осетровых рыб в 2015 г. получено 450 тонн товарных осетровых рыб и 9,2 тонн черной икры (Васильева и др., 2016). В Краснодарском крае выращиванием осетровых занимаются 50 рыбоводных хозяйств, в 2015 году получено 420 тонн товарного

осетра и 3 тонны пищевой икры (Чебанов и др., 2001). На Широкольском рыбокомбинате Дагестана в 2012 году произведено 53 тонны товарной продукции и 1,4 тонн пищевой икры (Шейхулисламов и др., 2013). Такое же положение и в других субъектах юга России: Волгоградской и Ростовской областях (Матишов, 2006, 2007). Искусственное воспроизводство осетровых рыб путем отлова половозрелых производителей на их нерестилищах стало невыгодным, а в последние годы и невозможным из-за сложности отлова самок. Это вызвало необходимость начать работу по созданию новой и более приемлемой технологии осетроводства российскими учеными. Новая технология, разработанная в далеком 1952 г., явилась переходом к выпуску жизнестойкой молоди. В основе лежал метод гипофизарных инъекций, предложенный Н.Л. Гербильским (1947) и комбинированный способ выращивания молоди осетровых Н.И. Кожина и др. (1963). Эта технология предусматривала ежегодную заготовку осетровых производителей из промысловых уловов, гормональную стимуляцию созревания половых продуктов и кратковременное выращивание молоди в прудах (до массы 2-3 г) перед выпуском в естественные водоемы (Гербильский, 1972; Власов, 2004, 2005; Федосеева, 2004; Васильева, 2010). Однако эта технология осетрового хозяйства, как и предыдущая, не предусматривала сохранения производителей после получения половой продукции, так как искусственное воспроизводство полностью зависело от вылова производителей из естественных водоемов и только однократного их использования (Подушко, 1998; Пономарева и др., 2010; Судакова и др., 2016). В 90-е годы XX века под влиянием нарастающего антропогенного воздействия произошло ухудшение среды обитания рыб, что привело к резкому сокращению запасов осетровых. Так, если в 70–80-е годы прошлого века осетровыми рыбоводными заводами (ОРЗ) выпускалось ежегодно в море около 100 млн шт. молоди осетровых, то в 1995-1998 гг. их число сократилось до 56,2 - 67,1 млн экз. (Иванов, 2000). По данным этого же ученого, если улов осетровых в 80-е годы на Каспии составлял 25,6 тыс. тонн, то уже в 90-е годы он резко снизился и составил 7 тыс. тонн, а в 2000 г. еще меньше – всего 690 тонн (Иванов, Комарова, 2008). Снижение запасов, а также уменьшение количества и рыбоводного качества природных производителей остро поставили

перед искусственным воспроизводством вопрос об источнике стабильного получения икры для обеспечения ею осетрово-рыбоводных заводов (ОРЗ). Очевидным решением этого вопроса явилось формирование на осетрово-рыбоводных заводах ремонтно-маточных стад по аналогии с товарным осетроводством. На это момент уже существовали технологии получения молоди маточных стад, разработанные ВНИРО, ВНИИПРХ, КаспНИРХ при разведении некоторых осетровых (русского и сибирского осетров, стерляди и его гибрида – бестера и др.), которые отличались от традиционно используемых в искусственном воспроизводстве прижизненным получением икры, что позволило многократно использовать самок (Подушка, 1999; Бурцев, 1947, 1969). В худшем положении в эти годы оказались осетровые в водоемах Дагестана. Регулярные наблюдения, проводимые дагестанскими исследователями в низовьях Терека и Сулака, показали, что интенсивность миграции осетровых в реки Дагестана резко снизилась (Шихшабеков, 1968; Мусаев, 1974, 2000). Снижение запасов осетровых рыб в дагестанской части Каспия обусловлено рядом причин, главная из которых – зарегулирование стока Терека (Каргалинской и Терско - Кумской плотинами) и Сулака (каскады 4-х ГЭС) многочисленными плотинами, а за последние годы (после 90-х гг. прошлого века) еще и процветающим браконьерством – самым страшным злом для современной рыбной отрасли. По браконьерству Дагестан занимает ведущее место после Приморского края и считается также и центром «икорной мафии» (Шихшабеков и др., 2016). При сложившемся положении с каждым годом возрастает вероятность введения моратория на промышленный лов. Вопрос заготовки производителей осетровых путем отлова их в природных водоемах для прижизненного получения икры стал невозможным и нецелесообразным в создавшихся условиях. Самки осетровых рыб, выловленные из их естественной среды обитания, эксплуатируются на протяжении всей жизни добычей икры, а затем постепенно переводятся на потребление пищи и условия обитания, не характерные для них, после чего происходит процесс адаптации к содержанию в водоемах. Как известно, не все виды осетровых рыб успешно адаптируются к искусственным (прудовым) условиям содержания и кормления. Так, например, не выживают в новых условиях 55–60% севрюги, 25–30% русского

осетра, 10–15 % стерляди, а вот только 1–2% белуги не приживается к содержанию в прудах (Юсупова и др., 2016). Исследованиями установлено, что среди осетровых белуга обладает наиболее высокими адаптивными способностями и легко приспособливается к прудовым условиям (Бабушкин и др., 1964).

В целях сохранения уникального стада осетровых были приняты меры на государственном уровне. Так, в 1992 г. Президентом Российской Федерации подписано распоряжение «О мерах по охране осетровых Каспийского бассейна», и на этой основе разработана программа по восстановлению и сохранению осетровых. Эти долгосрочные планы рассчитаны на 20–25 лет. Но, по мнению ученых, существует более кратковременный, альтернативный путь для восстановления запасов осетровых, не требующий много времени и больших расходов - за счет развития товарного осетроводства. В 1998 г. ассоциацией «Дагрыба» совместно с Дагестанским филиалом «КаспНИРХ» разработана региональная отраслевая программа по развитию товарного осетроводства в Дагестане на 1998–2005 гг., которая была одобрена главным институтом по товарному осетроводству – ВНИИПРХ. Но эта программа в республике оказалась не очень успешной по различным причинам (Магомаев, Гимбатов, 2001).

Современные технологии товарного выращивания осетровых позволяют достичь многократного увеличения объема производства продукции за короткие сроки. Для развития товарного осетроводства в стране в 1994 году на базе Икрянинского осетрового рыбноводного завода был создан отраслевой научно-производственный центр "БИОС", который должен был производить и поставлять посадочный материал осетровых для дальнейшего выращивания в различных регионах России, в том числе и в Дагеста.

В создании товарного осетроводства большую роль сыграли российские ученые (Бэр, 1860; Бородин, 1885), которые положили ему начало в 1869 г., т.е. более 150 лет тому назад (Световидов, 1945; Державин, 1947; Берг, 1948;).

Основными объектами товарного разведения осетровых должны быть виды осетровых рыб, обладающие хорошими рыбноводными качествами и биологическими характеристиками, в том числе наибольшей скоростью роста,

выживаемостью, способностью эффективно потреблять искусственные корма, ускоренным созреванием и др. Известно, что к таким рыбам многие исследователи прежде всего относят стерлядь и гибриды (бестер, остер, стербел и др.), которые используются с целью получения за короткий срок в такой ценной продукции, как пищевая икра. Эта проблема стала особенно актуальна для Дагестана, располагающего необходимой ресурсной базой для развития осетроводства по всем направлениям рыбоводства - прудового, товарного, пастбищного, индустриального (Магомаев и др., 2001). Каждое направление товарного осетроводства имеет свою специфику, но эффективно развиваться оно может только во взаимодействии с другими направлениями, которые необходимо учитывать.

В Дагестане существует два осетровых рыбоводных заводов - Сулакский и Терский - с достаточно высокой проектной мощностью, которые могли бы обеспечить выращивание посадочного материала для товарных хозяйств республики, но работает только Сулакский и то не в полную мощность из-за многочисленных недостатков (Шайхулисламов и др., 2016).

Основным и пока еще единственным центром по товарному осетроводству в республике является ОАО «Широкольский рыбокомбинат» - полносистемное прудовое хозяйство, введенное в эксплуатацию в 1970 г. В те годы это было единственное передовое предприятие рыбной отрасли Дагестана, где были созданы и внедрены в производство новые и более эффективные ресурсосберегающие технологии.

В начале 80-х годов на комбинате впервые в стране проводилось выращивание рыбы по непрерывной технологии, где продуктивность достигла 51,8 ц/га. (Магомаев, 1989).

Производство прудовой рыбы составило около 2,0 тыс. тонн (Магомаев, 1989). Однако, по его данным, после распада рыбной отрасли, вызванным неудачно проведенными как в республике, так и в целом по стране экономическими и социальными реформами и переходом от плановой системы к рыночным принципам хозяйствования, произошел резкий спад объемов производства, и уже в 1994 г. на комбинате выращено всего 150 тонн прудовой

рыбы. Комбинат перешел на экстенсивный метод выращивания рыбы, на так называемое пастбищное рыбоводство, где рыбопродуктивность прудов не превышала 2-3 ц/га. (Магомаев и др. 2001).

В дальнейшем принимаемые меры не давали рыбоводного эффекта по известным причинам, происходившим в 90-е годы, поэтому было решено заниматься выращиванием высокоценных, деликатесных объектов, к которым относятся, в первую очередь, осетровые с использованием одного из индустриальных методов – бассейнового выращивания. Начиная с 1996 г. комбинат стал заниматься товарным осетроводством, причем по двум направлениям – выращивание товарной продукции и формирование маточного стада осетровых для получения пищевой черной икры.

По данным этих исследователей, в период с 2009 по 2012 гг. Широкольский рыбокомбинат достиг ежегодного производства более 50 тонн товарной осетровой продукции. Темпы производства товарной продукции и пищевой икры осетровых в данном комбинате с каждым годом стали расти. Так, в 2009 г. производство товарной продукции составило 25 тонн и икры 60 кг, а уже через 4 года (к 2012) эти показатели увеличились: товарная продукция выросла в 2 раза (53 т), пищевая икра в 18 раз – 1047 кг, но в дальнейшем эти показатели опять стали снижаться (Шайхулисламов и др., 2013, 2016).

Развитие товарного осетроводства в Дагестане может решить многие проблемы: экономические, социальные - и победить браконьерство. Но для обеспечения растущего населения республики ценными, экологически чистыми рыбопродуктами этого мало, так как производство рыбной продукции сильно отстает от потребности в ней. Для более чем 3-х миллионного населения Дагестана (а этот показатель с каждым годом увеличивается за счет высокой рождаемости и развития рекреационной отрасли) требуется ежегодное производство не менее 60 тыс. тонн рыбы и рыбной продукции (Шихшабеков и др., 2016).

Такого объема производства рыбной продукции можно добиться только в том случае, если удастся обеспечить функционирование не только существующих трех направлений развития товарного осетроводства: промышленного

осетроводства, основанного на интенсивных методах выращивания; выращивания осетровых в прудах в моно - и поликультуре; пастбищной аквакультуры - зарыбления озер, ильменей и водохранилищ молодью осетровых и травоядных рыб в поликультуре, но и развития новой для Дагестана отрасли – морской аквакультуры через организацию морских садовых хозяйств (Бугров, 1987, 2008).

Есть накопленный опыт астраханских ученых (Сокольский, 1999; Васильева, 2000) по совместному выращиванию осетровых в поликультуре с другими видами: белым амуром; белым и пестрым толстолобиками, которые не являются пищевыми конкурентами. Кроме того, растительноядные рыбы, уничтожая растительность, создают благоприятные экологические условия для осетровых рыб, а также повышают рыбопродуктивность самого пруда, где их выращивают. Есть также данные о совместном выращивании овощей и рыбы в замкнутых системах (Апостол и др., 1985).

Особенно большие перспективы в развитии товарного осетроводства в республике открываются с использованием геотермальных вод (Магомаев и др., 2012, 2017; Шайхулисламов и др., 2015). На территории Дагестана имеются многочисленные термальные источники с огромными запасами геотермальной воды, но, к сожалению, пока они в небольшом количестве используются только в тепличном хозяйстве и для обогрева жилья (Шихшабеков и др., 2009). Выращивание осетровых на термальной воде с температурой 18 – 20°C позволит сократить сроки созревания рыб в два раза. Термальное рыбоводство – это новое направление в рыбоводстве, которое должно успешно развиваться в Дагестане (Шихшабеков и др., 2016).

По данным инвентаризации водных ресурсов Дагестана за 1960 год, Дагестан располагает огромным потенциалом внутренних водоемов, которые представлены речными системами, естественными и искусственными водоемами, ирригационными системами и др. (Саидов, 1963). После 90-ых годов в водном режиме Дагестана произошли серьезные негативные изменения, поэтому считаем необходимым проводить инвентаризацию рыб хозяйственных водоемов (Шихшабеков, 2013).

Основные направления развития рыбоводства в республике должны идти по пути повышения продуктивности имеющихся прудовых площадей и строительства новых, а также использования для этих целей рисовых полей (под рисом было в прошлом занято более 25 тыс. га), ирригационных каналов (их около 60 тыс. км), пойменных озер (на площади 42 тыс. га), горных озер (500 га), прудов (4200 га), озер на равнине (3230 га), термальных источников (40–50 млн куб), источников ТЭЦ (70 – 80 тыс. м<sup>3</sup>), водохранилищ (6,7 тыс. га), морских побережий (536 км) и др. (Шихшабеков и др., 1989). Только при совместном развитии естественного и искусственного воспроизводства можно восстановить и сохранить запасы осетровых Каспия.

Для оценки изученности осетровых, их биологии и состояния их запасов в естественных водоемах Дагестана предлагается краткое сообщение в разделе: «Биология размножения осетровых в естественных водоемах Дагестанско-Каспийского региона». К сожалению, естественное воспроизводство осетровых Каспия в прошлом в какой-то мере обеспечивало и Дагестанскую часть Каспия, где расположены нерестовые реки Терек и Сулак, которые после 1957 г. зарегулированы гидросооружениями, закрывшими ход к нерестилищам и на нерест осетровых и лососевых рыб.

Гидросооружения не только препятствуют нерестовому ходу осетровых, но и вызывают сокращение пресноводного стока, который используется для орошения сельскохозяйственных земель.

#### **1.4.1. Выращивание рыб в УЗВ**

Современное население, вооруженное техническими средствами рыболовства и транспорта, не оставляет надежды на обеспечение населения живой рыбой из природных источников за счет естественного воспроизводства. Даже океан, с его некогда казавшимися безграничными просторами и неисчерпаемыми ресурсами, теперь ограничен в рыбных запасах. Аквакультура вносит значительный вклад в производство рыбы, особенно там, где есть значительные природные ресурсы, такие как во фьордах Норвегии или у берегов Чили. Ряд стран имеет благоприятный климат для аквакультуры, что позволяет

получать богатые урожаи в прудовых и садовых хозяйствах. Для жителей северных стран, где проживает промышленное население, и малорентабельных фермерских хозяйств аквакультура остается на низкотемпературных водоемах, энергетических объектах и в закрытых рыбоводных системах (Завьялов, 2001; Жигин, 2003, 2011; Федосеева, 2004; Васильева, 2010; Китаев, 2015).

В настоящее время наиболее технологически совершенным методом выращивания осетровых является выращивание этих рыб в установке с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Этот метод позволяет выращивать как товарную рыбу, так и посадочный материал в любом возрасте и в любых условиях. Введение данного метода на индустриальных предприятиях позволит в несколько раз увеличить объем выращивания посадочного материала осетровых практически одного цикла выращивания и обеспечить более рациональную эксплуатацию маточного стада (Мельченков и др., 2013). Полностью контролируемые условия в установке с замкнутым циклом водоснабжения позволяют за счет поддержания постоянных оптимальных температур воды, кислородного режима ускорить темпы роста товарной рыбы, увеличить навески выпускаемой молоди, обеспечить высокий процент выживаемости и выход рыбной продукции, сократить межнерестовый период производителей, что в свою очередь увеличивает сроки выращивания посадочного материала (Распопов, 2001; Матишов и др., 2007, 2011; Мирзоян, Степанова, 2013; Пономарева и др., 2013; Китаев, 2015). Закрытые рыбоводные заводы имеют сравнительно короткую историю, существуя с середины XX в. Они первоначально были разработаны в США для решения национальной программы по восстановлению численности естественных популяций форели в северо-западных штатах.

Позже этот опыт был использован в Соединенных Штатах для выращивания широкого спектра рыб и других водных объектов. Американский опыт изучался и осваивался в Западной Европе и СССР. Эти установки используют для выращивания осетровых, лососевых и сомов, угря и тиляпии. Тема использования замкнутых водных установок для целей рыбоводства воспринимается рыбоводами неоднозначно. Шкала расхождения мнений колеблется от негативного до оптимистического. Сдержанный оптимизм обычно выражают те специалисты,

которым удалось понять роль и место закрытых рыбоводных заводов в практике рыбоводства и получить желаемые результаты в процессе их применения. Использование закрытых рыбоводных заводов позволяет избежать сезонных колебаний температуры и неожиданных скачков расхода воды и температуры, что невозможно при выращивании в открытых рыбоводных хозяйствах. Как правило, разведение рыбы осуществляется на закрытых установках при оптимальной температуре. Для карпа, осетра и угря температура обычно устанавливается на +24°C, что обеспечивает 876 градусо-дней в течение всего года. Сроки получения товарной рыбы в таких установках значительно сокращаются. Так, в закрытых установках в течение 365 дней они получают осетра массой 1 кг (табл.1).

Таблица 1 - Выращивание стерляди в открытых рыбных хозяйствах, Нальчикское, и УЗВ «Аквакомплекс» ДГУ (Привезенцев, Власов, 2004)

Показатели	Открытое рыбное хоз-во (Нальчикское).	УЗВ «Аквакомплекс» ДГУ
Возраст наступления половозрелости, лет:		
самцы	6-8	3,5
самки	1-12	4,5
Среднегодовой прирост, кг:	3-5	2,5
Среднее количество икринок у самки, тыс. шт.:	17	до 45
Выживаемость	3%	не менее 25%
Период повторного созревания, лет:	3-4	1

Использование закрытых рыбоводных комплексов также позволяет интенсифицировать товарное рыбоводство в установках с естественной температурой воды. При этом закрытые установки используются для получения в них посадочного материала значительных размеров, превышающих размеры рыб, полученных при естественной температуре воды. В этом случае посадочный материал получается не только нужного размера, но и более высокого качества, так как исключаются природные факторы, негативно влияющие на ростовой потенциал посадочного материала. К ним относятся

перепады температур, высокие и низкие температуры, скачок концентрации кислорода в воде и низкая концентрация. Кроме того, на качество культивируемого посадочного материала влияют такие факторы, как концентрация кормовых объектов, мутность воды, наличие патогенной микрофлоры, освещенность и другие факторы.

Заготовка с более крупным и качественным материалом уменьшает отходы рыбы в процессе выращивания, обеспечивает большую массу товарной рыбы и снижает затраты корма на единицу веса выращиваемой рыбы. Использование закрытых установок на заводах по воспроизводству молоди рыб, выпущенной на корм в естественные водоемы, положительно сказывается на эффективности процесса – увеличивается процент возврата половозрелых рыб.

Вторым по значимости фактором интенсификации является доступность кислорода для рыб. Потребность рыб в кислороде возрастает с повышением температуры воды, увеличением потребления корма и увеличением двигательной активности. В закрытых установках, как правило, для насыщения воды кислородом используется технический газообразный кислород, который поступает в воду с помощью специальных устройств-оксигенаторов. Использование этого метода удовлетворяет потребность рыб в кислороде и компенсирует потребление кислорода микрофлорой биологических фильтров.

При выращивании в закрытых установках все технологические параметры (кондиционирование воды, подкормка, контроль и др.) осуществляются с помощью автоматизированных устройств, действие которых может быть запрограммировано. Влияние природных факторов на ход технологического процесса становится минимальным. Для регионов России, расположенных к северу от первой зоны рыбоводства, использование закрытых установок часто является единственным вариантом. Альтернативой является только разведение рыбы на воде горячих артезианских скважин. Постоянный контроль за условиями выращивания рыбы позволяет снизить отход молоди на всех этапах выращивания, что обеспечивает увеличение выхода выпускаемой молоди с единицы площади посадки.

Сокращение экономических затрат в этих установках происходит, прежде всего, за счет увеличения выхода рыбной продукции с единицы площади. Кроме этого, применение специализированных кормов с низким кормовым коэффициентом и контроль за поедаемостью приводит к снижению затрат корма на единицу прироста массы, а, следовательно, и к снижению себестоимости производимой продукции рыб в несколько раз.

Установлено, что при выращивании сеголеток стерляди от трехдневной личинки в регулируемых условиях средний вес молоди в 2-3 г достигается уже через один месяц содержания, а процент отхода при этом составляет не более 25-30% от общего количества посадочного материала (Мирзоян, Степанова, 2013). Это говорит об актуальности применения высокоинтенсивных технологий при искусственном воспроизводстве, особенно таких ценных видов рыб, как осетровые.

Для решения актуальной проблемы сохранения, восстановления и преумножения запасов осетровых рыб Каспия и развития товарного осетроводства Дагестана необходимы исследования и разработка мероприятий, направленных на решение данной проблемы.

Представленная работа посвящена изучению наиболее интенсивного метода для выращивания сеголеток стерляди с использованием установки с замкнутым циклом водоснабжения, применяемого впервые в условиях Дагестана.

Подробная характеристика устройства УЗВ, использованного нами, дана в разделе 2.1. данной работы.

#### **1.4.2. Водообмен в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ)**

Водообмен – совокупность физических процессов, приводящих к изменению воды в водном объекте, замещению одних водных масс, находящихся в нем, другими водными массами (с различными свойствами), поступающими в него из соседних объектов (Стеффенс, 1985; Киселев, Проскуренко, 1997; Киселев, 1999; Завьялов, 2001; Жигин, 2003, 2011; Матишов и др., 2006; Бубунец и др., 2010, 2011; Пономарева и др., 2010).

Водообмен в установках замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ) рассматривается как скорость прохождения полного цикла воды в системе жизнеобеспечения обитателей, т. е. период времени, в течение которого насос будет осуществлять полную откачку воды из среды обитания через систему фильтрации (Проскуренок, 2003). Скорость водообмена в УЗВ в расчетах стараются обеспечить в диапазоне от 1 до 4, это связано с гидрохимией воды (Завьялов, 2001; Проскуренок, 2003; Жигин, 2003, 2011). Когда скорость обмена воды меньше единицы, вредные элементы (аммоний, нитраты, нитриты и др.) имеют высокую скорость накопления в системе, что приводит к гибели обитателей УЗВ; при высоких значениях величины водообмена в замкнутой системе вода циркулирует в системе, вызывая только негативные явления: повышенный расход энергии и перемешивание взвешенных частиц. Потребление энергии и перемешивание взвешенных частиц, которые не выпадают в осадок, влияют на себестоимость производства. Поэтому при проектировании и эксплуатации УЗВ необходимо придерживаться правила "золотой середины" (Завьялов, 2001; Проскуренок, 2003; Жигин, 2003, 2011; Бубунец и др., 2010, 2011).

Рассмотрим неблагоприятные последствия, связанные с высоким потреблением воды в резервуарах с водными организмами. Высокий расход жидкости отрицательно сказывается как на аквариуме с рыбами, так и, например, на крабах или лангустах в промышленных системах. Увеличенный поток заставляет обитателей сопротивляться потоку жидкости, в результате биохимические реакции в тканях ускоряются, что приводит к увеличению расхода энергии. При недостатке белкового корма обитатели истощаются и погибают (Пономарева и др., 2010; Сафронов, 2016).

А в промышленных системах передержки с высоким расходом воды со временем происходит снижение массы и ослабление гидробионтов, что приводит к сокращению времени выживания в неестественной для них среде. Высокое значение водообмена в системе фильтрации также оказывает негативное влияние на протекание процессов очистки: механический фильтр с высоким расходом жидкости снижает эффективность из-за турбулентности, взвешенные

частицы перемешиваются и требуют механической очистки фильтра с меньшим диаметром отверстия (Проскуренок, 2003; Жигин, 2006, 2011). Химический фильтр сокращает время контакта очищаемой подложки с нежелательными элементами. В биологическом фильтре расход жидкости является наиболее важной величиной: он составляет 4 литра в секунду на 1 квадратный метр поверхности очищаемого субстрата. При высоких скоростях промывки поверхности субстрата поток воды не позволяет колонии бактерий утвердиться, и, как следствие, на достаточно большой площади поверхности образуется скудная колония бактерий.

Низкая скорость водообмена еще более отрицательно сказывается на протекании жизнеобеспечивающих процессов: отсутствие турбулентности в потоке непосредственно в местах обитания водных организмов приводит к образованию застойных зон, в которых накапливаются вредные элементы; в таких зонах отсутствует растворенный кислород и концентрация аммиачных нитратов и нитритов превышает допустимую концентрацию; низкая скорость промывки поверхности субстрата приводит к недостатку пищи для аэробных бактерий и минимуму численности популяции; снижается содержание растворенного кислорода в воде; при дыхании рыбы содержание углекислого газа в воде увеличивается, при этом изменяется водородный показатель (рН) воды в сторону кислотности (Киселев, Проскуренок 1997; Жигин, 2006, 2011; Бубунец, Шишанова, 2011).

### **1.5. Биология воспроизводства осетровых рыб в естественных водоемах Дагестанско-Каспийского региона**

Изучив рыб Каспийского моря, известный русский ученый А.А. Шорыгин (1952) написал, что осетровые дают, в единицу времени, наибольший прирост, поэтому он поддержал идею превращения Каспийского моря в водоем с преобладанием осетровых: "Если человек не вмешается решительно в условия воспроизводства рыб, стимулируя воспроизводство одних и подавляя теми или иными мерами воспроизводство других, то Каспийское море имеет много шансов превратиться преимущественно в бычково-килевое море." Так и получилось.

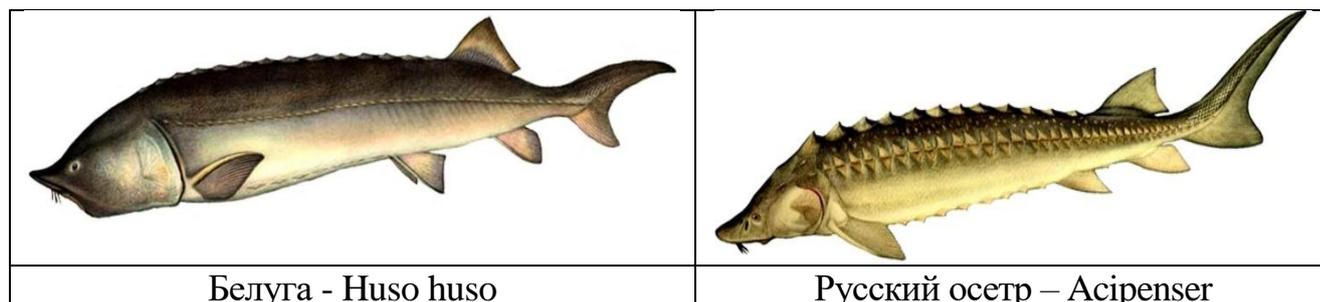
Именно запасы бычков и килек с каждым годом увеличивается, а запасы осетровых сокращаются (Иванов, 2004; Кокоза, 2004; Ходоровская и др., 2012).

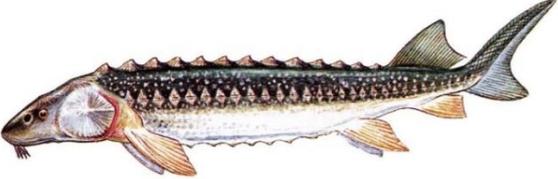
Каспийское море является уникальным водоемом, где все еще сохранились небольшие запасы таких высокоценных видов рыб, как осетровые.

Однако последние 50–60 лет вызывает серьезную озабоченность их будущее. Изменения в бассейне Каспийского моря серьезно сказались также на акватории средней части Западного Каспия, прилегающей к Дагестану. Этот район, протяженность береговой линии которого составляет более 530 км, играет очень важную роль в биологической продуктивности моря. Огромные площади нерестилищ осетровых располагались на Тереке и Сулаке.

Из осетровых в Дагестанской части Каспия встречается около шести видов рыб (рис. 1), из которых севрюга, осетр (русский и персидский) и белуга имели в прошлом промысловое значение, а шип и стерлядь в промысловых уловах встречались редко, а их численность с каждым годом стала сокращаться (Демин, 1963; Мусаев, 2000; Мохов, 1992; и др.). В связи с угрозой полного исчезновения, еще в 60-е годы прошлого века на их вылов был объявлен запрет. В настоящее время стерлядь и шип занесены в Красную книгу РФ, МСОП и Дагестана, а лов остальных видов осетровых запрещен.

Искусственное разведение осетровых рыб в настоящее время в республике становится высокоразвитой отраслью рыбоводства, это так называемое товарное осетроводство. Впервые в мире искусственное разведение осетровых рыб осуществил в 1869 г. отечественный ученый Ф. В. Овсянников (1870). Однако следует отметить, что дореволюционный период, или **первый этап** развития осетроводства, характеризуется проведением мероприятий, небольших по своим масштабам, разрозненных и не имеющих большого значения для промышленного воспроизводства запасов осетровых рыб.



<i>(Linnaeus, 1758)</i>	<i>gueldenstaedtii (Brandt, 1833)</i>
	
Персидский осетр – <i>Acipenser persicus</i> <i>(Borodin, 1897)</i>	Севрюга – <i>Acipenser stellatus (Pallas, 1771)</i>
	
Шип – <i>Acipenser nudiiventris</i> <i>(Lovetsry, 1828)</i>	Стерлядь – <i>Acipenser ruthenus</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>
	
Бестер - ( <i>Huso huso</i> × <i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758)) гибрид белуги со стерлядью	

**Рисунок 1.** – Осетровые рыбы, встречающиеся в водоемах дагестанской части Каспия (Чебанов, Галич, 2011)

**Второй этап** развития осетроводства в нашей стране (1917–1923 гг.) отличается от первого тем, что опытные работы по осетроводству, несмотря на очень тяжелые условия, ведутся систематически, хотя и в небольших масштабах: ежегодно в Волгу выпускалось до 150 тыс. личинок.

**На третьем этапе** (1923–1937 гг.) искусственное разведение осетровых рыб приобретает производственные масштабы. Разведением осетровых стали заниматься с использованием аппаратов Чаликова и Сес-Грина. Выпуск личинок был доведен до 1 миллиона.

**Четвертый период** развития осетроводства в нашей стране продолжался с 1938 по 1951 гг. С этого времени и были начаты широкомасштабные научно – исследовательские работы во всех звеньях технологического процесса разведения осетровых – начиная от получения зрелых половых продуктов, инкубации икры, выращивания молоди и заканчивая их заселением и доведением до товарной массы.

Хотя совершенствование биотехники имело серьезное значение в воспроизводстве запасов осетровых, однако для того чтобы решить поставленную перед осетроводами задачу, нужно было выполнить обширную программу строительства и реконструкции осетровых заводов. Такая работа была проведена и в Дагестане в 1967–1968 гг., когда были построены Сулакский и Самурский рыбозаводы общей мощностью 6 млн мальков, а в последующем еще два завода – Терский и Приморский (Мохов и др., 1992). Общая проектная мощность всех рыбозаводов составила более 33 млн молоди осетровых, кутума, рыбца и растительноядных рыб.

Увеличение численности и расширение ареала осетровых основываются на природных свойствах этих древних рыб. Адаптационные особенности сделали их конкурентоспособными с костистыми рыбами в течение долгих палеонтологических периодов и существование их в наши дни, несмотря на сильное влияние промысла, возрастающие масштабы нарушения путей их миграции и условий нереста. Эти наследственные приспособления – филогенетические адаптации – образуют присущую каждому виду систему видовых адаптаций, изучение которых является основой теории биологического процесса осетровых и вместе с тем основой практических мероприятий ведения осетрового хозяйства.

Теория биологического процесса вида А. Н. Северцова, в дальнейшем более глубоко разработанная крупнейшим отечественным ученым Н. Л. Гербильским на примере осетровых, в настоящее время является научной основой осетрового хозяйства. Он, в частности, подчеркивал (Гербильский, 1962, 1965) необходимость всестороннего и глубокого изучения осетровых, чрезвычайно интересной группы рыб, очень ценных как в пищевом, так и промысловом отношении, весьма перспективных объектов искусственного разведения и акклиматизации.

Осетровые рыбы в северо - западной части Среднего Каспия мало изучены. Первые сведения о них в р. Терек приведены Бэрмом (1860). Позднее И.Д. Кузнецов (1898) дает подробный анализ промыслово-статических данных о лове осетровых в Тереке, а также проводит наблюдения за сроками хода и нереста

севрюги. Н.А. Дмитриев (1929) характеризует состояние промысла осетровых в низовьях Терека в начале 20-го столетия и указывает причины снижения их запасов. В 1947 г. А.Н. Державин опубликовал монографию по воспроизводству запасов осетровых рыб у берегов Дагестана. Д.З. Демин (1937–1947) приводит данные о сроках миграции, нереста осетровых в Аграханском заливе. По литературным данным (Дмитриев, 1929; Гербильский, 1957; Демин, 1969), осетр и севрюга, совершая анадромные миграции по Аграханскому заливу, прежде чем попасть в коренное русло Терека через Аликазган, заходили в Нижне-Терские озера, долго оставались в них, а севрюга даже нерестилась в этих условиях.

После 50-х годов XX века в связи с широким размахом ирригационных работ в Притерской низменности и падением уровня Каспийского моря (до 1978 года) произошли значительные изменения, приведшие к значительному осушению и полной развязке Нижне-терских озерных систем и резкому сокращению объема стока воды из реки Терек через Аликазган в Аграханский залив. Все произошедшие многочисленные изменения не могли не повлиять отрицательно особенно на осетровые, у которых около 3 километров миграционного пути проходит по Аграханскому заливу. Перекрытие в 1957 г. русла Терека Каргалинской (на 110 км выше его устья), а чуть позже Павлодарской (Моздокской) плотиной отрезало путь осетровым к расположенным выше нерестилищам. В дальнейшем здесь произошли еще более глубокие изменения, приведшие к частичной потере Аграханского залива (Шихшабеков, 1974, 1969; Шихшабеков и др., 2016). Естественно, имевшиеся скудные данные об осетровых рыбах Терека были недостаточны для полного представления об их биологии. Возникла необходимость всесторонне изучить состояние естественного производства Каспийско-Терских популяций осетровых (осетра, севрюги, щип, стерлядь и белуги) и их реакцию на новые условия, чтобы на основе полученных данных разработать биологические обоснования их промышленного разведения в Притерском районе Каспия. Размножение и состояние нерестовых популяций осетровых после происшедших изменений в экологическом режиме этих водоемов изучены М.И. Амирхановым (1969, 1971, 1972, 1970); П.Г. Мусаевым и др. (1972, 2000). Гистологические исследования половых желез осетровых

(осетра, севрюга, стерлядь и белуга) проводились М.М. Шихшабековым вместе с М.И. Амирхановым в 1966–1969 гг.

В настоящее время в рыбном хозяйстве Дагестана некоторые из осетровых используются для получения гибридной формы при скрещивании белуги со стерлядью - бестера, для товарного производства. Получены гибриды и в других сочетаниях (белуга × стерлядь; стерлядь × белуга; осетр × стерлядь).

### **1.5.1. Севрюга – *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771)**

Нерестовый ход севрюги в реке Терек начинается во второй половине марта, иногда и в первых числах апреля при температуре воды 5 - 6 °С и прекращается в октябре при 7–8°С (Амирханов, 1971). В этот период наблюдаются два максимума хода – весенний, более мощный, и осенний – слабо выраженный. Разгар миграции был отмечен в мае, при температуре воды 17–19°С. Нерестовая популяция севрюги была представлена особями длиной 97–118 см. Основная масса самок имела длину от 130 до 169 см, а самцов – 110–139 см. Масса самок колебалась от 4,5 до 22 кг, самцов – от 2 до 12 кг. Средняя масса самок и самцов была равна 8,9 кг, а по данным Демина (1963), в 1947 г. этот показатель был равен 6,3 кг. У севрюги Терека размерно-весовые показатели значительно ниже, чем у севрюги Волги (Павлов, 1964; Шубина, 1967; Хорошко, 1972), но выше, чем у куринской севрюги (Садов, 1958; Гербильский, 1960).

Половой состав нерестовой популяции севрюги реки Терек отличался неравномерным изменением количественного соотношения самок и самцов. В начале хода (в марте – апреле) на нерест мигрировали исключительно самцы, а самки появлялись через месяц. К периоду массового хода количество самок становилось больше самцов, а при осеннем ходе, наоборот, увеличивалось количество самцов (Амирханов, 1969; Шихшабеков, 2005).

Абсолютная плодовитость колебалась от 73 до 432 тыс. икринок, или в среднем – 210 тыс. шт. Минимальная плодовитость наблюдалась у самки длиной 107 см и массой 4,8 кг, а максимальная – при длине 188 см и массе 22 кг. Нерестовая популяция севрюги отличалась высокой зрелостью половых желез. В весенне – летний период гонады у большинства самок находились в IV

стадии зрелости (рисунок 2а, б, в). Коэффициент зрелости самок колебался от 13 до 28%, а самцов – от 1,6 до 11%. У производителей севрюги весеннее - летнего хода икринки легко отделялись от стромы яичника, а из семенников при легком надавливании выделялась сперма. На срезе яичника отчетливо выражена поляризация ооцитов; крупное овальное ядро лежит в области мелкозернистого желтка, в непосредственной близости к оболочкам икринки, напротив микропилы.

У самцов сперматогенез полностью завершен: ампулы семенников наполнены сформированными сперматозоидами; по стенкам ампул разбросаны отдельные сперматогонии (рис. 2а).

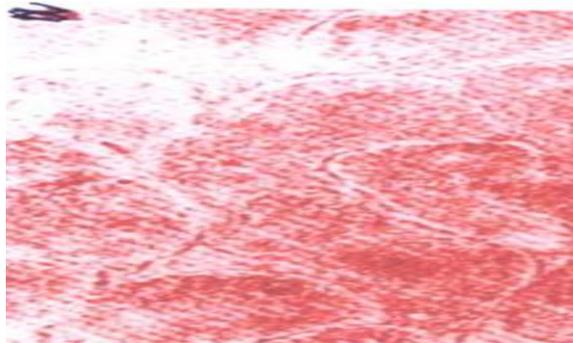


Рисунок 2а. – Семенники в IV стадии зрелости (Севрюга – *Acipenser stellatus* (Pallas,1771))

Производители севрюги, мигрирующие в р. Терек в сентябре, в противоположность весеннее - летнему ходу отличались высокой упитанностью и незрелыми, далекими от нерестового состояния гонадами. Коэффициент зрелости составлял 13%. Гистологическое изучение препаратов яичников показывает, что вегетативный и анимальный полюса в икринке еще не выражены. Небольшого размера ядро, окруженное среднезернистым желтком, расположено в центре ооцита. По периферии ядра имеется большое количество ядрышек. В семенниках происходит интенсивный сперматогенез, однако зрелых сперматозоидов еще мало. Преобладающими половыми клетками являются сперматоциты и сперматиды. Семенники находятся в IV стадии зрелости.

Судя по срокам ската отнерестившихся самок и возрасту покатной молоди, нерест севрюги происходил в мае - июле при температуре воды 15-25

С. Массовое икрометание происходило в конце июня при температуре воды 22-24<sup>0</sup>С и совпадало с началом летних паводков. Массовый посленерестовый скат самок севрюги начинался во второй половине июня, а самцов - в июле. В яичниках покатных самок в одних случаях находилась свежая остаточная икра, а в других - отмечалась резорбция ооцитов (рисунок 2б). Потеря общей массы рыб от момента захода их в реку Терек до ската в море составляла у самок 18,8 – 44 %, у самцов - 9 – 34 %, а в среднем соответственно - 30,8 и 21 % (Амирханов,1969). Подобная картина у севрюги в реке Волги отмечена А. В. Павловым (1963) и Т. Н. Шубиной (1967). По завершении резорбционного процесса яичники севрюги переходят во вторую стадию. На срезе яичника видны многочисленные овоциты периода протоплазматического роста (рис. 2в).

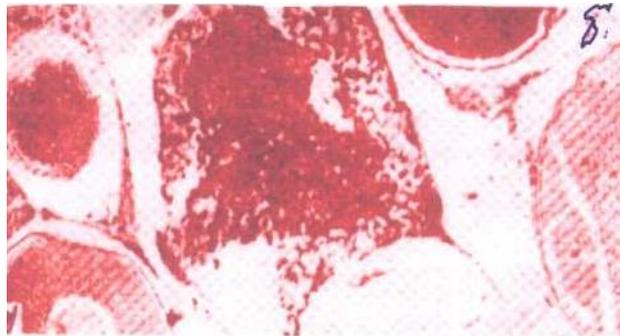


Рисунок 2б. – Яичник севрюги (*Acipenser stellatus* (Pallas,1771) после нереста, видна резорбция икры



Рисунок 2в – Яичник II стадии зрелости (Севрюга – *Acipenser stellatus* (Pallas,1771))

Различное состояние яичников у севрюги во время ската и разная степень истощенности покатных самок являются косвенным доказательством неодинаковой удаленности нерестилищ от устья реки. Анализ состояния

половых продуктов производителей севрюги подтвердили также предоставленную Д. З. Деминым (1927) еще 20-е годы прошлого столетия информацию о наличии в Тереке трех биологических групп этой рыбы.

### 1.5.2. Русский осетр – *Acipenser guldenstadtii* (Brandt, 1833)

Нерестовый ход осетра в Тереке (у Каргалинской плотины) обычно наблюдается с марта по октябрь при температуре воды 6 - 25 °С. Его интенсивная миграция приходится с июня по август - во время летнего половодья. Размеры половозрелых самок и самцов колеблются от 107 до 186 см, масса – от 6,9 до 38,9 кг. Возраст половозрелых самцов от 10 до 21 года, самок – 14 - 30 лет. Наибольший коэффициент зрелости наблюдается у осетра весеннего хода и составляет от 6,3 до 31,3 %. (Амирханов, 1970, 1972).

Плодовитость осетра составляла в среднем 120 тыс. шт. с колебаниями от 56 до 173 тыс. икринок. На гистологических препаратах, изготовленных из яичников осетра ранневесеннего хода, поляризация ооцита завершена. Ядро большого размера и целиком расположено в зоне мелкозернистого желтка (Шихшабеков, 1970; Амирханов, 1971). В семенниках сперматогенез завершен, из ампул часть вышла в семявыносящие протоки. В ампулах видны покоящиеся спермогонии. Проходит фаза слияния ампул (рис. 3).

Производители осетра, входящие в реку Терек в июне – июле, в противоположность осетрам ранневесеннего хода далеки от созревания. Икра преимущественно жировая, а ооциты не достигли дефинитивных размеров. Коэффициент зрелости составлял 6,3–18,8%, вес одной икринки колебался от 7 до 16 мг. Абсолютная плодовитость – 196 тыс. шт. (Мусаев и др., 1972).

Изучение гистологических препаратов из яичников наиболее типичных для осетра летнего хода показывает, что поляризация ооцитов очень слабо выражена. Ядро с постепенно расположенными ядрышками незначительно сдвинуто от центра икринки. В семенниках идет интенсивный сперматогенез. Доминирующее положение среди половых клеток занимают сперматоциты (рис. 3б). На гистологических препаратах из яичников осетра осеннего хода видно, что желток дифференцирован на разноразмерные зоны. Поляризация

ооцита еще не закончена. Ядро расположено на границе среднезернистого и мелкозернистого желтка. Гистологическая структура семенников осетра осеннего хода по сравнению с осетром летнего хода изменилась незначительно. Разница состоит в том, что у самцов осеннего хода в семенных ампулах имеется больше сформированных спермий, чем у производителей в июне – июле. Таким образом, следует отметить, что половые железы у осетров, входящих на нерест в р. Терек, находятся на разных стадиях зрелости. Судя по стадиям зрелости гонад, осетр ранневесеннего хода размножается после захода в Терек в его нижнем течении при температуре воды 16–18<sup>0</sup>С.

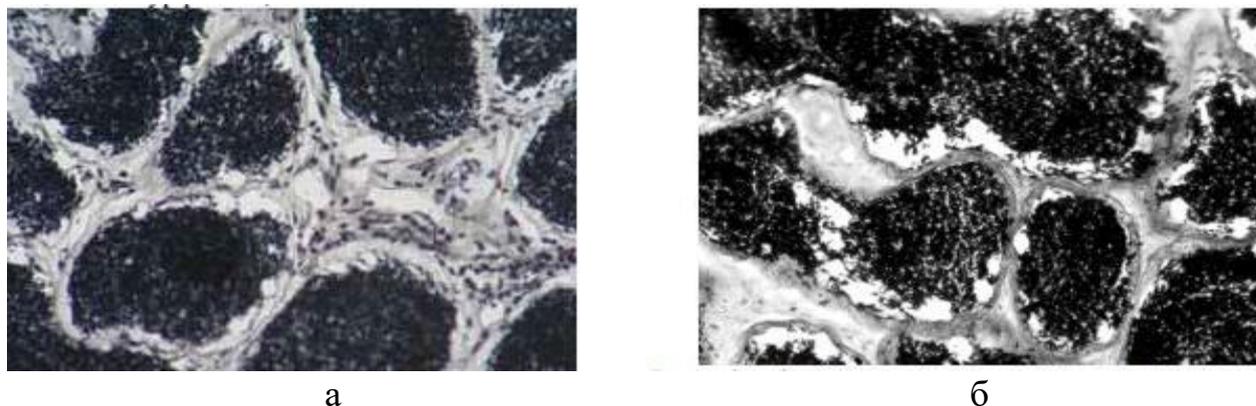


Рисунок 3. – Гистологическое строение гонад (русский осетр – *Acipenser guldenstadtii* (Brandt, 1833)) (Амирханов, 1972): а) семенник осетра в стадии зрелости III - IV; б) семенник осетра в IV стадии зрелости.

Основная часть осетра летнего хода поднимается высоко вверх по р. Терек и нерестится ранней весной следующего года при температуре воды 9–13<sup>0</sup>С. В условиях реки Терек с умеренным термическим режимом воды производители осетра, входящие в него летом, находятся на III – IV стадии зрелости (рис. 3а). Видимо, они успевают отнереститься в том же году, а осетры осеннего хода зимуют и размножаются ранней весной следующего года. (Шихшабеков, 2005).

Еще в начале 60-х годов 20-го столетия, по данным работников центральной лаборатории Главрыбвод в Терек заходят две биологические группы осетра – поздняя яровая и озимая. По их данным, в августе – в сентябре отлавливались особи осетра с IV стадией гонад (рис. 3б). У самцов гонады белого цвета, жира почти нет, на разрезе выделяются капельки молока. У самок ооциты достигли конечных размеров, навеска икры – 36–67 шт./г. По признакам

они считают, что это осетр поздней яровой биологической группы, который должен нереститься в данном году, так как в момент поимки его у плотины он находился в преднерестовом состоянии.

Многие осетровые рыбы имеют озимые и яровые расы. Наличие яровых и озимых рас у проходных рыб обеспечивает наиболее полное использование нерестилищ. Яровые входят в реки зимой и размножаются в ближайшую весну. Обычно рыбы этой расы нерестятся ближе к низовьям рек.

Рыбы озимой расы входят в реки летом и осенью зимуют там, размножаются на следующий год.

Нерестятся они гораздо выше по течению рек, чем яровые рыбы. При входе в реки половые продукты осетровых рыб далеки от созревания. Окончательно они созревают в период движения вверх против течения.

### 1.5.3. Белуга – *Huso huso* (Linnaeus, 1758)

Белуга – типичная проходная рыба. После рождения и ската в реку в раннем возрасте, она проводит остаток своей жизни в море до половой зрелости. В р. Терек белуга встречается редко. Белуга является самой крупной рыбой Каспия. Длина половозрелых рыб, мигрирующих для нереста в реки Каспия, сильно варьируется. Белуга в северо-западной части Среднего Каспия недостаточно изучена (Шихшабеков, 1969). Эффективность размножения белуги, некоторые ее биологические особенности (гаметогенез, половые циклы и экология нереста) до настоящего времени изучены мало. Некоторые данные о репродуктивной способности белуги в северной части (Волго-Каспийский регион) имеются в работах Л.Е. Анохиной (1969), В.М. Распопова (1987, 2007) и др. В приустьевых частях рыбоходного канала № 3, соединяющего озеро с морем, в годы наших исследований (1965 – 1970 гг.) часто попадались самки белуги, которые стремились к озеру, но из-за шлюза они не могли подниматься выше. Средняя масса одной из самок, пойманной 27-го апреля 1968 года была 144 кг. Яичники были в IV стадии зрелости, вес яичников – 14 кг, коэффициент зрелости – 9.72 (Шихшабеков, 1968).

Индивидуальная абсолютная плодовитость белуги, по данным В.П. Распопова (1985) и М.М. Шихшабекова (1968), колеблется от 150 до 3915,3 тыс. икринок. Абсолютная плодовитость белуги, как и у других видов рыб, возрастает с увеличением ее длины и массы и зависит также от возраста, упитанности и показателя зрелости (Амирханов, 1972). Так, при длине самки от 190 до 200 см плодовитость колеблется от 178 до 496 тыс. икринок. В дальнейшем с увеличением длины тела увеличивается и плодовитость. При максимальной длине самки белуги 360–380 см плодовитость составляет 1600–1934 тыс. икринок, т.е. с увеличением длины в два раза плодовитость увеличивается более чем в 8,6 раза. Известно, что у многих видов рыб связь абсолютной плодовитости с массой тела выше, чем с возрастом и длиной (Никольский, 1965).

Так, при массе тела 100–110 кг плодовитость составила от 420 до 806 тыс. икринок, т.е. с увеличением массы тела в три раза плодовитость увеличилась более чем в 10 раз (Распопов, 1987). Такая же тесная коррелятивная связь абсолютной плодовитости с возрастом отмечена и у белуги (Распопов, 1987). В возрасте 20 - 25 лет абсолютная плодовитость белуги составляет от 294 до 1020 тыс. икринок, а в возрасте 30–40 лет 627–1800 тыс. икринок. Коэффициенты вариации абсолютной плодовитости у белуги с увеличением возраста, массы и длины снижаются (Распопов, 1981).

Анализ зависимости относительной плодовитости белуги от длины (промысловой длины), веса и возраста рыбы показывает, что такой зависимости нет. Установлено, что относительная плодовитость белуги с увеличением массы сначала уменьшается, а затем незначительно возрастает и колеблется от 2750 до 10500 шт. икринок на 1 кг массы (Распопов, 1981; 2001). В настоящее время запасы белуги сильно уменьшены в результате отсутствия условий для размножения, интенсивного промысла и особенно браконьерства, поэтому имеющиеся запасы их поддерживаются за счет заводского воспроизводства (Хорошко, 1972).

Эффективность естественного воспроизводства осетровых, в том числе и белуги определяется прежде всего водностью рек, качеством и объемом

пропуска производителей и многими другими экологическими условиями. В условиях зарегулированного стока Волги, Терека, Сулака и других, куда заходили на нерест осетровые, масштабы естественного воспроизводства по личинкам и икре в среднем находились на уровне около 8.5 тыс. ц в год (Власенко и др., 1981).

Современная стратегия разведения осетровых в Каспийском море предусматривает сохранение естественного воспроизводства и, следовательно, возникает необходимость стабилизации прохождения производителей, что позволит сохранить нерестовый запас белуги и неоднородность ее нерестовой популяции (Иванов и др., 2000).

#### 1.5.4. Стерлядь - *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758)

Исследования осетровых в России и за рубежом показали, что эта группа рыб характеризуется высокой адаптивной пластичностью, в результате ослабления факторов, ограничивающих их численность, они способны восстанавливать и увеличивать ее (Казанский, 1975).

Одним из основных путей развития осетроводства в настоящее время, наряду с реконструкцией и увеличением численности отдельных популяций, является также широкое развертывание товарного выращивания и создание полного цикла осетровых хозяйств различного технологического типа (прудовых, садковых, промышленных).

Среди видов осетровых наибольший практический интерес представляет стерлядь (*Asirepser ruthenus*), которая встречается в огромном ареале (от Дуная до Ангары) и представлена многочисленными популяциями, различающимися по своей экологии и морфологии. История развития стерляди начинается в XVIII веке (Зеленский, 1887). Этот вид является традиционным и давним объектом прудового разведения, которому впервые удалось получить потомство от производителей, выращенных в садках, установленных в водоемах, а позже икра и молодь рыбы были получены из рыбы, содержащейся в термальном водном хозяйстве на ГРЭС, что открывает большие перспективы использования этого ценнейшего вида в промышленном осетроводстве Дагестана.

Стерлядь – самый маленький и единственный пресноводный вид рода *Acipenser* с характерными морфологическими признаками. Стерлядь - типичная пресноводная рыба, но крупная полупроходная форма встречается и в бассейнах Волги (Берг, 1948). У стерляди известны также яровые и озимые расы, и по форме рыла - тупорылая и острорылая. По типу икрометания - единовременно нерестующая, при температуре 15–20°C. Стерлядь в водоемах северо-западной части (Дагестанского района) Каспия промыслового значения не имела в прошлом, а в настоящее время она вообще не встречается. В редких случаях единичные экземпляры встречались в контрольных уловах на реке Терек, вблизи Каргалинского шлюза, а иногда и выше, на расстоянии более 300 км от устья реки, поэтому их можно отнести к тем реофильным видам, основные местообитания которых располагались выше Каргалинской плотины (Шихшабеков, 1968). В Тереке стерлядь была распространена до гидростроительства, почти на всем протяжении реки поднимаясь выше Моздока (Демин, 1947). В настоящее время она не заходит выше Каргалинской плотины, так как вода притоков (особенно Сунна) чрезвычайно загрязнена промышленными стоками. Имеются некоторые сведения о размерах и возрасте терской стерляди. По данным Д.З. Демина (1947), в русле до гидростроительства ловилась мелкая стерлядь длиной 20–52 см, массой 200 – 400 г и единичные экземпляры до 2 кг. Самки были в возрасте от 3 до 11 лет длиной 16–56.6 см, массой 3290–4200 г. У терской стерляди половая зрелость наступает в возрасте 5–6 лет, у некоторых особей и позже – 6–8 лет. У Дунайской стерляди половая зрелость наступает в возрасте 2–3 года (Амброз, 1956).

Анализ гистологического материала половых желез самок в возрасте 4 - 5 лет показал, что их яичники весной (апрель - май) находятся во II стадии зрелости, а ооциты представлены на разных фазах протоплазматического (малого) роста. У самок в 5 лет яичники переходят во II (жировую) стадию зрелости. Наименьший возраст самок, в яичниках которых начался процесс трофоплазматического роста (фаза вакуолизации), был 6 лет при массе 1880 г

(Демин, 1963). Весной встречаются 4-летние самцы с текущими половыми продуктами. Они имели длину 43–45 см и массу 480–590 г. (Демин, 1963).

При сравнении размеров и возраста Терской, Дунайской и Волжской стерляди меньше возрастных групп в Дунае – до 9 лет (Амброз, 1972), Тереке – до 11 лет (Амирханов, 1970), в Волге – до 17 лет (Серебрякова, 1964), в Куйбышевском водохранилище – до 27 лет (Кузнецов, Лукин, 1979, 1981).

В то же время рост стерляди в реке Терек намного интенсивнее, так как при меньшем возрасте наблюдаются большие размеры. В р. Терек у стерляди в 6 – 7 лет (самок и самцов) длина тела – 56 см, тогда как в Куйбышевском водохранилище такая длина характерна только для 27 – летней рыбы. Плодовитость стерляди колеблется сильно, что связано с размерами самок. Волжская стерлядь откладывает от 4 до 140 тыс. икринок (Распопов и др., 2012), Терская – от 8 до 65 тыс. (Демин, 1927); Обская – от 6 до 45 тыс. (Счастнов, 1941), Иртышская – от 6 до 16 тыс. (Мамонтов, 1979). Диаметр ооцитов - в пределах 2 – 2,3 мм. Вопрос о периодичности нереста стерляди до сих пор существует и остается спорным. Одни ученые считают, что стерлядь нерестится ежегодно, другие делают вывод, что она размножается с интервалом в 1–2 года. Наши исследования при выращивании ее в замкнутых условиях водоснабжения показали, что стерлядь все же ежегодно нерестующая рыба (Маммаев и др., 2017). Половые циклы Терской стерляди в прошлом не изучались. Впервые гаметогенез и половой цикл самок и самцов стерляди, пойманных у предплотинных частей Каргалинской плотины р. Терека, проанализированы М.М. Шихшабековым (1968). У изученных им шести самок (июнь) яичники находятся в переходной III–IV стадии зрелости. В ооцитах идет процесс накопления желтка, их ядра расположены в центральном положении, ядрышки сконцентрированы около ядерной мембраны; ооциты незрелые, их диаметр 1 мм. В сентябре яичники переходят в IV стадию; ооциты поляризованы, ядро смещено к желтку, диаметр ооцитов увеличен – 1,6–1,9 мм. В таком состоянии стерлядь, по-видимому, проходит зимовку, но медленный рост ооцитов за счет накопления желтка и жира продолжается до весны, так как диаметр ооцитов увеличен и достиг к началу мая максимальных размеров – 1,9–

2,1 мм. Однако встречаются одновозрастные и одноразмерные самки, но яичники их находятся в стадии II. Разнообразное состояние яичников самок, по видимому, свидетельствует о не ежегодном нересте стерляди в Тереке, как это отмечено, и в других водоемах – Волге (Шилов, 1971), Днестре (Чепурнова, 1972), Ангаре (Мамонтов, 1979), Сулаке (Амирханов, 1971), Тереке (Шихшабеков, 1968), Волге (Распопов, 2012).

У самцов стерляди в апреле семенники находятся в IV стадии зрелости. В начале мая семенники переходят в IV – V стадию. Спермии образуют потоки (текущее состояние), что свидетельствует о секреторном процессе. В начале июня семенники у некоторых самцов переходят в V – VI стадию. Семенники постепенно опустошаются, происходит фагоцитоз остаточных сперматозоидов, и они переходят из посленерестовой стадии - VI – II во вторую стадию (F - стадия). В сентябре в семенных ампулах находятся сперматогонии и сперматоциты разных порядков, а уже к октябрю семенники переходят в III и IV стадию зрелости и зимуют в этом состоянии. Разнообразие состояния гонад отмечено и у самок, что свидетельствует также о единовременном и не ежегодном их нересте. Таким образом, по гистологической картине половых желез самок и самцов мы можем установить сроки и температурные условия нереста стерляди в Тереке (в 2 декады мая, при температуре воды выше 18<sup>0</sup>C).

Стерлядь – ценная промысловая рыба с нежным вкусом мяса. Разнообразен химический состав мяса и отдельных частей тела стерляди, который сильно меняется в зависимости от возраста, пола, сезона и мест лова, а также от кормности водоема, в котором она обитает, и в целом от условий окружающей ее среды. Химический состав тела стерляди изменяется и в период полового созревания. Ценность мяса рыб определяется по содержанию белка и жира, а эти показатели у стерляди достаточно высокие. Стерлядь по содержанию жира в мясе относится, по И.М. Клейманову (1971), к группе «средне жирные» – от 2 до 8 %, тогда как у других видов осетровых (белуга, осетр и др.) эти показатели намного выше (Шихшабеков и др., 2005). Химический состав мяса стерляди сильно колеблется в зависимости от климатических условий в местах их нагула. Мы сравнивали данные

химического состава мяса стерляди, обитающей в водоемах Сибири и Каспийского моря. Так, химический состав, калорийность и съедобная часть мяса стерляди в водоемах бассейна Каспия составила: влага – 75 %, жир – 6,0 %, калорийность - 129,6, съедобная часть – 55 %. Эти же показатели стерляди в водоемах Сибири: влага – 72–73 %, жир – 10.7–12.0 %, калорийность 158–184, съедобная часть мяса – 57–58,5%. Содержание жира и калорийность мяса у других осетровых (осетр, белуга, севрюга и шип) почти два раза выше, чем у стерляди, поэтому мясо стерлядей менее жирное, нежное и является диетическим продуктом. Это связано с большим спросом, что делает его выгодным для реализации.

#### **1.5.5. Шип – *Acipenser nudiiventris* (Lovetsky, 1828)**

В средней части Западного Каспия шип встречается в единичных экземплярах. Как известно из литературных данных (Беляева, Распопов, 1989), шип для размножения заходит в реки Куру, Урал и Сефидрид, и, по нашим данным, он встречается в реках Терек и Сулак в незначительных количествах (Демин, 1947, Шихшабеков и др. 2005). В дельте Урала шип появляется задолго до наступления паводка. Наиболее ранний пик хода наблюдается в первых числах апреля, но иногда он запаздывает на 3–4 недели. Основная масса самок созревает в возрасте 12–14 лет, а самцов – 10–12 лет. В период нереста половое соотношение близко 1:1. Плодовитость шипа колеблется в широких пределах. Так, у самок в возрасте от 12 до 30 лет, имеющих длину тела от 150 до 204 см и массу от 23 до 44 кг, абсолютная плодовитость колеблется от 101 до 1032 тысяч икринок и, таким образом, прямо коррелирует с возрастом, размерами и массой рыб. Характерной особенностью для производителей шипа, заходящих в реки для размножения, в апреле является сравнительно однородное состояние зрелости половых желез. Ооциты рыб весеннего хода имеют дефинитивные размеры (фаза F1), а яичники находятся в IV, ближе к V стадии зрелости. В зрелых ооцитах видны 2–4 микропили с замыкающими клетками. Семенные ампулы в это время также заполнены зрелыми половыми клетками - сперматозоидами. Надо отметить, что производители шипа, совершающие осенние миграции, характеризуются совершенно другим состоянием половых

желез. На яичниках большое накопление жира, пигментация анимального полюса ооцита еще не закончена, икринки мелкие. Семенники небольшого размера, розового цвета. Производители шипа весеннего обычно поднимаются высоко по р. Терек, доходя до г. Моздока (по данным Д.З. Демина, 1937) и нерестятся при температуре воды 12–13<sup>0</sup>С. Производители, заходящие в реку в мае, приступают к размножению «сходу» на нижних нерестилищах. Характерным нерестовым субстратом для осетровых рыб являются галечники, крупнозернистый песок, плотные глины с примесью ракушки.

В море шип питается преимущественно рыбой (бычки, килька, атерина и др.), в море он распределен неравномерно, в большинстве случаев встречаясь на глубинах 10–20 метров при температуре воды 3–15<sup>0</sup>С (Легеза, 1973). Миграционные пути шипа на Север проходят вдоль восточных берегов Среднего Каспия. Шип занесена в Красные книги МСОП и РФ, а в 2009 году была занесена и в Красную книгу Дагестана, Астраханской области и даже в число особо охраняемых рыб Европы (Павлов, 1994).

#### **1.5.6. Бестер - (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758))**

Бестер – это гибрид между белугой и стерлядью, который сохраняет способность белуги жить как в пресной, так и в морской воде. Обладает высоким темпом роста, свойственным белуге. Сеголетки бестера достигают массы 100 граммов, двухлетки – 1000 г. При выращивании в условиях юга рекомендуется поликультура с растительноядными рыбами. Бестер является основным объектом в товарном осетроводстве Дагестана (Магомаев и др., 2001). При этом бестер лучше выращивать до возраста 3 - 4 года, так как у крупной рыбы выше товарные качества. Плотность посадки годовиков бестера 6 - 7 тыс. экз./га, двух – и трех годовиков 3 - 5 и 2 - 4 тыс./га соответственно. Кормить следует специализированными кормами для осетровых рыб, свежей или мороженой рыбой, рыбными отходами. Бестер хорошо питается натуральными и искусственными кормами, вынослив, не сильно болеет, имеет уравновешенный, спокойный характер.

В настоящее время налажено его промышленное производство во многих рыбоводных хозяйствах России, в том числе и в Дагестане.

### 1.5.7. Персидский осетр – *Acipenser persicus* (Borodin, 1897)

По данным М. И. Амирханова (1971), персидский осетр (*Acipenser persicus*) встречается во всех крупных реках Дагестана (Терек, Сулак и Самур). Его еще называют кюринским осетром (Абдурахманов и др., 1967). Это ценная промысловая рыба. Он крупнее русского осетра, с высокой скоростью роста и более скороспелый. По некоторым экологическим показателям оба этих вида сходны. Так, персидский осетр нерестится в тех же местах, где нерестятся другие виды осетровых, и питается тем же способом (Амирханов, 1970).

Самки достигают половой зрелости в возрасте 12 лет, самцы – 8 лет, что значительно (на 5–6 лет) раньше, чем на Волге (Демин, 1963). Плодовитость, в зависимости от размера и возраста самок, колеблется от 85 до 840 тысяч яиц, в среднем – 350 тыс. яиц. Нерест происходит с апреля по июнь при температуре воды от 10 до 20 °С. длина зрелых самок колеблется от 185 до 290 см, самцов - от 160 до 285 см, в среднем 205 см, масса тела 30–260 кг. Литофильные, крупные яйца (4–4,3 мм) приклеиваются к плотной каменистой или галечной почве на глубине 5–10 м. половое созревание происходит на 3–4 года раньше (в возрасте 10–14 лет) и при меньших размерах, что обусловлено экологическими и, прежде всего, температурными условиями. Нерестится с интервалом в 2–3 года. Содержание в организме: жира – 11–15 %, белка – 16–17 %, калорийность 100 г мяса – 191, жирность икры – 15%, съедобная часть – 76%. Вид находится под угрозой исчезновения, включен в Красную книгу МСОП и Дагестана. В последние годы в Дагестане начаты исследования осетровых рыб, выращиваемых в искусственных водоемах промышленными методами.

В данной диссертации предложен один из таких промышленных методов выращивания осетровых рыб на примере сеголеток стерляди в замкнутой системе водоснабжения.

## ГЛАВА II. Материал и методы исследования

На основе анализа данных научной литературы, характеризующих современное состояние проблемы исследования, определяется их актуальность, ставятся цель и задачи, разрабатывается схема постановки экспериментов.

Работа проводилась в соответствии с планом научно-исследовательской работы кафедры ихтиологии лаборатории «Аквакомплекс» биологического факультета Дагестанского государственного университета в период с 2013 по 2018 гг. с использованием экспериментальной установки УЗВ.

Объект исследования – стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) – пресноводный вид рыб семейства осетровых. Материалом исследования являлись нормально пигментированные и альбиносы (цветные) стерляди со средней начальной массой 60 г. Экспериментальное выращивание проводилось в пластиковых бассейнах (рабочий объем каждого из них 1 м<sup>3</sup>) установки с замкнутым циклом водообеспечения. В течение всего периода исследования контролировался гидрохимический режим УЗВ. Во всех рыбоводных емкостях температура воды и рН измерялись ежедневно, а концентрация кислорода - три раза в день. Каждые два дня гидрохимические исследования (содержание нитратов, нитритов и др.) проводились на входе и выходе из рыбных бассейнов и блока очистки в соответствии с общепринятым методом (Привезенцев, 2007).

Кормление осуществлялось специализированными кормами по рекомендуемым нормам производителей комбикормов (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика комбикормов: «Акварекс» и «Le Gouessant»

Показатели	«Акварекс» «Осетр рост 46/18»	«Le Gouessant» «Sturgeon Grower №4» (47/13)
Сырой протеин, %	46	47
Жир, %	18	13
Влага, %	10	10
Сырая клетчатка, %	2,0	3,1
Зола, %	10	7,5
Усваиваемая энергия, Мдж/кг корма	19,7	17,5
ЭПО, кДж/ г протеина	42,8	37,2

Для оценки качества выращиваемой стерляди в УЗВ коэффициент упитанности определяли по формуле Т. Фультона:  $K_u = P / L^3 * 100$ , где:

P-масса тела рыбы (в г), L - длина тела (в см) - длина тела до конца лопасти хвостового плавника (общая длина).

Эффективность выращивания стерляди в УЗВ рассчитывали по формуле И.Л. Фридмана (1986):  $\text{Эф} = (P_2 * N * Ц) - (P_1 * N * Ц)$ , где Эф – экономический эффект, руб.;  $P_1$  – прирост массы тела стерляди в контроле;  $P_2$  – прирост массы тела в опыте; Ц – цена 1 кг стерляди.

Абсолютный, относительный, среднесуточный прирост, затраты корма и другие рыбоводные показатели определяли по общепринятым в рыбоводстве расчетным формулам (Винберг, 1956; 1983; Завьялов, Есавкин, 2011 и др.).

В ходе исследований провели эксперименты по пяти технологическим факторам (рис.4). Всего за период проведения экспериментов было выполнено следующее количество исследований: гидрохимические – 880 проб; рыбоводно-биологические – 1166 образцов; морфометрические – 480 образцов. Эксперименты проводили в двукратной повторности.



Рисунок 4. – Общая схема исследований

Изучение плотности посадки сеголеток стерляди в четырех опытных вариантах:

1. 1 – 125 шт./м<sup>3</sup>; 2 – 250 экз. на 1 м<sup>3</sup> объема воды; 3 – 375 экз. на 1 м<sup>3</sup> объема воды; 4 – 500 экз. на 1 м<sup>3</sup> объема воды (**опыт 1**);

2. Изучение рыбоводной эффективности различных комбикормов – в двух опытных вариантах: вариант 1 - комбикорм концерна «Le Gouessant» производственный корм «Sturgeon Grower №4» (47/13)); вариант 2 - комбикорм компании «Акварекс», производственный корм «Осетр рост 46/18» (**опыт 2**);

3. Изучение рыбоводной эффективности кормовых добавок (мясорыбный аттрактант и пробиотик «Субтилис-С»):

контроль (корм «Акварекс», без специальных добавок);

вариант 1 (корм «Акварекс» с аттрактантом – 1% от суточной нормы корма ежедневно); вариант 2 (корм «Акварекс» с пробиотиком «Субтилис-С» из расчета 400 мг/кг препарата на 1 тонну корма ежедневно (**опыт 3**);

4. Изучение кратности кормления – два варианта при ручном кормлении: контроль - трехкратное кормление в течение светового дня, с интервалом четыре часа; опыт – пятикратное кормление в течение светового дня, с интервалом три часа (**опыт 4**);

5. Изучение влияния температурного и кислородного режимов на выращивание рыбы (**опыт 5**); а) температура воды – четыре варианта: контроль – 15 – 17 °С; вариант 1 – 18 – 20 °С; вариант 2 – 21 – 23 °С; вариант 3 – 24 – 26 °С; б) Содержание кислорода при рекомендуемой температуре 21 - 23 °С; контроль – содержание кислорода 6 - 8 мг/л (68 - 90% насыщения, слабая гипоксия), опытный вариант - содержание кислорода 8 - 10 мг/л (90 – 113 % насыщения, нормоксия и гипероксия, применение технического кислорода).

Все результаты опытов статистически обработаны (Плохинский Н. В., 1980) с помощью программы Microsoft Excel 2007.

## 2.1. Характеристика УЗВ

Конструктивные особенности экспериментальной установки ДГУ позволяли провести исследования при выращивании посадочного материала стерляди при различных технологических параметрах. Следует отметить, что система водообеспечения рыбоводных емкостей в данной экспериментальной установке имеет следующие особенности. Рабочий режим водообеспечения рассчитан на подачу воды в рыбоводные емкости всего 10 л/ мин. на м<sup>3</sup>, что позволило обеспечить смену воды за 1 час 40 минут. Этот показатель не совсем соответствует биологическим требованиям стерляди и, соответственно, ограничивал проявление ее потенциальных возможностей (опыты 1 - 5а). Ограничение подачи воды в экспериментальные емкости позволило провести лишь ограниченные опыты по роли кислородного режима в эффективности выращивания стерляди (опыт 5 б).

Схема УЗВ, использованной нами для выращивания стерляди, показана на рис. 6, а помещение, где расположена данная установка и опытные бассейны, показаны на рисунке 5.



Рисунок 5. – Установка УЗВ с бассейнами (Аквакомплекс кафедры ихтиологии ДГУ)

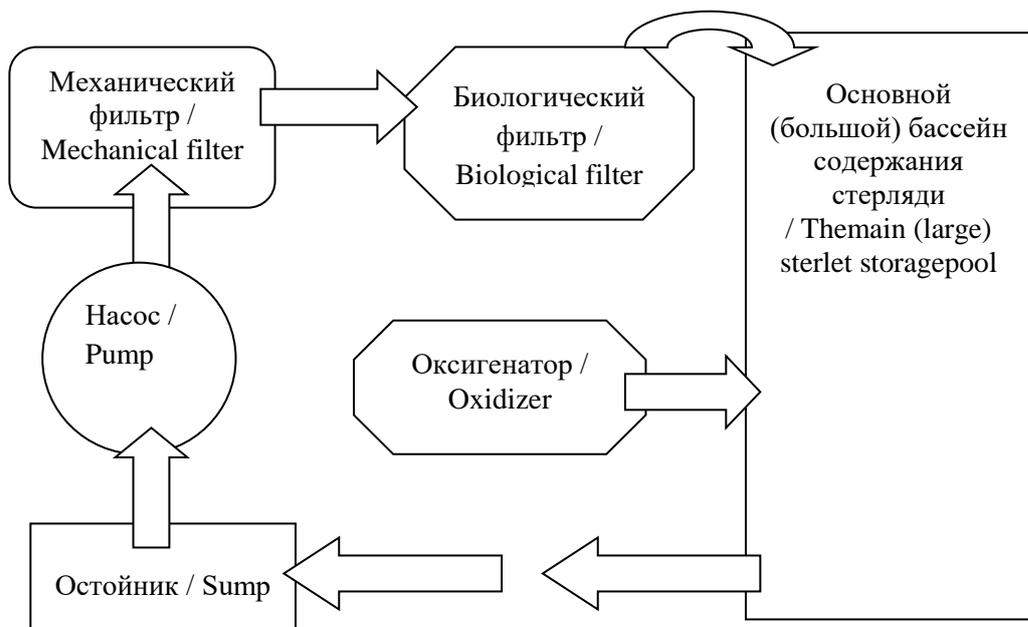


Рисунок 6. – Схема УЗВ

Рыбоводством таким способом можно управлять вплоть до полной автоматизации всех процессов, что позволяет создавать как целые комплексы, так и отдельные установки; его можно использовать в любых отраслях и отраслях промышленности, в виде подсобных рыбоводных хозяйств.

**Основной (большой) бассейн с флейтой для дополнительной аэрации воды** используются для содержания стерляди (рис. 7). Бассейн снабжается чистой, насыщенной кислородом водой, а на выходе из бассейна вода, загрязненная рыбопродуктами, стекает в отстойник. Содержание кислорода снижается из-за его потребления рыбой. Степень загрязнения воды на выходе из бассейна связана с количеством пищевых остатков, выделяемых рыбами.

**Отстойник** (рис. 8) предназначен для удержания частиц биологической пленки, образующейся при очистке воды из установки биологической очистки вместе с потоком воды. Агрегат выполняет ряд функций, основными из которых являются обеспечение питания насоса и удаление излишков воды в агрегате через перелив. Вспомогательные функции включают подпитку пресной воды, дегазацию воды после биологической очистки и добавление реагентов, корректирующих гидрохимические параметры воды.



Рисунок 7. – Основной (большой) бассейн с флейтой для дополнительной аэрации воды



Рисунок 8. – Отстойник

Насос, расположенный в блоке, обеспечивает бесперебойную циркуляцию воды. Насос также обеспечивает подачу воды через все элементы системы, которые имеют гидравлическое сопротивление. В зависимости от конструктивных особенностей установки, она может иметь два или более циркуляционных контура.

Оксигенатор (рис. 9) представляет собой устройство для насыщения воды кислородом - один из обязательных элементов УЗВ установки, так как все биологические процессы в ней осуществляются со значительным расходом

кислорода, который расходуется как на дыхание рыб, так и на осуществление окислительных процессов при биологической очистке.



Рисунок 9. – Оксигенатор

**Механические фильтры** (рис. 10) используются для удаления взвешенных веществ из воды, поступающей из рыбного бассейна (экскременты и т. д.).



Рисунок 10. – Механические фильтры

Используются горизонтальные, вертикальные, полочные отстойники, в которых вода оседает и осветляется, освобождаясь от большей части твердых взвешенных частиц, а также фильтры грубой и тонкой очистки (гравий, песок и т. д.), в которых взвешенные частицы фильтруются и удаляются. Для этого можно использовать центрифуги и гидроциклоны.

Для эффективной работы фильтров необходимо, чтобы их рабочая поверхность была не меньше площади рыбоводных емкостей.

Механическая очистка - это отделение нерастворенных грубых примесей минеральной и органической природы от загрязненной воды. Для этого используйте следующие методы:

**процеживание** - удержание наиболее грубых примесей и взвешенных твердых частиц частично на решетках и ситах;

**седиментация** - это выброс взвешенных веществ из сточных вод самотеком в песчаные ловушки (для выброса минеральных примесей), отстойники (для удержания более мелких осадочных и плавающих примесей), а также нефтеуловители и смоляные ловушки. Разновидностью этого метода является центробежное осаждение, которое используется в гидроциклонах и центрифугах;

**фильтрация** - удержание очень тонкой суспензии во взвешенном состоянии на сетчатых и гранулированных фильтрах.

При неравномерном образовании промышленных сточных вод перед подачей на очистные сооружения их усредняют по расходу и концентрации в усреднителях различной конструкции.

Седиментационный метод совместно с осадочным брожением применяется в комбинированных сооружениях для очистки небольших объемов сточных вод в септиках, двухъярусных отстойниках и септиках-гнилостях.

В настоящее время механическая очистка редко используется как самостоятельный метод. Такая возможность существует только в том случае, если механическая очистка в условиях сброса в водоем обеспечивает необходимое качество воды (для промышленных сточных вод-возврат в технологический процесс).

Как правило, механическая очистка используется в качестве предварительного этапа перед биологической очисткой или в качестве последующей очистки сточных вод.

Механические фильтры могут быть:

сетка - фиксированная, вращающаяся;

гравитационно-горизонтальные отстойники, вертикальные отстойники, гидроциклоны, центрифуги;

насыпной-пористый-песок и гравий, с плавающей загрузкой.

Биологическая очистка воды - это многоступенчатый процесс превращения органических соединений в нетоксичные продукты, безопасные для рыб.

Биологическая очистка оборотной воды включает в себя большое разнообразие групп организмов. Составить примерный перечень отдельных видов, входящих в состав биологического консорциума, развивающегося в медицинском учреждении, можно только в том случае, если его состав во многом зависит от внешних условий. Организмы, обитающие на очистных сооружениях, можно разделить на следующие группы: бактерии, грибы, водоросли, простейшие, многоклеточные.

**Бактерии.** Основной задачей бактерий является первичное превращение и разложение растворенных органических веществ. Они также участвуют в разложении взвешенных органических веществ путем синтеза внеклеточных ферментов. Нормальная концентрация бактерий в активном иле составляет  $10^{10}$ - $10^{12}$  на литр.

**Грибы.** Они конкурируют с бактериями за источники пищи, и поскольку преимущество обычно на стороне бактерий, грибки не так многочисленны, как бактерии в реакторах. Однако именно их развитие способствует низким значениям рН в реакторе. Грибы более значительно представлены в биофильтрах, чем в активном иле.

**Водоросли.** Они встречаются на поверхности биофильтров, где условия благоприятны для их развития (свет и питание), а также в биопрудах, используемых на завершающих стадиях очистки сточных вод.

**Простейшие.** Обычные обитатели биофильтров. В конструкциях с активным илом их количество зависит от нагрузки на эту конструкцию: чем ниже нагрузка, тем больше простейших. Простейшие паразитируют на бактериях, питаются грибами и водорослями, взвешенными органическими

веществами и выполняют важную функцию вторичного осаждения оборотной воды.

**Многочлеточные.** Зона распространения такая же, как и у простейших, то есть они предпочитают биофильтры и активный ил при низкой нагрузке. Коловратки, ракообразные, различные виды насекомых и т. д. Биологическая очистка воды во многом основана на отборе микроорганизмов.

Существует два основных механизма отбора микроорганизмов на биофильтры: либо он основан на адгезии, либо определяется скоростью роста (зависит от субстрата, температуры, рН, кислорода).

Биологическая очистка воды является обязательным процессом в УЗВ, без которого невозможно их эффективное функционирование. Она основана на способности микроорганизмов разлагать органические и неорганические вещества, накапливающиеся в воде, и направлена на удаление из обратной воды соединений азота и фосфора, которые являются основными источниками загрязнения. Биологическая очистка может производиться в специальных устройствах-биофильтрах (рис. 11-13), аэротенках, а также в биологических водах, где имеется особая микрофлора или так называемый активный ил.

Активный ил - это сообщество микроорганизмов-бактерий, способных окислять органические вещества.

Оборудование для биологической очистки воды делится на три типа, каждый из которых в настоящее время используется на промышленных установках: аэротенки, интеграторы и биофильтры.

**Аэротенки** - это емкости, заполненные активным илом и оснащенные устройствами для вентиляции или насыщения кислородом (насыщения жидким кислородом) воды.



Рисунок 11. – Пластмассовая загрузка для биологического фильтра



Рисунок 12. – Помещение, где установлен биофильтр



Рисунок 13. – Биологический фильтр

Они могут быть без загрузки и с загрузкой, состоящей из гравия, керамзита, керамических или стеклянных элементов, полиэтиленовых гранул и позволяющей повысить концентрацию бактерий и удельную производительность. Аэротенки

имеют относительно низкую стоимость, просты в обслуживании. Тем не менее, они имеют довольно плохую производительность, поэтому требуется большое количество очистительных блоков. Отношение объема аквариумов к объему аэротенков составляет 1:8 – 1:10. Кроме того, аэротенки обычно используют для механической очистки воды не фильтры, а отстойники, так как большое количество взвешенного активного ила затрудняет работу фильтров. Все это затрудняет поддержание необходимого температурного режима и увеличивает затраты электроэнергии на подогрев воды.

**Интеграторы** представляют собой конические емкости, в нижней части которых создается слой активного ила.

Верхняя часть работает как отстойник. Отношение объема аквариумов к объему интеграторов составляет 1:5 – 1:10. При использовании интеграторов отпадает необходимость в балансе механической очистки, но необходимо точно поддерживать скорость водообмена, чтобы активный ил не осаждался и не выносился из зоны седиментации.

**Биофильтры** (Рис. 12), получили в последнее время наиболее широкое применение в системах биологической очистки. Они представляют собой емкости, заполненные различными видами загрузки (насыпные, как в аэротенках), пленочные (в виде отдельных листов или кассет), ячеистые и трубчатые. В промышленных установках насыпная и пленочная листовая загрузка используются довольно редко, чаще используется регенерирующая загрузка из полиэтиленовых гранул, а также кассетная и ячеистая загрузка. Биофильтры по сравнению с аэротенками и интеграторами имеют удельную производительность в 8–10 раз, а стоимость их в 5–10 раз выше. Соотношение объема аквариумов и биофильтров составляет от 1:0,5 до 1:4. Помимо высокой стоимости, к недостаткам биофильтров относится необходимость иметь в составе очистного сооружения отдельный биофильтр – денитрификатор, в котором нитраты из очищенной воды восстанавливаются до свободного азота.

Существует 5 типов биофильтров: погружные, орошаемые (капельные), комбинированные, вращающиеся, с "псевдооживленным слоем".

В погружных биофильтрах используются пластиковые кассеты (рис. 11), соты и пучки труб ПВХ, расположенные ниже поверхности воды в контейнере, используются в качестве загрузки. Насыпная загрузка используется редко, так как она нуждается в периодической промывке, во время которой бактериальная пленка разрушается. Самая низкая удельная мощность из всех имеющихся у нас фильтров по окислению азотистых соединений.

В своей работе (Рыбоводно-биологическая эффективность товарного выращивания русского осетра (*Acipenser gueldenstadtii Brandt et Ratzeburg*) в установках замкнутого водоснабжения) А.Н. Туменов говорит о том, что «биообработка происходит в тонком слое воды, стекающей вниз по нагрузке, что обеспечивает лучшее окисление азотистых соединений. В биофильтрах используется кассетная и ячеистая загрузка, производительность которых в 1,5 раза выше, чем у погружных, а к их недостаткам можно отнести возможную гибель бактериальной пленки из-за быстрого высыхания при остановке насосов, хотя некоторые биофильтры этого типа обеспечивают автоматическое затопление в случае остановки рециркуляционных насосов» [Туменов, 2012].

Комбинированные биофильтры состоят из двух частей: верхняя часть - орошаемая, нижняя - погружные биофильтры.

«Вращающиеся биофильтры представляют собой барабан или систему пластиковых перфорированных труб, заполненных гофрированными дисками, при этом груз, вращаясь, то поступает в воду, то выходит из нее, в результате чего создается благоприятный кислородный режим для биопленки, как и в орошаемых биофильтрах, которые близки к вращающимся по удельной производительности» своих научных исследованиях отмечает А.Н. Туменов [Туменов, 2012]. Эксплуатационные характеристики приведены ниже в табл. 3.

Таблица 3 – Сравнительные рабочие характеристики трех типов современных УЗВ (Магомаев, 2013).

Показатели	DIFTA (Дания)	ВНИИПРХ СПГАСУ (Россия)	Штеллерматик (Германия)
Биофильтры, м <sup>3</sup>	24	25	16
Объем бассейнов, м <sup>3</sup>	30	30	15
Отстойник, м <sup>3</sup>	8	10	20
Водообмен, м <sup>3</sup> /ч	30	30	45
Ежедневная подпитка водой, %	3-10	3-10	1-5
Общий объем, м <sup>3</sup>	62	60	50

Как видно из приведенной таблицы, разработанные в России УЗВ соответствуют лучшим образцам аналогичного оборудования, известного в мире. У нас в стране есть два современных типовых модульных проекта: УЗВ-10 и УЗВ-40 с мощностью 10 и 40 тонн в год соответственно. Их параметры приведены в таблице 4.

Эти установки позволяют круглосуточно выращивать не только различные виды рыб, но и креветок и раков. Выращивают рыбу (например, карпа) при соотношении рыбы и воды в бассейнах в пределах 1:7 – 1:14, что позволяет достигать продуктивности 120 – 160 кг/м<sup>3</sup>. За один год выращивания карп достигал массы 4 – 6 кг и становился половозрелым.

В УЗВ возможно многократное получение в течение года половых продуктов от производителей, проведение инкубации и получение посадочного материала в любое время года.

Таблица 4 - Конструктивные параметры типовых УЗВ (Магомаев, 2013).

<b>Показатели</b>	<b>УЗВ - 10</b>	<b>УЗВ - 40</b>
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	140	450
Общий объем воды в установке, м <sup>3</sup>	60	280
Объем воды в бассейнах, м <sup>3</sup>	24	136
Установочная мощность, кВт/ч	24	66.5
Расход оборотной воды, м <sup>3</sup> /сут.	до 960	до 3300
Расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /сут.	0.25	14
Расход кислорода, кг/ч	0.3	5

Замкнутую систему водоснабжения для выращивания рыбы может изготовить и установить любой желающий, как дома, так и на приусадебном участке. При этом необходимо иметь резервуар для выращивания, насос, аэратор или компрессор, сделать простой механический фильтр, например, песчано-гравийный и биологический фильтр с загрузкой гравия, керамзита или полиэтилена, установить в бассейне автокормушку приобрести сбалансированные корма и кормовые добавки, и тогда можно приступать к выращиванию рыбы (Завьялов, 2001; Жигин, 2003, 2011; Китаев, 2015).

## ГЛАВА III. Результаты исследований

### 3.1. Гидрохимический режим

Гидрохимический режим в период исследований представлен в табл. 5. В целом гидрохимические показатели были близки к технологической норме. Однако выявлено повышение содержания в воде нитритов и нитратов в опытах 1 - 5 а. Эти отклонения обусловлены использованием для кормления стерляди аттрактантов при рабочем режиме водообеспечения.

Таблица 5 – Гидрохимический режим УЗВ

Показатели	№ опыта		
	1-5 (а)	5 (б)	Норма**
Водообмен, раз/час	0,4	1,3	1-3
pH	6,6-7,2	6,8-7,2	6,8-7,2
Нитриты (NO <sub>2</sub> ), мг/л	0,01-0,54*	0,01-0,2	до 0,1-0,2
Нитраты (NO <sub>3</sub> ), мг/л	34-83*	45-48	до 60
Аммонийный азот (NH <sub>4</sub> ) мг/л	0,43-3,2	0,75	2-4
На входе из бассейнов, мг O <sub>2</sub> /л	6-8	8-10	5-12
На выходе из биофильтра, мг O <sub>2</sub> /л	4,6-7,8	7,2-7,5	4-8

Примечание: \*- применение аттрактантов; \*\* - Хрусталева и др., 2008

### 3.2. Влияние плотности посадки на рыбоводно-биологические показатели стерляди, выращиваемой в УЗВ (опыт 1)

В исследованиях, посвященных современному промышленному рыбоводству, плотность посадки рыбы измеряется в количестве особей, приходящихся на 1 м<sup>2</sup>. Для удобства сравнения роли плотности посадки при интенсивной технологии выращивания рыбы приводят к единице объема – шт./м<sup>3</sup> и зависит от интенсивности водообмена в рыбоводных емкостях (Филатов и др., 2002; Пономарева и др., 2010).

Количество рыб в каждом бассейне находилось в соответствии с заданной плотностью. Начальная масса сеголеток при посадке отличалась незначительно (таблица 6). За период опыта прирост массы тела наиболее высокий в контроле и варианте 1, а в последующих двух вариантах (2 и 3) – этот показатель ниже на 11,7 % в варианте 2 – 12,4 г и на 12,9% в варианте 3. Темп роста выше в первых двух вариантах (62,76 и 24,9%), где плотность посадки 125 и 250 экз. Значительно ниже этот показатель в вариантах 2 (19,0%) и 3 (17,6%). Процент выживаемости рыб во втором варианте также выше на 8 – 10 %, чем во всех остальных трех вариантах (рис. 14).

Так, исследованиями установлено, что увеличение плотности посадки отрицательно сказывается на продуктивности рыб, т. е. вызывает постепенное снижение индивидуального темпа (скорости) роста (он ниже на 33,2% при плотности 375 экземпляров и на 35% – 500 экземпляров), а также приводит к увеличению травматизма и гибели рыб; в связи с этим и выживаемость на 8-11% меньше, чем в контроле, 2 и 3, где плотность посадки 125, 375 и 500 экземпляров, чем в варианте 1 при плотности посадки 250 экземпляров. В варианте 1 потребление корма на единицу прироста веса также ниже. Так, расход корма на общий рост сеголетков в бассейне 1 меньше на 108,5 г, или 83,9% по сравнению с бассейном 2, и на 211,7 г, или 170,4% по сравнению с бассейном 3. Благодаря высокому темпу роста и выживаемости, выход рыбной продукции в варианте 1 на 64,7% выше, чем в варианте 2, и на 11,8% выше, чем в варианте 3 (рис. 14).

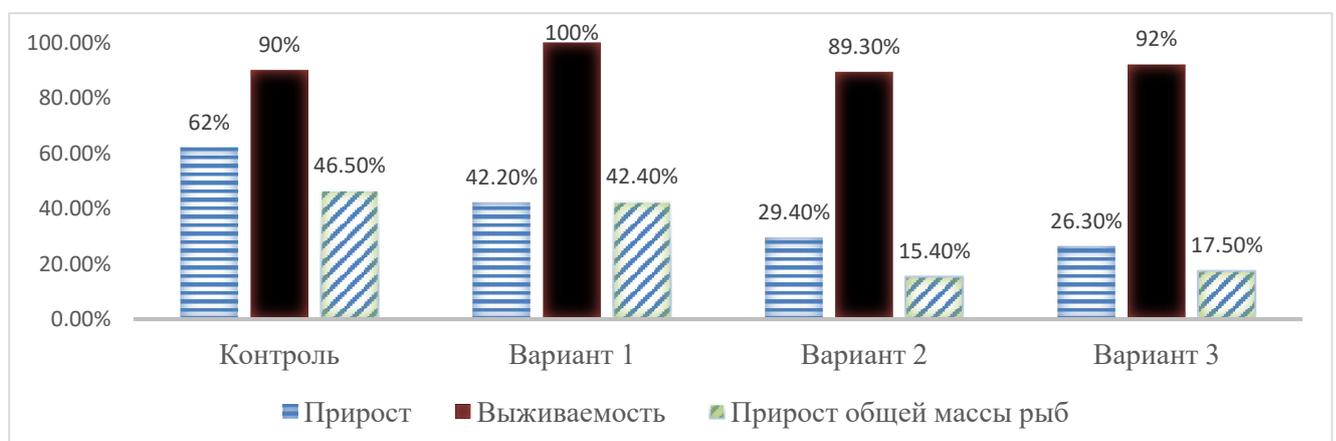


Рисунок 14. – Основные рыбоводные показатели выращивания сеголеток стерляди в УЗВ при разных плотностях посадки

Соответственно, средняя масса рыб наибольшая в контроле и в опытном варианте 1: она выше на 24,4 %, чем во втором варианте, и на 25,9% выше, чем в варианте 3 (рис. 15).

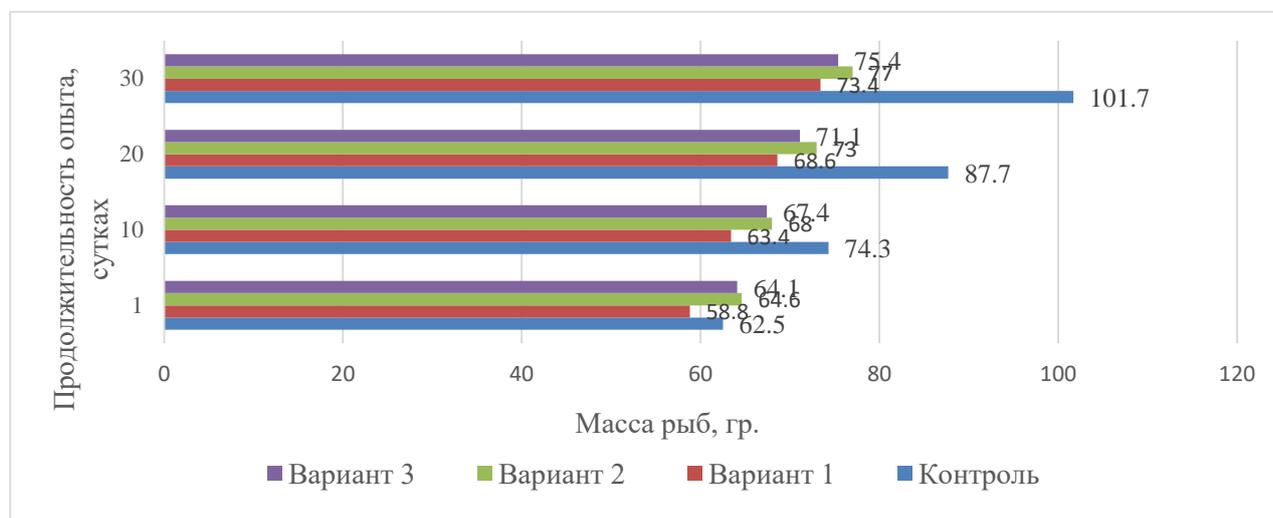


Рисунок 15 – Прирост массы стерляди в условиях УЗВ при различной плотности посадки: контроль – 125 экземпляров; вариант 1 – 250 экземпляров; вариант 2 – 375 экземпляров; вариант 3 – 500 экземпляров.

Основные показатели выращивания стерляди при различных плотностях посадки приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Результаты выращивания при разной плотности посадки (опыт 1)

Показатели	Контроль		Опытные варианты					
			Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	125	113	250	250	375	334	500	460
Продолжительность опыта, сут.	1	30	1	30	1	30	1	30
Количество, штук	125	113	250	250	375	334	500	460
Средняя масса рыбы, г	62,5	101,7	58,8	73,4	64,6	77,0	64,1	75,4
Израсходовано корма, кг	-	6,0	-	9,0	-	6,0	-	9,0
Ихтиомасса, кг	7,8	11,5	14,7	18,4	24,2	25,7	32,0	34,6
Выживаемость, %	-	90	-	100	-	89	-	92
Прирост ихтиомассы, кг	-	3,7	-	3,7	-	1,5	-	2,6

Выход икhtiомассы, кг/м <sup>3</sup>	7,8	11,5	14,7	18,4	24,2	25,7	32,1	34,7
Абсолютный прирост, г/шт.	-	39,2	-	14,6	-	12,4	-	11,3
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	1,35	-	0,50	-	0,43	-	0,39
Среднесуточный прирост, %	-	1,65	-	0,76	-	0,60	-	0,56
Км	-	0,072	-	0,031	-	0,025	-	0,023
Относительная скорость роста, %	-	1,69	-	0,77	-	0,61	-	0,56
Расход кормов, г/шт.	-	53,1	-	36,0	-	18,0	-	19,6
Суточный рацион, г/шт.	-	1,83	-	1,2	-	0,62	-	0,67
Суточный рацион, %	-	2,23	-	2,0	-	0,87	-	0,97
Затраты корма, кг/кг прироста	-	1,63	-	2,43	-	4,02	-	3,42
Прирост икhtiомассы, г/м <sup>3</sup> в сут.	-	126,8	-	167,7	-	51,4	-	90,8
Кормовая нагрузка (на систему), г/м <sup>3</sup> в сутки.	-	206,9	-	551,6	-	206,9	-	310,3
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1

Высокая плотность посадки также вызвала постепенное снижение индивидуальной скорости роста (она ниже на 33,2 % при плотности посадки 375 экземпляров) и на 35% – на 500 экземпляров, чем в варианте 1 с плотностью посадки 250 экземпляров); высокая плотность посадки сеголеток приводила к увеличению травматизма и гибели рыб, и поэтому выживаемость рыб в вариантах 2 и 3 на 8–11% ниже, чем в варианте 1.

За период опыта прирост массы тела наиболее высокий в контроле (плотность посадки 125 экз.) и в первом опытном варианте, где (плотность посадки 250 экз.) – 39,19 и 14,66 г соответственно, а в остальных двух опытных вариантах этот показатель значительно ниже и составляет во втором варианте - 12,4 г и в – третьем варианте – 11,32 г. Темп роста также выше в контроле и первом варианте опыта (62,76 и 24,9 %), где плотность посадки 125 и 250 экз. Значительно ниже этот показатель в опытных вариантах 2 (19,0 %) и 3 (17.6 %), где плотность посадки составляла 375 и 500 экз. Общий прирост массы тела

наиболее высокий в первом опытном варианте: он выше на 64,1 %, чем во втором варианте, и на 11,8 % выше, чем в варианте 3 (рис.16).



Рисунок 16 Влияние плотности посадки на рыбоводно-биологические показатели (г)

Так, расход кормов на общий прирост сеголеток в варианте 1 ниже на 108,5 г (83,9%) по сравнению с вариантом 2 и на 211,7 г (170,4%) с вариантом 3. За счет высокого прироста и выживаемости выход рыбной продукции в варианте 1 выше на 64,7%, чем в варианте 2 и на 11,8%, чем в варианте 3.

При разреженной плотности посадки рыб (125 экз. на единицу объема) в контроле высокие рыбоводные показатели (табл. № 6) в сочетании с чрезмерно малым количеством рыбы и невысоким процентом выживаемости снизили выход рыбы с единицы площади, что в конечном счете отрицательно сказывается на экономических показателях (низкий выход рыбной продукции и высокие затраты кормов и др.). Таким образом, оптимальной плотностью посадки сеголеток стерляди с начальной массой тела 60 г является опытный вариант 1 – 250 экземпляров рыб на 1 м<sup>3</sup> полезного объема бассейна.

Скорость роста стерляди в изучаемом градиенте плотности посадки описывается следующим уравнением:  $Y = 0,29X^{-0.8 \pm 0.081}$ ,  $R^2 = 0.95$ , где  $Y$  – скорость роста;  $X$  – плотность посадки, тыс. шт./м<sup>3</sup>;  $R^2$  - коэффициент детерминации.

Для оценки качества выращиваемой стерляди использовали коэффициент упитанности по Фультону (табл. 7). При выращивании сеголеток стерляди необходимо следить за тем, чтобы рыба имела не только высокие темпы роста, но и хорошую упитанность. Упитанность определялась в начале и конце эксперимента.

Таблица 7 - Морфометрическая характеристика стерляди (опыт 1)

Варианты	К	1	2	3
Масса рыбы, г				
В начале опыта	62,46±3,78	58,70±2,38	64,64±2,29	64,10±2,05
В конце опыта	101,66±8,9	73,36±8,89	77,04±6,99	75,45±4,84
Длина рыбы, см				
В начале опыта	27,18±0,45	26,50±0,81	28,13±0,37	27,57±0,37
В конце опыта	29,18±0,67	29,60±0,70	30,18±0,62	29,52±0,38
Коэффициент упитанности				
В начале опыта	0,311±0,002*	0,316±0,009*	0,290±0,0005	0,306±0,002*
В конце опыта	0,408±0,002	0,282±0,008	0,275±0,008	0,293±0,004

\*- Разность по сравнению с началом опыта достоверна при  $P < 0,05$

Установлено, что коэффициент упитанности находится в тесной зависимости от плотности посадки. При минимальной плотности посадки этот показатель достоверно увеличивается на 31,1 %, а при увеличении плотности в 2 - 4 раза снижается на 10,8 - 4,3 % по сравнению с началом опыта соответственно в вариантах 1 - 3 (рис. 17).

Эти различия обусловлены, скорее всего, установлением новой иерархической структуры популяции молоди стерляди, что и отразилось на сохранности рыбы в экспериментальных вариантах.

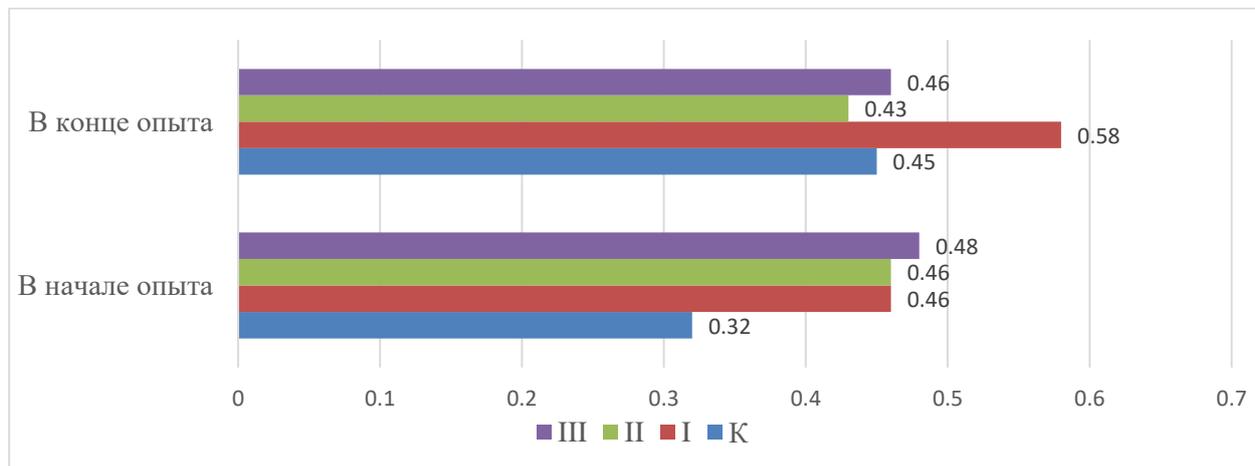


Рисунок 17 – Коэффициенты упитанности стерляди в условиях УЗВ, ед.

Следует отметить, что за опытный период показатель малой длины тела молоди наиболее высокий в варианте II - на 28,8 %, чем в варианте 1, и на 34,8 %, чем в варианте 3 (рис. 18).

Таким образом, в варианте II, где оптимальна плотность посадки стерляди, выше и показатель упитанности.

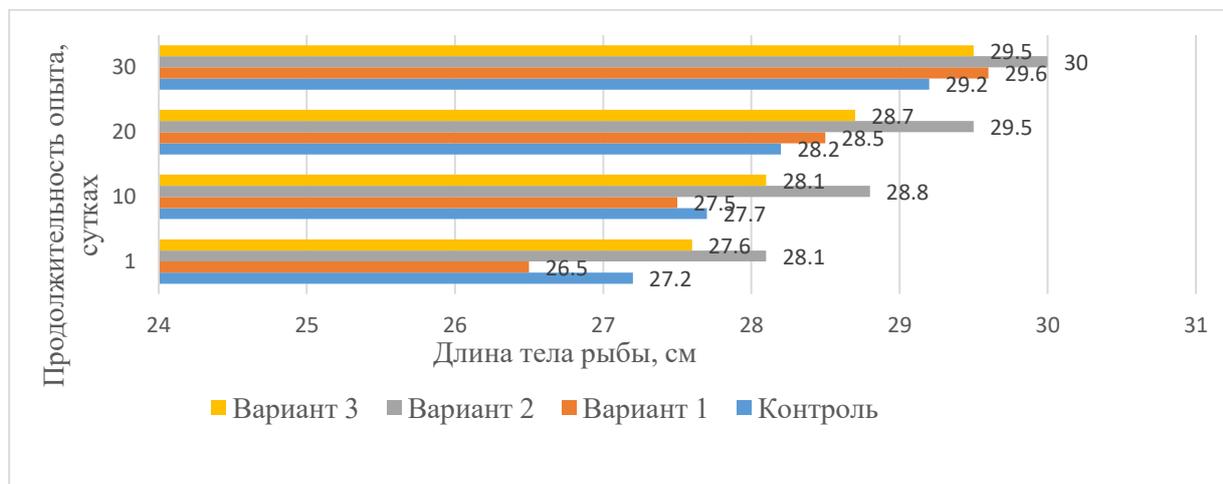


Рисунок 18 – Линейный рост стерляди в условиях УЗВ, см

Выращивание стерляди при различной плотности посадки показало, что, несмотря на увеличение скорости роста в контроле по сравнению с другими вариантами по выживаемости, приросту ихтиомассы, наиболее эффективной плотностью посадки следует считать 250 шт./м<sup>3</sup> при производстве рыбопосадочного материала в условиях ограниченного водообмена. Экономическая эффективность по разности рыбопродукции в контроле и в

варианте 1 несутущественная, а по сравнению с вариантами 2 и 3 составляет 3300 и 1650 руб./м<sup>3</sup>.

Таким образом, оптимальной плотностью посадки стерляди с начальной массой тела 58 - 62 г в условиях ограниченного водообеспечения (10 л/мин/м<sup>3</sup>) является плотность посадки 250 шт./м<sup>3</sup>.

Эффективность выращивания стерляди в УЗВ рассчитывали по формуле И.Л. Фридмана (1986):  $\text{Эф} = (\text{П}_2 * \text{N} * \text{Ц}) - (\text{П}_1 * \text{N} * \text{Ц})$ , где, Эф – экономический эффект, руб.;  $\text{П}_1$  – прирост массы тела стерляди в контроле;  $\text{П}_2$  – прирост массы тела в опыте; Ц – цена 1 кг стерляди.

### Расчет экономической эффективности:

$\text{Эф} = \text{П}_2 * \text{N} * \text{Ц} - \text{П}_1 * \text{N} * \text{Ц}$ , где

Эф – экономический эффект, руб.;

$\text{П}_k$  – прирост массы тела рыб в контроле с плотностью посадки 125 шт.

$(101,7 \text{ г} * 125 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 62,5 \text{ г} * 113 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 5,65 \text{ кг}$ ;

$\text{П}_1$  – прирост массы тела рыб в варианте 1 с плотностью посадки 250 шт.

$(77,4 \text{ г} * 250 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 61,8 \text{ г} * 250 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 3,9 \text{ кг}$ ;

$\text{П}_2$  – прирост массы тела рыб в варианте 2 с плотностью посадки 375 шт.

$(76,9 \text{ г} * 334 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 64,6 \text{ г} * 375 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 1,5 \text{ кг}$ ;

$\text{П}_3$  – прирост массы тела рыб в варианте 3 с плотностью посадки 500 шт.

$(75,4 \text{ г} * 460 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 64,1 \text{ г} * 500 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 2,6 \text{ кг}$ ;

Ц – цена 1 кг молоди стерляди – 1500 руб.

Экономический эффект в контроле с плотностью посадки 125 шт.:  $5,65 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = 8,47 \text{ руб.}$ ;

экономический эффект прироста массы тела рыб в варианте 1 с плотностью посадки 250 шт.:  $3,9 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = 5,85 \text{ руб.}$ ;

экономический эффект прироста массы тела рыб в варианте 2 с плотностью посадки 375 шт.:  $1,5 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = 2,25 \text{ руб.}$ ;

экономический эффект прироста массы тела рыб в варианте 3 с плотностью посадки 500 шт.:  $2,6 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = 3,9 \text{ руб.}$

**3.3. Влияние различных рецептов комбикормов на рыбоводно-биологические показатели нормально пигментированной и альбиносов стерляди, выращиваемых в УЗВ (опыт 2)**

В настоящее время накоплен достаточный материал, позволяющий говорить о возрастных особенностях, проявляющихся у рыб к уровню липидов в кормах (Смирнов, 1999; Остроумова, 2001; Щербина, Гамыгин, 2006; Пономарева и др., 2010; Есавкин, 2012). Изучение применения различных комбикормов: комбикорм концерна «Le Gouessant» «Sturgeon Grower №4» (47/13)» и комбикорм компании «Акварекс», «Осетр рост 46/18» для выращивания стерляди является актуальным (табл. 8).

Таблица 8 – Результаты выращивания на различных кормах (опыт 2)

Показатели	Опытные варианты							
	«Осетр рост 46/18» «Акварекс»				«Sturgeon Grower №4» (47/13) «Le Gouessant»			
	нормально пигментированная стерлядь		стерлядь - альбинос		нормально пигментированная стерлядь		стерлядь - альбинос	
Продолжительность опыта, сут.	1	30	1	30	1	30	1	30
Количество, штук	10	10	10	10	10	10	10	10
Средняя масса рыбы, г	112,2	170,0	104,7	187,7	132,0	214,7	98,9	162,9
Израсходовано корма, кг	-	1050	-	1050	-	1050	-	1050
Ихтиомасса, кг	1122	1700	1047	1877	1320	2147	989	1629
Выживаемость, %	-	100	-	100	-	100	-	100
Прирост ихтиомассы, кг	-	578	-	830	-	827	-	640
Выход ихтиомассы, кг/м <sup>3</sup>	1,1	1,7	1,0	1,9	1,3	2,1	1,0	1,6
Абсолютный прирост, г/шт.	-	57,8	-	83,0	-	82,7	-	64,0
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	1,99	-	2,86	-	2,85	-	2,21
Среднесуточный прирост, %	-	1,41	-	1,96	-	1,65	-	1,69
Км	-	0,074	-	0,105	-	0,093	-	0,087
Относительная скорость роста, %	-	1,44	-	2,03	-	1,69	-	1,74
Расход кормов, г/шт.	-	105,0	-	105,0	-	105,0	-	105,0

Суточный рацион, г/шт.	-	3,62	-	3,62	-	3,62	-	3,62
Суточный рацион, %	-	2,57	-	2,48	-	2,09	-	2,77
Затраты корма, кг/кг прироста	-	1,82	-	1,27	-	1,27	-	1,64
Прирост ихтиомассы, г/м <sup>3</sup> в сут.	-	19,9	-	28,6	-	28,5	-	22,07
Кормовая нагрузка (на систему), г/м <sup>3</sup> в сутки.	-	36,2	-	36,2	-	36,2	-	36,2
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1	1	

Немаловажное значение при искусственном выращивании рыб имеет пигментация тела. В искусственно культивируемых популяциях стерляди встречаются особи, которые имеют типичную и светлую окраску. Эти группы рыб отличаются и пигментацией созревшей икры (темную и светлую). Последняя как пищевой продукт реализуется по более высокой цене и играет значительную роль в увеличении эффективности выращивания (Шихшабеков и др., 2016).

Наиболее высокие рыбоводные показатели получены у нормально пигментированной стерляди при кормлении продукционным кормом «Sturgeon Grower №4» (47/13), а у альбиносов – при кормлении продукционным кормом «Осетр рост 46/18» (табл. 8; рис.19 – 20).

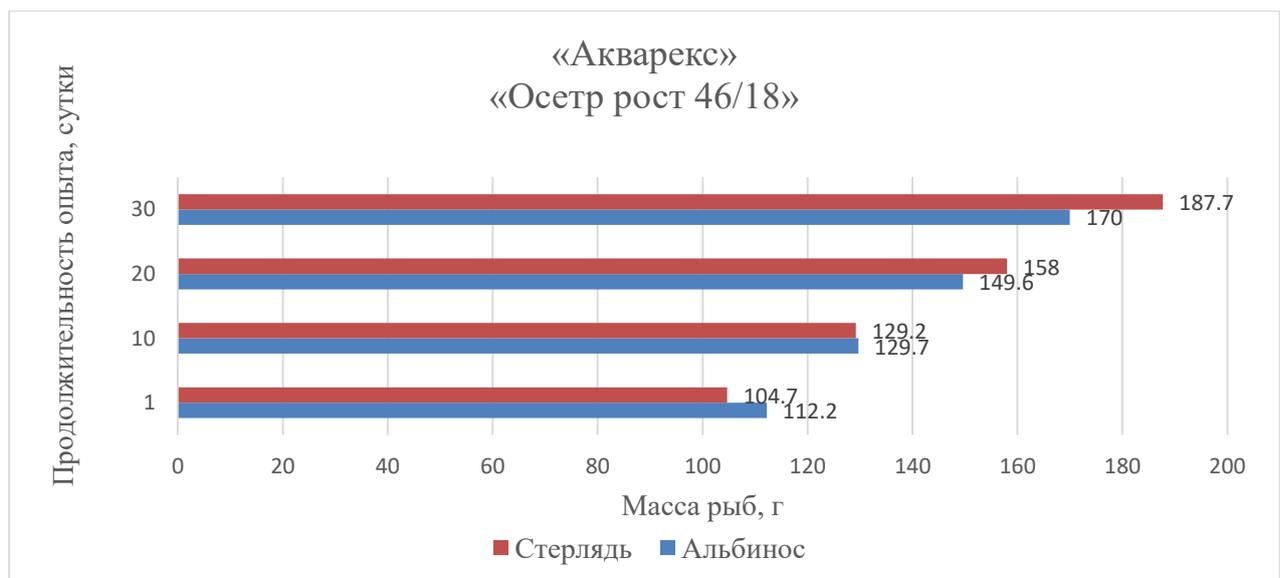


Рисунок 19 – Прирост массы стерляди при кормлении кормами «Акварекс» «Осетр рост 46/18»

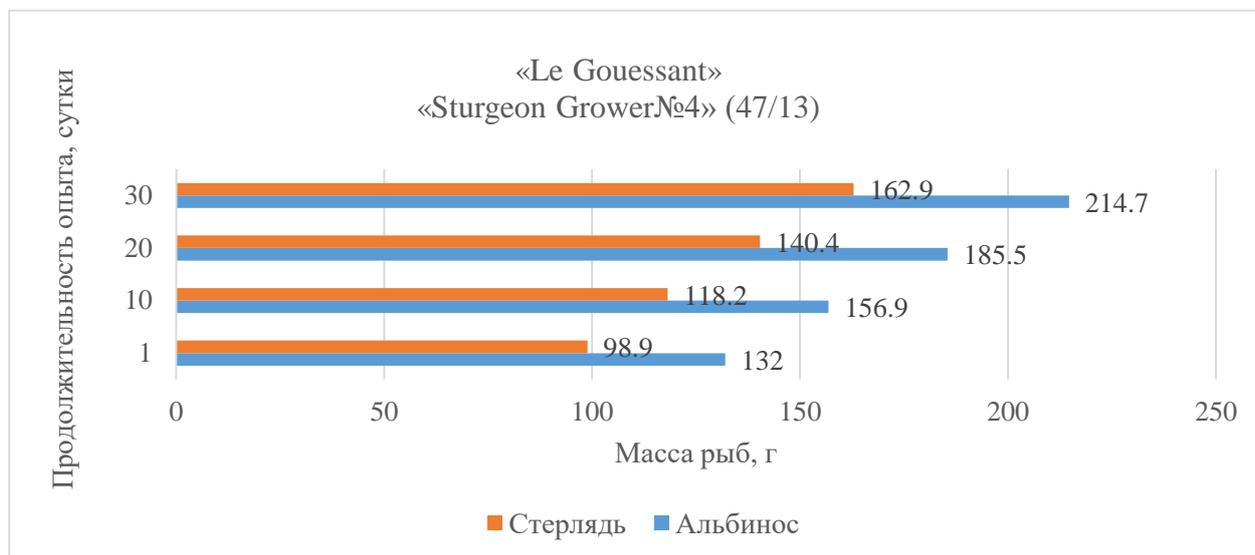


Рисунок 20 – Прирост массы стерляди при кормлении кормами «Le Gouessant» «Sturgeon Grower №4» (47/13)

Сухие гранулированные комбикорма различных рецептур, полностью удовлетворяющие пищевые потребности (рыба имеет наибольшую потребность в белке) выращиваемой рыбы, часто используются в промышленном рыбоводстве. Высокие требования к качеству кормов предъявляются, прежде всего, при выращивании рыбы в установках с замкнутым циклом водоснабжения, где важнейшим фактором считается правильный выбор и умелое использование вида корма.

Известно, что в рыбоводстве принято кормить рыб в течение довольно длительного времени одним и тем же комбикормом, этим самым ограничивают рыб не только в возможности выбора наиболее высококачественного, но и большого количества корма. Известно также, что пищевые потребности у рыб меняются не только с их возрастом, но и с темпом роста и калорийности используемых кормов. С учетом этих особенностей и составлены суточные рационы для опытных групп молоди по отдельным вариантам.

Зная эти особенности, мы выбрали комбикорма с такими показателями, которые обладают высокими качествами, в том числе доступные по размерам и привлекательные по вкусу, запаху и цвету (поедаемость кормов рыбами зависит от этого, иначе эффективность кормления будет низкой). Корм должен быть, во-первых, дешевым, легко доставляемым в больших количествах; и, во-вторых,

полноценным и сбалансированным в протеиновом отношении - иначе экономическая эффективность окажется слишком низкой (Пономарев и др., 2013; Понасенко, 2013). Наши исследования показали, что правильный выбор кормов и нормально составленный рацион для молодежи (сбалансированный в белковом отношении) является основой получения высоких рыбоводных показателей.

Использованные нами в своих экспериментах комбикорма «Акварекс» и «Le Gouessant» отличаются по химическому составу (табл. 9).

Таблица 9 – Характеристика комбикормов «Акварекс» и «Le Gouessant»

Показатели	«Акварекс» «Осетр рост 46/18»	«Le Gouessant» «Sturgeon Grower №4» (47/13)
Сырой протеин, %	46	47
Жир, %	18	13
Влага, %	10	10
Сырая клетчатка, %	2,0	3,1
Зола, %	10	7,5
Усваиваемая энергия, Мдж/кг корма	19,7	17,5
ЭПО, кДж/ г протеина	42,8	37,2

Меристические показатели стерляди с различной пигментацией тела представлены в табл. 10.

Таблица 10 – Меристические признаки стерляди различной пигментации

Показатель	Стерлядь*	нормально пигментированная стерлядь**	стерлядь - альбинос***
Лучи в спинном плавнике	-/37-54	45,3±2,0/42-49	47,3±2,0/44-51
Лучи в анальном плавнике	-/19-31	25,0±5,2/16-34	26,0±2,9/21-31
Спинные жучки	-/12-17	14,3±1,4/12-17	14,7±2,0/11-18
Боковые жучки	-/57-71	65,7±3,2/60-71	64,0±2,9/59-69
Брюшные жучки	-/10-19	16,7±2,0/13-20	15,0±2,3/11-19
Тычинки на 1 жаберной дуге	-/15-26	22,0±1,7/19-25	22,0±3,5/16-28

\*- Промысловые рыбы России, ВНИРО, 2006; \*\* - Стерлядь, выращенная в условиях ДГУ; \*\*\*- Стерлядь-альбинос, выращенная в условиях ДГУ

По меристическим признакам опытные группы в зависимости от пигментации различаются несущественно и соответствуют общим показателям, характерным для стерляди (табл. 10).

Эффективность использования двух рецептур комбикормов при выращивании как нормально пигментированных, так и альбиносов (цветных) рыб показала, что наиболее высокие рыбоводные показатели получены у нормально пигментированной стерляди при кормлении продукционным кормом «Sturgeon Grower №4» (47/13) «Le Gouessant».

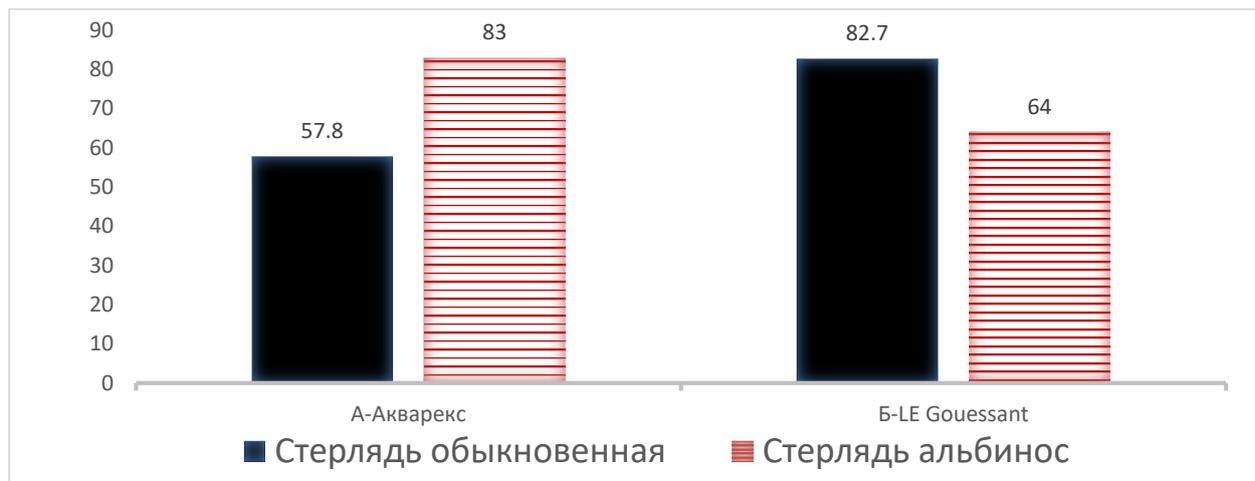


Рисунок 21 – Абсолютный прирост сеголеток стерляди и их альбиносов на разных комбикормах

Изучались такие рыбоводно-биологические показатели, как общий и суточный прирост и темп роста массы, суточный прирост и темп прироста длины (общая и малая длины тела), затраты корма на единицу привеса и прироста, выход продукции с единицы емкости и др. при использовании двух видов комбикорм - «Акварекс» и «Le Gouessant» (табл. 5).

Получены следующие результаты: наиболее высокие рыбоводно-биологические показатели оказались у сеголеток стерляди при кормлении их комбикормом «Le Gouessant», а у альбиносов – «Акварекс».

Так, при кормлении сеголеток стерляди комбикормом «Акварекс» средне - суточный прирост массы составил 57,8 г (рис. 19 А), тогда как на комбикорме «Le Gouessant» (рис. 21 Б) этот показатель значительно выше - 82,7 г, или на 43,1%. Выше и такие показатели, как выход продукции - на 134,7 г, или 34,1 %, темп

роста массы и размеров – на 3,6%, а расход кормов на единицу привеса меньше на 0,18 г, или 30%. У альбиносов эти показатели наиболее высокие (83 %) при кормлении комбикормом «Акварекс» (рис. 20 А) и значительно ниже (69,0 г) при кормлении комбикормом «Le Gouessant» (рис. 21 Б). Суточный прирост массы альбиносов выше на 20,0 г, а темп роста на 13,9 %, выход продукции – на 16,1 % на кормах «Акварекс», а расход кормов на единицу привеса массы меньше на 0,13 г, или на 30,95 % (табл. 5).

Таким образом, при выращивании сеголеток стерляди в условиях УЗВ более высокие рыбоводные показатели (прирост массы и длина, темп роста массы и длины) и экономический эффект (затраты корм, выход продукции и т.д.) при 100 % выживаемости получены при кормлении их комбикормом «Le Gouessant», а у альбиносов – при кормлении комбикормом «Акварекс». Это говорит о том, что при выращивании в УЗВ стерляди фактор «виды кормов» играет ведущую роль, что необходимо учесть при составлении суточного рациона.

#### **Расчет экономической эффективности:**

$\text{Эф} = \text{П}_2 * \text{N} * \text{Ц} - \text{П}_1 * \text{N} * \text{Ц}$ , где

Эф – экономический эффект, руб.

$\text{П}_1$  – прирост массы тела нормально пигментированной стерляди в варианте «опыт» на корме «Осетр рост 46/18» компании «Акварекс»

$(170 \text{ г} * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 112,2 \text{ г} * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 0,578 \text{ кг}$ ;

$\text{П}_2$  – прирост массы тела стерляди альбиносов в варианте «опыт» на корме «Осетр рост 46/18» компании «Акварекс».

$(187,7 * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 104,7 \text{ г} * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 0,830 \text{ кг}$ ;

$\text{П}_3$  – прирост массы тела нормально пигментированной стерляди в варианте «опыт» на корме «Sturgeon Grower №4» (47/13) концерна «Le Gouessant»

$(214,7 \text{ г} * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 132,0 * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 0,827 \text{ кг}$ ;

$\text{П}_4$  – прирост массы тела стерляди альбиносы в варианте «опыт» на корме «Sturgeon Grower №4» (47/13) концерна «Le Gouessant»

$(162,9 * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3 - 98,9 * 10 \text{ шт.} * 1 \text{ м}^3) = 0,640 \text{ кг}$ ;

Ц – цена 1 кг молоди стерляди – 1500 руб.

Экономический эффект в варианте 1 при выращивании находим по разности рыбной продукции:  $0,83 \text{ кг} - 0,578 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = 378 \text{ руб. на } 1 \text{ м}^3$

Экономический эффект в варианте 2 при выращивании находим по разности рыбной продукции:  $0,578 \text{ кг} - 0,827 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = - 373,5 \text{ руб. на } 1 \text{ м}^3$

Экономический эффект в варианте 3 при выращивании находим по разности рыбной продукции:  $0,827 \text{ кг} - 0,640 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = 280,5 \text{ руб.}$

Экономический эффект в варианте 1 по сравнению с вариантом 2 при выращивании находим по разности рыбной продукции:

$$0,830 \text{ кг} - 0,64 \text{ кг} * 1500 \text{ руб.} = + 285 \text{ руб./м}^3.$$

Экономический эффект -  $373,5 \text{ руб./м}^3$ , а у альбиносов – при кормлении продукционным кормом «Осетр рост» 46/18«Акварекс».

Экономический эффект -  $285,0 \text{ руб./м}^3$ .

#### 3.4. Влияние на рыбоводно-биологические показатели стерляди мясорыбного аттрактанта и пробиотика «Субтилис - С» (*Bacillus subtilis*) в составе продукционного корма «Осетр рост 46/18» (опыт 3)

При выращивании стерляди на основном продукционном корме «Осетр рост 46/18» компании «Акварекс» с добавкой мясорыбного аттрактанта (1 % от суточной нормы корма 2 - 3 раза в неделю) и пробиотика «Субтилис-С» из расчета 400 мг/ кг корма ежедневно получены следующие рыбоводные показатели (табл. 11).

Таблица 11 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания стерляди с кормовыми добавками

Показатели	Без добавок (контроль ОР*)		Опытные варианты				% контроль кВ-1, В-2	
			Корм с аттрактантом (вариант 1)		Корм с пробиотиком «Субтилис-С» (вариант 2)			
Продолжительность опыта, сут.	1	30	1	30	1	30	опыт-1	опыт-2
Количество, штук	10	10	10	10	10	10	-	-
Средняя масса рыбы, г	110,8	168,4	112,3	180,6	104,4	170,2	-	-
Израсходовано корма, кг	-	1050	-	1050	-	1050	100	100
Ихтиомасса, кг	1108	1684	1123	1806	1044	1702	93,2	98,9
Выживаемость, %	-	100	-	100	-	100	100	100

Прирост ихтиомассы, кг	-	576	-	683	-	658	84,3	87,5
Выход ихтиомассы, кг/м <sup>3</sup>	1,1	1,7	1,1	1,8	1,0	1,7	94,4	100
Абсолютный прирост, г/шт.	-	57,6	-	68,3	-	65,8	84,3	87,5
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	1,99	-	2,36	-	2,27	84,3	87,6
Среднесуточный прирост, %	-	1,42	-	1,61	-	1,65	88,2	86,1
Км	-	0,074	-	0,086	-	0,086	86,0	86,0
Относительная скорость роста, %	-	1,45	-	1,65	-	1,70		
Расход кормов, г/шт.	-	105,0	-	105,0	-	105,0		
Суточный рацион, г/шт.	-	3,62	-	3,62	-	3,62		
Суточный рацион, %	-	2,59	-	2,47	-	2,64		
Затраты корма, кг/кг прироста	-	1,82	-	1,54	-	1,60	118,2	113,8
Прирост ихтиомассы, г/м <sup>3</sup> в сут.	-	19,8	-	23,5	-	22,6		
Кормовая нагрузка (на систему), г/м <sup>3</sup> в сутки.	-	36,2	-	36,2	-	36,2		
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1		

\* - ОР, основной рацион - производственный корм «Осетр рост 46/18

При кормлении стерляди комбикормом с добавкой мясорыбного аттрактанта такие показатели, как уровень и прирост ихтиомассы, среднесуточный прирост на 6,8 - 15,7 % выше, а затраты корма на прирост – на 18,2 % меньше, чем без его добавления (рис. 22). Более высокие рыбоводные показатели были получены и при добавлении в рацион пробиотика «Субтилис-С».

Прирост с добавками «Субтилис - С» к «Акварекс» получен на 8,2 г, или на 14,2 % больше, чем без этих добавок (Рис. 22).

Пробиотики и аттрактанты уменьшают кормовые затраты, делают корма более эффективными, а их применение более выгодным (Панасенко, 2013). Особенно эффективны кормовые добавки при выращивании молоди стерляди.

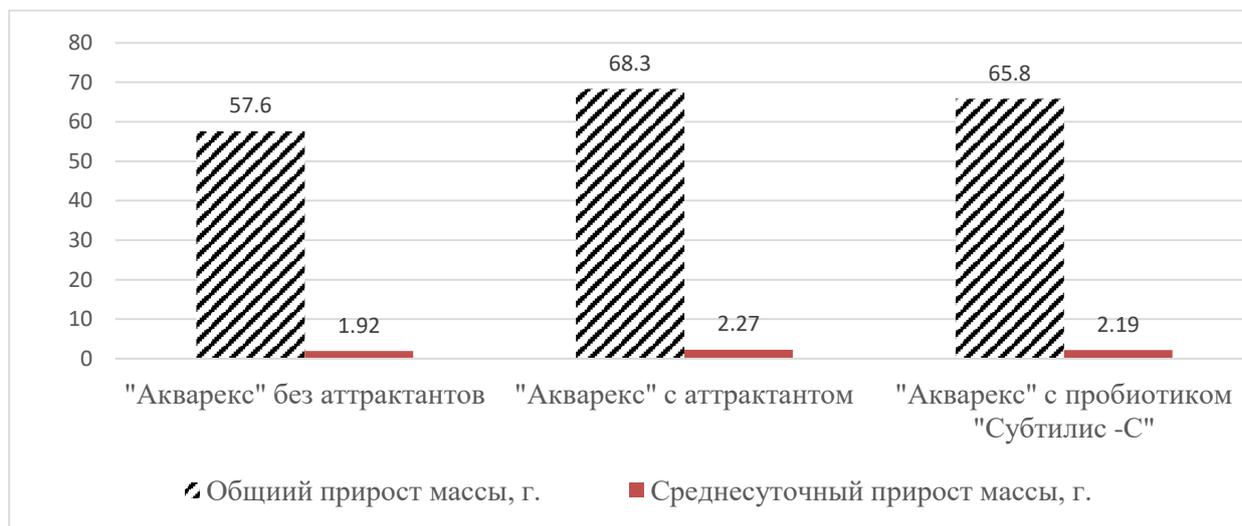


Рисунок 22 – Влияние кормовых добавок (аттрактантов и пробиотиков) на рыбоводные показатели при кормлении комбикормом «Акварекс»

Высокие рыбоводные показатели получены и при добавлении в рацион пробиотика «Субтилис-С» (*Bacillus subtilis*). Уровень и прирост ихтиомассы, среднесуточный прирост на 1,1 – 13,9 % выше, а затраты корма на прирост – на 13,8 % меньше, чем без этой добавки (рис. 23).

По-видимому, стимулирование роста стерляди пробиотиком «Субтилис-С» и мясорыбным аттрактантом произошло из-за облегчения пищеварения и лучшей переваримости комбикорма, что подтверждается и литературными данными. (Артеменков, 2011; Власов и др., 2012; Панасенко, 2013).

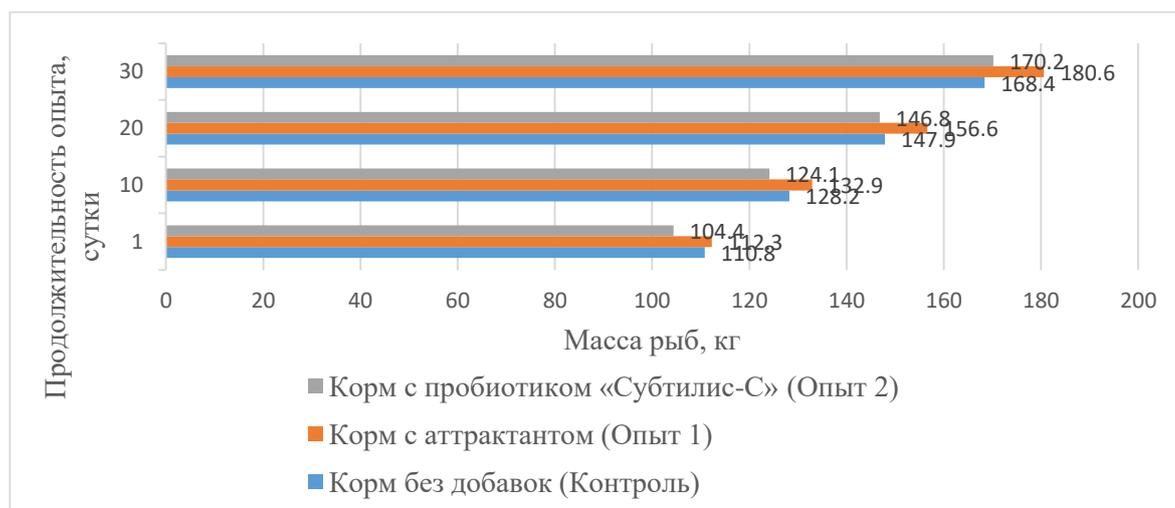


Рисунок 23 – Прирост массы стерляди при использовании мясорыбного аттрактанта и пробиотика «Субтилис - С»

Таким образом, наши исследования показали, что кормление стерляди комбикормом «Акварекс» с добавкой таких биостимуляторов, как мясо - рыбные аттрактанты и пробиотика «Субтилис - С» оказывают наиболее благоприятное воздействие на поедаемость и переваривание кормов, обеспечивающие более высокие рыбоводно-биологические показатели.

Тем более известно, что пробиотики серии «Субтилис - С» относятся к второй группе ветеринарных препаратов и являются единственным разрешенным к применению в России (Панасенко, 2013).

Очевидно, что выращивание рыб с добавкой в рацион «Субтилис - С» оказывает влияние на их морфологические показатели, на интерьерные показатели внутренних органов, биохимические и другие процессы (Артеменко, 2013).

#### **Расчет экономической эффективности:**

$\text{Эф} = \text{П2} * \text{N} * \text{Ц} - \text{П1} * \text{N} * \text{Ц}$ , где

Эф – экономический эффект, руб.;

Пк - прирост массы стерляди в варианте контроль без добавок

$168,4 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 110,8 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,58 \text{ г}$ ;

П1- прирост массы стерляди в варианте 1 с мясорыбным аттрактантом

$180,6 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 112,3 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,68 \text{ г}$ ;

П2- прирост массы стерляди в варианте 2 с пробиотиком «Субтилис-С»

$170,2 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 104,4 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,66 \text{ г}$ .

Экономический эффект в варианте контроль:  $0,58 \text{ г} \times 1500 \text{ руб.} = 870 \text{ руб.}$

Экономический эффект в варианте 1:  $0,68 \text{ г} \times 1500 \text{ руб.} = 1020 \text{ руб.}$

Экономический эффект в варианте 2:  $0,66 \text{ г} \times 1500 \text{ руб.} = 990 \text{ руб.}$

Таким образом, наши исследования показали, что кормление стерляди комбикормом, с добавкой мясорыбного аттрактанта и пробиотика «Субтилис-С» (*Bacillus subtilis*) оказывает благоприятное воздействие, обеспечивая получение более высоких рыбоводных показателей.

Экономический эффект составляет 160,5 и 153,0 руб./м<sup>3</sup> соответственно.

### 3.5. Влияние кратности кормления стерляди на рыбоводные показатели (опыт 4)

Уточнение кратности кормления необходимо для разработки режимов кормления с использованием кормораздатчиков, что существенно снизит затраты ручного труда.

Кормление рыб осуществлялось три раза в сутки (контроль) с интервалом четыре часа (8.<sup>30</sup>, 12.<sup>30</sup>, 16.<sup>30</sup> часов) и в опытном варианте - пять раз в сутки с интервалом три часа (7.<sup>30</sup>, 10.<sup>30</sup>, 13.<sup>30</sup>, 16.<sup>30</sup>, 19.<sup>30</sup>).

Влияние различной кратности кормления сеголеток стерляди мы оценивали по таким рыбоводным показателям, как среднесуточный прирост ихтиомассы, выживаемость (табл. 12).

Таблица 12 – Влияние различной кратности кормления на рыбоводные показатели стерляди при выращивании в УЗВ

Показатели	Контроль (три раза с интервалом 4 часа)		Опыт (пять раз с интервалом 3 часа)	
	1	30	1	30
Продолжительность опыта, сутки	1	30	1	30
Количество, шт.	50	50	50	50
Средняя масса рыбы, г	60,60	92,10	61,20	99,80
Израсходовано корма, кг	-	2300	-	2300
Ихтиомасса, кг	3030	4605	3060	4990
Выживаемость, %	-	100	-	100
Прирост ихтиомассы, кг	-	1575	-	1930
Выход ихтиомассы, кг/м <sup>3</sup>	3,0	4,6	3,1	5,0
Абсолютный прирост, г/шт.	-	31,50	-	38,60
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	1,09	-	1,33
Среднесуточный прирост, %	-	1,42	-	1,65
Км	-	0,061	-	0,072
Относительная скорость роста, %	-	1,45	-	1,70
Расход кормов, г/шт.	-	46,00	-	46,00

Суточный рацион, г/шт.	-	1,59	-	1,59
Суточный рацион, %	-	2,08	-	1,97
Затраты корма, кг/кг прироста	-	1,46	-	1,19
Прирост ихтиомассы, г/м <sup>3</sup> в сут.	-	54,3	-	66,5
Кормовая нагрузка (на систему), г/м <sup>3</sup> в сутки	-	79,3	-	79,3
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	1	1	1	1

Результаты выращивания показали, что в опыте выход, прирост ихтиомассы, среднесуточный прирост на 8,7 - 22,5 % выше, а затраты корма на единицу прироста меньше на 18,5 %, чем в контроле (рис. 24).

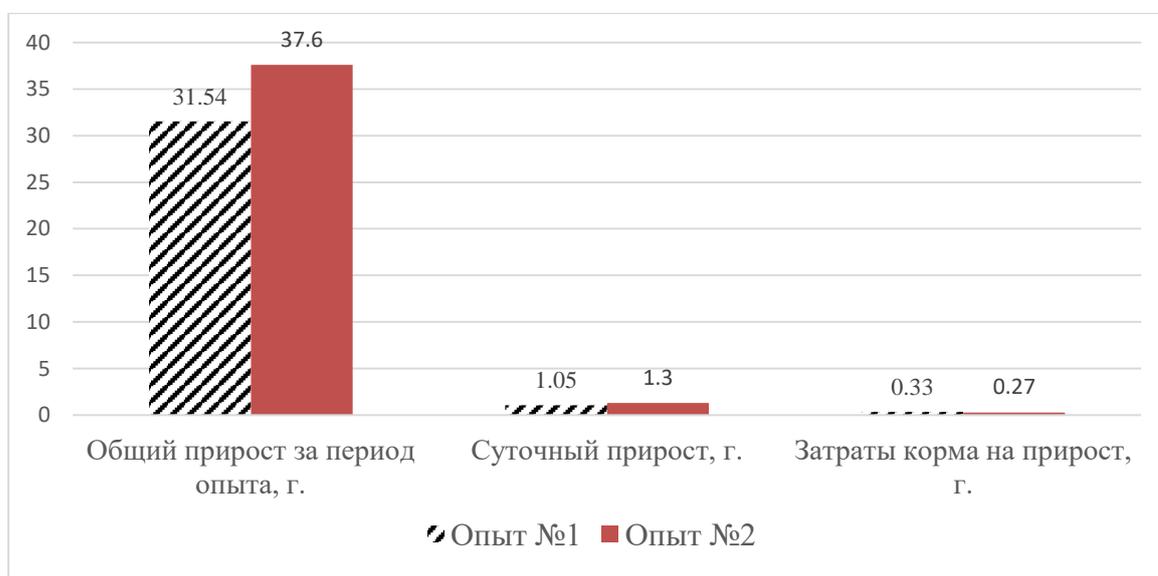


Рисунок 24 – Влияние кратности кормления (частоты выдачи и дозы кормов) на рыбоводные показатели (г)

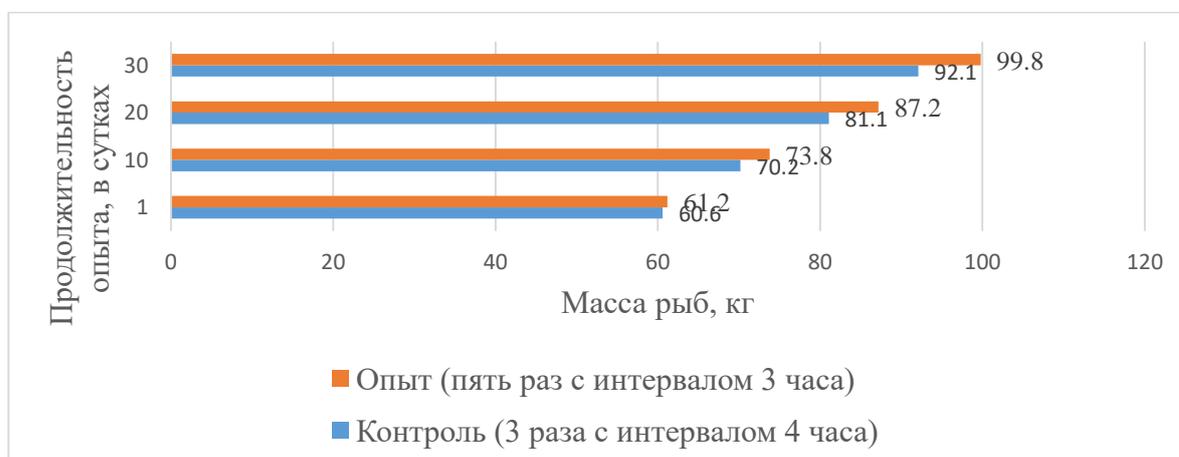


Рисунок 25 – Прирост массы стерляди в зависимости от кратности кормления

Таким образом, установлено, что чем чаще и с меньшим интервалом ведется кормление, тем выше рыбоводные показатели (рис. 25).

В данном случае мы считаем, что в установке с замкнутым циклом водоснабжения выгоднее кормить стерлядь с начальной массой тела 58 - 62 г (при одинаковой плотности посадки) не менее пяти раз в сутки с интервалом не более трех часов.

#### **Расчет экономической эффективности:**

$\text{Эф} = \text{П2} * \text{N} * \text{Ц} - \text{П1} * \text{N} * \text{Ц}$ , где

Эф – экономический эффект, руб.;

Пк - прирост массы стерляди в варианте «контроль» при трехкратном кормлении с интервалом 4 часа:

$$92,10 \text{ г} \times 50 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 60,60 \text{ г} \times 50 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 1,6 \text{ кг};$$

П1- прирост массы стерляди в варианте «опыт» при пятикратном кормлении с интервалом три часа:

$$99,80 \text{ г} \times 50 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 61,20 \text{ г} \times 50 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 1,9 \text{ кг}.$$

Экономический эффект в варианте «контроль»:  $1,6 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 2400 \text{ руб.}$

Экономический эффект в варианте «опыт»:  $1,9 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 2850 \text{ руб.}$

Одновременно мы изучали и суточную пищевую активность стерляди, выращиваемой в УЗВ (рис. 24).

Установлено, что интенсивность питания сеголеток стерляди более равномерно протекает с 7.30 утра и до 19.30 часов вечера, в ночное время употребление корма происходит очень медленно (2,5 – 5,0 %), но более интенсивно оно наблюдается в дневное время, начиная с 7 часов утра, а пик приходится между 10 и 16 часами (17–28 %).

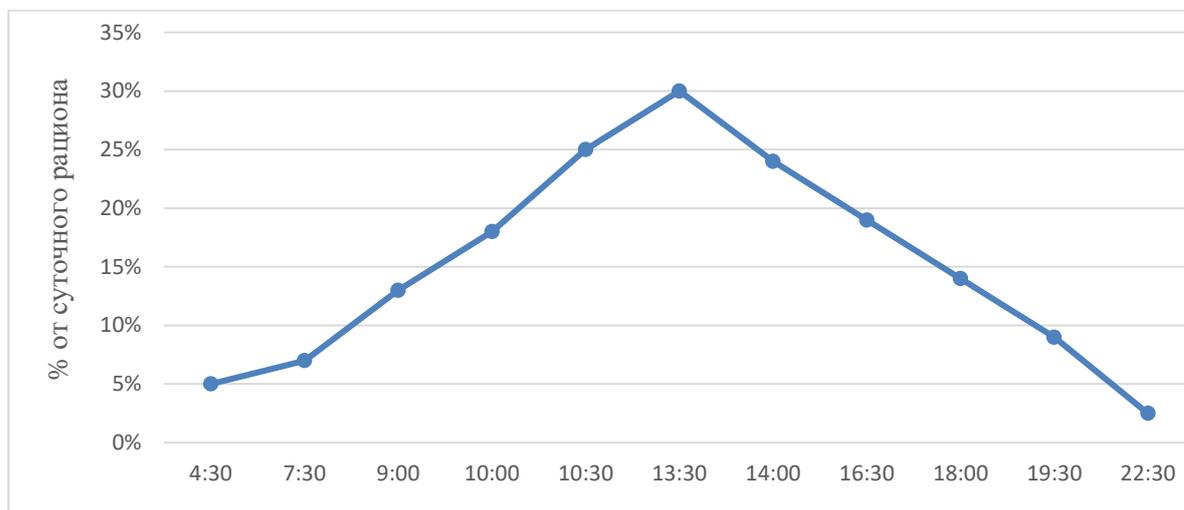


Рисунок 26 – Суточный ритм питания сеголеток стерляди

### 3.6. Влияние абиотических факторов на рыбоводные показатели стерляди (температурного и кислородного режимов) (опыт 5)

#### 3.6.1. Температурный режим

В отличие от теплокровных животных, рыбы как пойкилотермные животные полностью зависят от температуры воды. Результаты выращивания показали, что наиболее благоприятным для стерляди в наших исследованиях является режим в варианте 2 (21 – 23 °С).

В этом варианте получены максимальные значения прироста ихтиомассы, массы тела и минимальные значения затрат корма на прирост (табл. 13, рис. 27).

Таблица 13 – Влияние температуры воды на рыбоводные показатели стерляди

Показатели	Контроль (15-17 °С)		Опытные варианты					
			Вариант 1 (18-20 °С)		Вариант 2 (21-23 °С)		Вариант 3 (24-26 °С)	
Продолжительность опыта, сутки	1	30	1	30	1	30	1	30
Количество, шт.	10	10	10	10	10	10	10	10
Средняя масса рыбы, г	58,7	73,4	64,6	87,4	62,5	101,7	64,1	85,4
Израсходовано корма, г	-	500	-	500	-	500	-	500
Ихтиомасса, кг	587	734	646	874	625	1017	641	854
Выживаемость, %	-	100	-	100	-	100	-	100

Прирост ихтиомассы, кг	-	147	-	228	-	392	-	213
Абсолютный прирост, г/шт.	-	14,7	-	22,8	-	39,2	-	21,3
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	0,51	-	0,79	-	1,35	-	0,73
Среднесуточный прирост, %	-	0,77	-	1,03	-	1,65	-	0,98
Расход кормов, г/шт.	-	50,0	-	50,0	-	50,0	-	50,0
Суточный рацион, г/шт.	-	1,72	-	1,72	-	1,72	-	1,72
Суточный рацион, %	-	2,61	-	2,27	-	2,10	-	2,31
Затраты корма, кг/кг прироста	-	3,40	-	2,19	-	1,28	-	2,35
Прирост ихтиомассы, г/м <sup>3</sup> в сутки	-	5,0	-	7,86	-	13,5	-	7,34
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1

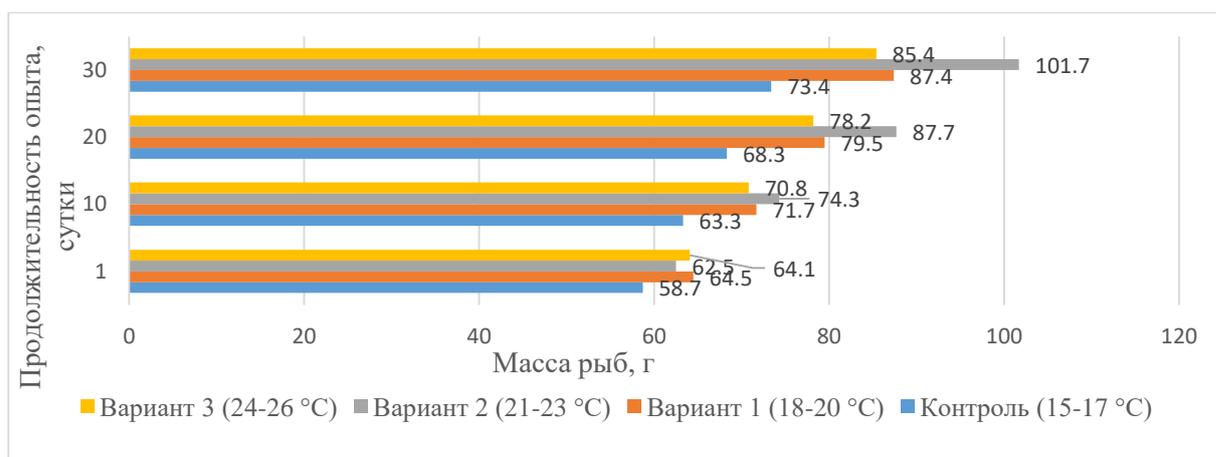


Рисунок 27. Прирост массы стерляди при различной температуре воды

При температуре воды выше или ниже установленного оптимального диапазона эффективность выращивания рыбы снижается.

#### Расчет экономической эффективности:

$$\text{Эф} = \text{П2} * \text{N} * \text{Ц} - \text{П1} * \text{N} * \text{Ц}, \text{ где}$$

Эф – экономический эффект, руб.;

Пк - прирост массы тела стерляди при температуре (15 - 17 °C) в варианте «контроль»:

$73,4 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 58,7 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,147 \text{ кг};$

П1- прирост массы тела стерляди при температуре (18 – 20 °С) в варианте 1:

$87,4 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 64,6 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,228 \text{ кг};$

П2- прирост массы тела стерляди при температуре (21 – 23 °С) в варианте 2:

$101,7 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 62,5 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,392 \text{ кг};$

П3- прирост массы тела стерляди при температуре (24 – 26 °С) в варианте 3:

$85,4 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 64,1 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,213 \text{ кг}.$

Экономический эффект в варианте «контроль»:

$0,147 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 220,5 \text{ руб.};$

экономический эффект в варианте 1:

$0,228 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 342 \text{ руб.};$

экономический эффект в варианте 2:

$0,392 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 588 \text{ руб.};$

экономический эффект в варианте 3:

$0,213 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 319,5 \text{ руб.}$

Экономический эффект от получения дополнительной продукции по сравнению с контролем составил 121,5; 367,5; 99,0 руб./м<sup>3</sup> соответственно в вариантах 1, 2 и 3.

### 3.6.2. Кислородный режим

Результаты выращивания стерляди при различных кислородных условиях показали, что увеличение концентрации кислорода в воде не способствует увеличению прироста ихтиомассы, скорости роста, но существенно снижает эффективность конверсии кормов (табл. 14).

Таблица 14 – Результаты выращивания стерляди при различном кислородном режиме

Показатели	Контроль (6 - 8 мг/л)		Опыт (8 - 10 мг/л)		% контроль к опыту
	1	30	1	30	
Продолжительность опыта, сутки	1	30	1	30	
Количество, шт.	10	10	10	10	

Средняя масса рыбы, г	53,0	82,2	62,7	79,3	
Израсходовано корма, кг	-	500	-	500	
Ихтиомасса, кг	530	822	627	793	103,7
Выживаемость, %	-	100	-	100	100
Прирост ихтиомассы, кг	-	292	-	166	175,9
Выход ихтиомассы, кг/м <sup>3</sup>	0,5	0,8	0,6	0,8	100
Абсолютный прирост, г/шт.	-	29,2	-	16,6	176,5
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	1,01	-	0,57	177,1
Среднесуточный прирост, %	-	1,49	-	0,81	183,9
Расход кормов, г/шт.	-	50,0	-	50,0	
Суточный рацион, г/шт.	-	1,72	-	1,72	
Суточный рацион, %	-	2,55	-	2,43	
Затраты корма, кг/кг прироста	-	1,71	-	3,01	56,8
Прирост ихтиомассы, г/м <sup>3</sup> в сутки	-	10,0	-	5,7	
Кормовая нагрузка (на систему), г/м <sup>3</sup> в сутки	-	17,2	-	17,2	
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	1	1	1	1	

Прирост ихтиомассы, скорость роста в контроле с содержанием кислорода (6 - 8 мг/л) на 75,9 – 83,9 выше, а затраты кормов на прирост массы на 43,2 % меньше, чем в опытном варианте с содержанием кислорода (8 - 10 мг/л) (рис. 28).

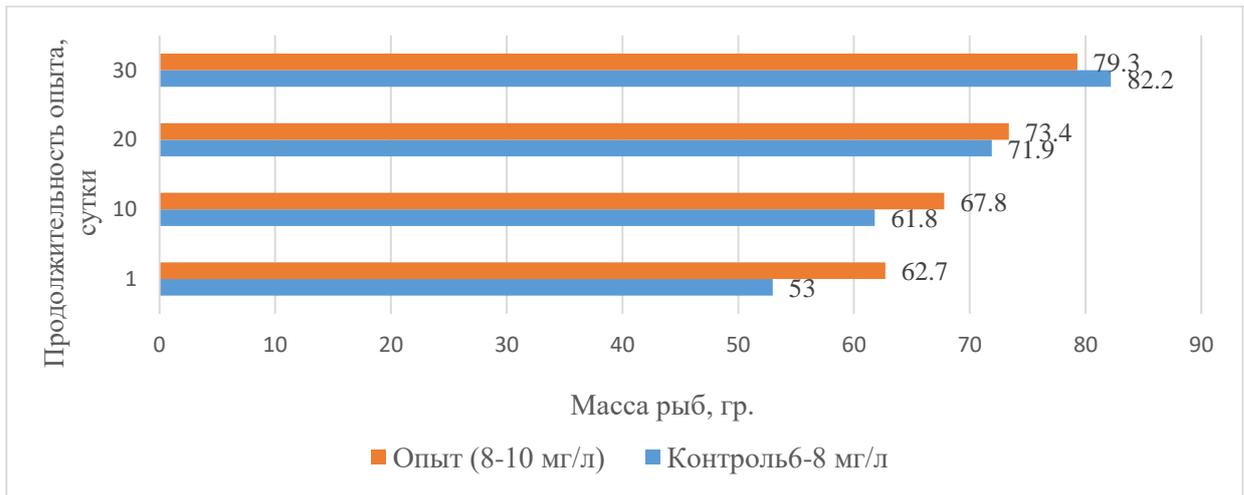


Рисунок 28. Прирост массы стерляди при различных кислородных режимах выращивания в УЗВ

Более высокие затраты корма обусловлены увеличением расхода энергии корма на обеспечение жизнедеятельности при гипероксии (Есавкин, и др., 2014; Маммаев и др., 2017).

Через 30 дней эксперимента рыбы контрольной группы (где  $O_2$  – 6-8 мг/л), прибавляли в массе тела стабильно 3,5 % по сравнению с опытной группой с содержанием кислорода в пределах 8-10 мг/л, среднесуточный прирост выше на 43,5 %, а затраты корма на кг прироста увеличиваются до 76,1 % (рис.10).

Мы проводили исследования и по размерам тела изучаемых сеголеток стерляди. Измерения длины тела показали, что средняя длина тела в контрольной группе с содержанием кислорода 6-8 мг / л составила 27,6 см, а в опытной группе рыб с содержанием кислорода 8-10 мг / л – 28,3 см, что на 0,7 см, или на 35,4%, больше (рис. 29).

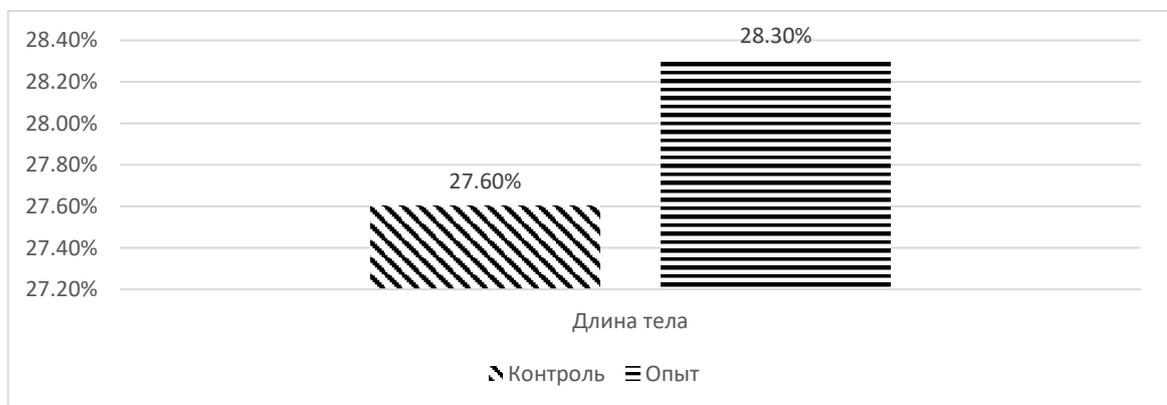


Рисунок 29 – Динамика изменения длины тела за время опыта

Однако отношение массы тела к длине показывает, что рыбы в контрольной группе имеют коэффициент 2,98, а в опытной группе 2,8, то есть на 0,18% меньше (Маммаев и др., 2017). Это говорит о том, что рыбы контрольной группы были более упитанными, чем опытная группа, поэтому увеличение содержания кислорода в УЗВ установках отрицательно сказывается на жизнедеятельности рыб.

#### **Расчет экономической эффективности:**

$\text{Эф} = \text{П2} * \text{N} * \text{Ц} - \text{П1} * \text{N} * \text{Ц}$ , где

Эф – экономический эффект, руб.;

Пк - прирост массы тела стерляди в варианте «контроль» с содержанием кислорода 6 - 8 мг/л:

$$82,2 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 53,0 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,292 \text{ кг};$$

П1- прирост массы тела стерляди в варианте «опыт» с содержанием кислорода 8-10 мг/л:

$$79,3 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 - 62,7 \text{ г} \times 10 \text{ шт.} \times 1 \text{ м}^3 = 0,166 \text{ кг};$$

Экономический эффект в варианте «контроль»:

$$0,292 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 438 \text{ руб.};$$

экономический эффект в варианте 1:

$$0,166 \text{ кг} \times 1500 \text{ руб.} = 249 \text{ руб.}$$

Таким образом, через 30 дней прирост ихтиомассы в контрольной группе с содержанием кислорода 6 - 8 мг/л составил 0,292 кг, что позволило получить дополнительный доход в 189,0 руб./м<sup>3</sup> по сравнению с вариантом «опыт» с содержанием кислорода 8 - 10 мг/л (нормоксия и слабая гипероксия).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследования был проведен детальный анализ состояния осетровой промышленности Дагестана и дан прогноз развития этой отрасли в контексте динамики природных и антропогенных процессов.

Дана оценка современного состояния осетровых рыб, показаны перспективы их промыслового использования, предложены рекомендации по сохранению, восстановлению и устойчивому управлению их запасами, находящимися в настоящее время в катастрофическом состоянии. Описана история отечественного осетроводства, 150 – летный юбилей которого отмечался в 2019 году. Подробное описание воспроизводства осетровых-севрюги, осетра, белуги, стерляди, терна - в естественных условиях Терско-Каспийского и Сулакско-Каспийского районов Дагестана дано на основе литературного материала (Демин, 1963; Амирханов, 1970; Шихшабеков, 2005, 2009). Эти виды, по данным исследователей, в прошлом имели большое промысловое значение, кроме стерляди и шипа, которые в настоящее время отнесены к редким и исчезающим видам и занесены в Красные книги МСОП, Российской Федерации и Дагестана.

Зарегулирование стока Терека (Каргалинской и Павлодарской плотинами) и Сулака (каскад 4 гидроэлектростанций) отрицательно отразилось на биологии размножения осетровых, что является основной причиной уменьшения запасов и прекращения промысла одних видов осетровых (осетр, севрюга и белуга) и полного исчезновения других (например, шип и стерлядь).

Восстановление запасов осетровых в естественных водоемах в создавшихся в настоящее время условиях трудно достижимо, поэтому возникает необходимость развития запасов и увеличение их объема за счет товарной продукции (черная икра и мясо) путем искусственного разведения в полносистемных осетровых хозяйствах различного технологического типа (прудовые, индустриальные и др.), используя при этом такие виды рыб, которые обладают высокими адаптивными способностями, биологическими свойствами и продуктивными качествами.

Хотя товарное осетроводство не решит проблему восстановления природных запасов, но оно может в определенной степени снизить нагрузку на их природные запасы и обеспечить потребительский рынок осетровой продукцией (осетровой и

черной икрой), поэтому особое внимание следует уделять развитию товарного осетроводства, с использованием промышленных методов и интенсивных форм. А для этого единственный путь – индустриализация рыбоводства с использованным при этом наиболее ценных и экономически выгодных прудовых объектов. Наибольший практический интерес для развития осетроводства Дагестана имеет стерлядь (*Acipenser ruthenus*) – типично пресноводная, скороспелая и традиционная для прудового выращивания рыба. Именно стерлядь всегда была тем объектом среди осетровых, разведение которого положило начало отечественному осетроводству (Овсянников, 1870, 1955). Считаем необходимым в условиях Дагестана начать свою экспериментальную работу по искусственному разведению стерляди, на основе современных высокотехнологичных, так называемых индустриальных методов, основанных на интенсивных формах выращивания рыб. Это позволит открыть большие перспективы для использования этого ценнейшего вида как основного объекта товарного осетроводства.

В данной работе дается подробное описание товарного осетроводства, существующих направлений развития этой отрасли в Дагестане на основе анализа богатого литературного материала.

В литературном обзоре данной работы подробно описан материал, посвященный промышленным методам разведения различных объектов аквакультуры, в том числе выращиванию рыбы в садках и бассейнах с использованием теплых сточных вод энергообъектов, в циркуляционных системах и установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Для проведения исследований мы использовали замкнутую систему водоснабжения как наиболее интенсивный из вышеперечисленных методов рыбоводства.

В работе дается самостоятельным разделом устройство и характеристика использованной нами УЗВ, где описываются существующие типы современных УЗВ, их конструктивные параметры, недостатки и преимущества по сравнению с другими методами. После краткого обзора состояния изученности, исследуемой нами темы, дается глава «Материал и методы исследования», где приводятся

данные об использованных материалах, методах и методиках исследования. Исследования проводились в пяти циклах выращивания рыбы.

Проведены исследования таких биотических и абиотических факторов, как плотность посадки, виды кормов, кратность кормления, кормовые добавки, температура и кислород, которые влияют на такие важные рыбоводные и биологические показатели: рост, общий и среднесуточный прирост, скорость (скорость) роста массы и размеров, выживаемость, расход корма, выход, коэффициент накопления массы и др. Объектами изучения были одновозрастные сеголетки стерляди и их альбиносов массой от 60 до 132 см. В рыбоводных бассейнах УЗВ качество воды соответствовало нормам, установленным ГОСТом.

Мы пользовались рыбоводными бассейнами небольшой емкости (0,4 м<sup>3</sup>). Все опыты проводились со строгим соблюдением аналогии в 2-х, а по некоторым вариантам и в 3-х кратном повторении. При изучении влияния плотности посадки опыты проводились в 4-х вариантах: вариант № 1 – контроль (50 экз.), остальные - опытные - 100, 150, 200 экземпляров.

Результаты исследования показали, что такие рыбоводные показатели, как прирост общей массы, среднесуточный прирост, темп роста, выживаемость, коэффициент массы накопления и другие наиболее высокими оказались в вариантах № 1 и № 2 при плотности посадки 50 и 100 экземпляров на 0,4 м<sup>3</sup> емкости. В вариантах № 3 и № 4 с посадкой 150 и 200 экземпляров выживаемость составила всего 89,3 – 92 %. Хотя некоторые рыбоводные показатели оказались высокими в контрольном варианте № 1 с плотностью посадки 50 экземпляров, все же некоторые показатели (прирост общей массы, выход продукции, выживаемость) здесь оказались низкими. Невыгодно это и в экономическом отношении (низкий выход рыб с единицы площади при чрезмерно низкой плотности посадки). Исследования показали, что из абиотических факторов наибольшее влияние на рыбоводные и биологические показатели оказали температура воды и кислородный режим. Оба эти фактора оказывали непосредственное влияние на потребление корма и его переваримость, а также на биологические показатели молоди рыб.

Опыты на влияние температуры воды проводились в 4-х вариантах: № 1 – 15-17 °С (контроль), № 2 – 18 – 20 °С, № 3 – 21 – 23 °С и № 4 – 24 – 26 °С. Наиболее высокое потребление кормов показано в варианте № 3, где температура воды составляла 21-23°С. Кислородный режим воды существенно влияет на рост, особенно осетровых рыб.

Мы проводили опыты в 2-х вариантах: № 1 – с содержанием кислорода – 6.25 мг/л (контроль) и № 2 - содержанием кислорода – 8.45 мг/л – опытный. Наиболее высокие рыбоводные показатели получены в варианте, где содержание кислорода – 6.25 мг/л. В условиях, где содержание кислорода больше, оказалось меньшее прибавление массы на 12-13 %.

Исследованиями установлено, что на рост и развитие молоди стерляди при выращивании в УЗВ оказывает влияние и такой фактор, как масса тела. При массе молоди, например, 2 - 6 г, в оптимальных условиях в сутки потребляла корм более 30 % от массы, а у сеголеток с большей массой (60 г и более) этот показатель ниже и составляет не более 10 - 12 %. Эти особенности особенно необходимо учитывать при выращивании посадочного материала рыб.

При выращивании молоди рыб в условиях УЗВ особенно высокие требования предъявлены к кормам. Здесь должно быть обращено внимание на правильный выбор корма и умелое его использование. Корм должен быть сбалансированным по белку, доступным по размеру, привлекательным по вкусу и, по возможности, дешевым, так как более половины затрат на выращивание рыбы в искусственных условиях приходится на дорогие корма, поэтому себестоимость получаемой продукции высока, что является единственным недостатком выращивания, в УЗВ.

При кормлении молоди стерляди и альбиносов мы пользовались такими комбикормами, как «Акварекс» и «Le Gouessant» и кормовыми добавками – аттрактантами и пробиотиком «Субтилис - С». Наилучшие рыбоводные показатели получены при кормлении сеголеток стерляди комбикормом «Le Gouessant», а альбиносов - при кормлении комбикормом «Акварекс». Так, при кормлении молоди стерляди комбикормом «Акварекс» среднесуточный прирост составил 1,92 г, а при кормлении комбикормом «Le Gouessant» - 2,75 г, или на 43,2% больше. Альбиносы же, наоборот, имеют более высокие показатели при

кормлении их комбикормом «Акварекс». Например, у альбиносов на комбикорме «Акварекс» среднесуточный прирост составляет 2,66 г, а на комбикорме «Le Gouessant» - 2,1 г, что на 26,7% выше показателя при кормлении «Акварекс». Расход кормов на единицу прироста и привеса, темп роста у стерляди на комбикорме «Le Gouessant» на 42,8% меньше, чем на комбикорме «Акварекс». Это показывает, что при выращивании молоди стерляди в УЗВ выгоднее кормить комбикормом «Le Gouessant», а альбиносов - комбикормом «Акварекс».

Не меньшее влияние на эффективность кормления молоди стерляди при выращивании в УЗВ оказывает и такой фактор, как кратность и частота выдачи кормов (Маммаев и др., 2017). Если личинок кормить через каждые 15-30 минут, то сеголеток достаточно кормить не более 4-6 раз в сутки. Величина суточного рациона сеголеток определялась главным образом его средним весом и температурой воды. Затраты корма также зависели от веса стерляди, увеличиваясь по мере их роста. В то же время была обнаружена прямая зависимость между размером массы тела и скоростью роста рыбы.

Гидрохимический режим УЗВ в этом случае не оказывал особого негативного влияния на потребление корма стерлядью и ее рост, пока сохранялся в нормальных условиях, но, когда значения некоторых показателей (превышение или снижение концентрации растворенного кислорода) выходили за пределы нормативов, они становились основными факторами, ограничивающими пищевую активность рыб.

Таким образом, высокая плотность посадки молоди в бассейн является основной причиной массового взаимного травмирования молоди. (Мирзоян и др., 2013).

Из всего вышесказанного следует необходимость оптимизации плотности посадки, установленной в наших опытах, для сеголеток стерляди массой около 60 г в малых емкостях, не превышающих 1 м<sup>3</sup>.

Исследования ряда гематологических показателей крови (содержание эритроцитов, гемоглобина, кислородная устойчивость эритроцитов и др.) показали, что общее количество эритроцитов у сеголеток стерляди в УЗВ на 15 - 20 % больше, чем в контрольной группе (Маммаев и др., 2018). Количество

гемоглобина у рыб в контроле соответствует нижнему пределу нормы и составляет 30,4 г/л., а у рыб в УЗВ – 20,9 г/л. Концентрации гемоглобина и их колебания находились в пределах физиологической нормы, что характерно для рыб, выращенных в промышленных условиях на искусственных кормах (Пономарева и др., 2010).

Кислотная устойчивость эритроцитов периферической крови у рыб контрольной группы, распад эритроцитов приходится на 1,30 мин. и составляет 54 %, а полный распад - через 2 мин. 45 сек.; у рыб, выращенных в УЗВ, - на 1,35 мин. и составляет 46 %, а при полном распаде эритроцитов - в течение 2 мин. 38 сек., что свидетельствует об их более низкой кислотной устойчивости (Маммаев, 2018).

Химический анализ воды показал, что в УЗВ присутствуют нитриты и нитраты с превышением ПДК в 1,5 – 3 раза, а в контроле они отсутствуют. Таким образом, по всем исследованным показателям выращивания посадочного материала в условиях УЗВ установлено ее превосходство и высокие рыбоводные показатели.

В управляемых условиях УЗВ возможно многократное получение в течение года половых продуктов от производителей стерляди, проведение инкубации и получение рыбопосадочного материала в любое время года (Маммаев и др., 2017).

Выполненные нами исследования позволили определить, что для товарного выращивания выгоднее использовать стерлядь, так как она значительно опережает остальные виды осетровых по многим показателям: по скорости роста, скороспелости, жизнестойкости, приспособленности к УЗВ - выращиванию и, кроме того, обладает высокими пищевыми качествами (мясо и черная икра).

Таким образом, в результате проведенных исследований влияния биотических и абиотических факторов на рыбоводные и биологические показатели сеголеток стерляди, выращенных в замкнутой системе водоснабжения, можно сделать следующие выводы: во-первых, увеличение плотности посадки сеголеток стерляди с начальной массой около 60 г выше 100 экземпляров на 1 м<sup>3</sup> водной емкости вызывает заметное снижение таких показателей, как рост и темп роста, выживаемость, коэффициент массы накопления, выход продукции с

единицы водной площади и др.; во-вторых, при меньшей плотности - ниже 100 экземпляров на 1 м<sup>3</sup> (в варианте №1, где плотность посадки 50 экз./м<sup>3</sup>), даже при некоторых высоких рыбоводных показателях (как это видно из таблицы №4) значительно ниже такие показатели, как абсолютный прирост массы, выживаемость, выход сеголеток с единицы данной площади, что в конечном счете отрицательно сказывается на экономических показателях, в частности, на себестоимости продукции.

При использовании разных комбикормов рыбоводные показатели также получены разные. Так, наиболее высокие рыбоводные показатели получены при кормлении сеголеток стерляди комбикормом «Le Gouessant», а у сеголеток-альбиносов все изученные рыбоводные показатели высокие на комбикорме «Акварекс» (табл. 5). Заметное влияние на рыбоводные показатели стерляди оказало использование кормовых добавок: аттрактантов, пробиотиков - которые способствовали улучшению рациона и увеличению ихтиомассы. При их использовании с комбикормом «Акварекс» сеголетки стерляди имели высокие рыбоводные показатели (табл. 6; рис. 18). Такие же положительные показатели получены и по другим изученным факторам. Так, наиболее высокие показатели роста, темпа роста стерлядь имеет при пятикратном кормлении с интервалом три часа по сравнению с трехкратным кормлением с интервалом четыре часа (таблица 7). Исследования по влиянию абиотических факторов показали, что наиболее оптимальная температура для получения высоких рыбоводных показателей - это температура воды 21 – 23 °С и кислородное насыщение O<sub>2</sub> - 6,25 мг/л. Высокий суточный ритм питания стерляди наблюдается между 10 и 16 часами.

Расчет экономической эффективности выращивания стерляди в УЗВ показал, что наиболее высокие рыбоводные показатели получены при плотности посадки 100 шт. на единицу водной площади, при кормлении подопытных сеголеток высокопротеиновыми комбикормами (комбикорм «Le Gouessant»), использовании кормовых добавок (аттрактантов и пробиотиков), а также при содержании кислорода 6,25 мг/л и температуре воды 21 - 23 °С.

По полученным результатам составлены практические предложения в виде рекомендации по использованию установок с замкнутым циклом водоснабжения

для выращивания посадочного материала стерляди, которые служат ориентиром применения их рыбными фермерами, специализирующимися на производстве рыбопосадочного материала. При строгом научном контроле, регулярном экологическом мониторинге эта установка может эффективно функционировать весьма продолжительное время в разных природных зонах Дагестана и обеспечивать развитие товарного осетроводства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные многофакторные исследования по разработке технологических параметров и рыбоводно-биологических показателей стерляди, выращиваемых в экспериментальной УЗВ, разработанной в АГУ, позволяют сделать следующие **выводы**.

1. Установлено, что скорость роста стерляди в изучаемом градиенте плотности посадки описывается следующим уравнением:  $Y = 0.29X^{-0.8 \pm 0.081}$ ,  $R^2 = 0,95$ . Оптимальной является плотность посадки 250 экз. на 1 м<sup>3</sup>. Увеличение плотности посадки в 1,5 – 2 раза вызвало значительное снижение эффективности за счет замедления роста: на 33,2 – 35,0 %. Экономическая эффективность по разности полученной рыбной продукции в контроле и в варианте 2 незначительная, а по сравнению с вариантами 2 и 3 составляет 3300 и 1650 руб./м<sup>3</sup>.
2. Выращивание как нормально пигментированных, так и альбиносов стерляди показало, что наиболее высокие рыбоводные показатели получены у нормально пигментированной стерляди при кормлении продукционным кормом «Sturgeon Grower №4» (47/13) «Le Gouessant». Экономический эффект – 373,5 руб./м<sup>3</sup>, а у альбиносов – при кормлении продукционным кормом «Осетр рост» 46/18 «Акварекс» – экономический эффект – 285,0 руб./м<sup>3</sup>.
3. Установлено, что при кормлении сеголеток стерляди комбикормом «Осетр рост» 46/18 «Акварекс» с добавлением мясорыбного аттрактанта уровень и прирост ихтиомассы, среднесуточный прирост на 6,8 – 15,7 %, выше, а затраты корма на прирост – на 18,2 % меньше, чем без его добавления. Высокие рыбоводные показатели получены и при добавлении в рацион пробиотика

«Субтилис-С» (*Bacillus subtilis*). Уровень и прирост ихтиомассы, среднесуточный прирост на 1,1 – 13,9 % выше, а затраты корма на прирост – на 13,8 % ниже, чем без этой добавки. Это, по нашему мнению, связано с тем, что исследованные кормовые добавки повышают поедаемость кормов за счет улучшения их вкусовых качеств и улучшения процесса пищеварения. Экономический эффект составляет 160,5 и 153,0 руб./м<sup>3</sup> соответственно.

4. Рыбоводные показатели у стерляди выше при пятикратном кормлении в течение светового дня с трехчасовым интервалом между подачей корма, чем при трехкратном с интервалом в четыре часа. Высокая поедаемость (53 – 63 %) корма отмечена в первой половине суток – с 10 до 16 часов, что необходимо учитывать при составлении графика кормления. Экономический эффект составляет 532,5 руб./м<sup>3</sup>.

5. Наиболее благоприятным для стерляди является температурный режим в варианте 2 (21–23<sup>0</sup>С). Здесь получены максимальные значения прироста ихтиомассы, массы тела и минимальные значения затрат корма на прирост. При температуре воды выше или ниже установленного оптимального диапазона эффективность выращивания рыбы снижается. Экономический эффект от получения дополнительной продукции по сравнению с контролем составил 121,5, 367,0, 99,0 руб./м<sup>3</sup> соответственно в вариантах 1, 2 и 3.

6. Повышение концентрации кислорода в воде не способствует увеличению прироста ихтиомассы, скорости роста и существенно снижает эффективность конверсии кормов. Прирост ихтиомассы, скорость роста в контроле на 75,9 – 83,9 больше, а затраты кормов на прирост массы – на 43,2 % меньше прироста ихтиомассы в контрольной группе (O<sub>2</sub> – 6–8 мг/л). Экономический эффект составил за счет получения дополнительной продукции на сумму 189,0 руб./м<sup>3</sup> по сравнению с содержанием кислорода 8 – 10 мг/л (нормоксия и слабая гипероксия).

### **Практические рекомендации**

Рыбным хозяйствам и фермерам при выращивании стерляди массой 58 – 62 г в установках с замкнутым циклом водоснабжения использовать плотность посадки рыб 250 экз. на 1 м<sup>3</sup>.

Для кормления стерляди в УЗВ использовать «Sturgeon Grower №4» (47/13) «Le Gouessant». При выращивании альбиносов стерляди рекомендуем использовать «Осетр рост» 46/18 «Акварекс». Для повышения поедаемости кормов рекомендуем использовать следующие кормовые добавки: мясорыбный аттрактант (1% от суточной нормы корма 2–3 раза в неделю) и пробиотик «Субтилис – С» из расчета 400 мг/кг корма ежедневно.

При ручном кормлении стерляди суточную норму корма вносить в рыбоводные ёмкости пятикратно с интервалом в три часа в течение светового дня.

При выращивании стерляди в УЗВ поддерживать температуру воды в пределах 21 – 23<sup>0</sup>С и содержание кислорода в пределах 6 - 8 мг/л.

### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

В последние годы в связи с сокращением численности ценных осетровых видов рыб в естественных водоемах их искусственное выращивание приобретает все большее значение не только для производства товарной рыбы, но и для пополнения природных запасов в водоемах. Поэтому полученные результаты позволяют сформулировать перспективы дальнейшей разработки темы диссертации. В дальнейшем следует проводить работы по совершенствованию технологии получения жизнестойкого и физиологически полноценного посадочного материала (икру, личинок, мальков) ценных осетровых видов рыб для формирования маточного стада, что будет способствовать сохранению генофонда этих уникальных видов в искусственных условиях. При наличии собственного ремонтно-маточного стада можно производить выпуск части молоди осетровых рыб в естественные водоемы, а также реализовывать полноценный посадочный материал в рыбоводные заводы для воспроизводства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова Н.А. Сравнительные результаты выращивания донской стерляди в пластиковых и бетонных бассейнах различной вместимости // "Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" Межд. симпозиум, тезисы докладов, октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. - Краснодар, 1996. - С. 33-35.
2. Абросимова, Н.А. Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: Автореферат диссертации доктора биологических наук: 03.00.10 / Абросимова Нина Акоповна – М.:1997. – 76 с.
3. Абросимова, Н. А. Состояние и перспективы развития осетровых рыб в Южной России / Н. А. Абросимова, Л. М. Васильева // Вопросы рыболовства Беларуси. - 2016. -Т. 32. - С. 135-146.
4. Абросимова, Н. А. Особенности кормления годовиков осетровых для формирования маточного стада / Н.А. Абросимова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: сб. материалов III Международной научно-практической конференции – Астрахань: Альфа-АСТ, 2004. – С. 230-231.
5. Акимова, Н.В. Созревание и половые циклы у осетровых (на примере сибирского осетра р. Лена). – В кн.: Исследование размножения и развития рыб: метод, пособие / под ред. Н.В. Акимова. – М: Наука, 1981. – 48-57 с.
6. Акимова, Н.В. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (*Acipenser idae*) при антропогенном воздействии / Н.В. Акимова, Г.И. Рубан // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. М. Изд-во ВНИРО. – 1997. – С.138.
7. Амброз, А.И. Рыбы Днепра, Южного Буга и Днепроовско-Бугского лимана Акад. наук Укр. ССР. Ин-т гидробиологии / А.И. Амброз. – Киев: Изд-во Акад. Наук УССР, 1956. – 407 с.
8. Аминова, В.А. Физиология рыб. Лёгкая и пищевая промышленность / В.А. Аминова, А.А. Яржомбек. – М., – 1984. – 200 с.
9. Амирханов, М.И. Размножение осетра в Аграханском заливе // В кн.: Осетровые СССР и их воспроизводство. / М.И. Амирханов // Тр. Цниорх. – 1970. – Т. 2. – 164-166 с.

10. Амирханов, М.И. Некоторые данные экологии нереста севрюги в р. Терек. / М.И. Амирханов // – Матер. сессии, посвященной 100-летию осетроводства. – Астрахань, 1969. – С. 18-19.

11. Амирханов, М.И. Анализ нерестового хода осетровых в р. Сулак за 1969 г. / М.И. Амирханов, П.Г. Мусаев // Актуальные вопросы осетрового хоз-ва (товарное осетроводство). – Астрахань, 1971. – С. 63-64.

12. Амирханов, М.И. Состояние нерестовой популяции осетровых в р. Терек, 1966-Осетровые СССР и их воспроизводства. / М.И. Амирханов. – М.: Изд-во пищ. пром., 1971. – Т.3. – 19-26 с.

13. Амирханов, М.И. Состояние гонад осетра в период нерестового хода в р. Терек. – Осетровые СССР и их воспроизводство. / М.И. Амирханов. – М.: пищ. пром., 1972, – Т.4. – 14-29 с.

14. Анохина, Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весеннее – осеннее нерестующей салаки / Л.Е. Анохина. – М.: Наука, 1969. 295 с.

15. Астафьева, С.С. Влияние садкового рыбоводства на состояние биоты водоемов в низовьях дельты Волги. / С.С. Астафьева, Е.Г. Антонова // Материалы научно-практической конференции. «Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в Прикаспийском регионе». – Махачкала, 2016. - С. 18-23.

16. Артеменков, Д.В. Использование пробиотика «Субтилис» в качестве добавки в комбикорм при выращивании клариевого сома (*Clarias gariepinus*) / Д.В. Артеменков [и др.] – Рыбное хозяйство. – 2012. – № 5. – С. 89-93.

17. Артеменков, Д.А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) на комбикормах с добавками пробиотика «Субтилис» в условиях УЗВ: Автореферат канд. диссертации с/х. наук 06. 04. 01. – Москва, 2013 – 22 с.

18. Бабушкин, Н.Я. Биология и промысел каспийской белуги / Н.Я. Бабушкин // Тр. ВНИРО. – 1964. – Т. 52. Сб.1. – С. 183-258.

19. Багров, А. М. Аквакультура России: состояние и перспективы / А. М. Багров, В. К. Виноградов, Е. А. Мельченков. В сборник материалов совещания «Воспроизводство рыбных запасов» в Ростове-на-Дону. – Ростов н/Дону, ЮНЦ РАН, 2000. — С. 161-170.

20. Баранникова, И.А. Гистофизиологические основы внутривидовой дифференциации у рыб. – В кн. «Обмен веществ и биохимия рыб» / И. А. Баранникова – М.: Наука, 1967. – 537 с.
21. Баранникова, И. А. Проблема сохранения осетровых России в современный период / И. А. Баранникова, С. И. Никоноров, А. Н. Белоусов // Осетровые на рубеже XXI века: тез. докл. матер. Межд. конференции – Астрахань, КаспНИРХ, 2000. – С. 7-9.
22. Бардач, Д. Аквакультура: разведение и выращивание пресноводных и морских организмов /Д. Бардач, Д. Ритер, У.М. Макларни // Пищевая промышленность. – 1978. – 294с.
23. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран /Л.С. Берг. – М-Л. Изд-во. АН СССР. – Т.1,2,3, 1948. – № 1– 468 с.
24. Бессонов, Н.М. Рыбохозяйственная гидрохимия / Н.М. Бессонов, Ю.А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 159 с.
25. Блинко, Б.В. Сравнительная характеристика морфофизиологических индикаторов внутренних органов стерляди, выращенной в условиях УЗВ с производителями из нерестового стада Нижней Волги (АГТУ) / Б.В. Блинко, А.В. Мищенко // «Интенсивная аквакультура на современном этапе развития»: матер. научно-практическая конференция. – Махачкала, 2013. – С. 26-28.
26. Бубунец, Э.В. Технология выращивания севрюги в условиях промышленных рыбоводных хозяйств / Э.В. Бубунец, Е.И. Шишанова // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 52-56.
27. Бугров, Л.Ю. Предпосылки и перспективы создания биотехнологического кластера морской аквакультуры на Каспийских акваториях республики Дагестан с использованием шторм устойчивых погружных садков / Л.Ю. Бугров // «Интенсивная аквакультура на современном этапе развития: матер. научно - практическая конференция с междунар. участием. – Махачкала, 2015. – С. 29-30.
28. Бугров, Л.Ю. Инженерно-биологические аспекты использования морских шторм устойчивых садков для выращивания осетровых и лососевых рыб в Каспийском бассейне / Л.Ю. Бугров // Материалы Международной научно-практической конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и

восстановления биоресурсов Каспийского бассейна» (13-16 октября 2008 г., Астрахань) – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. – С. 324-327.

29. Бугров, Л.Ю. Принципы биотехнологии садкового рыбоводства / Л.Ю. Бугров, Л.А. Петренко // – Рыбное хозяйство. – 1987. – №10. – С. 54-56.

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

31. Бэр, К.М. Рыболовство в Каспийском море и его притоках / К.М. Бэр - Исследование о состоянии рыболовство в России. – СПб., 1860. – Т.1.

32. Вальдман, А. Р. Витамины в животноводстве / А. Р. Вальдман. – Рига: Зинатне, 1977. – 352 с.

33. Васильков, Г.В. Справочник по болезням рыб / Г.В. Васильков [и др.] – М.: Колос, 1978. – 351 с

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

35. Васильева, Л.М. Особенности современного состояния искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волге - Каспийском бассейне / Л.М. Васильева, В.В. Наумов, Н.В. Судакова // – Естественные науки. – 2015. – № 4. – С. 90-95.

36. Васильева, Л. М. Технология индустриального выращивания молоди и товарных осетровых рыб в условиях Нижнего Поволжья / Л. М. Васильева, С. В. Пономарев, Н. В. Судакова // Науч.-произв. центр по осетроводству "Биос". – Астрахань: НПЦ по осетроводству "Биос": ГУП ИПК "Волга", 2000. – 23 с.

37. Васильева, Е.Д. Популярный атлас – определитель. Рыбы / Е.Д. Васильева. – М.: Дрофа, 2004. – 400 с.

38. Васильева, Т. В. Рыбохозяйственные и экологические аспекты эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна: диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.02.06: защищена 27.12.2010 года: Васильева Татьяна Викторовна. - М., 2010. – 165 с.

39. Васильева, Т.В. К вопросу об организационном и нормативно-правовом обеспечении работ по искусственному воспроизводству осетровых рыб в

Каспийском море / Т.В. Васильева [и др.] // ЮГ РОССИИ. Экология, развития. – 2010. – № 4. – С. 68-72.

40. Винберг, Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных / Г.Г. Винберг // Успехи современной биологии. – 1966. – Том 61. Выпуск – № 2. – С. 274-293.

41. Виноградов, В.К. Поликультура растительноядных рыб в прудовом хозяйстве и естественных водоёмах / В. К. Виноградов // ВНИИПРХ. – 1975. – Выпуск № 15. – С. 3-18.

42. Владимиров, В. И. Размножение осетра в условиях зарегулированного стока реки / В. И. Владимиров // Тр. Сов. Ихтиол. Комиссии АН СССР. – 1961. – № 13. – С. 201-208.

43. Власенко, А.Д. Масштабы естественного воспроизводства осетровых в Волге /Власенко, А.Д. // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. – Волгоград. – 1981. – С. 48-49.

44. Власов, В.А. Практикум по рыбоводству / В.А. Власов, Ю.А. Привезенцев, А.П. Завьялов. – 2005. – 106 с.

45. Власов, В. А. Приусадебное хозяйство. Рыбоводство / В.А. Власов. – М.: Изд-во Эксмо-Пресс, Изд-во Лик-Пресс, 2001. – 240 с.

46. Власов, В.А. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома (*Clarias gariepinus*) с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения / В.А Власов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 48 с.

47. Власов, В.А. Размножение клариевого сома (*Clarias gariepinus*) с помощью гипофизарных инъекций / В.А. Власов, К. В. Ковалев // Человек и животные: материалы III Международной научно-практической конференции (12 - 13 мая 2005 г., Астрахань). – Астрахань, 2005. – С. 125-127.

48. Власов, В.А. Выращивание африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в бассейнах с различным кислородным режимом / В.А. Власов, Ю.И. Есавкин, А.П. Завьялов // Сб. науч. тр. Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. – М.: РАСХН, 2005. – Т. 3. – 130-139 с.

49. Воробьева, Э.И. Влияние внешних факторов на микроструктуру оболочек икры рыб / Э.И. Воробьева, В.В. Рубцов, К.П. Марков – М.: Атлас микрофотографий, 1986. – 107 с.

50. Гаджимусаев, Н.М. Биологические особенности формирования ремонтно-маточного стада бестера в условиях Дагестана: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 06.04.01: защищена 28.06.2017 года: Гаджимусаев Насрула Магомедович. – М., 2017. – 117 с.

51. Гербильский, Н.Л. Теория биологического прогресса вида и ее использование в рыбном хозяйстве. Теоретические основы рыбоводства / Гербильский, Н.Л. – М.: Наука, 1965. – 77-84 с.

52. Гербильский, Н.Л. Современное состояние и перспективы метода гипофизарных инъекций в рыбоводстве / Н.Л. Гербильский // Труды Лаб. основ рыбоводства. – 1947. – Т. 1. – С. 5-24.

53. Гершанович, А.Д. Биологические основы индустриального осетроводства: Сб. науч. тр. / ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии; / под редакцией А.Д. Гершанович. – М.: Тр. ВНИРО, 1991. – 213 с.

54. Гершанович, А.Д. Будут ли жить осетры в XXI веке / А.Д. Гершанович, И.А. Буруев // Рыбное хозяйство. – 1993. – № 4. – С. 18-20.

55. Глазова, Т.Н. Методы изучения количества и характеристики эритроцитов, гемоглобина, объема крови и белков плазмы рыб / Т.Н. Глазова // Исследования размножения и развития рыб – М.: Наука, 1981. – 124-138 с.

56. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа // М.: Стандартинформ, 2010. – 123 с.

57. Грозеску, Ю.Н. Инновационные биотехнологии для повышения эффективности промышленного осетроводства / Ю.Н. Грозеску, А. А. Бахарева, В. М. Распопов // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 154.

58. Грозеску, Ю.Н. Технологические системы для формирования и содержания ремонтно-маточных стад стерляди / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Д.Н. Сырбулов // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 47-49.

59. Гусев, Е.А. Роль тиамин в организме сеголеток / Е.А. Гусев // Рыбоводство и рыболовство. – 1970. – № 1. – С.11.

60. Дворников, П.И. Современное состояние запасов осетровых, нагуливающийся на пастбищах Дагестанского района Каспия / П.И. Дворников // – Матер. IV конференции: Редкие и исчезающие виды растений и животных Северного Кавказа. – Махачкала, 1995.
61. Демин, Д.З. Результаты изучения места и нереста частичковых рыб в системе Нижне -Терских озер / Д.З. Демин. – Махачкала. – 1937. – 23 с.
62. Демин, Д. З. Полупроходные рыбы дельты Терека / Д.З. Демин // Вопросы ихтиологии. – Т. 2. – Выпуск 1 (22). – 1962. – С. 90-99.
63. Демин, Д.З. Воспроизводство осетровых рыб Каспия в реках Дагестана / Демин Д.З. – М.: Изд - во АН. СССР. 1963. – 34-39 с.
64. Державин, А.Н. Воспроизводство запасов осетровых рыб / А.Н. Державин: Акад. наук Азерб. ССР. Ин-т зоологии. – Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1947. – 248.
65. Детлаф, Т.А Развитие осетровых рыб / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
66. Детлаф, Т.А. Рекомендация по срокам получения икры у осетровых рыб после гипофизарной инъекции / Т.А. Детлаф, С.Г. Васецкий, С.И. Давыдова // – М.: Главрыбвод. Государственный производственный комитет по рыбному хозяйству. 1965. – 47 с.
67. Дмитриев, Н.А. К современному состоянию рыбного промысла в низовьях р. Терек / Н.А. Дмитриев // Изв. Дагестанской ихтиолог. лаборатории. – Махачкала, 1929, – № 1. – С. 129.
68. Есавкин, Ю.И. Интенсивная технология пресноводного форелеводства: диссертация на соискание ученой степени доктора с/х наук: 06.04.01: защищена 22.04.2012 года: / Юрий Иванович Есавкин. – М., 2012. – 299 с.
69. Жигин, А.В. Пути интенсификации рыбоводства в замкнутых системах /А.В. Жигин // Развитие аквакультуры на внутренних водоемах: Тез. докл. научно - практ. конференции, посвящ. 50-летию кафедры прудового рыбоводства МСХА, дек. 1995. – М.: Изд-во МСХА, 1995. – С. 53-55.
70. Жигин, А.В. Замкнутые системы в аквакультуре / А.В. Жигин. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2011. – 665 с.

71. Жигин, А.В. Установка с замкнутым циклом водоиспользования для выращивания гигантских пресноводных креветок и других ракообразных / А.В. Жигин [и др.] // Прибрежное рыболовство и аквакультура: Аналит. и реферативн. информ. / ВНИЭРХ. – Выпуск № 1. – М. – 2006. – С. 23-25.

72. Жигин, А.В. Влияние температуры воды на рост и выживаемость австралийских красно клешнёвых раков. / А.В. Жигин, В.А. Арыстангалиева, Н.П. Ковачева // Материалы и доклады VIII Всероссийской научно практической конференции, посвященной 75-летию рыб хозяйственного образования на Камчатке: Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и технологическое использование, 12-14 апреля 2017 г. - Изд.-во Камчат. ГТУ. – Петропавловск-Камчатский. – С. 86-89.

73. Жигин, А.В. Токсикологическая оценка синтетических материалов в рыбоводных установках / А.В. Жигин, Г. Светлакова, Т. Тряхова // Рыбоводство. – 1985, – № 4. – С. 12-13.

74. Жигин, А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием / А.В. Жигин // (УЗВ): Дис. доктора с/х. наук. – М. – 2002. – 331с.

75. Завьялов, А.П. Выращивание тилапии в установке с замкнутым циклом водоснабжения при различных способах кормления: Автореферат дис. с/х наук. 06. 02. 04. – М.: 2001. – 28 с.

76. Заделенов, В.А. Опыт выращивания осетровых в условиях бассейновых рыбоводных хозяйств Красноярска / В.А. Заделенов [и др.] // Сб. докладов I Международной научно - практической конференции: Проблемы современного товарного осетроводства. – Астрахань, 2000. – С. 42-46.

77. Захарян, Т.Б. Естественное размножение осетровых в условиях зарегулированной Куры / Т.Б. Захарян // Вопросы ихтиологии. – 1972. – Т.12. – № 3. – С. 409-414.

78. Зеленский, В.В. История развития стерляди (*Acipenser ruthenus*) / В.В. Зеленский // Труды общества естествоиспытателей при Казанском университете. – 1887. – Т.7. – № 3. – С. 1 – 226.

79. Зотин, А.И. Строение, свойства и значение яйцевых оболочек зародышей осетровых и лососевых рыб: Автореф. дис. канд. биол. наук: 06.01.04 – М.: ИЭМЭЖ, 1953. – 22 с.
80. Иванков, В.Н. Строение яйцеклеток и систематика рыб / В.Н. Иванков. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1987. – 157 с.
81. Иванов, В.П. Региональное распределение ресурсов Каспийского моря / В.П. Иванов, В.Н. Беляева, А.Д. Власенко // Рыбное хозяйство. – 1995. – № 2. – С. 18-21.
82. Иванов, В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря / В.П. Иванов. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000. – 100 с.
83. Иванов, С.А. Получение икры амурских осетровых рыб с сохранением жизни самок / С.А. Иванов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы доклада III международного научно-практической конференции. – Астрахань, 2004. – С. 176-177.
84. Казанский, Б.Н. О созревании и оплодотворении яйца осетра / Б.Н. Казанский // Доклад АН СССР, 1953. – Т. 89. – № 4. – С. 757-760.
85. Казанский, Б.Н. Анализ явлений, происходящих в яйцеклетках осетровых при применении гипофизарных инъекций / Б.Н. Казанский // Тр. совещ. по рыбоводству. – М.: 1957. – С.130-138.
86. Казанский, Б.Н. Закономерности гаметогенеза и экологическая пластичность размножения рыб // Экологическая пластичность половых циклов и размножения рыб / Б.Н. Казанский. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. – № 3 – 32 с.
87. Казанчеев, Е.Н. Рыбы Каспийского моря / Е.Н. Казанчеев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 167 с.
88. Калашникова, З.М. Исследование морфологического состава крови рыб // Исследование размножение и развития рыб (Метод. пособия) / З.М Калашникова. – М.: «Наука», 1981. – 110 – 129 с.
89. Канидьев, А. Н. Установка «Штелерматик» для непрерывного выращивания товарной рыбы / А. Н. Канидьев, Э. В. Гриневский // Рыбное хозяйство. – 1977. – Выпуск № 6. – С. 18-22.

90. Каширская, Н.Ю. Значение пробиотиков и пребиотиков в регуляции кишечной микрофлоры / Н.Ю. Каширская // Русский медицинский журнал. – 2000. – № 13. – С. 6-9.

91. Киселев, А.Ю. Установки с замкнутым циклом водоиспользования и технология выращивания в них объектов аквакультуры / А.Ю. Киселев. – М.: ЭКИНАС, 1997. – Выпуск № 1. – 80 с.

92. Киселев, А. Ю. Биологические основы и биотехнологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: Автореф. д-ра биол. наук, – М.: 1999. – 62 с.

93. Китаев, И.А. Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении Ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения / И.А. Китаев, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, С.С. Мухаметшин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, - 2014. - № 7. - С. 9-11.

94. Китаев, И.А. Выращивание Ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / И.А. Китаев, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, С.С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал (Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова), 2014. - № 12. - С. 10-13.

95. Китаев, И. А. Эффективность использования гидролизата соевого белка в кормлении рыб семейства Осетровые в установках замкнутого водоснабжения: диссертация на соискание ученой степени кандидата с/х наук: 06.02.08: защищена 19.05.2015: Китаев Игорь Александрович. - М., 2015. – 120 с.

96. Клейменов, И.М. Пищевая ценность рыб / И.М. Клейменов. – М.: Изд-во пищевая промышленность, 1971. – 51 с.

97. Клейменов, И.Я. Химический и весовой состав рыб в водоемах СССР и зарубежных стран / И.Я. Клейменов. – М.: Рыбное хозяйство, 1962. – 142 с.

98. Кляшторин, Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб / Л.Б. Кляшторин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 168 с.

99. Кнэше, Р. Замкнутые циркуляционные системы для выращивания рыбы / Р. Кнэше // Рыбное хозяйство. – 1986. – № 3. – С. 43–45.

100. Кожин, Н.И. Осетровые СССР и их воспроизводство / Н.И. Кожин. – Сб. науч. Тр. ВНИРО, 1964, – Т. 52. – С. 21-29.
101. Кожин, Н.И. Теоретические основы искусственного рыборазведения / Н.И. Кожин // в книге Теоретические основы рыбоводства. – М.: Наука, 1965. – 85-91 с.
102. Кожин, Н.И. Стерлядь и воспроизводство ее запасов / Н.И. Кожин // Тр. ЦНИОРХ, 1970. – Т. 2. – С. 69-72.
103. Козлов, В.И. Краткий словарь рыбовода. / В.И. Козлов, Л.С. Абромович. – М.: Россельхозиздат. – 1982. – 160 с.
104. Кокоза, А.А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб / А.А. Кокоза. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. – С. 208.
105. Константинов, А.С. Рост молодых рыб в постоянных и переменных кислородных условиях / А.С. Константинов // Вестник МГУ. Сер. 16. –1988. –№ 4. – С. 3-7.
106. Коржуев, П.А. Объем крови некоторых морских и пресноводных рыб / П.А. Коржуев, И.Л. Никольская – М.: Успех современной биологии, 1952. -52с.
107. Коржуев, П.А. Гемоглобин / П.А. Коржуев // Изд-во АН СССР. – 1964. – Т. 80, № 6. – С. 34–38
108. Коршунов, В.М. Характеристика биологических препаратов и пищевых добавок для функционального питания и коррекции микрофлоры кишечника / В.М. Коршунов [и др.] – ЖМЭИ, 2000. – № 3. – 86-91с.
109. Котляр, О.А. Методы рыбохозяйственных исследований (ихтиология) / О.А. Котляр. – М.: Дмитровский фил. "АГТУ", 2013. – 222 с.
110. Корчунов, А.А. Динамика биохимического состава тела и половых продуктов стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) естественных популяций и выращенных в установках замкнутого водоснабжения /А.А. Корчунов [и др.] // – Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 136-143.
111. Кошелев, Б.В. Экология размножения рыб / Кошелев Б.В. – М.: Наука, 1984. – 308 с.

112. Кривобок, М.Н. Связь между созреванием половых продуктов рыб и количеством жира в их теле /М.Н. Кривобок, О.И. Тарковская // Тр. Латв. отд. ВНИРО – 1969. – Т. 2. – С. 301-316.

113. Кузнецов, И.Д. Рыбные промыслы Аграханского залива / И.Д. Кузнецов. – СПб, 1898. – 152-153 с.

114. Кулаков, Г.В. Субтилис - натуральный концентрированный пробиотик / Г.В. Кулаков. – М.: ООО Типография «Визави», 2003. – 48 с.

115. Кулаков, Г.В. Применение пробиотика «Субтилис» в промышленном рыбоводстве: итоги и перспективы. / Г.В. Кулаков // Сборник тезисов докладов Всероссийской научно — практической конференции «Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов». – Российская академия наук, 16 - 18 июля 2003 г. – С. 86-87.

116. Кулаков, Г.В. Пробиотики серии Субтилис / Г.В. Кулаков // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Матер, докл. III Междунар. науч.-практ. конф., Астрахань. 22 - 25 марта 2004 г. – Астрахань: ООО ПКФ «Альфа-АСТ». – 2004. – С. 251-252.

117. Лав, Р.М. Химическая биология рыб / Р.М. Лав. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 349 с.

118. Лавровский В.В. Ихтиология / В.В. Лавровский, И.М. Анисимова. – М.: Высшая школа, 1983. – 354 с.

119. Лавровский, В.В. Рекомендации по использованию кислорода при интенсивном выращивании рыб / В.В. Лавровский, Н.Н. Капалин, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов. – М.: Кафедра прудового рыбоводства ТСХА, 1987. – 28 с.

120. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 293с.

121. Легеза, М.И. Запасы каспийских осетровых и их использование в современных условиях / М.И. Легеза // Труды ВНИРО. – М.: 1978. – Т. 108. – С. 121-134.

122. Львов, Л.Ф. О соотношении полов в маточном стаде стерляди / Л.Ф. Львов // Краткие тез. науч. докл.: Осетровое хозяйство в водоемах СССР. – Астрахань, 1984. – С. 206 – 207.

123. Львов, Л.Ф. О схеме стерляжьего хозяйства на Волге / Л.Ф. Львов // Краткие тез. науч. докл.: Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. – Астрахань, 1986. – С. 206-207.

124. Магомаев, Ф.М. Биологические основы рыб хозяйственного освоения внутренних водоемов юга России: Автореферат дис. док. биол. наук 03.00.10. – М.: 1994. – 64 с.

125. Магомаев, Ф.М. Первые результаты по выращиванию осетровых в Дагестане / Ф.М. Магомаев, Г.М. Гимбатов, А-Н. О. Шайхулисламов // Материалы доклада II Международной симп.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. – Краснодар, 4 – 7 октябрь, 1999. – С. 58-59.

126. Магомаев, Ф.М. Осетроводство в Дагестане / Ф.М. Магомаев. – Махачкала: Юпитер, 2001. – 40 с.

127. Магомаев, Ф. М., Товарное осетроводство в Дагестане делает первые шаги / Г. М. Гимбатов, А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, Ф. М. Магомаев // Рыбоводство и рыболовство. - 2001. - № 1. - С. 63.

128. Магомаев, Ф. М. Выращивание товарной белуги в земляных садках / Ф. М. Магомаев, А. О. Шайхулисламов, Н. М. Гаджимусаев, С. Б. Бер // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: мат-лы докл. IV Междунар. науч.-практич. Конф. - Астрахань, 2006. - С. 155-157.

129. Магомаев, Ф.М. Словарь и нормативы по аквакультуре / Ф.М. Магомаев. – Махачкала: ИД «Эпоха», 2013. – 312 с.

130. Магомедов, Г.М. Промысловые рыбы Дагестана их Запасы и промысел / Г.М Магомедов. – Махачкала, 1981. – 232 с.

131. Маммаев, М.А. Экология и ихтиофауна Терско-Каспийского рыб продуктового района (Моногр.) / М.А. Маммаев [и др.] – Махачкала: Издательско-типографский участок ИПЭ РД «Эко-пресс», 2016. – С. 240.

132. Маммаев, М.А. Микроструктурная организация средней кишки некоторых карповых рыб (Ciprinidae) в условиях западной части среднего Каспия / М.А. Маммаев [и др.] // Юг России. – 2016. Том 11, – № 4. – С. 16-19.

133. Маммаев, М.А. Индустриальные методы культивирования стерляди (*Acipenser ruthenus*) в условиях Дагестана / М.А. Маммаев [и др.] // ЮГ РОССИИ. Экология, развития. – 2017. – № 3. – Том 12. – С. 33-42.

134. Маммаев, М.А. Макро – и Микроскопические исследования половых желез у рыб из различных таксономических групп / М.А. Маммаев [и др.] // Изв. ДГПУ. – 2017. – № 2. – С. 27-32.

135. Маммаев, М.А. Использование индустриальных методов выращивания осетровых рыб в условиях Дагестана / М.А. Маммаев [и др.] // Вестник Дагестанский гос. университет. Серия: Естественные науки. – 2017. – № 1. – С. 22-25.

136. Маммаев, М.А. Структура оболочек икры стерляди при выращивании в установке с замкнутым циклом водоснабжения. / М.А. Маммаев [и др.] // Москва, «Ветеринария и кормление» - 2020 - № 7. - С. 32-34.

137. Мамонтов, Ю.П. Аквакультура России в новом столетии / Ю.П. Мамонтов // Тезисы докладов научно – технического симпозиума: Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов. – 2000. – Т. 4. – 57-59 с.

138. Мамонтов, Ю. П. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России Текст / Ю. П. Мамонтов [и др.] – С - Петербург, 2000. – С. 47-85.

139. Минияров, Ф. Т. Особенности товарного прудового выращивания осетровых в поликультуре (На примере Астраханской области): автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Фарит Талгатович Минияров. - Астрахань, 2001. - 24 с.

140. Мартышев, Ф.Г. Прудовое рыбоводство / Ф.Г. Мартышев. – М.: Высшая школа, 1973. – 428 с.

141. Маслова, Н.И. Эколого-биологические основы поликультуры рыбоводства / Н.И. Маслова, Г.Е. Серветник, А.Б Петрушин. – М.: РАСХН ВНИИР, 2002. – 268 с.

142. Матишов Г.Г. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов [и др.] – Ростов-на-Дону Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. – 72 с.

143. Матишов, Г.Г. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве / Г.Г. Матишов [и др.] – Ростов-на - Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. – 368 с.

144. Матишов, Г.Г. Практическая аквакультура (разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН) / Г.Г. Матишов [и др.] – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – 284 с.

145. Мильштейн, В.В. Современное состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР / В.В. Мильштейн // Тр. ЦНИОРХ, 1967. – Т. 1. – С. 9.

146. Мирзоева Л. Влияние лекарственных средств на биофильтры рыбоводных установок / Л. Мирзоева // Рыбное хозяйство, сер. Аквакультура. Информ. пакет: Болезни рыб. – М.: ВНИЭРХ, 1991. – Выпуск № 2. – С. 17-19.

147. Мирзоян, А.В. Применение индустриальных технологий в искусственном воспроизводстве и товарном осетроводстве. Азово - Черноморского бассейна / А.В. Мирзоян, А.Н. Степанова // Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Махачкала, 2013. – С. 144-147.

148. Мирзоян, А.В. Биоразнообразие объектов водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна / А.В. Мирзоян, Р.П. Ходоревская // Рыбное хозяйство. -2017. - № 4. - С. 49-54.

149. Мирзоян, А.В. Повышение эффективности искусственного воспроизводства - реальный путь восстановления природных популяций осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне / А. В. Мирзоян, Л. М. Васильева// Рыбное хозяйство. -2018. - № 5. - С. 76-81.

150. Михеев, В.П. Разведение стерляди в плавучих садках в условиях водохранилища / В.П. Михеев // Тез. отчетной сессии ЦНИОРХа, Астрахань, 1972. – С. 110 -111.

151. Моисеев, П.А. Ихтиология и рыбоводство / П.А. Моисеев, А.С. Вавилкин, И.И. Куранова. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 280 с.

152. Молчанова, И.Н. Гистологическое строение икры стерляди на различных стадиях половой зрелости / И.Н. Молчанова // – Док. АН СССР, 1941. – Т. 32. – № 2.

153. Мордовцев Д.А. Оценка влияния пробиотиков на рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди осетровых Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: / Д.А. Мордовцев // Матер, доклад IV Международной научно-практической конференции, 13-15 марта 2006 г., Астрахань. – М.: ВНИРО, 2006. – С. 26.

154. Мохов, Г.М. О состоянии воспроизводства осетровых рыб в р. Терек / Г. М. Мохов и др. // – Материалы I Международной конференции по биологическим ресурсам Каспийского моря. – Астрахань, 1992. – С. 351-353.

155. Мусаев, П.Г. Изучение эффективности естественного воспроизводства осетровых в Тереке и Сулаке / П.Г. Мусаев – Астрахань. Издательство. КаспНИРХ, 2000. – С. 175-176.

156. Мусселиус, В.А. Болезни рыб и борьба с ними в условиях современного рыбоводства // Тр. зоол. института АН СССР Вопросы паразитологии и патологии рыб под ред. О.Н. Бауера / В.А. Мусселиус // – Л., 1987. – Т. 171. – С. 14-21.

157. Надирадзе, А.А. Сырьевая база рыбной промышленности Дагестана и пути ее развития / А.А. Надирадзе // Проблемы развития экономики Дагестана. – Махачкала, 1964, – № 5. – С. 59-61.

158. Никаноров, Ю.И. Можно ли восстановить лов стерляди в Оке / Ю. И. Никаноров // Рыбное хозяйство, 1993. – № 2. – С. 27-28.

159. Никитин, Ю.К. А.С. 1405751 А2 СССР, МКИ А01К61/00. Установка для получения и подращивание личинок рыб и ракообразных – № 121 4173872/28-13. Заявл. 04.01.87 / Ю.К. Никитин, А.Б. Телеснин, Б.Т. Коханов. – Оpubл. Б.И., 1988. – № 24.

160. Никольский, Г.В. Частная ихтиология / Г.В. Никольский. – М.: Государственное издательство «Советская наука», 1950. – 436 с.

161. Никольский, Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов / Г.В. Никольский. – М.: Наука, 1965. – 376 с.

162. Николокин, Н. И. Гибридизация белуги со стерлядью / Н. И. Николокин, Н. А. Тимофеева // ДАН СССР. 1953. – № 5. – С. 899-902.

163. Николукин, Н.И. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью / Н.И. Николукин, И.А. Бурцев. – М.: ВНИРО, 1969. – С. 52.
164. Николукин, Н. И. Отдалённая гибридизация осетровых и костистых рыб / Н. И. Николукин. – М.: Пищ. промышленность, 1972. – 35-108 с.
165. Овсянников, Ф. В. Об опытах искусственного разведения стерлядей. Избранные произведения / Ф. В. Овсянников. – М.: Медгиз, 1955. – 333-338 с.
166. Ольшванг, Н.А. Изменение гонад стерляди (*Acipenser ruthenus*) в связи с созреванием половых продуктов / Н.А. Ольшванг // Изв. биол., науч. исслед. института при Пермском государственном университете. – 1936. –Т.10. Выпуск № 9-10. – С. 24.
167. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова; Гос. научно-исслед. ин-т озер и рек рыб. хоз-ва (ГосНИОРХ). – СПб.: ГОНИОРХ, 2001. – 372 с.
168. Остроумова, И.Н. Проблема повышения качества кормов в индустриальном рыбоводстве // Инф. пакет. Сер. Аквакультура корма и кормления рыб. – М.: ВНИЭРХ, 1997. – Выпуск № 1. – С. 1-12.
169. Павлов, Д.С. Редкие и исчезающие животные. Рыбы / Д.С. Павлов. – М.: Высшая школа, 1994. – 334 с.
170. Панасенко, В.В. Новый способ повышения эффективности рыбоводства / В.В. Панасенко, В.С. Крюков, Г.В. Кулаков // Рыбоводство, — 2001. – № 2. – С. 18.
171. Панасенко, В.В. Получение экологически чистой рыбной продукции при использовании пробиотика «Субтилис-С» / В.В. Панасенко // - Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Махачкала, 2013. – С.170–173.
172. Персов, Г.М. Половая функция самцов осетровых (гистологические и экспериментальные исследования): Автореферат диссерт. канд. биологических наук: 03.00.10 – Л.: ЛГУ, 1987. – 23 с.
173. Петрухин, И.В. Корма и кормовые добавки / И.В. Петрухин. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.

174. Пироговский, М.И. Размерно возрастной состав севрюги в морской период жизни / М.И. Пироговский, Т.А. Фадеева // – Вопросы Ихтиол. – 1981. – Т. 21, № 4. – С. 639 – 649.

175. Пискунов, И.А. Распределение осетровых в Каспийском море / И.А. Пискунов // Изменение биолог. комплексов Каспийского моря. – М: Наука, 1965. – 213–233 с.

176. Подушка, С.Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей / С.Б. Подушка // научно технический бюллетень. – Санкт-Петербург: ИНЭНКО. 1999. – Выпуск № 2. – С. 4-19.

177. Подушка, С.Б. Изменить схему воспроизводства осетровых / С.Б. Подушка // Рыбное хозяйство. – 1995. – № 2. – С. 31-32.

178. Пономарев, С.В. Новые методы повышения эффективности кормления стерляди / С.В. Пономарев [и др.] // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2005. – № 3 (26). – С. 54 – 57.

179. Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бухарева. – Астрахань, 2006. – 312 с.

180. Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Ф.М. Магомаев. – Махачкала: Изд-во Эко-экспресс, 2011. – 352 с.

181. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бухарева – М.: Изд. «Моркнига», 2013. – 417 с.

182. Пономарева, Е.Н. Результаты разработки методов формирования маточных стад стерляди в условиях замкнутого водообеспечения / Е.Н. Пономарёва [и др.] // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. Астрахань: Изд-во АГТУ. – 2010. – № 1. – С. 86-91.

183. Пономарева, Е.Н. Комплексная методика управления репродуктивной функцией и нерестом осетровых рыб, при искусственном воспроизводстве / Е.Н. Пономарева, М.И. Сорокина // – Матер. Международной научно – практической конференции. – Астрахань. Изд-во АГТУ, 2014. – С. 315 – 317.

184. Правдин, И.Ф. Руководства по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищ. промышленность, 1966. – 305 с.

185. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное рыбоводство / Ю.А Привезенцев. – М.: Агро. Пром. из-дат, 1991. – 368 с.
186. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: «Мир» 2007. – 456 с.
187. Пронина, Г.И. Оценка физиологического состояния и иммунного статуса рыб и речных раков в аквакультуре / Г.И. Пронина, Н.Ю. Корягина // в книге: Аквакультура сегодня. Доклады Всероссийской научно – 122 практической конференции 4 февраля 2015 г. – М.: ВНИИР. – 2015. – С. 221-233.
188. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И.В Проскуренко. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. –152 с.
189. Распопов, В.М. Воспроизводительная способность белуги (*Huso huso*) Каспийского моря / В.М. Распопов // Вопросы ихтиологии. – 1987. Т.27. – № 2. – С. 254–260.
190. Распопов, В. М. Экологические основы воспроизводства осетровых с условиями современного стока р. Волги: диссертация д.б.н.: 03.00.10: защищена 26.06.2001 года / Распопов Вячеслав Михайлович- Москва, 2001. - 240 с.
191. Распопов, В.М. Экологические основы воспроизводства осетровых в условиях современного стока р. Волги / В.М. Распопов, Т.Н. Кобаева – Астрахань: АГТУ, 2007. – С. 155.
192. Распопов В. М. Естественное воспроизводство рыбных ресурсов и техногенное общество (на примере осетровых) / В.М. Распопов, Ю.В. Сергеева // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 14-16.
193. Распопов, В.М. Стерлядь реки Волга / В.М. Распопов, А.В. Мищенко // Вестник АГТУ, «Рыбное хозяйство». – 2012. – №1. – С. 92-98.
194. Расс, Т.С. Ихтиофауна Каспийского моря и некоторые вопросы ее истории / Т.С. Расс // Тр. института океанологии АН СССР. – 1951. – Т.6. – С. 103-115.
195. Роговцов, С.В. Рыбоводно-технологические параметры выращивания сиговых рыб в установках замкнутого водоснабжения / С. В. Роговцов, Н.В. Барулин, В.Г. Костоусов // Животноводство и ветеринарная медицина: науч.-практ. журн. / УО БГСХА. - 2018. - № 2 (29). - С. 18-25.

196. Роскин, Г.И. Микроскопическая техника / Г.И. Роскин, Л.Б. Левинсон. – М.: Сов. наука, 1957. – 467 с.
197. Рубан, Г.И. Особенности экологии сибирского осетра (*Acipenser baerii Brandt*) реки Колымы / Г.И. Рубан, Н.В. Акимова // Вопросы ихтиологии. – 1993. – Т 33. – № 1. – С. 84-92.
198. Рубан, Г.И. О структуре вида сибирского осетра (*Acipenser baerii Brandt*) / Г.И. Рубан // Вопросы ихтиологии. – 1998. – Т. 38. – № 3. – С. 307-327.
199. Рубан, Г.И. Сибирский осетр *Acipenser baerii Brandt* (структура вида и экология) / Г.И. Рубан. – М.: ГЕОС, 1999. – 235 с.
200. Рубан, Г.И. О состоянии осетровых в России / Г.И. Рубан, Р.П. Ходоревская, В.Н. Кошелев // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 1(31). – С. 42-50.
201. Сафронов, А.С. Особенности формирования ремонтно-маточного стада осетровых рыб в индустриальных рыбоводных комплексах с использованием замкнутых систем / А.С. Сафронов, И.В. Бураченко и др. // Матер. Международ. Научно-практич. конференция «Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в прикаспийском регионе». – Махачкала, 2016. – С. 128-133.
202. Серветник, Г.Е. Сельскохозяйственные водоемы комплексного назначения: состояние и перспективы / Г.Е. Серветник // Вестник Россельхозакадемии. – 2003. – № 4. – С. 14-15.
203. Серебрякова, Е.В. Исследование гонад производителей осетра Волгоградского водохранилища / Е.В. Серебрякова // Тр. ВНИРО. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1964. – Т.56. – № 3. – С. 117-130.
204. Складов, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В.Я. Складов. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2008. – 150 с.
205. Сокольский, А.Ф. Экспериментальные и теоретические основы регулирования биопродукционных процессов в разнотипных водоемах дельты Волги: Автореферат дис. доктора биологических наук: 11.00.11 – М.: 1999. – 72 с.
206. Спотт, С. Содержание рыбы в замкнутых системах / С. Спотт. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1983. – 192 с.

207. Степанов, Д.Н. Основы фильтрации и регенерации воды / Д.Н. Степанов // Рыбоводство. – 1986. – № 3. – С. 37-39.
208. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыбы / В. Стеффенс. – М.: Агропромиздат, 1985. – 219 с.
209. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыб / В. Стеффенс. – М.: Агропромиздат, 1985. – 386 с.
210. Стикни, Р. Принципы тепловодной аквакультуры / Р. Стикни. – М.: Агропромиздат, 1986. – 386 с.
211. Строганов, Н.С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах [Текст] / Н.С. Строганов // Эколого-физиологические и биохимические исследования. – М.; МГУ. 1968. – С. 377.
212. Судаков, Г.А. Формирование промысловых запасов осетровых в Волго-Каспийском бассейне / Г.А. Судаков // Матер. Междунар. научно-практ. Конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». – Астрахань: КаспНИРХ, 2008. – С.153-157.
213. Супрунович, А.В. Аквакультура беспозвоночных / А.В. Супрунович. Киев: – Наукова думка, 1988. – 156 с.
214. Счастнов, К. Прудовая культура стерляди / К. Счастнов // Рыбное хозяйство. – 1941, – № 4. – С. 15-16.
215. Ткачёва, И.В. Экономическая эффективность использования пробиотический препарат в питании рыб / И.В. Ткачёва, Н.Н. Тищенко // Стратегия модернизации современной экономики России: направления, механизмы. - Материалы Международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский. – 2010. – С. 27-30.
216. Ткачёва, И.В. Болезни осетровых рыб и их профилактика / И.В. Ткачёва, Н.Н. Тищенко // Селекционно - технологические аспекты развития современного животноводства: Сборник научных трудов КБГСХА. – Нальчик, 2010. – С. 107-110.
217. Трусов, В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра / В.З. Трусов // Труды ВНИРО. – 1964. – Т. 56, № 3. – С. 69-76.

218. Туменов, А.Н. Рыбоводно-биологическая эффективность товарного выращивания русского осетра (*Acipenser gueldenstadtii Brandt et Ratzeburg*) в установках замкнутого водоснабжения: диссертация кандидата с/х. наук: 06.02.10: защищена 28.03.2012 года / Артур Насибуллаулы Туменов. - Усть-Кинельский, 2012. – 135 с.

219. Тырин, Д.В. Выбор наполнителя биофильтра в установках с замкнутым циклом водообеспечения для содержания морских холодноводных ракообразных / Д.В. Тырин [и др.] // «Рациональное использование водных экосистем - перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК»: материалы международной научно-практической конференции, ГНУ ВНИИР, Москва, 17-19 декабря. – Москва, 2007. – С. 225.

220. Тяпугин, В.В. Особенности формирования продукционных стад белуги в садках в условиях Нижней Волги: диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 06.04.01: защищена 28.06.2017 года: Тяпугин Василий Владимирович. – М., 2017. – 113 с.

221. Федорова, З.В. Выращивание морских и пресноводных рыб в системах с замкнутым циклом водообеспечения / З.В. Федорова // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура, информ. Пакет – Аквакультура: проблемы и достижения. – М.: ВНИЭРХ, 1997. – Выпуск № 3. – С. 28.

222. Федоровых Ю. В. Разработка комбикорма для личинок евроазиатского окуня в промышленных условиях / Ю.В. Федоровых, Н.П. Боева, А.П. Бочкарев // Вестник АГТУ.– 2011. – № 2. – С. 122-124.

223. Федосеева, Е. А. Рыбоводно-биологическая и морфофизиологическая характеристика гибридов русского осетра: диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.00.10: защищена 27.04.2004 года / Федосеева Елена Анатольевна. – М., 2004. – 174 с.

224. Федосеева, Е.А. Рыбоводно-биологическая характеристика рыбопосадочного материала гибридов русского осетра при бассейновом выращивании в условиях Юга России / Е.А. Федосеева, Л.М. Васильева // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития:

Материалы Межд. научно-практической конф. - Екатеринбург, 2003. - С. 135-139.

225. Филиппова, О.П. Влияние температурных условий выращивания бестера (*Acipenser nikoijukini*) на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах / О.П. Филиппова и др. // Труды ВНИРО. - Т.148. - М.: 2010. - С. 170-179.

226. Франк, С. Иллюстрированная энциклопедия рыб / С. Франк. – Прага: Артия, 1984 – 558 с.

227. Фридман, И.Л. Эффективность оптимизации суточного нормирования кормов в тепловодном рыбоводстве / И.Л. Фридман, И.Н. Остроумова // – Л.: Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1982, – № 189. – С. 63-70.

228. 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.

229. Чмырь, Ю.Н. Биологические основы формирования гетерегенного маточного стада стерляди в р. Кубань: Автореф. дис. к.б.н: 03.00.10 – М.: 2002. - 22с.

230. Ходоревская, Р.П. Состояние запасов осетровых рыб Каспийского моря и стратегия их восстановления / Р.П. Ходоревская, А.А. Романов // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 50-52.

231. Ходоревская, Р.П. Поведение, распределение и миграции осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна: Автореферат диссертации доктора биол. наук: 03.00.10 – М.: ИПЭЭ РАН, 2002. – 49 с.

232. Ходоревская, Р.П. Изменение распределения и численности осетровых в Каспийском море / Р.П. Ходоревская // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы доклада IV Межд. научно-практич. конферен., 13-15 марта 2006 г. Астрахань. – М.: Изд-во ВНИРО. 2006. – С. 12-15.

233. Хохлова, М.В. Стерлядь реки Енисея / М.В. Хохлова // Вопросы ихтиологии. –1955. – Выпуск № 4. – С. 41-56.

234. Шайхулисламов, А.О. Основные направления развития аквакультуры на ОАО «Ширококольский Рыбокомбинат» / А.О. Шайхулисламов, Ф.М. Магомаев,

Н.М. Гаджимусаев // Матер. докладов научно-практической конференции с международным участием. «Интенсивная аквакультура на современном этапе развития». – Махачкала: Изд-во «Эко-пресс», 2013. – С. 224-225.

235. Шатуновский, М.И. О некоторых новых подходах к изучению воспроизводства рыб / М.И. Шатуновский, Г.И. Рубан // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100 л. Г.В. Никольского). Сборник статей. – М. – 2010. – С. 241-261.

236. Шевченко, В.Н. Результаты эксплуатации маточного стада осетровых на рыбоводных заводах дельты Волги / В.Н. Шевченко, Л.В. Пискунова, А.А. Попова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. – Астрахань. – 2005. – С. 545-555.

237. Шилов, В.Н. Созревание и повторность нереста стерляди в Волгоградском водохранилище / В.Н. Шилов // Тр. ВНИРО. – 1971. – Т.56. – № 3. – С. 79-104.

238. Шилов, В.Н. Искусственное разведение стерляди (Метод. рекомендации для студентов и рыбоводов) / В.Н. Шилов, Ю.К. Хазов – Саратов. 1982. – 16 с.

239. Шихшабеков, М.М. Материалы по биологии промысловых рыб Аракумских озер Дагестана / М.М. Шихшабеков // Рыбное хозяйства. – 1968. – № 2. – С. 11-12.

240. Шихшабеков, М.М. Методические указания по определению стадий зрелости гонад промысловых рыб / М.М. Шихшабеков – М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 123 с.

241. Шихшабеков, М.М. Влияние измененных условий на репродуктивные циклы рыб в южных широтах / М.М. Шихшабеков // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. – М.: Наука, 1985. – С. 134-147.

242. Шихшабеков, М.М. Интенсификация рыбного хозяйства / М.М. Шихшабеков, Г.М. Гусейнов – Даг. книж. изд-во., Махачкала, 1989. – 94 с.

243. Шихшабеков, М.М. Экология рыб Дагестанского побережья Среднего Каспия / М.М. Шихшабеков, И.М. Исрапов. – Махачкала, Юпитер, 2005. – 445 с.

244. Шихшабеков, М.М. Приусадебное рыбководство (настольная книга начинающего рыбоведа) / М.М. Шихшабеков – Махачкала, 2009. – 160 с.

245. Шихшабеков, М.М. Атлас рыб Среднего Каспия и Дагестана / М.М. Шихшабеков – М.: Лотос, 2009.
246. Шихшабеков, М.М. Пресноводное рыбоводство (учебное пособие) / М.М. Шихшабеков. – Махачкала, ИПЭ РД, 2013. – 280 с.
247. Шоригин, А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря / А.А. Шоригин. – М.: Пищепромиздат., 1952. – С. 267.
248. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 360.
249. Шульга, Е.А. Пробиотик Субтилис в комбикормах для стерляди / Е.А. Шульга и др. // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тезисы докладов международной научной конференции. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2006. – С. 155-167.
250. Юсупова, А.З. Состояние продукционных стад осетровых рыб на рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству в Астраханской области / А.З. Юсупова, М.А. Танина // Матер. Международ. научно-практич. конференция 85-летию ДГУ. – Махачкала, 2016. – С. 155-158.
251. Adamek, Z. Prey selectivity in wels (*Silurus glanis*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) / Z. Adamek, K. Fasaic, M.A. Siddiqui // Ribarstvo. – 1999. – Vol. 57. – P. 47–60.
252. Alp, A. Reproductive biology in a native European catfish, *Silurus glanis* L., population in Menzelet Reservoir / A. Alp, C. Kara, H.M. Buyukc, apar // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. – 2004. – Vol. 28. – P. 613-622.
253. Anthouard, M. Behavioural adaptation of *Silurus glanis* (Pisces, Cypriniformes, Siluridae) in an instrumental conditioning situation / M. Anthouard, E. Pionnier, R. Kirsch // Universite´ de Rennes Editions. – 1987. – № 5 – P. 72–75.
254. Barki, A. Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? / A. Barki [et al.] // Aquaculture. – 2006. – V. 252. – P. 348-355.
255. Bain, M. Atlantic and shortnose sturgeons of the Hudson River: common and divergent life history attributes / M. Bain // – London, 1997. – P. 347-358.

256. Bemis, W.E. Sturgeons rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history / Sturgeon biodiversity and conservation. Kluwer Academic Publishers / W.E. Bemis. – London, 1997. – P. 167-183.

257. Borisov, R.R. The process of the tail fan formation in freshwater crayfish / R.R. Borisov, A.G. Tertitskaya // Freshwater Crayfish. – 2010. – V. 17. – P. 235-238.

258. Brummett, R.E. Aquaculture for African smallholding / R.E. Brummett, R.P. Noble / ILARM Tech Rep 46. World Fish centre, Penang, Malaysia, 1995. – P. 143-154.

259. Brummett, R.E. Aquaculture: realizing the potential / R.E. Brummett, J. Lazard, J. Moehl // Food Policy, 2008. – P. 371-385.

260. Copp, G.H. Is European catfish *Silurus glanis* really becoming more abundant in the River Thames / G.H. Copp, L. Moffatt, K.J. Wesley // Aquatic Invasions. – 2007. – Vol. 2. – P. 113–116.

261. Creach, Y. Importance des besoins azotes chez les poissons. / Y. Creach // Ann. Inst. – M.: Pach, 1976. – № 9, – P. 91-92.

262. Drengstig, A. Innovations in land-based recirculating aquaculture systems to produce market sized European lobster in Norway / A. Drengstig // Aquaculture Europe. – 2009. – V. 34. – n. 4. – P. 5-9.

263. Ferguson, M.M. The status and distribution of lake sturgeon in Canadian provinces of Manitoba, Ontario and Quebec / Sturgeon biodiversity and conservation. Kluwer Academic Publishers / M.M. Ferguson., G.A. Duckworths. – London, – 1997. – P. 299-309.

264. Fujiyama-Fujiwara, Y. Effects of sesamin on the fattyacid composition of the liver of rats fed n-6 and n-3 fatty acids-rich diet. / Y. Fujiyama-Fujiwara [et al.] // J. Nurt Sci Vitaminol – 1995, – P. 217-225.

265. Hensel, K. Past and current status of sturgeons in the upper and middle Danube River / Sturgeon biodiversity and conservation. Kluwer Academic Publishers / K. Hansel., J. Holcik. – London, – 1997. – P. 185-200.

266. Hickley, P. Fisheries for non-native species in England and Wales: angling or the environment / P. Hickley, S. Chare // Fisheries Management and Ecology. – 2004. – Vol. 11. – P. 203-212.

267. Holthuis, L.B. The freshwater crayfish of New Guinea / L.B. Holthuis // *Freshwater Crayfish*. – 1986. – V. 6. – P. 48–58.
268. Ide, T. Interaction of dietary fat types and sesamin on hepatic fatty acid oxidation in rats / T. Ide [et al.] // *Biochim Biophys Acta*. – 2004. – P. 80–91.
269. Kamal-Eldin, Aetal. Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats / A. Kamal-Eldin [et al.] // *Lipids*. – 2000. – P. 427-435.
270. Karplus, I. Culture of the Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in Israel. I. Polyculture with fish in earthen ponds / I. Karplus [et al.]. // *Isr. J. Aquacult.* – Bamidgeh. – 1995. – V. 47, no. 1. – P. 6–16.
271. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et contrcjil des dfchets piscicoles / S. Kaushik // *Pise. Franc.* – 1990. – № 101. – P. 14–23.
272. King, C.R. Egg development time and storage for redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* Von Martens / C.R. King // *Aquaculture*. – 1993. – V. 109. – P. 275–280.
273. Kirk, R.S. Fish diversity in the River Thames / R.S. Kirk, S. Colclough, S. Sheridan // *The London Naturalist*. – 2002. – Vol. 81. – P. 75–85.
274. Ketola, H.G. Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets / H.G. Ketola // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular*. – 1982. – P. 17–24.
275. Khodorevskaya, R. P. et al. Number and distribution of sturgeons (*Acipenseridae*) in the Caspian Sea / R.P. Khodorevskaya, Ye. V. Krasikov // *Booklet of abstract. 3 International symposia on sturgeon*. – Piacenza, Italia, 1997. – P. 8–11.
276. Khodorevskaya, R. Petal. Present status of commershial stocks of sturgeons in the Caspian Sea basin / R.P. Khodorevskaya [et al.] // *Environmental biology of fishes*. – 1997. – Vol. 48. – P. 209 -219.
277. Kushiro, M. Comparative effect of sesamin and episesamin on the activity and gene expression of enzymes in fatty acid oxidation and synthesis in rat liver / M. Kushiro [et al.] // *J. Nutri Biochem*, 2002. – P. 289-295.
278. Lawrence C. Chapter 17. *Cherax*. In: *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D.M. (Ed.) – UK, Oxford: Blackwell Science / C. Lawrence, C. Jones. – 2002. – P. 635-670.

279. Norberg, B. Proceedings of the 6th International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish / B. Norberg, O.S., Kjesbu, G.L Taranger. – Bergen: Institute of Marine Research and Universite of Bergen, 2000. – 499 p.

280. Nutrient Requirements of fish and shrimp. – Washington, DC, National research council of the national academies, National Academy Press, 2001. – 376 p.

281. Schau, E.M. Energy consumption in Norwegian fisheries / Schau, E.M. [et al.] // Journal of Cleaner Production. –2009. – P. 325-334.

282. Schlumberger, O. Intensive rearing of *Silurus glanis* juveniles / O. Schlumberger [et al.] // Aquatic Living Resources. – 1995. – Vol. 8. – P. 347-350.

283. Steffens, W. Grundlagen der Fischernahrung / W. Steffens. – VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1985. – 226 p.

284. Tacon, A. G. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications / A.G. Tacon, M.R. Hasan, R.P. Subashinge // FAO Fisheries Circular –2006. – No. 1018. – P. 99 -110.

285. Threne, M. Energy consumption in the Danish fishery. Identification of key factors / M. Threne // J. of Ind. Ecol. – 2004. – P. 223-239.

286. Threne, M. LCA of Danish fish products. New methods and insight / M. Threne // Int: J. LCA. – 2006. – P. 66-74.

287. Umeda-Sewada, R. The metabolism and n-6/n-3 ratio of essential fatty acids in rats: effect of dietary arachidonic acid and mixture of sesame lignans (sesamin and episesamin) / R. Umeda-Sewada, M. Ogawa, O. Igarashi // Lipids. – 1998. – P. 567-572.

288. Watanabe, T. Trace minerals in fish nutrition / T. Watanabe, V. Kiron., S. Satoh // Aquaculture. – 1997. – V. 151, – № 1. – P. 185-207.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Бестер – гибрид белуги и стерляди

ВНИИПРХ – Всероссийский научно-исследовательский институт  
прудового рыбного хозяйства

ВНИРО – Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыболовство и океанография

ГЭС – Гидроэлектростанция

ДГМУ – Дагестанский государственный медицинский университет

ДГУ – Дагестанский государственный университет

КаспНИРХ – Каспийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства

$K_y$  – коэффициент упитанности

МДА – малонового диальдегида

МСОП – Международный союз охраны природы

ОАО – открытое акционерное общество

ОРЗ – осетровый рыбоводный завод

ОСБ – общий сывороточный белок

РМС – ремонтно-маточное стадо

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

УЗВ – установка замкнутого цикла водоснабжения

ЦНИОРХ – Центральный научно-исследовательский институт осетрового  
рыбного хозяйства.