

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

Уланов Евгений Викторович

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫРАЩИВАНИЯ РУССКОГО ОСЕТРА
И ЕГО ГИБРИДОВ В УСЛОВИЯХ УЗВ**

06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор С. И. Николаев

Волгоград – 2022

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.	7
1.1 Развитие товарного осетроводства в России.....	7
1.2 Особенности развития товарного осетроводства в УЗВ.....	21
1.3 Состояние осетровых в естественных условиях их обитания.....	32
1.4 Биологическая характеристика осетровых видов рыб, используемых в условиях аквакультуры.....	41
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	50
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	56
3.1 Кормление особей осетровых рыб	56
3.2 Физико-химические показатели воды в установках замкнутого водоснабжения ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ	59
3.3 Сравнительная характеристика осетровых рыб.....	60
3.4 Изучение микробиоты кишечника осетровых рыб	82
3.5 Экономическая эффективность разведения осетровых рыб	86
3.6 Результаты производственной проверки	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ	93
Перспективы дальнейшей разработки темы	93
Список использованной литературы.....	94

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Осетровые – одна из древнейших рыб в мире, принадлежащая к отряду осетровых, который насчитывает 27 видов. Выращивание осетровых имеет важное значение как для промышленности, так и для аквакультуры Российской Федерации.

По мнению Ю.В. Алуфьева: «Одним из основных и перспективных направлений аквакультуры считается товарное осетроводство, которое является производством белковой и диетической продукции, а также восполнения исчезающих видов. Осетровые рыбы, являющиеся уникальными видами, приспособившиеся к самым разнообразным условиям, в настоящее время стоят на грани полного исчезновения. Известно, что основная часть мировых запасов осетровых рыб (более – 85 %) сосредоточена в бассейне Каспийского моря.

Но в последние годы уловы этих ценных видов рыб испытывают постоянную тенденцию к снижению, в связи, с чем хозяйственное воспроизводство, приобретают популярность» [1].

Поскольку естественные популяции осетровых резко сократились, аквакультура этой ценной рыбы важна для удовлетворения постоянно растущего спроса на мясо и икру, тем самым снижая нагрузку на естественные ресурсы осетровых. В аквакультуре осетровых есть два направления: контролируемое выращивание для выпуска и товарное выращивание. Контролируемое разведение способствует сохранению естественных популяций рыб, а промышленное выращивание осетровых обеспечивает потребности потребительского рынка деликатесной икрой (в основном) [68, 77].

Известно, что все виды осетровых рыб при скрещивании (как межвидовом, так и межродовом) позволяют получить жизнеспособное потомство, в связи с чем выведение различных гибридов русского осетра

имеет практическое значение для товарного или икорного осетроводства в различных климатических и технологических условиях.

Степень разработанности темы. Спрос на осетрину в последние годы увеличился из-за ее высокой пищевой и товарной ценности. Развитие аквакультуры привело ко многим техническим достижениям в выращивании осетровых, в том числе и к достижениям в области генетики и селекции осетровых.

Гибридизация, вероятно, является неизбежным процессом при видообразовании, при котором потомство наследует реструктурированные родительские гены, полученные при скрещивании особей разных генотипов. Гибридизация распространена при выращивании осетровых рыб и широко используется для улучшения различных их видов.

Благодаря гибридизации желаемые признаки могут быть объединены, что приведет к более конкурентоспособным потомкам и гетерозису.

Было проведено много исследований для оценки скрещивания сельскохозяйственных животных. Скрещивание происходит быстро и эффективно, создает гетерозис в будущих поколениях, может способствовать генетическому улучшению.

В России проводились работы по подбору различных межвидовых гибридов с осетром. Исследования проводились практически на всех возможных вариантах межвидовых скрещиваний. Однако наиболее перспективными были выделены следующие гибриды: гибрид русского осетра с сибирским осетром ленской популяции, гибрид сибирского осетра ленской популяции с белугой.

Цель и задачи диссертационной работы. Цель работы – повышение эффективности производства продуктов осетроводства при выращивании русского осетра и его гибридов в условиях УЗВ.

В соответствии с этим основные задачи исследований заключались в следующем:

1. Изучить в сравнительном аспекте динамику роста, сохранность, физиологические показатели сеголеток русского осетра и его гибридов.

2. Установить динамику живой массы, выживаемость и физиологический статус русского осетра и его гибридов в другие возрастные периоды.

3. Определить репродуктивный потенциал созревших особей русского осетра и его гибридов для подбора высокоперспективных объектов аквакультуры товарного выращивания.

4. Показать экономическую эффективность выращивания русского осетра и его гибридов в условиях УЗВ.

Научная новизна исследований. Впервые проведены комплексные исследования по оценке биологических, биохимических, анатомических, рыбоводных показателей русского осетра и его гибридов различных генотипов в условиях замкнутого водоснабжения.

Проведена оценка биологической безопасности и экономической эффективности производства мяса русского осетра и его гибридов в УЗВ.

Теоретическая и практическая значимость работы. Известно, что все виды осетровых рыб при скрещивании (как межвидовом, так и межродовом) позволяют получить жизнеспособное потомство, в связи с чем выведение различных гибридов осетра имеет практическое значение для товарного или икорного осетроводства в различных климатических и технологических условиях.

Практическая ценность работы состоит в использовании результатов исследований в селекционной работе с осетровыми видами рыб, а также при совершенствовании биотехнологии производства осетрины и икры.

Апробация работы. По теме диссертационной работы опубликовано 6 научных статей, в которых отражено основное содержание диссертации. Из опубликованных работ 2 в рецензируемых журналах, 4 в материалах Международных форумов и конференций.

Положения, выносимые на защиту:

- сравнительные данные по темпу роста и выживаемости молоди русского осетра и его гибридных форм на разных возрастных этапах развития;

- данные по морфофизиологическим показателям потомства русского осетра и гибридных форм разного возраста;

- показатели репродуктивного потенциала впервые созревших самок русского осетра и гибридных форм;

- сравнительные показатели экономической эффективности товарного выращивания на примере русского осетра и гибридных форм.

Объем и структура диссертационной работы. Диссертационная работа представлена на 110 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения и библиографического списка, включающего 150 источников, из них 76 на иностранных языках. Работа иллюстрирована 32 таблицами, 15 рисунками.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

1.1 Развитие товарного осетроводства в России.

Развитие аквакультуры представляет собой важнейший социально-экономический фактор, определяющий не только развитие рыбной отрасли, но и соответствующих федеральных округов, включая Южный федеральный округ. Необходимо оптимизировать технологические процессы в аквакультуре. Оптимизация технологических процессов позволит добиться достойных результатов в этом виде деятельности для нашей страны. Стратегия научно-технического развития Российской Федерации определила направления, позволяющие получать научно-технические результаты и создавать технологии - основу инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, и устойчивого положения нашей страны на внешнем рынке. Эти направления позволят обеспечить переход к высокопродуктивной и экологически чистой агро- и аквакультуре, производству безопасных и качественных продуктов питания. Технологии товарного рыбоводства, используемые в Южном федеральном округе России, позволят в короткие сроки увеличить количество и производство живой рыбы и снизить ее себестоимость [4].

Россия, как никакая другая страна в мире, обладает огромным потенциалом для развития рыбоводства. По данным разных авторов, в России от 12 до 16 миллионов гектаров акваторий внутренних водоемов пригодны для разведения рыбы. Потенциал аквакультурных хозяйств в России оценивается, как минимум, в 2-3 млн тонн [5, 13, 74].

Современная аквакультура должна быть устойчивой с точки зрения потребления энергии, используемого сырья и воздействия на окружающую среду, поэтому необходимы альтернативы для замены корма для рыб другим сырьем [3].

По мнению Федоровой В.М., Швыдченко С.С. «Одной из перспективных отраслей сельскохозяйственного производства является рыбоводство, которое базируется на выращивании товарной рыба в различных водоемах как искусственных, так и естественных» [57].

Переваримость и усвояемость организмом человека белка рыбы по биологической ценности происходит гораздо интенсивнее, нежели белок мяса сельскохозяйственных животных [15].

В аквакультуре осетровые особи занимают лидирующее место.

А.И. Богачев считает, что «Воспроизводство осетров естественным путем в последнее десятилетие находится под угрозой естественного исчезновения, это происходит за счет деградации ихтеофаун. Компенсировать потери естественных популяций осетровых и восполнить их запасы в сложных экономических и социальных условиях необходимо искусственным путем выращивания, в данное время роль которого связано с катастрофическим падением численности всех видов осетровых, решением проблемы в обеспечении населения дефицитным белком осетровых рыб может стать развитие фермерского осетроводства» [8].

Проведенный опыт Алымова Ю.В. по оценке морфофизиологического состояния молоди ленского осетра на различных видах кормах был успешен, рыба набрала определенный вес, наблюдалась хорошая поедаемость кормов, процент выживаемость составил 30 - 40 %. Далее был проведен опыт по улучшению выращиванию стерляди, в рацион которых также дополнительно вводили рыбный фарш [2].

Внимание русских учёных привлекла мысль использования осетровых рыб в качестве объектов аквакультуры значительно давно. Однако лишь в 50-е годы XX века стало реально заняться вплотную этой идеей после разработки биотехнологии заводского разведения осетровых [12].

Сохранение генетической структуры популяций определённых видов, а также выращивание, товарное выращивание осетровых является актуальной и главной задачей заводского воспроизводства [150].

Так спустя многие годы изучения физиологических особенностей осетровых, их зависимость от различных факторов колебаний окружающей среды. Осуществлялись различные опыты в области заводского выращивания осетровых рыб. Например, главной задачей было точно установить, как подготовить всех производителей к получению половых продуктов.

Поскольку естественные популяции осетровых резко сократились, аквакультура этих ценных рыб важна для удовлетворения постоянно растущего спроса на мясо и икру, тем самым снижая нагрузку на природные ресурсы осетровых. В аквакультуре осетровых есть два направления: контролируемое размножение для выпуска и коммерческое разведение. Контролируемое размножение способствует сохранению естественных популяций рыб, в то время как коммерческое выращивание осетровых обеспечивает потребности потребительского рынка деликатесным производством икры (в основном) [6, 10, 66].

Определены приоритеты развития аквакультуры, а также основные направления решения поставленных задач. К ним относятся развитие аквакультуры за счет внедрения новых технологий выращивания товарной рыбы, наиболее совершенных форм организации производства, развития отечественного кормопроизводства, форелеводства и осетрового хозяйства [59].

Развитие аквакультуры представляет собой важнейший социально-экономический фактор, определяющий развитие не только рыбной отрасли, но и соответствующих федеральных округов, в том числе Южного федерального округа.

Приведен развернутый анализ современного состояния развития аквакультуры в Южном федеральном округе России. Выявлены проблемы развития аквакультуры в Южном федеральном округе России. Необходимо оптимизировать технологические процессы в аквакультуре. Оптимизация технологических процессов позволит добиться достойных результатов в

этом виде деятельности для нашей страны. Стратегия научно-технического развития Российской Федерации определила направления, позволяющие получать научно-технические результаты и создавать технологии – основу инновационного развития внутреннего рынка товаров и услуг и устойчивого положения нашей страны на внешнем рынке. Эти направления позволят обеспечить переход к высокопродуктивной и экологически чистой агро- и аквакультуре, производству безопасных и качественных продуктов питания [4].

Непрерывный рост населения, которое, как ожидается, достигнет почти 10 миллиардов человек в 2050 году, представляет угрозу для достаточного обеспечения населения высококачественными продуктами питания.²

Из-за стагнации мирового производства рыбной продукции аквакультура уже более десяти лет является ключевым фактором постоянного роста мирового производства рыбы.

Хотя ежегодные темпы роста мирового производства продукции аквакультуры (4,5% в период с 2011 по 2021 год), как ожидается, снизятся в течение следующего десятилетия по сравнению с последними годами, по оценкам, в 2030 году она будет обеспечивать 60–70 % мирового потребления рыбы.

Применяемые в Южном федеральном округе России технологии товарного рыбоводства позволят в короткие сроки увеличить количество и производство живой рыбы и снизить ее себестоимость. Эти направления позволят обеспечить переход к высокопродуктивной и экологически чистой агро- и аквакультуре, производству безопасных и качественных продуктов питания. Применяемые в Южном федеральном округе России технологии товарного рыбоводства позволят в короткие сроки увеличить количество и производство живой рыбы и снизить ее себестоимость [6].

Рыбоводами было разработано два метода подготовки к нерестовому состоянию рыбы. Первый метод предложил А.К. Державин, который

являлся академиком, данный метод назывался экологический, основная цель этого метода состояла в том, чтобы в преднерестовый период производителям создавали условия внешней среды, при которых у самцов протекает созревание половых продуктов. Также возникла идея выращивания в бассейнах с круговым током воды, бассейнах округлой формы, при этом необходимо было учитывать колебания температурного режима воды. Возникла идея выдерживания их в круглых бассейнах с круговым током воды, также нужно было учитывать температурные колебания воды [9].

Второй метод был разработан профессором Н.Л. Гербильским, физиологический метод был основан на созревании половых продуктов. Суть этого метода заключается в том, что, после определенной подготовки производителей путём ввода в мышцы тела гонадотропного гормона гипофиза, от которых планируется получить зрелые половые продукты [7].

Самку севрюги получили первую, созревшую весной 1938 года. Один из сложнейших и трудоёмких вопросов осетроводства, был решён путем получения зрелых половых продуктов у самок и самцов, осетровых которые отлавливали в начале нерестовой миграции.

В настоящее время используют оба метода стимулирования производителей осетровых. Сначала самок и самцов сажают в бассейны, где выводят их на оптимальные нерестовые температуры, а затем делают гипофизарную инъекцию.

Чебанов М.С. и Галич Е.В. разработали и рекомендуют определённые дозы инъекций гормона в зависимости от температуры воды и веса рыбы, эти разработки.

По коэффициенту поляризации от степени зрелости ооцитов зависит доля предварительной инъекции, которая оценивается по значению коэффициента поляризации.

Инъекционная доля зависит от зрелости ооцитов, которая оценивается по коэффициенту поляризации. Истощенные рыбы к гипофизарным инъекциям наиболее чувствительны, поэтому при дозировке препаратов в этом случае необходимо учесть их процент снижения ввода [62].

Самок инъецируют несколько раз, стимуляция самцов проводится однократно перед разрешающей инъекцией самок. Дозировка гормональных препаратов, вводимых для самцов в два раза меньше дозы, рассчитанной для самок.

В опытах, которые проводились на сибирском осетре, было отмечено, что высокая подвижная активность наблюдалась у спермиев после 36 часов инъекции препаратом. Из проведенных исследований были вынесены рекомендации, в которых говорили, что рекомендуется инъецировать самцов за 2-4 часа до инъекции самок. В 1979 году ученым Танькиным были разработаны и показаны наиболее оптимальные пути получения спермы от самцов в течении в течении четырех суток однократной инъекции.

Естествоиспытатель Овсянников, на Московском съезде в 1896 году впервые доложено о результатах опыта по неестественному способу оплодотворения икры стерлядок. Однако в ходе эксперимента жизнеспособность личинок ему сохранить не удалось, он подчеркнул значимость работы в этом направлении. Однако по многочисленным попыткам в 1875 году на территории Северной Америки получилось оплодотворить икринки озерного осетра [14].

Впервые гибрид русского осетра (азовской популяции) и сибирского осетра (ленской популяции) — был получен в 1979 г. Экспериментальные скрещивания проводились в период с 1979 по 1983 гг. осетровый завод «Взморье» в Ростовской области (Бурцев и др. , 1985; Филиппова, 1985). В дальнейшем работы с этим гибридом проводились в Астраханской области (Шевченко, 1989; Шевченко и др., 1989; Шевченко, 1991), а также в Вологодской области - на тепловодном рыбководном хозяйстве (Филиппова , 1988 ; Арефьев, Филиппова , 1993 ; Сафронов Филиппова 2002) и (Чебанов и

Биллард, 2001 ; Чебанов и др., 2008). Экспериментальные работы по выращиванию реципрокных гибридов сибирского и русского осетра в прудах проводятся в Армении с 1981 г. (Маилян, Акопян, 1984).

Выращивание реципрокных гибридов сибирского осетра ленской популяции и русского осетра в УЗВ проводилось в Польше (Колман и Щепковски 2001 ; Щепковска и Колман 2002), а гибрида русского осетра и сибирского осетра - в Белоруссии (Барулин и др. , 2008 г.).

В экспериментальных целях были проведены исследования Болотова и Врасского по искусственному разведению рыб. Однако в семидесятых годах пошли первые научные разработки по теоретическим вопросам физиологии размножения рыб. Осетровые рыбы под руководством Зеленского В.В. 1878 стали первым объектом исследования. Первые зрелые половые продукты и личинки стерляди были получены академиком Овсянниковым, профессором Ковалевским и Кохном в 1869-1870 года [12].

Затем Н.А. Бородину удалось осуществить искусственное осеменение икры севрюги - 1884 г. и русского осетра – 1899 г. в аппаратах Сэс-Грина. Икра осетра была удачно проинкубирована в результате инкубации было получено большее количество икринок, а молодь осетра оказалась вполне жизнестойкой [17].

На нерестилищах Средней Волги академиком Ф.В. Овсянниковым в 1869 г. впервые было осуществлено искусственное осеменение икры осетровых [11].

Первое искусственное воспроизводство осетра (стерляди) было осуществлено в России в 1869 г., после чего последовало успешное искусственное разведение других видов в Северной Америке и Западной Европе. Ранняя эра рыбной эндокринологии предоставила важнейший инструмент для искусственного размножения хондростеанов, гормональной индукции овуляции и спермиации у осетровых. Эта методика позволила разработать программы заводского зарыбления каспийского осетра и

североамериканского веслоноса, естественное воспроизводство которых значительно сократилось из-за плотин.

Выращивание и разведение в неволе изменило модель роста и репродуктивного развития осетровых, хотя большинство изменений, вероятно, было вызвано средой выращивания.

Половая дифференциация была охарактеризована морфологически у нескольких видов осетровых, но информация об эндокринной секреции на ранних стадиях жизни осетровых очень фрагментарна и ограничена несколькими исследованиями.

У сибирского осетра манипуляции с геномом (гиногенез и андрогенез) индуцировались только в научных экспериментах, и сведений о применении таких манипуляций в аквакультуре нет. Однако успех манипуляций с геномом сибирского осетра очень низок; необходимы дальнейшие исследования для получения экспериментальной гиногенетической суперсамки, которая обеспечит поголовье самок осетровых рыб для производства икры.

После освоения опыта по искусственному осеменению икры перед рыбоводами встала другая тоже немаловажная задача это обесклеивание икры. В 1913 году А.Н. Державин предложил, и внедрил метод по обесклеиванию икры с помощью иловых частиц.

«В 1916 году было начато первое искусственное разведение осетровых на Волге. Далее была предложена и разработана П.А. Масловым первая инструкция по разведению осетровых рыб в 1919 году» [1].

В традиционных методах разведения в аквакультуре самцы и самки отбираются фенотипически, что часто приводит к депрессии инбридинга у потомства. Генетическая изменчивость в каждом поколении является ключевой целью программ селекции и достижима с помощью молекулярного анализа. Учёные разработали маркер микросателлитов и простых повторов последовательности у осетровых рыб и предоставили полезную информацию о генетическом разнообразии и репродуктивном характере этого вида. Кроме

того, результаты могут быть применены в будущей программе разведения осетров и родственных осетровых видов, чтобы избежать депрессии инбридинга [19].

Метод криоконсервации спермы помогает поддерживать генетическое разнообразие популяции рыб, а также снижает стоимость и площадь выращивания маточного стада.

Информация о эмбриональном развитии играет ключевую роль в управлении инкубатором, производстве эмбрионов и личинок, в аквакультуре и сохранении осетровых. Методы геномной инженерии, такие как манипулирование хромосомами, гиногенез и андрогенез, полезны в биологии развития, репродукции, генетике и определении пола и в исследованиях, связанных с сохранением. Гиногенез и андрогенез также полезны для создания полностью женских или полностью мужских популяций. Андрогенез полезен для сохранения путем восстановления вымирающих видов в их естественной среде. Идентификация видов осетровых имеет решающее значение для предотвращения незаконной торговли икрой и мясом с неправильной маркировкой и играет ключевую роль в сохранении, селекционном разведении и обеспечении соблюдения правил промысла осетровых во всем мире. Анализ родства дает точную информацию об эффективном размере популяции, оценке инбридинга, уровне генетического разнообразия и схемах миграции, которые необходимы для эффективной программы сохранения и пополнения запасов рыб в их естественной среде обитания. Анализ экспрессии генов полезен при определении пола, идентификации конкретных генов-кандидатов, биологии развития, открытии исследований биомаркеров и экотоксикологических исследований осетровых. Трансплантация зародышевых клеток имеет огромное применение в искусственном разведении, сохранении исчезающих видов, банках генов, криоконсервации первичных зародышевых клеток и суррогатном размножении с помощью химеры зародышевой линии.

Согласно данным Ющенко П.С. «До приобретения клейкости икринок, икру по мере ее выметания быстро выносили из бассейнов. Обесклеенную икру собирали и помещали в инкубационные аппараты. Данная технология не выходила за рамки проведенного эксперимента» [15].

С целью создания оптимальных условий для размножения осетровых рыб в естественных условиях, устанавливают нерестовые каналы, имеющие дно с гравием.

Данные экспериментальные работы по получению зрелых половых продуктов, инкубации икры, искусственному осеменению и выращиванию мальков и личинок проводились в течение долгих лет [19].

Применение надежных методов производства однополых маточных стад и раннее разделение рыб по полу очень важны в аквакультуре осетровых рыб. В большинстве коммерческих осетровых фермах самцов осетровых рыб отлавливают до наступления половой зрелости (до 3 лет) на мясо, а самок разводят примерно в течение следующих 5 лет до наступления половой зрелости. Поэтому возникает необходимость использования не инвазивных методов определения пола у осетров. В аквакультуре пол осетра обычно определяется в возрасте 3–5 лет с применением биопсии, УЗИ, эндоскопии или биопсии с микроскопическим исследованием.

Метод биопсии гонад является наиболее популярным методом определения пола и стадии гонад в аквакультуре осетровых. Этот метод, основанный на заборе небольшого кусочка ткани половых желез (с помощью троакара) под анестезией, требует много времени и является стрессовым для обследованных рыб.

К высокоспецифичной группе рыб можно отнести осетровых рыб, так как они существенно отличаются от обитателей нашей планеты и всех других представителей ихтиофауны [18].

У данного вида рыб позвонков нет, вместо них у рыб имеются накладные окостенелые кости головы, и жучки, которые расположены в пять рядов вдоль тела.

Осетровые и Веслоносые это два семейства которые входят в отряд осетрообразных. Товарное осетроводство, которое возникло еще в России в 60-х годах прошлого века [145].

Управление и обеспечение правового регулирования отношений в сфере аквакультуры (рыбоводства) актуально с 1970 года в производстве продукции аквакультуры наблюдается только рост, что свидетельствует о значимости аграрного сектора внутри страны и в мировом масштабе.

«В настоящее время аквакультура рассматривается не только как деятельность, удовлетворяющая потребности производителей продуктов питания, но и как средство экономического роста и достижения разнообразных социальных и экологических целей. Осознание необходимости ускоренного развития аквакультуры приводит к принятию соответствующих законов и стратегий по регулированию ее деятельности» [148].

Эта отрасль сельскохозяйственного производства развивалась постепенно опытным путем, с учетом традиций, допущенных ошибок и путем совместной деятельности. Аквакультура выросла и интегрировалась в природную, социальную, экономическую и культурную среду. Этот сектор растет беспрецедентными темпами и в настоящее время поставляет более половины мировой рыбы для потребления человеком.

Для развития рыбоводства Россия, как никакая другая страна в мире, обладает огромным потенциалом [14].

По данным различных источников, в России от 12 до 16 млн. га акваторий внутренних водоемов пригодны для рыбоводства. Однако, в статистических данных не учитывают такой показатель, как микроводоемы, которые имеют площадь менее 1 га.

Находящиеся под угрозой исчезновения группы позвоночных на планете, осетровые – самые примитивные, которых часто называют «живыми ископаемыми».

На сегодняшний день в Волго-Каспийском бассейне естественное воспроизводство практически отсутствует по многим причинам, поэтому на данный момент особое место занимает деятельность рыбоводных заводов, которые занимаются воспроизводством молоди осетровых и выпуском их в естественные водоемы, такое решение поможет успешно наладить поставку продукции на рынок для потребителей. Наличие высокоэффективных продукционных стад, которые будут сформированы в искусственных условиях, поможет решить вышеперечисленные задачи [20].

По мнению Наумова В.В. «В последние 10-15 лет искусственное воспроизводство осетровых рыб играет основную роль в восстановлении природных ресурсов, после зарегулирования р. Волги теряет свою эффективность из-за возрастающего дефицита производителей и невысокой промысловый возврат (не более 1 %)» [18].

На осетровых рыбоводных заводах для решения проблемы по обеспечению процессов по искусственному воспроизводству необходимо ускоренно формировать маточные стада осетровых рыб.

Согласно данным Остроумова И.Н. «С целью увеличения промыслового возврата осетровых рыб необходимо вернуться к вопросу об увеличении навески выращенной и выпущенной молоди в естественный водоём, переходить со стандартной навески 2–5 г на 10–20 и более грамм. Безусловно, эта проблема требует дополнительного изучения и обсуждения учёными и рыбоводами-практиками, т.к. до сих пор нет единого мнения по этому вопросу и, к тому же понадобится разработка усовершенствованной биотехнологии выращивания укрупнённой молоди осетровых рыб. Следует пересмотреть видовой состав молоди осетровых рыб, выпускаемых в водоём, т. к. в настоящее время в каспийском стаде преобладает русский осётр (около 90 %), белуга находится на грани полного исчезновения, а на долю севрюги приходится не более 7–9 %» [24].

В мире одним из наиболее исчезающих видов рыб являются осетровые, особенно это связано с нерестовыми миграциями из-за строительства плотин

на реках, в частности разрушения естественных нерестилищ и интенсивного использования в основном для получения черной икры [149].

Продукты осетровых рыб являются результатом производства продукции аквакультуры, в связи с исчезновением многих естественных популяций и поэтому аквакультура начала быстро развиваться. Для оптимизации технологий воспроизводства, начали развиваться и внедрять новые научные исследования в производственную деятельность.

В последние года, а это 20-25 лет, товарное осетроводство (выращивание осетровых) для производства пищевой продукции стали активно развивать в различных странах мира. Русский и сибирский осетр и стерлядь, а также их гибридами стали основными объектами товарного осетроводства.

Сдерживающим фактор товарного осетроводства является слабая жизнеспособность посадочного материала, нехватка высококлассных специалистов, специальных кормов для объектов аквакультуры, нехватка научных разработок по эффективному методу раннего определения половой принадлежности рыб, по способу ускорения процессов созревания самок и сокращения сроков межнерестовых циклов и т.д. Особое и немаловажное значение приобретают внедрения высокоэффективных самок осетровых для успешного получения ценного продукта, такого как чёрная икра, которым мировой рынок удовлетворяется лишь на 20-25 % [11].

В настоящее время наиболее актуальна проблема формирования продукционных стад рыб в искусственных условиях для воспроизводства и товарного выращивания рыбы. Данный вид деятельности только за последние 20 лет получил глобальное развитие и поэтому крупномасштабных вопросов ещё очень много. До настоящего времени не настроена биотехнология формирования продукционных стад, однако существует несколько методов (от икры до икры и доместикацией, причиной этому является то, что по данным Байболатовича И.К. заключается в следующем «...нет рыбоводно-биологических нормативов для каждого вида

осетровых рыб. В значительной степени это касается метода от икры до икры, т. к. все этапы длительного развития производителей осетровых происходят вне природной среды обитания, поэтому важно вести научный поиск оптимальных искусственных условий содержания и кормления рыб. Для раннего определения половой принадлежности улучшения репродуктивных показателей самок необходимы более глубокие и системные биологические исследования» [4].

Особенно кормление несвойственными кормами требует глубоких научных ответов на вопросы, а также изыскание новых эффективных способов перевода диких производителей к искусственным условиям содержания. Данная проблема в первую очередь относится к самкам рыб т.к. их необходимо приспособлять к искусственным условиям после перенесённого стресса, такого как о прижизненное получение икры. Следует подчеркнуть, что уменьшение межнерестовых циклов самок осетровых рыб в продукционные стада весьма важная и актуальная задача, т.к. зависит от экономических вопросов [69].

Для насыщения потребительского рынка ценной деликатесной продукцией в современных условиях во многих странах мира необходимо развивать аквакультуру осетровых рыб, это необходимо для решения главных задач по восстановлению природных ресурсов и сохранению генофонда этих ценных пород рыб. Чтобы добиться желаемого эффекта следует совершенствовать существующие технологические процессы, а также разрабатывать и усовершенствовать методы работы с производителями. Без системных научных сопровождений дальнейшее успешное развитие осетроводства невозможно [96, 103, 127].

Особый интерес в условиях тепловодной аквакультуры представляют разводимые русский и ленский осетры, которых можно использовать для скрещивания при создании высокоценных генотипов и гибридов, с этой целью был создан русско-ленский осётр [21, 22].

1.2 Особенности развития товарного осетроводства в УЗВ

Виды осетровых относятся к пищевым деликатесам и известны своими богатыми питательными свойствами, которые необходимы для здоровья человека с доисторических времен. Интенсивное сокращение популяций диких осетровых привело к увеличению доли выращиваемых и гибридных видов в аквакультуре. Мясо осетра содержит легкоусвояемые белки, жиры, витамины и минералы, на которые влияет его биоразнообразие [75].

После резкого сокращения запасов осетровых в Каспийском и Азовском морях, а также в других частях этого региона, производство икры и объем ее поставок на мировой рынок также сократились в несколько раз и обеспечивают примерно 10% спроса. В последние годы одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений в разведении осетровых является аквакультура, где общий объем икры, производимой на осетровых фермах в мире, достиг уровня более 13-15 тонн [45].

Однако длительное созревание большинства видов осетровых затрудняет привлечение инвесторов для такого бизнеса. Существует несколько способов решения проблемы: создание скороспелых выводков и гибридов, использование закрытых систем водоснабжения и использование нескольких методов получения икры от одних и тех же самок в течение их жизни. Эти меры сокращают срок окупаемости общих инвестиций в активы до 5-6 лет и обеспечивают высокую рентабельность по истечении этого срока, делая проекты по производству икры более жизнеспособными и привлекательными [64].

Интенсификация производства продукции аквакультуры способствовала бы повышению благосостояния людей. Интенсификация может быть достигнута за счет улучшения производственных систем и, что более важно для целей данного обзора, за счет генетического улучшения выращиваемых видов [124, 147].

Осетровые - самые примитивные, находящиеся под угрозой исчезновения группы позвоночных на планете, их часто называют 'живыми ископаемыми'. Их естественная популяция сокращается из-за разрушения среды обитания, блокирования нерестовой миграции, загрязнения и чрезмерной эксплуатации их дорогой черной икры и бескостного мяса. В настоящее время у существующих популяций мало шансов выжить без программ искусственного разведения и устойчивого разведения [27].

Принимая во внимание экологическую устойчивость и уязвимость к воздействию изменения климата на производство рыбы, одной из возможных стратегий адаптации является «Установки замкнутого водоснабжения» - УЗВ представляют собой экологически чистые, водосберегающие, высокопродуктивные интенсивные системы земледелия, которые не связаны с неблагоприятными воздействиями на окружающую среду, такими как разрушение среды обитания, загрязнение и эвтрофикация воды, истощение биоты, экологическое воздействие на биоразнообразие из-за содержания в неволе рыбы и бегства экзотических видов, вспышек заболеваний и передачи паразитов. Кроме того, УЗВ работают в контролируемой среде внутри помещений и, таким образом, минимально подвержены влиянию климатических факторов, включая колебания количества осадков, наводнения, засуху, глобальное потепление и т.д., колебания солености, закисление океана и повышение уровня моря [7, 15].

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) пользуются успехом за рубежом, и их использование открывает новые возможности территориально-географического расположения рыбоводных комплексов и ферм [16]. Выращивание рыбы в УЗВ достаточно перспективно. Это в первую очередь связано с тем, что при строительстве рыбоводных замкнутых систем возможно до минимума сократить потребление чистой воды. Также в условиях данных установок заметно сокращаются сроки получения

высококачественной товарной продукции таких ценных видов рыб, как лососевые, сиговые, осетровые [22].

Базовая технология УЗВ существует уже более 65 лет. Первая, новаторская исследовательская деятельность УЗВ проводилась в Японии в 1950-х годах. Технология УЗВ, включая аквапонику, разрабатывалась в течение последних 40 лет.

В 1970-х годах немецкая программа продемонстрировала возможность интенсивного выращивания карпа в УЗВ, а впоследствии Датский институт аквакультуры предпринял новаторские усилия по разработке дополнительных технических аспектов в УЗВ [29].

На самом деле, идея коммерческого рыбоводства в УЗВ была впервые выдвинута в Дании в середине 1970-х годов, а первая коммерческая УЗВ была построена в 1980 году. Усилия Дании поддержали развитие одной из первоначальных коммерческих отраслей УЗВ, в частности, для производства европейского угря. Эта работа вдохновила на последующее дальнейшее развитие и внедрение УЗВ в других европейских странах в конце 1980-х и 1990-х годах [33].

Сообщалось о значительном и растущем опыте проектирования, строительства и эксплуатации УЗВ за последние 25–35 лет в России. Первоначальный успех европейской индустрии осетроводства, основанной на УЗВ, также вдохновил на развитие УЗВ в России [17].

С 2000-х годов дальнейшее развитие УЗВ происходило в Европе, Северной Америке, Австралии и других странах-производителях аквакультуры.

УЗВ представляют собой наземные помещения для выращивания рыбы в закрытых помещениях, где рыба содержится в резервуарах в контролируемой среде и где применяется фильтрация для очистки воды за счет удаления метаболических отходов запасов перед рециркуляцией в самой системе.

Очистка воды достигается за счет механической и/или биологической фильтрации, стерилизации и оксигенации. Могут быть достигнуты различные уровни сложности и эффективности, но, как правило, все УЗВ имеют высокую степень (>90%) повторного использования воды. Фактически, УЗВ предоставляют возможности для улучшения управления отходами, сократить потребление воды и повторное использование питательных веществ [26].

Хотя УЗВ были первоначально разработаны и идеально подходят для производства пресноводных, а также тепловодных видов рыб (например, канального сома, полосатого окуня и тилапии), УЗВ являются гибкими, их можно модифицировать и адаптировать для работы с солоноватой и морской водой, водные, а также холодноводные виды.

УЗВ можно разделить на пять типов:

- (1) инкубаторий и выращивание,
- (2) разведение,
- (3) долгосрочное содержание,
- (4) краткосрочное содержание
- (5) демонстрация.

Более того, УЗВ можно включить в «интегрированную систему сельского хозяйства и аквакультуры», известную как аквапоника/

Аквапоника считается особым типом УЗВ, в котором овощные растения включаются вместе с рыбой (т. е. аквакультура и гидропоника) для обеспечения фильтрации воды и диверсификации сельскохозяйственных культур.

УЗВ лучше контролируют результаты производства, а продуктивность УЗВ зависит от видов культур, плотности посадки, нормы кормления, продолжительности производственного цикла и других аспектов управления. Согласно имеющейся научной литературе, плотность посадки УЗВ колеблется от 70 до 120 кг/м³ при значениях коэффициента конверсии корма (ККК) от 0,8 до 1,1.

УЗВ могут быть разных размеров, включая малые, средние и крупные, при этом крупномасштабные УЗВ обычно способны производить 400–500 тонн рыбы в год.

Однако в настоящее время некоторые коммерческие производители сообщают о еще более высокой плотности посадки и общей стоимости продукции/

УЗВ представляют собой высокопродуктивные интенсивные хозяйства, производящие огромное количество рыбы (500 т/га/год) в сравнительно небольшом объеме воды. Из-за более высокой производительности УЗВ часто относят к «гипер» или «супер» интенсивному производству товарной рыбы [35].

Осетровые рыбы занимают особое место в аквакультуре. Но в последние годы естественное воспроизводство осетровых рыб находится на грани исчезновения, так как происходит деградация ихтиофауны. В данных условиях компенсировать убыль естественных популяций осетровых и пополнить их запасы, призвано искусственное выращивание рыбы, так как его роль в наше время сильно возрастает, развитие искусственного осетроводства может стать главным решением в обеспечении населения белком рыбы осетровых пород [49].

Для товарного выращивания осетра рационально использовать гибрид первого поколения, демонстрирующий значительный гетерозис выхода (до 165%). При этом целесообразно учитывать цитогенетические особенности родительских видов, так как при скрещивании внутри генетически близкой группы можно получить не только более жизнеспособные, но и плодовитые гибриды [44].

Разные виды рыб осетровых пород сильно отличаются друг от друга скоростью полового созревания, темпами роста, и другими биологическими особенностями. При выращивании ценных видов рыб в УЗВ необходимо отбирать те виды, которые отвечают конкретным целям эксплуатации предприятия.

При выборе объекта осетровых для интенсивного выращивания обычно используют такой вид или гибридную форму, которая обладает всеми перечисленными полезными свойствами, может быть получена в значительных количествах для зарыбления рыбоводных хозяйств индустриального типа. В последнее время к гибридам осетровых возрастает интерес [76].

Так генотип с наследственностью ленского осетра и стерляди (лестер) отличается высокой биологической пластичностью и экстерьерными качествами, хорошими рыбохозяйственными показателями, обладает высокой жизнеспособностью в условиях промышленного осетроводства при технологических стрессах [95].

Система разведение осетровых в УЗВ – это подход, который основан на системе, состоящей из нескольких бассейнов. Они снабжаются фильтрами и оборудованием, способствующими постоянному обновлению воды. Данная система разведения позволяет разводить рыбу даже в самых суровых климатических условиях. Замкнутая и настраиваемая система позволяет легко достигнуть оптимальных параметров, которые будут необходимы для успешного выращивания рыбы (температурный режим, количество кислорода и т.д.), особенно осетра, так как он считается капризным видом [28].

Для каждого вида рыб есть предпочтительная температура, и, если температура выше или ниже рыба испытывает дискомфорт и негативные последствия для здоровья, в противном случае возможен летальный исход. Температура также играет важную роль в концентрации растворенного кислорода, при этом более высокая температура воды имеет более низкие значения насыщения концентрации.

Температура регулируется с помощью погружных нагревателей, тепловых насосов, чиллеров и теплообменников. Все четыре могут использоваться для поддержания работы системы при оптимальной температуре для максимального увеличения производства рыбы.

Вспышки болезней происходят чаще, когда речь идет о высокой плотности посадки рыбы, обычно используемой в интенсивной УЗВ. Вспышки могут быть уменьшены за счет эксплуатации нескольких независимых систем в одном здании и изоляции контакта воды с водой между системами путем очистки оборудования и персонала, перемещающегося между системами. Помимо этого, использование ультрафиолетового (УФ) или озона системы очистки воды уменьшает количество свободного плавающего вируса и бактерий в воде системы. Эти системы обработки снижают нагрузку на заболевание, которое возникает у рыб, подвергшихся стрессу, и, таким образом, снижают вероятность вспышки [121, 136].

Разведение в УЗВ помогает в достижении необходимого веса для продажи рыбы уже через год. Также, реализации в УЗВ подлежат и икра, которая является очень ценной, кроме того, благодаря своим пищевым качествам ее цена тоже высока.

Чем оснащено типовое осетровое хозяйство: бассейн, автономный источник электричества, компрессор, фильтры разной степени очистки воды, насос для перекачки воды. Обязательным условием является водоотведение и подача воды. В грязной воде осетры начинают болеть и гибнуть. Первоначальные вложения в обустройство рыбоводного хозяйства предполагают приобретение комплексного оборудования, кормов из расчета на один цикл (девять месяцев), тысячи жизнеспособных мальков длиной около пяти сантиметров каждый, электроэнергии и воды [23].

«Важные условия, которые нужно учитывать при разведении осетровых:

1. Осетровые - донная рыба. Оптимальная глубина воды для бассейнов с личинкой 30-40 см, молодь 70-80 см, товарная рыба 100 см. Максимальный диаметр бассейнов 7-8 м, иначе взвесь будет застаиваться на дне из-за слишком большого соотношения диаметра к глубине.

2. При товарном выращивании плотность посадки ($\text{кг}/\text{м}^2$) будет одинаковой, так как глубина воды составляет 1 метр.

3. Водообмен зависит от плотности посадки, кормовой нагрузки, эффективности узлов оксигенации и биологической очистки. Оптимально 1 водообмен в час на каждые $40\text{-}45 \text{ кг}/\text{м}^3$ рыбы.

4. Механический барабанный фильтр с ячейкой 40 (для малька) и 60 (для товарной рыбы и РМС) микрон.

5. Чем выше температура воды, тем выше окислительная мощность биофильтра. Для $22\text{-}24^\circ\text{C}$, при окислительной мощности $0,5 \text{ г TAN}$ на 1 м^2 защищенной площади биоагрузки в сутки.

6. Фекалии осетровых легкие, в технологии очистки воды УЗВ для осетровых, устройства предварительной механической очистки (фекальные ловушки, гидроциклоны) показали относительно низкую эффективность, поэтому не рекомендуются к установке.

7. Для улавливания мелких фекалий осетровых рекомендуется проектирование механико-биологических фильтров со статичной загрузкой, которые эффективно работают и повышают прозрачность воды в системе УЗВ.

8. Максимальная промышленная плотность посадки осетровых составляет $60\text{-}70 \text{ кг}/\text{м}^3$ для товарной рыбы, $40\text{-}50 \text{ кг}/\text{м}^3$ для ремонтно-маточного стада

9. Дегазатор достаточно редко устанавливается в систему УЗВ для осетровых. Осетровые выращиваются при относительно низких плотностях посадки, относительно благополучно переносят содержание углекислого газа в воде, и при интенсивной аэрации биофильтра на плавающей грануле установка отдельной системы дегазации практически всегда не является обязательной мерой» [94].

Так как содержание рыбы в УЗВ не подразумевает собой свободный выгул рыбы, а жить рыбе в одной воде непозволительно, то необходимо

предусмотреть условия содержания так, чтобы у рыбы не было проблем с качеством проживания. Очистка воды происходит так.

На первых этапах очищения вода проходит через механическую фильтрацию. Для данного процесса используются микросетчатые барабаны. При использовании барабанов вода проходит через вращающийся экран барабана, который периодически очищается распылительными форсунками под давлением, а полученная суспензия обрабатывается или отправляется в канализацию. Периодически их необходимо чистить, так как они засоряются твердыми частицами - несъеденным кормом, фекалиями рыб и так далее. Механическая фильтрация воды позволяет очистить бассейны от таких вредных веществ как нитраты и сульфаты. Удаление твердых частиц снижает рост бактерий, потребность в кислороде и распространение болезней [91].

После механической фильтрации происходит биологическая очистка воды. Оборудование для такого вида очистки делается в виде бетонной емкости, заглубленной в пол. Данная емкость заполняется специальными элементами – биоагентами. Бетонная емкость заполняется водой, после чего начинается аэрация. Этот процесс позволяет удалить углекислый газ из вод бассейна [50].

Третий этап включает в себя денитрификацию. Денитрификация проводится с помощью фильтров закрытого типа. Данный этап необходим для того, чтобы понизить количество нитратов. Для разложения этих соединений используют метанол. Такие фильтры обладают пропускной способностью.

Также для очищения воды в бассейнах используют рециркуляционные системы аквакультуры (RAS), они применяются для снижения в воде токсичности аммиака. Главным преимуществом УЗВ является способность снижения потребности в чистой воде, сохраняя при этом здоровую окружающую среду для рыб. Для ведения коммерческой деятельности УЗВ должна иметь высокую плотность посадки рыбы,

многие ученые в настоящее время проводят исследования, чтобы определить, действительно ли УЗВ является жизнеспособной формой интенсивной аквакультуры [52].

Основы разведения осетровых при помощи системы RAS:

- обеспечение рыбы растворенным кислородом;
- обеспечение постоянной циркуляции воды через биофильтр без застойных бескислородных участков;
- плавный поток молодой рыбы и равномерное удаление взрослой рыбы;
- регулярное удаление осадка и других отходов из бассейнов. В связи с этим бассейн должен быть виден до самого дна.

Плотность рыбы в бассейне может достигать 60 кг/м², а производительность может превышать 70 кг/м².

Многолетний опыт выращивания рыбы, позволил рыбоведам выделить две наиболее оптимальные методики:

1. Методика Киселева. Эта методика предполагает проведения зарыбления бассейнов дважды в год. Урожай же собирается раз в полгода.

Недостаток этой методики заключается в том, что за такой период времени сложно собрать большое количество урожая.

2. Методика Краснобородько. Методика предусматривает собой частый сбор урожая, но в малом количестве. Данная система сбора урожая позволяет обеспечить бесперебойную работу благодаря многочисленным фильтрам очистки воды, приспособления ее обеззараживания, насосам и периодическому обновлению жидкости.

Разведение осетров в УЗВ используется не только для получения рыбного мяса. Осетры позволяют получать еще и икру. В таком случае необходимо сделать две независимые установки замкнутого водоснабжения. Первая установка используется для маточного стада, а вторая для производителей. Особенность производителей состоит в том, что они должны содержаться в холодной воде.

Первый год не является прибыльным в плане сбора урожая – самки дают до восьми процентов от своего веса. Второй год является более прибыльным, показатели могут достигать значения в 20% от веса самок.

Преимущества выращивания товарного осетра в УЗВ:

- снижение потребности в воде, в сравнении с системами водоводов или водоемов;
- уменьшение потребности в земле из-за высокой плотности посадки;
- возможность выбора места расположения бассейнов и независимость от большого источника чистой воды;
- уменьшение объема сточных вод;
- повышенная биобезопасность и простота лечения вспышек заболеваний;
- способность легко отслеживать и контролировать условия окружающей среды для максимальной эффективности производства;
- независимость от погодных условий и изменений окружающей среды.

Недостатками УЗВ являются:

- высокие первоначальные вложения в материалы и инфраструктуру;
- высокие эксплуатационные расходы из-за электричества и технического обслуживания системы;
- необходимость в высококвалифицированном персонале для мониторинга и эксплуатации системы;
- более высокие выбросы парниковых газов, чем в аквакультуре без рециркуляции.

Существуют специальные типы УЗВ такие как аквапоника.

Аквапоника – это объединение растений и рыб в УЗВ. В системах такого типа аммиак, производимый рыбой превращается в нитрат, но удаляется растениями из воды. В системе аквапоники рыба эффективно удобряет растения, что создает замкнутую систему, в которой образуется малое количество отходов и затраты сводятся к минимуму [81, 86, 93].

Аквапоника позволяет собирать урожай и продавать несколько культур. Существуют противоречивые взгляды на пригодность и безопасность стоков УЗВ для поддержания роста растений в условиях аквапонии. Усовершенствование или «модернизация» действующих ферм УЗВ в полукommerческие предприятия аквапонии не должно сдерживаться недостаточностью питательных веществ или аргументами безопасности питательных веществ. Поощряется стимулирование использования сельскохозяйственных отходов УЗВ с помощью полукommerческой аквапонии. Питательные вещества, содержащиеся в сточных водах и иле УЗВ, содержат достаточно безопасных питательных веществ для поддержания роста растений в условиях аквапонии [22].

Домашний аквариум и коммерческие аквариумы – разновидности УЗВ, где качество воды очень тщательно контролируется, а плотность посадки рыб довольно низкая. Целью данных систем является демонстрация рыбы, а не производство пищи. Однако биофильтры и другие формы очистки воды по-прежнему используются для уменьшения потребности в водообмене и поддержания прозрачности воды. Как и при традиционной ультразвуковой обработке, воду необходимо периодически удалять, чтобы предотвратить накопление нитратов и других токсичных химических веществ в системе. Прибрежные аквариумы часто имеют высокую скорость водообмена и не используются в качестве ультразвуковых из-за их близости к большим водоемам с чистой водой.

1.3 Состояние осетровых в естественных условиях их обитания.

Осетровые являются одними из наиболее хозяйственно ценных видов рыб и, в связи с этим, состояние популяций и проблемы их сохранения привлекают повышенное внимание исследователей. Наблюдаемое в настоящее время катастрофическое снижение численности и промысловых запасов осетровых является общемировой тенденцией, что привело к практически повсеместному прекращению их промысла [32].

На территории России обитают 11 видов осетровых рыб: русский осётр (*Acipenser gueldenstaedtii*), персидский осётр (*Acipenser persicus*), белуга (*Huso huso*), севрюга (*Acipenser stellatus*), шип (*Acipenser nudiventris*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), атлантический осётр (*Acipenser oxyrinchus*), сибирский остёр (*Acipenser baerii*), амурский остёр (*Acipenser shrenkii*), сахалинский осётр (*Acipenser mikadoi*) и калуга (*Acipenser dauricus*). Состояние отдельных популяций и факторов, оказывающих наибольшее влияние на их численность, различаются [34].

Основные требования к среде обитания и эффективные меры по защите и восстановлению могут исходить из истории жизни осетровых. Осетровые уникально приспособлены к крупным основным речным системам, на которые все виды полагаются в течение всего или части своего жизненного цикла. Реки включают в себя разнообразные места обитания, которые распределены в крупномасштабных схемах, соответствующих окружающей топографии. Типичные переходы включают верховья рек через притоки и устье реки в океан, море или большое озеро.

В больших бассейнах реки могут пересекать множество различных регионов и климатических зон. Реки также являются чрезвычайно динамичными средами обитания с большими сезонными и годовыми колебаниями физических условий и доступности ресурсов. Сезонные циклы погоды и стока воды приводят к изменениям скорости.

Температура, грунт и мутность воды. Условия меняются из года в год непредсказуемым образом в зависимости от региональных погодных условий. Периодические наводнения и засухи могут радикально изменить речную среду [38].

Распределение и численность многих видов рыб и других организмов сильно различаются в зависимости от пространственных и временных закономерностей. Например, анадромные рыбы – они сезонно многочисленны, поскольку перемещаются между районами нереста и нагула в некоторых частях многих рек с умеренным климатом. Осетровые имеют

эволюционные жизненные характеристики и динамичные речные системы, которые позволяют им процветать в этих больших и разнообразных условиях. Особи часто широко расселяются, чтобы воспользоваться разрозненными и сезонно обильными ресурсами. Регулярные миграции для нереста и кратковременные перемещения для кормления наблюдались у многих видов [85].

Система определения пола осетровых мало изучена. Более того, ни один из исследованных до сих пор видов осетровых не проявляет внешнего полового диморфизма, и никогда не было обнаружено никаких морфологических различий между какой-либо парой хромосом, указывающих на наличие гетероморфных половых хромосом.

Манипуляции с геномом осетровых рыб были описаны многими авторами. Такие методы являются мощными инструментами для создания нового генотипа и фенотипа потомства и достижения некоторых важных признаков, например, бесплодия и наследования по отцовской линии [92].

Многие виды эвригалиннов свободно перемещаются между пресной водой, эстуариями и соленой водой для дальнейшего расширения своей ресурсной базы. Передвижению на большие расстояния способствуют их большие размеры, форма и способность к плаванию, которая позволяет им преодолевать сильное течение.

Осетровые - хищники, которые питаются разнообразной добычей и переключаются по мере изменения доступности этой добычи. Эти рыбы также могут выдерживать длительные периоды голода в периоды нехватки пищи или нерестовых миграций.

Осетровые обычно питаются беспозвоночными в бентической пищевой цепи, где большая часть добычи происходит в крупных речных системах. Рыба также может быть важным диетическим компонентом некоторые виды осетровых.

Крупный осетр может потреблять крупную добычу. Преследование и поимка реальной добычи опровергают представление о осетровых как о вялых донных падальщиках.

Популяции осетровых защищены от ежегодных изменений условий окружающей среды за счет замедленного созревания, долголетия и высокой индивидуальной плодовитости. Задержка ускоряет рост до больших размеров, поскольку энергия направляется на соматическое, а не на гонадное развитие.

Большой размер помогает уменьшить хищничество. Снижение естественной смертности и увеличение продолжительности жизни. Долгая продолжительность жизни предоставляет рыбе множество возможностей для нереста и уменьшает потребность в нересте в годы, когда условия не подходят. Было замечено, что многие виды рассасывают яйца в этих условиях. Высокая продуктивность, связанная с большими размерами, улучшает успех нереста в годы, когда создаются подходящие условия [25].

Многие виды осетровых зависят от полноводных рек и сезонных паводков, чтобы обеспечить подходящие условия для нереста. Клейкие яйца (икринки) обычно распространяются по каменистым субстратам в турбулентных условиях области с высокой скоростью во время высокого весеннего стока.

Высокая товарная ценность осетровых – основная причина нелегального промысла. После распада СССР, вслед за ослаблением комплекса мер по охране и рациональному использованию водных биоресурсов, на грани исчезновения оказались все виды российских осетровых.

Осетровые по образу жизни относятся к проходным рыбам (кроме стерляди). В периоды роста и нагула особи находятся в море, а в период размножения – в реках. Для осетровых характерна сезонная миграция. В осенне-зимний период, когда северная часть моря покрывается льдом,

осетровые мигрируют в Средний и Южный Каспий вдоль западного и восточного побережий до Ирана, где активно питаются и могут жить длительное время до созревания половых продуктов; в весенне-летний период основная часть популяции возвращается на север, где проходит основной рост и развитие на кормовых площадках мелководной зоны. Рыбы, достигшие половой зрелости, направляются в реки: преимущественно в Волгу (70 %) и Урал (20 %), остальные – в Терек, Сулак и Куру. На акватории Северного Каспия формируются основные запасы осетра (70 %), севрюги (57 %), белуги (65 %). Промысел осетровых до середины XX столетия осуществлялся в море и реках бассейна [37].

В зависимости от организации промысла и пропуска производителей к местам размножения, условий их нереста в реках Каспия колебалась и величина пополнения запасов, впоследствии и добыча этих рыб в том или ином районе моря. Основная масса осетровых на протяжении всей истории каспийского красноловья добывалась в водах Северного Каспия [41].

Динамика численности и запасов большинства водных биологических ресурсов (ВБР) зависит от интенсивности промысла, степени эксплуатации запасов. Осетровые не исключение. Вылов осетровых в Каспии перед Первой мировой войной превышал 25 тыс. т. В 1917-1924 гг. уловы варьировали от 4 до 10 тыс. т, что способствовало восстановлению запасов осетровых. Интенсивный морской промысел, получивший развитие в 1930-е гг., в течение пяти лет привел к повышению уловов осетровых до 20,5-22,13 тыс. т. Период 1941-1945 гг. характеризовался ослаблением рыболовства. Во время Великой Отечественной войны уловы осетровых снизились до 3,89-7,61 тыс. т. С 1946 г. интенсивность вылова осетровых стала увеличиваться; в ходе промысла использовалось до 700 тыс. частичковых сетей (Коробочкина, 1964). В Волжско-Каспийском бассейне располагалось свыше тысячи неводных тоней, 350 плавов, различные ставные орудия лова (крючковые

снасти, сети, вентери, неводы и т. д. и к 1950 г. уловы осетровых возросли до 13,5 тыс. т. В 1951 г. в Каспийском море начал интенсивно развиваться сетной промысел частичковых рыб, что привело к резкому сокращению численности осетровых. Ежегодно капроновыми сетями уничтожалось большое количество молоди (до 2-3 млн. экз.) (Коробочкина, 1964). По настоятельным рекомендациям ученых и многих работников рыбной отрасли, в начале 1960-х гг. был повсеместно запрещен морской промысел рыб. Это позволило увеличить численность нерестовых популяций и объемы вылова производителей в реках бассейна. В середине 1970-х гг. уловы осетровых достигли максимального уровня в 28,86 тыс. т, при этом основной объем вылавливали в Волге (90 % осетра, более 60 % белуги и около 30 % севрюги, остальную часть осетровых добывали в дельтах Урала, Куры, Терека). В прибрежной зоне Ирана вылов составлял 5-10 % от общего изъятия в водоеме (Иванов, 2000). Высокие уловы осетровых (16-26 тыс. т) сохранялись до 1990 г., затем ежегодно снижались, и в 2000 г. величина добычи составила 1,67 тыс. т.

Из-за напряженного состояния запасов осетровых в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне был запрещен промысел белуги с 2000 г., а осетра и севрюги – с 2005 г. Изучение истории развития рыболовства в Каспийском бассейне показывает, что в период зарегулированного стока при ухудшении экологической обстановки и уменьшении объемов естественного воспроизводства даже рациональная организация промысла не позволяла поддерживать запасы осетровых на уровне первой половины XX в. Влияние уровня моря на численность и распределение осетровых, уровень Каспийского моря под влиянием природных и антропогенных факторов подвержен резким колебаниям (Катунин, 2014). Наиболее низкие горизонты воды наблюдались в 1976–1980 гг., когда уровень понизился в среднем до отметки –28,42 мБС (Балтийская система высот) [47].

Падение уровня моря в 1976-1980 гг. способствовало снижению в пять раз экспериментальных уловов молоди всех видов осетровых в Северном Каспии.

В 1983 г. повышение уровня моря на 103 см по сравнению с 1977 г. привело к увеличению более чем в три раза численности осетровых на акватории Северного Каспия (осетра – до 77,7 %, севрюги – 68,8 %, белуги – до 59,8 %) и уменьшению их численности в других районах моря. В северной части водоема абсолютная численность осетра возросла с 13,1 в 1978 г. до 36,1 млн экз. в 1983 г., севрюги – с 11,13 до 36,89 млн экз., белуги – в два раза (Пальгуй, 1984).

Таким образом, повышение уровня моря создает благоприятные условия для захода осетровых в летний период на нагул в Северный Каспий. В результате развития браконьерского промысла в море и реках бассейна и сокращения масштабов заводского и естественного воспроизводства средние уловы молоди осетровых в Северном Каспии уменьшились с 219,7 (1948-1950 гг.) до 64,1 экз. за 100 тралений (2001-2006 гг.) при сравнительно равном уровне моря –27,92 и –27,10 мусс, соответственно [55].

В период 2007-2018 гг. исследования проводились только на акватории северной части моря, прилегающей к территории Российской Федерации. Полученные данные значительно отличаются от результатов многолетних исследований северной части моря. Сохраняется тенденция снижения вылова молоди в научных съемках севрюги с 4,25 (2007-2010 гг.) до 1,83 экз. за 100 тралений (2016-2018 гг.); отмечается увеличение показателей уловов молоди осетра с 22,5 до 54,3 экз. за 100 тралений соответственно в западной части Северного Каспия. Рост численности молоди осетра в мелководной северной акватории моря произошел за счет увеличения количества выпускаемых сеголетков укрупненной навески волжскими осетровыми рыболовными заводами и повышения их выживаемости.

В настоящее время запасы осетровых Каспийского бассейна, составляющие основу мирового генофонда этих реликтовых ценнейших рыб,

находятся в катастрофическом состоянии, численность их является минимальной за всю историю красноловья.

Снижение численности нерестовой части популяции осетровых в Волге, как и на акватории Каспийского моря, началось с 1991 г., когда была нарушена система охраны рыбных запасов в Каспийском бассейне в связи с образованием независимых государств и резко возросшим браконьерским промыслом. За период 1990-2010 гг. количество пропущенных особей белуги на нерестилища Волги сократилось с 4,4 до 0,3 тыс. экз.

Стремительно сокращался нерестовой запас осетра, мигрирующего в Волгу. По расчетным данным, количество особей осетра, пропущенных на нерестилища Волги, в 1976-1980 гг. в среднем оценивалось в 2053,0 тыс. экз., в 2016-2018 гг. достигло минимальной величины – 5,3 тыс. экз. Общее количество пропускаемых на нерестилища производителей сократилось в 342 раза, в связи с чем, естественное воспроизводство осетра не может поддерживать численность самого массового вида. Доля волжской популяции севрюги на местах нереста сократилась с 225,4 в 1986-1990 гг. до 3,5 тыс. особей в 2016-2018 гг., что привело к снижению масштабов естественного воспроизводства. Впервые в 2019 г. при учете естественного ската с нерестилищ личинки севрюги в орудиях лова, применяемых в научно-исследовательских целях, отмечены не были [126, 135, 146].

Естественное воспроизводство осетровых после зарегулирования стока Волги у Волгограда значительно сократилось, что связано с изменениями гидрологических факторов в период нерестовой миграции и количеством скатившихся личинок и молоди. Например, если в 1959-1960 гг. масштабы естественного воспроизводства белуги, осетра и севрюги в Волге в среднем оценивались в 11,67 тыс. т, то к 2000 г. они сократились до 1,429 тыс. т, а в 2011–2016 гг. составили 0,115 тыс. т. Значительное снижение эффективности размножения осетровых напрямую связано с состоянием их запасов в Каспийском бассейне.

Наряду с естественным воспроизводством, значительное влияние на формирование промысловых запасов осетровых в море оказывает промышленное осетроводство. Известно, что в конце 1980-х – начале 1990-х гг. объемы выпуска молоди в целом по бассейну (включая Исламскую Республику Иран) достигли своего максимального значения – 102,6 млн. экз. в год (Иванов, 2000), но не компенсировали потери естественного воспроизводства. В 2000-е гг. объем выпуска молоди рыболовными заводами России сократился с 75 до 35 млн. экз. в год. Значительно снизились масштабы воспроизводства молоди белуги и севрюги волжскими рыболовными предприятиями. В 2015-2018 гг. объемы выпуска молоди белуги в среднем составляли 0,84, севрюги – 0,10 млн. экземпляров [30].

В маловодные годы площадь опресненной зоны моря резко сокращается, солёность повышается до 11-12 ‰. Скот молоди, выпущенной заводами в р. Кубань после выращивания в прудах до стандартной массы (осетр - 2,5 г. севрюга - 1,5 г), непосредственно в прибрежную зону (повышенной солёности) нежелателен. Поэтому в эти годы рекомендуется размещать всю выращенную молодь в адаптационных лиманах. По кормовой базе приемная мощность только Курчанского лимана составляет около 13 млн. шт. молоди стандартной массы. Отрицательным в этом методе является то, что в отдельные годы наблюдается задержка части молоди в лимане до возраста 2-4 лет, что затрудняет организацию осеннего промысла. Анализ экологических условий обитания молоди показал, что наибольшее скопление разновозрастных рыб в лимане соответствует годам самой низкой ветровой активности и солёности в морском гирле. Механизм задержки молоди в лимане в эти годы сопряжен с отсутствием единого направленного потока воды при штиле. В этом случае скот молоди из лимана затруднен. Массовый же выход молоди из лимана наблюдается в том случае, если, в связи с ветрами восточного направления, молодь концентрируется в западной части лимана в районе Соловьевского гирла и, ориентируясь на водный поток,

выходит в море. Высокая ветровая активность способствует увеличению расходов воды через гирло, что и повышает вероятность ориентации молоди осетровых на выход в море. Для исключения явления задержки разновозрастной молоди в Курчанском лимане необходима мелиорация морского гирла.

В многоводные годы, когда при высоких расходах воды в устьевых створах в летние месяцы молодь осетровых стандартной массы и выше (особенно в случае осенне-зимнего получения половых продуктов и последующего выращивания молоди на тепловодных хозяйствах) можно выпускать непосредственно в нижние участки р. Кубань и р. Протоки. Повышенные скорости течения способствуют быстрому скату молоди в опресненную прибрежную зону с высокой кормовой базой. В многоводные годы снижается и пресс хищников. Как установлено, в годы повышенного стока в прибрежной зоне моря происходит развитие пресноводных и солоноватоводных видов зоопланктона, биомасса его увеличивается в 1,5-2 раза, подобное наблюдается и в динамике развития кормового зообентоса. На взморье молодь осетровых питается гаммаридами, мизидами, корофиидами, личинками хирономид и других насекомых. Индекс наполнения желудков осетровых на взморье колеблется "от 170 до 300 %.

1.4 Биологическая характеристика осетровых видов рыб, используемых в условиях аквакультуры.

Acipenseriformes (осетровые и веслоногие рыбы) обитают в Северном полушарии; половина этих видов обитает в Европе, в основном в Понто-Каспийском регионе, треть в Северной Америке, а остальные в Восточной Азии и Сибири. Они размножаются в пресной воде, и большинство из них мигрируют в море, либо обитая в солоноватой воде (Каспийское, Азовское, Черное и Балтийское моря), либо в полной морской воде на океаническом

континентальном шельфе. Большинство видов питаются бентосными организмами.

Половое созревание обычно наступает в конце жизни (в возрасте 5-30 лет), и взрослые самцы и самки не откладывают потомство ежегодно. Взрослые особи продолжают расти, а некоторые виды, такие как белуга (*Huso huso*) достигли возраста 100 лет и веса более 1000 кг. Запасы осетровых рыб резко сокращаются, особенно в Евразии; мировой улов осетровых составил почти 28 000 тонн в 1982 году и менее 2000 тонн к 1999 году.

Это снижение произошло в результате чрезмерного вылова рыбы и ухудшения состояния окружающей среды, таких как: накопление загрязняющих веществ в донных отложениях, перекрытие рек и ограничение водных потоков, что становится неблагоприятным для миграции и размножения. Было введено несколько защитных мер; например, регулирование рыболовства, восстановление среды обитания, зарыбление молоди и перечень всех осетровых продуктов, включая икру. Кроме того, выращивание осетровых в настоящее время дает более 2000 тонн в год (что эквивалентно выгулу дикого осетра) и около 15 тонн икры. Надеемся, что это искусственное производство будет способствовать снижению промыслового давления и приведет к восстановлению диких запасов [125].

Осетровые рыбы одни из самых древних, появившихся на нашей планете. Они обладают высокой приспособляемостью к изменяющимся экологическим условиям, что позволило им дожить до наших дней от мезозойской эры.

Большинство осетров крупная, долгоживущая, ценная промышленная рыба. Осетровые обитают в природных водоемах и выращиваются в товарных хозяйствах.

Интерес к осетровым не снижается последние годы, и публикации на эту тему продолжают появляться как в России, так и за рубежом [30].

Россия имеет богатые рыбные и водные ресурсы и благоприятные условия для интенсивного развития рыбоводства. Принимая во внимание прогнозируемый рост населения страны и, на основе рекомендованных научных стандартов (14,6 кг на человека в год), чтобы удовлетворить потребности населения в рыбе и рыбопродуктах, это необходимо увеличить уловистость, выращивание товарной рыбы и импорт рыбы на 272,0 тысяч тонн в год [39].

Вот почему формирование, сохранение, воспроизведение и использование рыбы и других водных биоресурсов в эффективное рыбное хозяйство водоемов так важно. Вклад в рыбную и рыбоперерабатывающую промышленность и развитие товарного рыбоводства являются основными целью и задачи исследования. Исследование учитывает новейшие методы и современные технологии в области развития мирового рыболовства [40, 123].

Современные технологии разведения и выращивания осетровых позволяют добиться многократного увеличения общего производства.

Селекционное разведение представляет собой долгосрочную программу генетического улучшения, включающую отбор и разведение особей или популяций с желательными производственными признаками, такими как скорость роста, устойчивость к болезням и определение пола в течение четырех или более поколений.

Известно, что болезни вызывают значительные экономические повреждения инкубаториев, как в естественных, так и в искусственных водоемах.

Известно, что скорость роста рыбы во многом зависит от содержания белка в кормах. Во время разработки эффективный рецепт комбикормов, в том числе комбинированных кормов для осетровых рыб, одной из основных задач является снизить стоимость корма.

Осетроводство, как отрасль народного хозяйства, является источником очень ценного мяса и черной икры, которые неограниченно востребованы в нашей стране и за рубежом. Эти продукты имеют высокую стоимость, что

делает осетроводческие хозяйства высокорентабельными при правильной их организации. Осетроводство имеет важное значение с точки зрения сохранения и восстановления природных рыбных ресурсов и генетического фонда редких и исчезающих видов рыб [31].

В последние годы, в связи с изменившимися экономическими условиями и активной государственной поддержкой малого и среднего бизнеса, возрос интерес к разведению осетровых рыб в аквакультуре фермерских хозяйств.

Естественными условиями обитания осетровых рыб на территории Российской Федерации являются Волго-Каспийский, Азово-Черноморский, Дальневосточный водные бассейны, а также крупные реки и озера Сибири.

Исторически наиболее подходящие биологические и экологические условия для нереста и жизни осетровых рыб сложились в Волго-Каспийском бассейне. Популяции этих рыб на протяжении многих лет претерпели серьезные изменения. Под действием изменяющихся экологических и антропогенных факторов, качества и количества кормовой базы, химического состава воды и её загрязнения, природные запасы осетровых снизились до катастрофических цифр, а некоторые виды, такие, как шип (Аципенсер нудивентрис), сахалинский осетр (Аципенсер микадой) занесены в Красную книгу РФ, стерлядь (Аципенсер Рутенус) - в региональную Красную книгу. Несмотря на запрет на ловлю осетровых, их численность не только не увеличилась, но наоборот, продолжает сокращаться в связи с браконьерством [42, 83, 84, 137].

Коммерческое значение имеют такие виды, как белуга (Хусохусо), русский осетр (Аципенсер гельденштадтии), севрюга (Осетровый стеллат) и стерлядь (Аципенсер Рутенус).

Это проходные или пресноводные рыбы. В своей анатомии имеют хрящевой череп и большую часть скелета, что указывает на их древнее происхождение. В систематическом положении относятся к семейству

осетровых, которое включает четыре рода: белуги, осетры, лопатоносы и лжелопатоносы [80].

Белуга – это крупная рыба, достигающая 1,5 т веса, которая может прожить до 100 лет. Созревание половых продуктов у самок наступает в возрасте 16-18 лет, а у самцов-12-14 лет. Для нереста эта рыба поднимается из Каспийского, Черного и Азовского морей, где живет во взрослом состоянии, в реки. Одна самка может отложить до 360-7700 тыс. икринок, которые благодаря клейкому секрету прилипают к камням. Длительность формирования в икре личинок зависит от температуры воды. При температуре 12,6-13,8^oC этот процесс занимает 8 суток. В условиях аквакультуры температурный режим должен поддерживаться на уровне 14-16^oC. Личинки мигрируют из рек в море. К сожалению, белуга в естественных условиях стала встречаться редко, поэтому для разведения в искусственных условиях используют гибриды разных видов осетровых [77].

Русский осетр может достигать 2,3 м длины. Он селится в водоемах, формирующих Азово-Черноморский и Волго-Каспийский бассейны. Соответственно выделяют виды азовский осетр и каспийский осетр. Половой зрелости рыба достигает в 8-15 лет. У самок созревает до 800 тыс. икринок. Для правильного развития икры необходимо соблюдать температурный режим 15-22^oC. Период формирования личинок в икре может длиться до 3-х месяцев. Разные виды осетра являются важными объектами гибридизации и разведения в аквакультуре [48].

Севрюга обитает в Азово-Черноморском и Волго-Каспийском бассейнах. По сравнению с другими видами достигает относительно небольших размеров. Масса тела этой рыбы не превышает 70 кг. Половой зрелости севрюга достигает к 12-17 годам. Икра должна развиваться при температуре 17-24^oC. Именно этот вид считается перспективным для разведения в аквакультуре [46].

Стерлядь обитает Азово-Черноморском, Волго-Каспийском, а также Дальневосточном и Сибирском бассейнах. Это пресноводная рыба, которая весь жизненный цикл проходит в пресных водоемах. Достигает длины 80 см. Половой зрелости самки достигают к 5-9-ти летнему возрасту, а самцы - 4-5-ти летнему. У самок созревает от 11 тыс. до 130 тыс. икринок. Инкубационный период продолжается 5 дней. Температура для правильного развития икры должна находиться в пределах 13-15°C. Стерлядь является объектом успешной гибридизации с белугой, осетром и другими рыбами этой группы, для разведения в аквакультуре, а также для заселения внутренних водоемов. В естественных условиях молодь осетровых в начале жизни питается беспозвоночными организмами, затем рыбой.

На результаты разведения осетровых в условиях аквакультуры влияют экологические факторы, в том числе площадь водоемов и их глубина, колебания уровня воды, скорость её движения, содержание растворенного в воде кислорода, углекислого газа, азота, фосфора, реакция среды и другие абиотические и биотические факторы.

Чипинов В.Г. и Магомедов Ф.М. (2011) указывают, что разведение гибридов ленского и русского осетров в бетонных бассейнах Чиркейского водохранилища было успешным при следующих параметрах: содержание в воде кислорода составляло от 8,8 до 14,5 мг/л, углекислого газа - от 5 до 7 мг/л, азота - от 0,04-0,16 мг/л, минерального фосфора - от 0,14 до 0,16 мг/л, рН воды -от 7,0 до 8,3. Плотность посадки рыбы составляла от 10 до 25 кг/м², а иногда доходила до 40 кг/м². Температурный режим в бассейнах в течение года не претерпевал резких колебаний и в летний период не превышал 23°C, а зимой не было образования льда. Температурный режим воды был ниже установленной для разведения осетровых нормы, но другие авторы, также считают такие условия приемлемыми.

Вторым важным фактором является кормление. Для кормления молоди раннего возраста (личинок) используют мелких беспозвоночных:

дафнию (из расчета 6 на личинку), науплиусов (не более 4), мойн или мелко нарубленных олигохет (не более 2). Молодь более старшего возраста можно кормить трубочником из расчета 40-50% корма от массы тела для личинок осетра и 25-30% для севрюги в сутки. Скорость переваривания пищи у осетра ниже, поэтому количество корма, рассчитанное на сутки, делят на 4 дачи, а для севрюги-на 6-8. При правильном и полноценном питании за 5-6 суток личинки осетра могут весить от 80 до 90 мг, а севрюги-от 50 до 60 мг. Оптимальная температура, необходимая для развития молоди 22-26°C.

Специалисты в области осетроводства не рекомендуют длительно использовать живые корма, так как молодь с трудом переходит на искусственные корма. Для кормления подращённой молоди и взрослых рыб применяют готовые специализированные сухие корма отечественного и зарубежного производства. Импортные корма значительно дороже отечественных, поэтому создание высококачественных сбалансированных кормов отечественного производства с доступной ценой является актуальным. По мере роста рыбы, проводят мониторинг развития и состояния здоровья каждые 10 дней и во время её пересаживают, чтобы не допустить перенаселения бассейнов или садков.

Основной проблемой спада воспроизводства этих видов рыб в аквакультуре является недостаток производителей, которых ранее изымали из естественных условий. Причиной является резкое сокращение естественных популяций в природных условиях. Кроме того, остро стоит проблема недостаточного финансирования рыбных заводов, занимающихся воспроизводством поголовья для восполнения природных популяций и получения товарной рыбы.

Прудовый метод выращивания осетровых является классическим. При разведении осетровых в естественных водоемах важно соблюдать правила их подготовки и поддерживать их санитарное состояние. Водоемы необходимо механически очищать после каждого технологического цикла и после слива

воды и вылова или пересадки рыбы. Ложе водоема дезинфицируют негашеной известью, затем вносят органические или минеральные удобрения в количестве, предусмотренном в специальных руководствах, и перепахивают. Весной ложе уплотняют и водоем заполняют водой. Применяют биологические методы профилактики патологических факторов, влияющих на выживаемость и развитие молоди осетровых, например заселение годовиков карповых рыб.

Соотношение полов 1:1 (самки:самцы) нерентабельно при выращивании осетровых рыб для производства икры. Поэтому необходим альтернативный метод производства чисто женского поголовья, основанный на манипуляциях с геномом. В настоящее время геномные манипуляции осетровых рыб все еще находятся на ранней стадии, и исследователи совместно с селекционерами осетровых пытаются получить суперсамок для формирования икорных запасов.

Было обнаружено, что полиплоидия генома приводит к эволюционным преимуществам и новизне, и, следовательно, полиплоидные водные животные могут обладать превосходными чертами, представляющими экономический интерес, включая быстрый рост, обширную приспособляемость и устойчивость к болезням. По этой причине многочисленные виды природных полиплоидных рыб, такие как сазан, серебряный карп, карась, лосось и осетр, были выбраны в качестве важных целевых видов для аквакультуры. Многие искусственные полиплоиды использовались в коммерческих целях для аквакультуры, и большинство из них было создано из природных полиплоидных рыб семейства карповых и лососевых. Благодаря простоте массового производства и лучшим экономическим показателям роста и качества мяса, синтетические аутополиплоиды или аллополиплоиды из природных полиплоидных видов карповых рыб широко применяются в аквакультуре по всему Китаю. В этом обзоре описываются преимущества и инновационные возможности полиплоидии, перечислены природные

полиплоидные виды, используемые в аквакультуре, и обобщены искусственные полиплоиды, которые были индуцированы или синтезированы и используются в аквакультуре. Кроме того, в обзоре также представлены и обсуждены некоторые основные направления исследований по использованию полиплоидов и манипулированию ими с животными аквакультуры.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Комплекс настоящих исследований был проведен в условиях Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ в период с 2015 по 2021 год.



Рисунок 1 – Установки замкнутого водообеспечения для содержания осетровых рыб в условиях ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ

Возраст исследуемых рыб – от личинок до производителей, выращиваемых в условиях замкнутого водоснабжения.

Для достижения поставленной цели и выполнения задач исследований, был проведен научно-хозяйственный опыт.

Выращивание молоди проводили в системе с замкнутым водообеспечением. Плотность посадки рыбы не превышала 30 кг/м².

Текущие и полные гидрохимические анализы проводили в лаборатории «Анализ кормов и продукции животноводства» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ. Значения основных показателей воды (температура, кислород) регистрировали с помощью универсального измерительного прибора (термооксиметра) MultiLine P4 (Германия). Периодически для определения содержания кислорода в воде использовали метод Винклера. Показатели активной реакции водной среды (рН) снимали экспресс-методом с универсальным индикатором. Аммонийный азот в воде определяли колориметрическим методом с реактивом Несслера. Для определения нитритов использовали метод Грисса с применением сульфаниловой кислоты и α -нафтиламина.

Нитраты определялись экспресс-методом с дисульфифеноловой кислотой.

Морфометрические и рыбоводные показатели выращиваемых осетровых оценивали по темпам роста, линейных и весовых значений рыб, коэффициенту упитанности, выживаемости.



Рисунок 2 – Содержание осетровых рыб в условиях ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ

Для наблюдения за темпом роста еженедельно проводились контрольные взвешивания выращиваемых рыб.

Для изучения линейного роста осетровых рыб измеряли общую длину тела и длину до развилки хвостового плавника, весовой рост – путём определения средней живой массы.

Динамику живой массы рыб определяли по результатам еженедельных взвешиваний, на основании которых рассчитывали абсолютный, относительный и среднесуточный приросты.

Сохранность поголовья учитывали по количеству павшей рыбы.

Кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены рыбы сразу после извлечения её из воды, пробирки должны быть заполнены кровью не менее чем на 7-8 мм, при этом необходимо, чтобы предотвратить образование сгустков крови, препятствующих счёту клеток, в пробирку с кровью добавляли антикоагулянт.

Гематологические исследования проводили по единым отработанным методикам:

- ✓ концентрацию гемоглобина (НЬ) определяли гемиглобинцианидным методом с использованием фотоколориметра;
- ✓ концентрацию эритроцитов (Ег) - с использованием электронного прибора Picoscale PS-4;
- ✓ общий сывороточный белок крови (ОБС) - рефрактометрически;
- ✓ общий объем эритроцитов (гематокритную величину) - с использованием микроцентрифуги.

Морфологическую картину крови оценивали по мазкам, которые обрабатывали под микроскопом. Мазки фиксировали и окрашивали по Паппенгейму. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли унифицированным микрометодом Панченкова.



Рисунок 3 – Схема опыта

Материал по плодовитости осетровых видов рыб и их гибридов отбирался на стадии зрелости половых продуктов у самок различного

возраста, их размера и массы. Измерялся диаметр, и определялась масса икринок. Размер икринок определялся у самок исследуемых осетров с помощью окулярмикрометра. Биологический и морфологический анализ проводился на свежем ихтиологическом материале (Правдин И.Ф., 1966).

Коэффициент упитанности рыб определяли по методу Фультона. Он определяется как отношение массы к длине тела рыб (до конца лопасти хвостового плавника) по формуле:

$$K_y = \frac{P * 100}{L^3}$$

где: K_y – коэффициент упитанности по Фультону;

P – масса рыбы, г;

L – длина рыбы, см.

В исследованиях использованы общебиологические методы с учетом соблюдения принципа оценки однородных групп рыб по возрасту, происхождению и другим оцениваемым признакам с определением генетических параметров.

Экономическую эффективность выращивания осетровых рыб рассчитывали на основе учета затрат кормов за период опыта, а также фактически сложившейся суммы выручки от реализации на мясо.

Биометрическую обработку данных проводили по методике Лакина, с использованием программы «Microsoft Excel».

Достоверность различий между признаками определяли путем сопоставления с критерием по Стьюденту.

Критерий Стьюдента рассчитывали по формуле:

$$t_{st} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где: t_{st} – критерий Стьюдента;

M_1 и M_2 – средние значения признака в сравниваемых группах;

m_1^2 и m_2^2 – квадраты стандартной ошибки (или ошибки средней).

При этом определяли три порога достоверности * $P > 0,95$, ** $P > 0,99$, *** $P > 0,999$.

Достоверность полученных результатов была подтверждена в ходе производственной проверки.

Объем материала, используемого в диссертационной работе, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем экспериментального материала, используемого для выполнения диссертационной работы

Количество исследуемых объектов	Объекты исследований		
	Русский осетр	Гибрид русского осетра с ленским	Гибрид русского осетра со стерлядью
Зрелые самки	10	10	10
Личинки, шт.	3500	5250	4250
Сеголетки (0+ лет)	450	1320	1370
Молодь в возрасте (1+лет)	189	1100	1290
Молодь в возрасте 2+лет, шт.	54	980	756
Икринки	820	820	820

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Кормление особей осетровых рыб

Разведение осетров в УЗВ (установках замкнутого водоснабжения) является подходом, построенным на системе, состоящей из 19 бассейнов, где всего имеется 1000 особей осетровых рыб.

Они снабжаются фильтрами и приспособлениями, способствующими постоянному обновлению воды. Такой подход позволяет разводить рыбу даже в суровых климатических условиях. Наличие замкнутой и настраиваемой системы позволяет легко достигать оптимальных параметров, необходимых для успешного выращивания рыбы (температурного режима, количества кислорода).

Разведение осетров в УЗВ позволяет достигать необходимого веса для продажи уже через год жизни. Кроме этого, реализации подлежит и икра, которая является очень ценной и благодаря своим ценным пищевым качествам. На рисунке 4 представлены УЗВ проблемной научно-хозяйственной лаборатории «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ.



Рисунок 4 - УЗВ (установка замкнутого водоснабжения) ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ

Состояние здоровья и эффективность конверсии корма выращиваемой рыбы могут варьироваться в зависимости от методов управления и производства.

Успешная аквакультура требует защиты здоровья растущей рыбы и оптимизации преобразования корма и, следовательно, достижения лучшего эффекта, тем самым уменьшая количество корма, необходимого для выращивания рыбы на предприятии, уменьшая воздействие на окружающую среду, создаваемое производством корма для рыбы, и уменьшая отходы аквакультуры, образующихся из-за потери корма или плохого его усваивания.

В этой связи, кормление особей осуществляется полнорационными сбалансированными комбикормами, исходя из нормативных показателей суточной потребности кормов (таблица 2).

Таблица 2 - Суточная норма корма для осетровых рыб в зависимости от массы тела, г

Нормативное значение температуры воды, °С	Масса особей, г					
	от 400 до 800		от 800 до 1500		свыше 1500	
	Суточная норма корма					
	г	%	г	%	г	%
12-15	8,4-16,8	2,1	13,6-25,5	1,7	от 22,5	1,5
18-20	12,8-25,6	3,2	21,6-40,5	2,7	от 33,0	2,2
21-23	16,0-32,0	4,0	25,6-48,0	3,2	от 39,0	2,6
25-27	20,0-40,0	5,0	29,6-55,5	3,7	от 49,5	3,3

В состав полнорационных комбикормов для осетровых рыб входят следующие компоненты: белки животного происхождения (мука рыбная, мука мясная, мука кровяная), жмых соевый экструдированный безоболочный, соя полножирная экструдированная, пшеница, рыбий жир, дрожжи, премикс, аминокислоты, мел, пробиотик, ферменты.

Наши исследования по определению химического, аминокислотного и витаминного состава комбикормов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Состав комбикорма, используемого при выращивании осетров

Наименование показателя	Ед. изм.	Содержится в комбикорме
Валовая энергия	МДж/кг	20,56
Валовая энергия на 1 кг сухого вещества	МДж/кг	20,95
Массовая доля влаги	%	1,9
Массовая доля сырого протеина	%	42,46
Массовая доля сырой клетчатки	%	2,9
Содержание витамина А	МЕ/кг	19210
Содержание витамина Е	МЕ/кг	129
Содержание треонина	%	1,44
Содержание серина	%	2,63
Содержание аспарагиновой кислоты	%	2,72
Содержание глицина	%	3,45
Содержание аланина	%	2,08
Содержание глутаминовой кислоты	%	5,04
Содержание цистина и цистеина	%	0,93
Содержание валина	%	2,13
Содержание метионина	%	0,96
Содержание изолейцина	%	1,47
Содержание лейцина	%	2,68
Содержание фенилаланина	%	1,64
Содержание лизина	%	2,30
Содержание аргинина	%	2,46
Содержание гистидина	%	0,64
Содержание пролина	%	3,40
Массовая доля жира на естественную влагу	%	14,14
Массовая доля кальция	%	3,46
Массовая доля фосфора	%	0,91
Массовая доля натрия	%	0,31
Массовая доля сырой золы	%	11,71
Массовая доля цинка	мг/кг	105,96
Массовая доля марганца	мг/кг	60,69
Массовая концентрация калия	г/кг	4,339
	%	0,43
Содержание магния	г/кг	2,091
	%	0,21
Массовая доля кобальта	г/т	0,23
Массовая доля селена	мг/кг	0,35
Массовая доля меди	мг/кг	15,61
Массовая доля железа	мг/кг	628,92
Массовая доля свинца	мг/кг	0,32
Массовая доля кадмия	мг/кг	0,133
Массовая доля мышьяка	мг/кг	0,085
Массовая доля хрома	мг/кг	53,0
Массовая доля никеля	мг/кг	2,3

3.2 Физико-химические показатели воды в установках замкнутого водоснабжения ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ

Качество воды имеет первостепенное значение для благополучия выращиваемой рыбы, поскольку рыбы находятся в тесном контакте с водой через жабры и кожу. Рыбы могут жить в определенных пределах допустимых концентраций в отношении качества воды, которые могут сильно различаться между видами. Для благополучия важно иметь представление о факторах качества воды и о том, какие диапазоны позволят рыбе адаптировать поведение и физиологию.

Физико-химические свойства воды при проведении научно-исследовательского опыта исследовали в начале и в конце опыта в таблице 4 приведены нормативные данные к качеству воды, а также данные, фактически полученные в УЗВ.

Таблица 4 – Гидрохимический состав воды в УЗВ

Показатель	Нормативные значения	Фактически полученные данные
Температура, °С	18-24	20-24
Водородный показатель (рН)	7,0-8,0	7,5-8,0
Кислород растворённый, г/м ³	6-10	7,9-9,5
Железо общее, г/м ³	0,5	0,3
Фосфат-ион, г Р/м ³	0,3	0,25
Азот нитритов, мг/л	0,02	0,01
Азот нитратов, мг/л	1,0	0,8
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,5	0,3
Общая жёсткость, мг-экв/л	3,8-4,2	4,1
Хлориды, мг/л	20-35	20,4
Марганец, мг/л	0,01	0,01

В ходе проведённого опыта температурный режим воды колебался от 20 до 24°С, но находился в пределах установленной нормы.

Также наблюдались колебания водородного показателя (рН) в пределах нормы 7,5 – 8,0 рН. Основным жизненно-важным фактором нахождения в водной среде для рыб является содержание растворённого кислорода.

Содержание кислорода в воде ниже предела допустимых значений у рыб вызывает снижение интенсивности питания и, как следствие, снижение скорости роста, продуктивности и повышение финансовых затрат.

Для нормальной жизнедеятельности осетровых рыб содержание в воде кислорода должно быть в пределах от 6 до 10 г/м³, в ходе нашего научно-исследовательского опыта содержание растворённого в воде кислорода находилось в пределах нормы от 7,9 до 9,5 г/м³.

Таким образом, по результатам гидрохимических исследований состава воды в период опыта в установках замкнутого водоснабжения были стабильны, незначительные колебания некоторых показателей находились в пределах нормативных значений.

3.3 Сравнительная характеристика осетровых рыб

Значительный сегмент постоянно растущего сектора аквакультуры представлен интенсивными методами ведения сельского хозяйства, направленными на удовлетворение растущих потребностей населения мира.

Однако, в то же время, такой акцент вызывает много опасений из-за конкуренции за ресурсы и негативного воздействия интенсивной аквакультуры на окружающую среду и благополучие рыб. Следовательно, дальновидные концепции будущего рыбоводства включают системы, обеспечивающие благополучие, которые могут отслеживать параметры животных и быстро регулировать разрушительные экологические переменные, когда это необходимо.

Сертифицированные методы выращивания должны основываться на всестороннем научно обоснованном понимании того, как хрящевые рыбы реагируют на антропогенные нарушения окружающей среды и сложные условия, связанные с аквакультурой. Это требует междисциплинарных исследований для определения и оценки оптимальных условий выращивания конкретных видов, особенно для вновь интродуцированных видов аквакультуры.

Следовательно, исследовательские группы и крупные научные консорциумы в настоящее время изучают влияние различных факторов, начиная от глобального изменения климата, закисления океана и эвтрофных местообитаний и заканчивая интродуцированными патогенами и загрязнением экологическими токсинами или микропластиком, на рыбоводство и запасы дикой рыбы.

Использование более обширных исследовательских подходов для проверки воздействия условий окружающей среды может повысить вероятность обнаружения нарушений и даже опасных смешанных факторов, что позволит обнаружить соответствующие диагностические биомаркеры для здоровья рыб.

В задачу исследований входило изучение массы икринок русский осетра и его гибридных форм (с ленским и со стерлядью) (таблица 5, рисунок 5).

Таблица 5- Масса икринок

Показатель	Русский осетр	Гибрид русского осетра с ленским	Гибрид русского осетра со стерлядью
Масса икринки, мг	8-9	9-11	11-12
Масса полученной икры, г	1,3-1,8 кг	1,5-2 кг	1,5-2 кг

В ходе изучения в сравнительном аспекте массы икринок осетровых рыб было выявлено, что масса икринки у гибрида русского осетра со стерлядью составила 11-12 мг, гибрида русского осетра с ленским 9-11 мг, и русского осетра 8-9 мг, было отмечено, что, гибрид русского осетра со стерлядью и гибрид русского осетра с ленским по массе икринки выигрывали русско-ленскому осетру.

Масса полученной икры у русского осетра составила 1,3 – 1,8 кг, у гибридных форм русского осетра с ленским и русского осетра со стерлядью масса полученный икры по результатам проведенного опыта была на одном уровне и составила 1,5-2 кг.



Рисунок 5 – Прижизненное получение икры у русского осетра по методу
С. Б. Подушка

Половое созревание (определяемое как приобретение способности к воспроизводству и функциональной компетентности оси мозг-гипофиз-гонады) распознается у самок осетра по увеличению концентрации половых стероидов в плазме, пролиферации клеток гранулезы, и начало синтеза хориона и вителлогенеза. Пептиды головного мозга, нейротрансмиттеры и факторы роста яичников, такие как ИФР-1, играют важную роль в этих процессах. Размер тела и накопленная энергия, в том числе запасы липидов в печени, мышцах и жировой ткани половых желез у осетровых рыб, могут играть важную разрешительную роль в начале полового созревания, когда энергия направляется от соматического роста к репродукции. Очевидно, что метаболическая и репродуктивная эндокринные оси взаимодействуют в регуляции полового созревания, но сведения об этом взаимодействии в литературе по осетровым практически отсутствуют.

В ходе проведения исследований был определен возраст полового созревания родительского поголовья осетровых рыб (таблица 6).

Таблица 6 - Возраст полового созревания у представителей осетровых

Показатель	Русский осетр	Ленский осетр	Стерлядь
Возраст самок	6+	3+	3+
Возраст самцов	5+	4+	3+

У стерляди и ленского осетра наблюдается более интенсивный рост, повышенная жизнестойкость, чем у исходных видов. Данные виды достигают полового созревания в 3- 4 года, тогда как русский осетр - не ранее, чем в 5-6 лет. Учитывая темп роста данного гибрида, можно предполагать ценность его как объект товарного выращивания.

В период проведения опыта определяли зависимость между плодовитостью и длиной тела русского осетра и его гибридных форм (таблица 7-9).

Таблица 7 - Зависимость плодовитости русского осетра от длины их тела

Показатель	Русский осетр		
	$X \pm m$	σ	$Cv, \%$
Длина тела, см			
91-131	129,1±11,29	29,8	21,9
141-150	218,6±4,85	51,8	25,4
191-200	677,5±52,36	132,4	18,7

При длине тела русского осетра от 91 до 131 см плодовитость составляет 129,1 тыс. икринок, вариабельность этого показателя достигает 21,9 %. При длине тела от 141 до 150 см – плодовитость достигает 218 тыс. икринок, вариабельность при этом 25,4 %. При длине тела русского осетра от 191 до 200 см – плодовитость находится на уровне 677,5 тыс икринок, вариабельность составляет 18,7 %.

Таблица 8 - Зависимость плодовитости гибрида русского с ленским осетра от длины тела

Показатель	Гибрид русского осетра с ленским		
	X± m	σ	Cv, %
Длина тела, см			
111-120	135,8±14,9	29,8	21,9
141-150	204,3±3,4	51,8	25,4
191-200	709±76,5	132,4	18,7

Так, при длине тела гибрида русского осетра с ленским 111-120 см средняя плодовитость составила 135,8 тыс., вариабельность этого показателя по оцениваемой группе особей достигает 21,9 %. С увеличением длины рыб до 141-150 см плодовитость осетра возросла до 204,3 тыс. икринок. Вариабельность по группе составила 25,4 %. Следует отметить, что при длине тела гибрида русского осетра с ленским 190-200 см средняя плодовитость составила 709 тыс., вариабельность этого показателя по оцениваемой группе особей достигает 18,7 %.

Таблица 9 - Зависимость плодовитости гибрида русского осетра и стерляди от длины их тела

Показатель	гибрид русского осетра и стерляди		
	X± m	σ	Cv, %
Длина тела, см			
до 67	14,73±0,75	3,11	21,1
67,1-73	20,51±1,01	5,08	25,4
73,1-81	22, 23±1,11	4,01	18.0
81,1 и более	30,46±1,04	2,93	9,6

Так, при длине тела до 67 см средняя плодовитость у гибрида русского осетра и стерляди составляет 14,73 тыс. при лимите от 7,5 до 25,5 тыс., вариабельность этого показателя по оцениваемой группе особей достигает 21,1 %. С увеличением длины рыб до 67,1-73 см плодовитость гибрида стерляди возрастает до 20,51 тыс. икринок. Следует отметить, что и коэффициент изменчивости плодовитости по этой группе гибрида стерляди наиболее высокий, достигающий величины 25,4 %, на что указывают и

лимиты от 8,3 до 39,5 тыс. икринок. При длине тела гибрида стерляди 73,1-81 см плодовитость составляет 22,23 тыс. икринок, при лимите от 15,1 до 39,2 тыс., вариабельность 18 %. При длине тела 81,1 см и более см, средняя плодовитость у стерляди составляет 30,46 тыс., при лимите от 19,6 до 37,3 тыс., вариабельность этого показателя по оцениваемой группе особей достигает 9,6 %.

В целях ведения племенной работы с родительским стадом осетровых, от каждой самки проводится индивидуальное взвешивание массы икры, определяется масса отдельных икринок. Икра помещается в отдельные лотки для осеменения. Оплодотворяющая способность сперматозоидов сохраняется в течение 3-5 мин, при температуре воды 14°C.

В ходе проведения исследований были изучены показатели инкубации икры русского осетра и его гибридов (таблица 10, рисунок 6-8).

Таблица 10 - Результаты инкубации икры разных видов осетровых

Показатель	Русский осетр	Гибрид русского осетра с ленским	Гибрид русского осетра со стерлядью
Продолжительность эмбриогенеза, ч	203	198	191
Выход предличинок из заложенной икры на инкубацию, %	83,9	91,5	79,4

Продолжительность эмбриогенеза у русского осетра составила 203 часа, у гибрида русского осетра с ленским 98 часов, гибрида русского осетра со стерлядью 191 час.

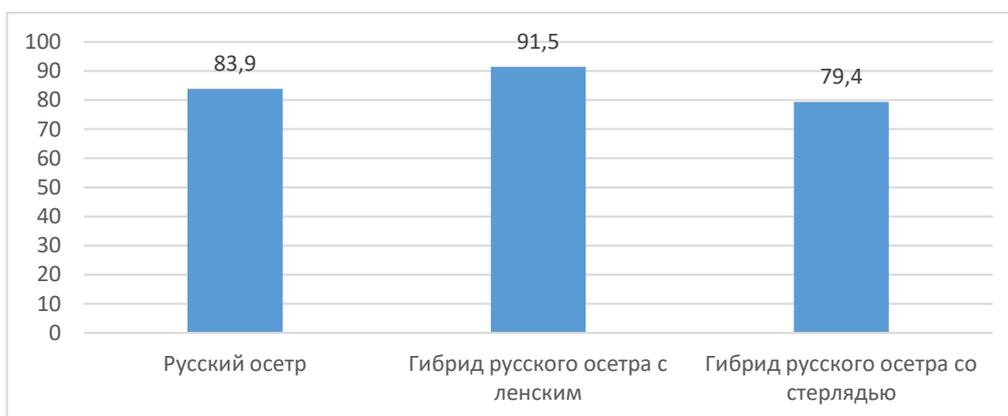


Рисунок 6 - Выход предличинок от заложенной икры на инкубацию, %

Процент выхода предличинок от заложенной на инкубацию икры у русского осетра – 83, 9 %, гибрида русского осетра с ленским – 91, 5 %, гибрида русского осетра со стерлядью – 79,4 %.

При температуре воды 14-18⁰С икра осетровых развивается в течение 8-9 сут. Повышенная температура инкубации до 22-24⁰С сокращает развитие икры до 5 сут., а при пониженной температуре на уровне 10-11⁰С эмбриональное развитие замедляется, появляются особи с дефектами, уродствами, повышается отход эмбрионов.



Рисунок 7 – Инкубация оплодотворённой икры в инкубационном аппарате «Осетр»

Стимулирующее влияние температуры воды при инкубации икры на рост и развитие осетровых рыб используется для повышения эффективности рыборазведения.



Рисунок 8 – Инкубационный аппарат «Осетр»

Эмбриогенез осетровых протекает при следующих значениях температуры воды; 10-18°C - для русского и для гибрида русского осетра с ленским, 10...14°C - для гибрида русского осетра со стерлядью.

Расход воды при оптимальных гидрохимических параметрах из расчета на 1,0 кг икры рекомендован на стадии дробления яйцеклеток - 2,3 - 2,5 л/мин, на стадии вылупления предличинок - 6,0 - 6,2 л/мин.

Результаты инкубации отражены в таблице 11.

Таблица 11 - Результаты инкубации икры гибридных форм осетровых

Показатель	Ед. изм	Русский осетр	Гибрид русского осетра с ленским	Гибрид русского осетра со стерлядью
Линейно-массовые показатели предличинок,	мм	9	9	5
	мг	8-9	10	4

Так выход предличинок по линейно-массовому показателю в группе где содержался русский осетр составил 9 (8-9) мм/мг, гибрид русского осетра с ленским 9 (10) мм/мг, гибрид русского осетра со стерлядью 5 (4) мм/мг.

Осетровые относятся к пресноводным видам, а также существующие ее популяции такие как: енисейская, обская, иртышская, волжская, окская, камская, балтийская, дунайская - обеспечивают формирование маточных селекционных стад в рыбхозах, характеризующихся повышенной

гетерогенностью. По спектру питания стерлядь отличается пластичностью - в естественных условиях бентосоядная, а в аквакультуре выращивается на различных типах гранулированных кормов (табл. 12).

Таблица 12 - Масса осетровых в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ)

Возраст, лет	Масса, г		
	Русский осетр	Гибрид русского осетра с ленским	Гибрид русского осетра со стерлядью
0+	50-150	70-180	40-110
1	160-300	190-350	120-270
1+	300-500	350-550	280-450
2	500-1000	650-1100	600-750
2+	1500-2000	1200-2300	1000-1500
3	2500-3500	2700-4000	1500-2000
3+	3500-4200	4000-5000	1750-2500
4	4200-5200	5000-6200	2200-2800
4+	5300-6000	6200-7000	2800-3200

Исследованиями установлено, что гибрид русского осетра с ленским имеет более высокие показатели живой массы, что позволяет рекомендовать использование данного гибрида в целях товарного выращивания.

Партию полученных сеголеток русского осетра и его гибридных форм исследовали по некоторым физиологическим показателям (таблица 13).

Таблица 13 – Физиологические показатели сеголеток русского осетра и его гибридов

Показатели	Масса рыбы, г	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Сеголетки русского осетра					
M±m	70,8±1,9	52,3±1,9	29,4±1,1	2,85±0,2	2,30±0,4
σ	18,1	8,9	4,35	0,84	0,75
CV,%	25,6	17,1	14,8	24,4	32,8
Сеголетки гибрида русского осетра с ленским осетром					
M±m	110,6±3,5	68,25±3,1	32,15±1,5	2,96±0,5	2,92±0,3
σ	18,9	12,0	3,7	0,42	1,01
CV,%	17,1	17,6	11,6	14,2	34,6
Сеголетки гибрида русского осетра со стерлядью					
M±m	73,7±3,0	63,28±1,6	30,18±0,9	3,33±0,2	1,98±0,3
σ	21,8	11,39	4,62	0,73	0,60
CV,%	29,6	18,0	15,3	21,9	30,2

Для наиболее наглядного подтверждения различий между русским осетром и его гибридами прослеживали массу сеголеток на завершающим

этапе выращивания. Таким образом мы получили следующие данные у русского осетра масса составляла 70,8 грамм, у гибрида русского осетра со стерлядью 73,7 грамм, наибольшие показатели были сеголетки гибрида ленского осетра с русским осетром и составила 110,6 грамм. Далее нами были изучены физиологические показатели данной рыбы. По гемоглобину наиболее высокие показатели были у сеголеток гибрида русского осетра с ленским осетром и составило 68,25 г/л, у русского осетра данный показатель находился на уровне 52,3 г/л, у гибридной формы стерляди с русским осетром 63,28 г/л. Среди данных показателей существенные изменения были по показателю общие липиды наиболее высокие наблюдались у гибрида стерляди с русским осетром и составили 3,33 г/л, у русского осетра данный показатель был ниже на 14,4 %, у гибрида русского осетра с ленским на 11,1 %.

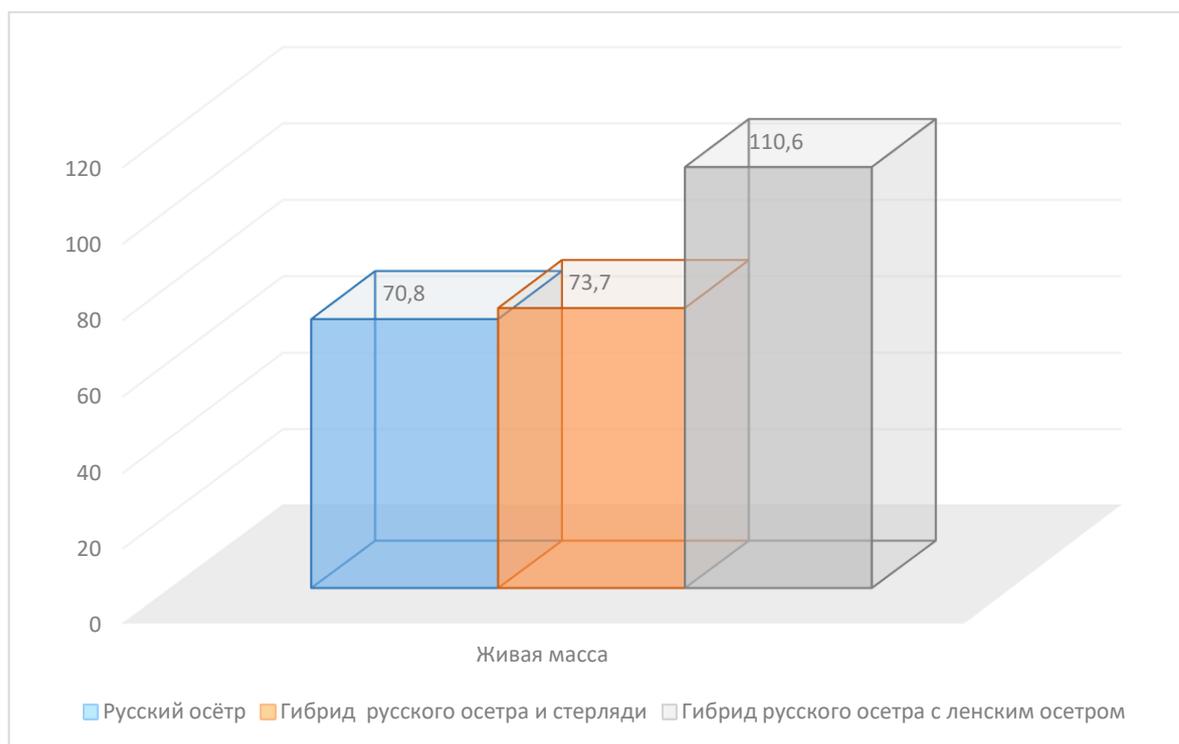


Рисунок 9 – Живая масса сеголеток русского осетра и его гибридов, г

На основании показателей массы рыбы и ее длины, были рассчитаны показатели упитанности по Фультону (таблица 14, рисунок 10).

Таблица 14 - Показатели упитанности молоди русского осетра в разные сроки выращивания

Показатели	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см	Упитанность (по Фультону)
Сеголетки			
M±m	112,4±5,5	27,8±0,7	0,44±0,03
σ	23,8	2,7	0,04
CV,%	21,2	9,7	9,10
Годовики			
M±m	127,3±7,8	29,1±0,4	0,51±0,05
σ	29,6	2,0	0,16
CV,%	23,2	6,9	31,4
Возраст 1 + год			
M±m	362,1±34,1	45,7±1,2	0,54±0,03
σ	12,1	5,2	0,06
CV,%	3,08	11,3	11,11

Упитанность сеголеток русского осетра по Фультону составила 0,44, у годовиков русского осетра 0,51. А в возрасте 1+ упитанность составила - 0,54.

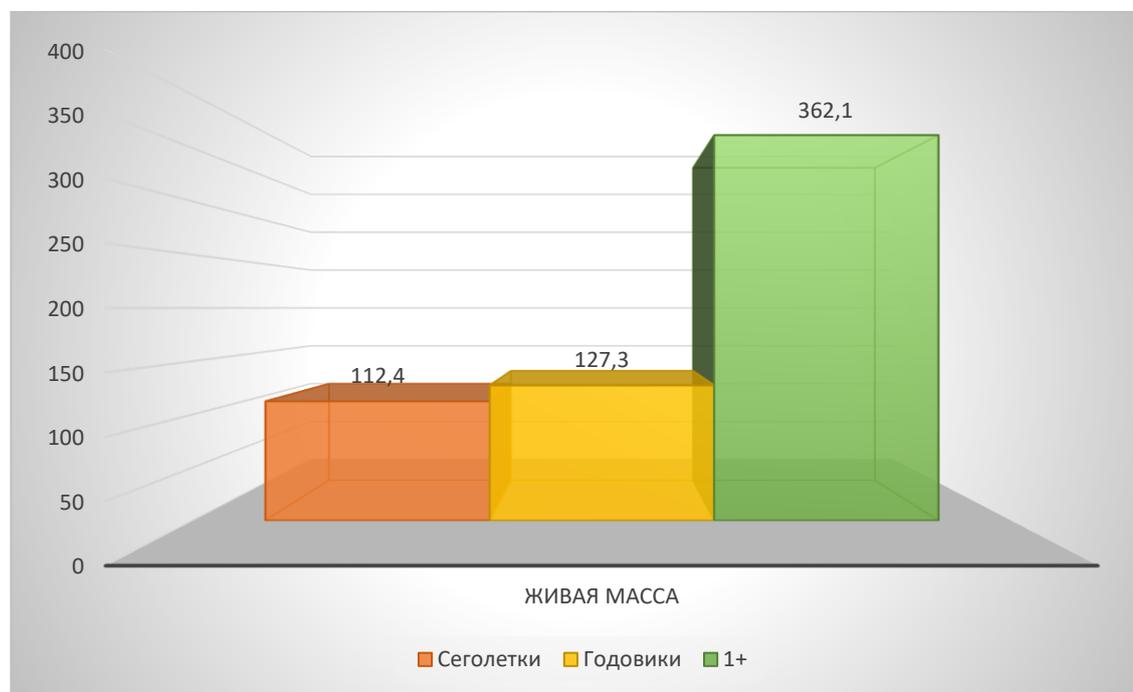


Рисунок 10 – Живая масса русского осетра в различные возрастные периоды,

Г

В ходе проведения опыта были изучены рыбоводно-биологические показатели гибрида русского осетра со стерлядью на разных этапах выращивания (таблица 15).

Таблица 15 - Рыбоводно-биологические показатели гибрида русского осетра со стерлядью на разных этапах выращивания

Показатели	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см	Упитанность (по Фультону)
Сеголетки			
M±m	91,3±5,6	26,9±0,4	0,47±0,01
σ	19,4	1,6	0,06
CV,%	21,2	5,6	12,80
Годовики			
M±m	108,4±7,7	28,5±0,2	0,33±0,03
σ	27,0	1,1	0,05
CV,%	24,9	3,9	15,10
Возраст 1 + год			
M±m	346,1±34,5	39,6±1,2	0,48±0,05
σ	39,8	4,8	0,11
CV,%	11,5	12,1	22,90

Рыбоводно-биологические показатели гибрида русского осетра со стерлядью, живая масса рыбы на разных этапах выращивания (сеголетки, годовики, 1+) составила соответственно 91,3 г, 108,4 г и 346,1 г. Упитанность по Фультону была следующая 0,47, 0,33 и 0,48.

Таблица 16 - Физиологические показатели гибрида русского осетра со стерлядью на разных этапах выращивания

Показатели	Масса рыбы, г	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Сеголетки					
M±m	91,3±5,3	44,28±1,8	29,36±1,1	2,50±0,1	2,95±0,6
σ	19,4	7,61	4,94	0,80	1,00
CV,%	21,2	17,2	16,8	32,0	33,90
Годовики					
M±m	108,4±7,2	52,81±5,5	24,02±1,4	2,74±0,3	2,85±0,4
σ	27,0	19,00	6,20	0,72	1,52
CV,%	24,9	35,98	25,80	26,28	53,33
1+					
M±m	346,1±32,1	50,18±1,5	25,36±1,6	2,39±0,05	3,00±0,2

Продолжение таблицы 16					
σ	39,8	12,72	5,63	0,49	0,82
CV,%	11,5	25,35	22,20	20,51	27,33

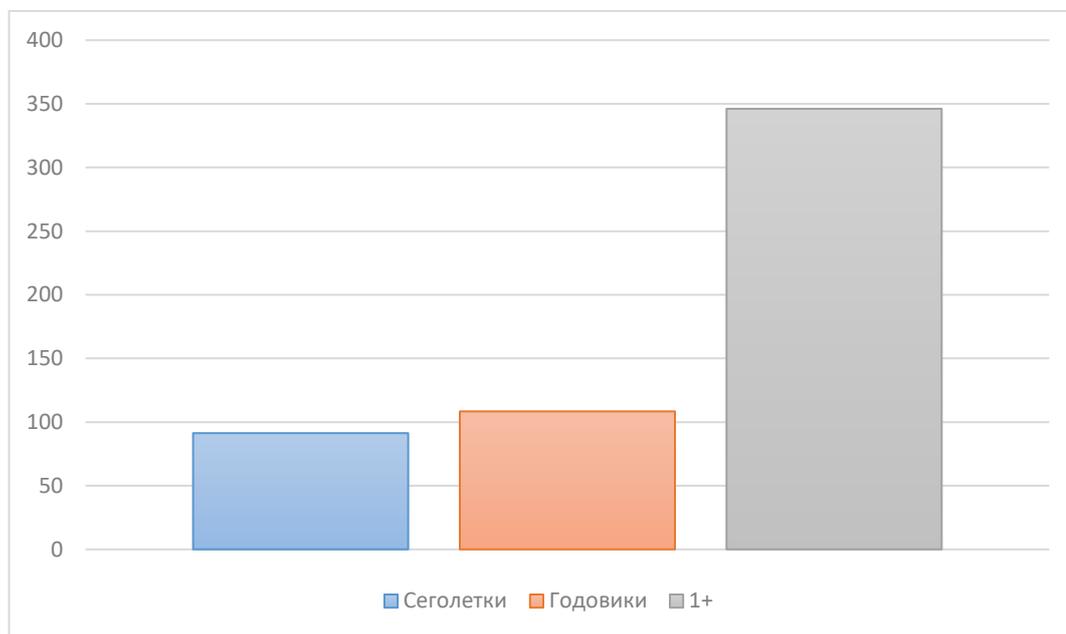


Рисунок 11 – Масса гибрида русского осетра со стерлядью на разных этапах выращивания, г

Так, если у сеголеток концентрация гемоглобина в среднем составила 44,28 г/л, то у годовиков после его содержания в крови повысилось до 52,81 г/л. В возрасте 1+ гемоглобин слегка снизился до 50,18 г/л. Общего белка в крови сеголеток составило 29,36 г/л, у годовиков данный показатель находился на уровне 24,02 г/л, в возрасте 1+ данный показатель составил 25,36 г/л. Общие липиды в наших исследованиях в разные периоды выращивания были в пределах от 2,39 до 2,74 г/л.

Таблица 17 - Морфофизиологические показатели русского осетра (возраст 2+ года)

Показатель	Масса рыбы, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Возраст 2 года						
M±m	0,84±0,04	52,3±4,4	31,4±1,1	1,6±0,3	1,9±0,11	2,2±0,1
σ	10,6	6,17	9,98	0,3	0,3	0,7
CV,%	12,6	11,8	11,8	18,8	15,8	31,8

Возраст 2 + года						
M±m	0,98±0,0 3	49,8±1,1	33,1±0,7	3,1±0,3	2,9±0,4	2,3±0,1 3
σ	0,09	4,9	3,0	0,8	0,5	0,8
CV,%	9,2	9,8	9,1	25,8	17,2	34,8
Возраст 2+ года						
M±m	1,4±0,03	52,7±3,4	36,1±0,9 4	3,7±0,06	3,1±0,0 5	2,9±0,0 3
σ	0,09	3,7	3,3	0,2	0,3	0,8
CV,%	6,42	7,02	9,14	5,4	9,6	27,6

Морфофизиологические показатели русского осетра в возрасте 2+. Гемоглобин в разные возрасты был на уровне от 49,8 до 52,7 г/л.

Общий белок был в пределах от 31,4 г/л (в возрасте 2 лет) до 36,1 г/л (в возрасте 2+). Показатель холестерина от 1,6 ммоль/л до 3,7 ммоль/л. Общие липиды в пределах от 1,9 г/л до 3,1 г/л (рисунок 12).

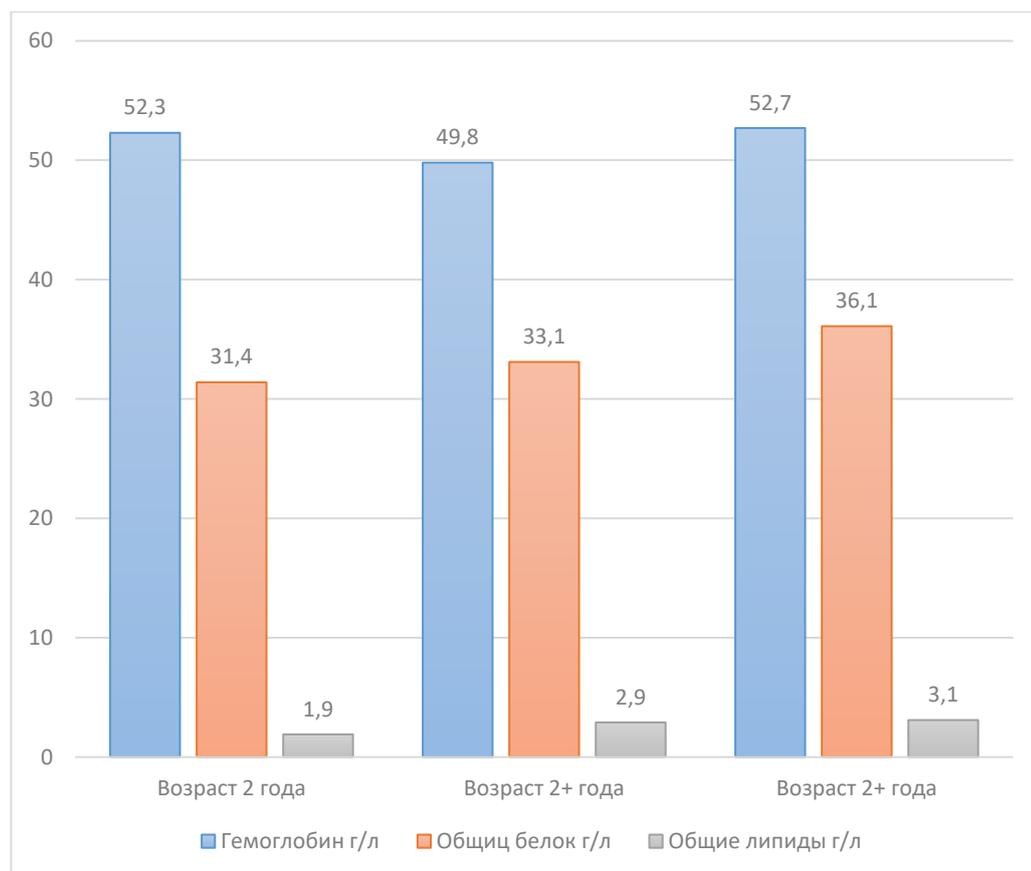


Рисунок 12 – Некоторые морфофизиологические показатели русского осетра

Показатель скорости оседания эритроцитов был практически на одном уровне в разные возрастные периоды от 2,2 до 2,9 мм/час (рисунок 13).

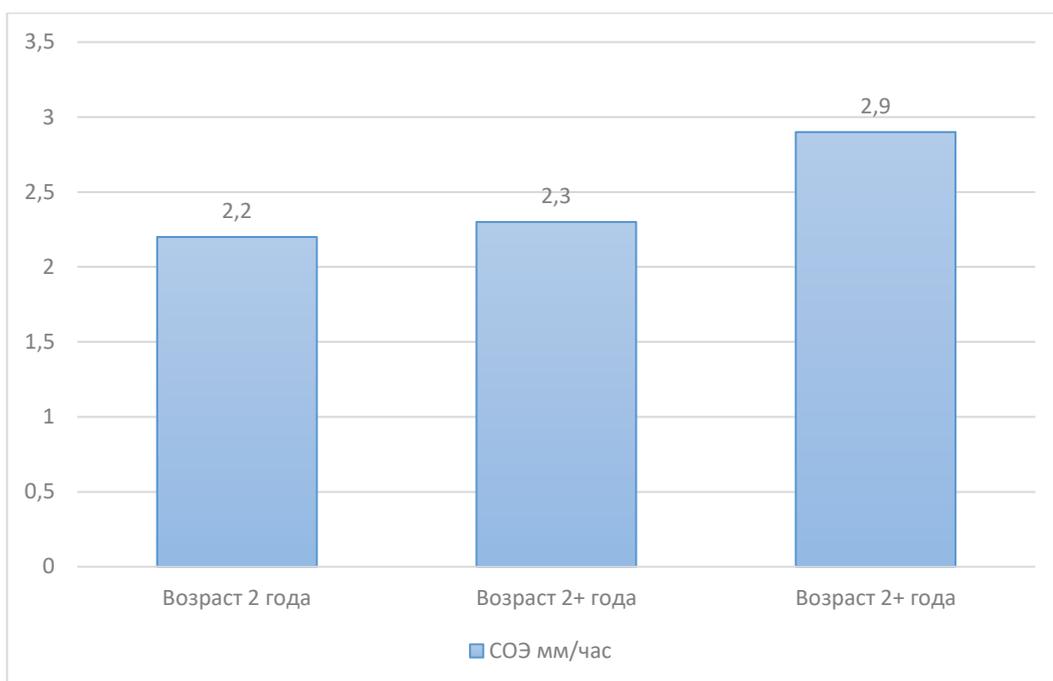


Рисунок 13 – СОЭ мм/час

Таблица 18 - Морфофизиологические показатели русского осетра с ленским осетром (возраст 2 - 2+ года)

Показатели	Масса рыбы, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Возраст 2 года						
M±m	0,54±0,03	71,3±2,5	32,5±1,1	2,9±0,3	2,8±0,3	1,9±0,4
σ	0,08	9,5	4,1	0,6	0,5	0,9
CV,%	14,81	13,32	12,6	20,7	17,8	47,4
Возраст 2 + года						
M±m	1,03±0,03	50,7±1,6	35,1±1,2	2,7±0,3	3,1±0,3	2,1±0,3
σ	0,11	6,0	3,3	0,9	0,6	0,9
CV,%	10,68	11,8	9,4	33,3	19,3	42,9
Возраст 2+ года						
M±m	1,4±0,05	55,2±2,7	33,3±0,8	2,5±0,05	3,7±0,06	2,4±0,4
σ	0,10	9,5	3,5	0,2	0,4	0,87
CV,%	7,14	8,15	10,5	8,0	10,8	36,2

Морфофизиологические показатели гибрида русского осетра с ленским осетром в разные возрастные периоды выращивания живая масса составляла от 0,54 кг до 1,4 кг. Показатели гемоглобина в возрасте 2 лет был на уровне

71,3 г/л, далее произошло снижение гемоглобина в крови у подопытной рыбы и стало на уровне 50,7-55,2 г/л. Общий белок, холестерин, общие липиды и СОЭ в различные возрастные периоды претерпевали небольшие колебания.

Таблица 19 - Морфофизиологические показатели гибрида русского осетра и стерляди (возраст 2 - 2+ года)

Показатель	Масса рыбы, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Возраст 2 года						
M±m	0,57±0,05	75,6±2,8	29,4±0,93	1,9±0,06	4,5±0,25	2,5±0,23
σ	0,08	11,2	3,8	0,4	0,8	1,3
CV,%	14,0	14,8	13,1	21,0	17,8	48
Возраст 2 + года						
M±m	1,2±0,05	63,2±1,8	25,1±1,06	2,6±0,06	4,9±0,18	4,1±0,56
σ	0,15	9,6	2,6	0,8	0,9	1,7
CV,%	12,5	15,2	10,3	30,8	18,4	41,5
Возраст 2+ года						
M±m	1,33±0,04	68,2±2,3	34,2±0,4	2,9±0,08	3,1±0,3	3,3±0,1
σ	0,12	6,9	3,8	0,3	0,4	1,2
CV,%	9,0	10,1	11,1	8,7	12,9	36,4

Гематологические показатели гибрида русского осетра и стерляди. Были следующие гемоглобин в возрасте 2 лет составил 75,6 г/л, а в возрасте 2+ года стал на уровне 63,2-68,2 г/л. Общий белок, холестерин, общие липиды и СОЭ находились в пределах нормы с небольшими колебаниями.

Таблица 20 - Физиологические показатели русского осетра и гибридных форм (возраст 2+ года)

Показатель	Масса рыбы, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Русский осётр						
M±m	1,4±0,06	52,7±3,7	36,1±0,96	3,7±0,03	3,1±0,2	2,9±0,3
σ	0,20	11,2	3,3	0,4	0,2	1,0
CV,%	14,2	21,2	9,1	10,8	6,4	34,5

Гибрид русского осетра со стерлядью						
M±m	1,4±0,02	55,2±2,2	33,3±0,6	2,5±0,04	3,7±0,2	2,4±0,3
σ	0,23	12,9	5,4	0,6	0,4	0,8
CV,%	16,4	23,4	16,2	24,0	13,5	33,3
Гибрид русского осетра с ленским осетром						
M±m	1,33±0,04	68,2±2,5	34,2±0,7	2,9±0,05	3,1±0,1	3,3±0,2
σ	0,17	15,0	5,06	0,3	0,3	1,1
CV,%	12,8	22,0	14,8	10,3	9,6	33,3

Анализируя данные таблицы при сравнении русского осетра и его гибридов, мы получили следующие показатели. Живая масса русского осетра и гибрида стерляди с русским осетром составила 1,4 кг, а вот гибрид русского осетра с ленским осетром немного уступал по живой массе и составил 1,33 кг, что ниже чем у его сверстников на 5 %. По энергетическим показателям в возрасте 2+ года незначительное преимущество по содержанию гемоглобина в крови было у гибрида русско-ленского осетра (68,2 г/л). Тогда как общий белок был практически на одном уровне. Наибольшее количество холестерина в крови было у русского осетра и составило (3,7 ммоль/л). Общие липиды и СОЭ находились практически на одном уровне среди всех групп.

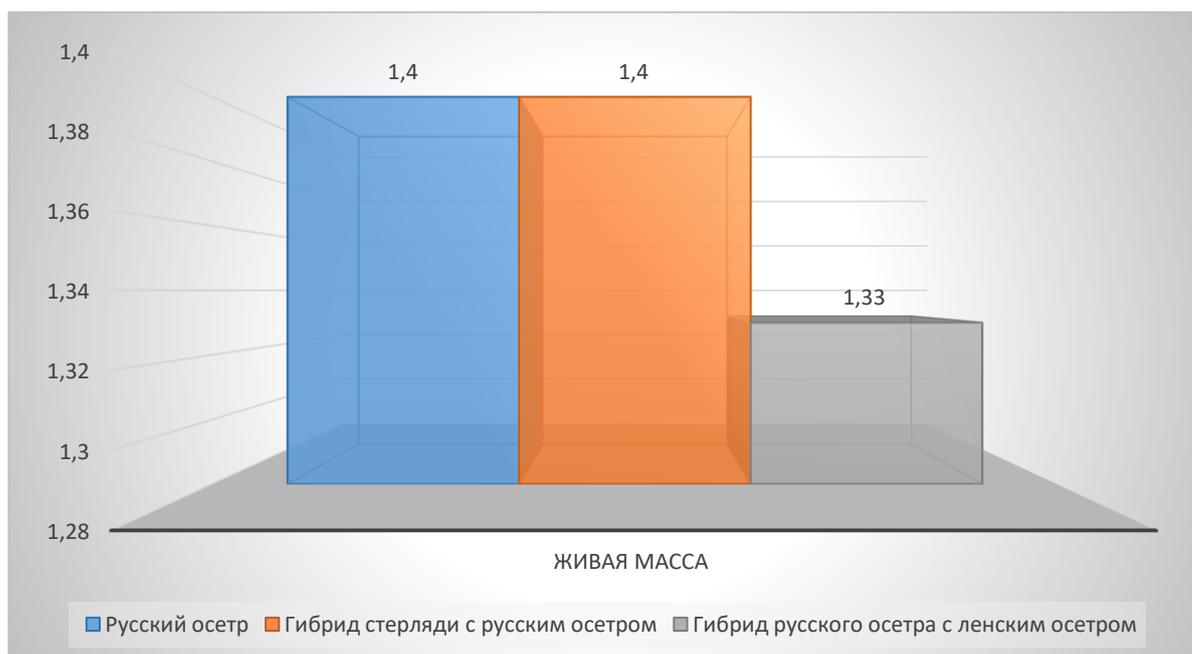


Рисунок 14 – Живая масса русского осетра и его гибридов в возрасте 2+, кг

Таблица 21 Рыбоводно-биологические показатели впервые созревших самок русского осетра

Показатели	Масса самок, кг	Масса икры из расчёта на одну самку, кг	Количество икринок в 1 г шт.
M±m	12,4±0,5	2,3±0,2	49,1±1,8
σ	0,9	0,4	6,0
CV,%	7,2	17,4	12,2

Согласно табличным данным, в возрасте первого созревания их масса в среднем не превысила 12,4 кг. Некоторые рыбоводно-биологические показатели, приведённые в таблице, показывают, что масса икры из расчёта на одну самку русского осетра составляли 2,3 кг, с числом икринок в 1 грамме до 49 штук.

В связи с тем, что задачей данной работы являлось сравнить и оценить перспективность выбора объектов осетровых рыб по репродуктивным показателям для товарного выращивания, была дана оценка состояния этих самок по ряду физиолого-биохимических показателей (таблица 22).

Таблица 22 Физиолого-биохимические показатели самок русского осетра, выращенных по схеме «от икры до икры»

Показатель и	Масса самок, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
M±m	12,4±0,4	84,3±4,6	34,1±1,5	3,4±0,3	3,7±0,2	2,1±0,3
σ	0,9	16,4	5,9	0,4	0,6	0,6
CV,%	7,2	19,4	17,3	11,8	16,2	28,5

По нашим данным, у самок осетра, выращенных по принципу «от икры до икры» по концентрации общего гемоглобина, общего сывороточного белка, а также липидов в крови в целом они характеризуются близкими

значениями с нормами для данного вида с некоторыми несущественными различиями.

В таблице 23 сведены показатели гибридных самок русского осетра с ленским осетром, созревших в искусственных условиях. Так, у гибридных самок русского осетра с ленским осетром число икринок в 1 г оказалось 68,10 шт., а масса полученной икры составила 1,64 кг.

Таблица 23 - Рыбоводно-биологические показатели впервые созревших гибридных самок русского осетра с ленским осетром

Показатели	Масса самок, кг	Масса полученной икры из расчёта на одну самку, кг	Количество икринок в 1 г шт.
M±m	8,62±0,5	1,64±0,08	68,10±1,8
σ	1,60	0,33	9,67
CV,%	18,6	20,1	14,20

Таблица 24 - Физиолого-биохимические показатели гибридных самок русского осетра с ленским осетром

Показатели	Масса самок, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
M±m	8,62±0,5	53,1±9,3	31,4±0,6	2,4±0,2	3,1±0,2	3,2±0,3
σ	1,60	15,90	2,40	0,87	0,41	1,24
CV,%	18,6	29,9	7,6	20,88	13,22	38,7

С целью оценки физиологического состояния гибридных самок русского осетра с ленским осетром исследовали их кровь по некоторым показателям (таблица 24). Изучаемые показатели, в целом характеризуются нормой. В частности, по показателю скорости оседания эритроцитов можно судить об отсутствии видимой патологии у данных видов рыб.

Таблица 25 - Размерно-массовые показатели гибридных самок русского осетра со стерлядью

Показатели	Масса самок, кг	Масса полученной икры из расчёта на одну самку, кг	Количество икринок в 1 г шт.
$M \pm m$	9,1±0,4	1,9±0,09	64,9±1,3
σ	1,7	0,3	9,1
CV,%	18,6	15,7	14,0

С целью определения перспективного объекта или объектов для товарного выращивания. По комплексу рыбоводно-биологических и физиологических показателей подвергли исследованию гибрида стерляди с русским осетром. В таблице 25 сведены морфологические и репродуктивные показатели этого гибрида.

Так, если масса впервые созревших гибридных самок к моменту созревания достигла 9,1 кг. Что касается оценки репродуктивных показателей данного гибрида, в частности, выхода зрелой икры из расчета на одну самку, то он не превысил 1,9 кг, по количеству икринок в 1 г, составившему 64,9 шт.

Таблица 26 - Физиолого-биохимические показатели гибрида самок русского осетра со стерлядью

Показатели	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
$M \pm m$	51,3±2,4	32,5±0,8	2,6±0,5	3,7±0,2	2,5±0,2
σ	16,5	2,60	0,60	0,54	1,0
CV,%	32,2	8,00	23,10	14,6	40,1

Наряду с репродуктивными показателями исследовали функциональное состояние гибрида (таблица 27).

Таблица 27 - Репродуктивные показатели самок русского осетра и гибридных форм

Показатели	Масса самок, кг	Масса полученной икры из расчёта на одну самку, кг	Количество икринок в 1 г шт.
Русский осётр			
M±m	12,4±0,4	2,3±0,2	49,1±1,3
σ	0,9	0,2	5,4
CV,%	7,6	8,6	11,0
Гибрид русского осетра со стерлядью			
M±m	9,1±0,2	1,9±0,07	64,9±1,4
σ	1,3	0,3	7,6
CV,%	14,2	15,7	11,7
Гибрид русского осетра с ленским осетром			
M±m	8,62±0,3	1,64±0,04	68,1±2,0
σ	1,0	0,2	7,7
CV,%	11,6	12,2	11,3

Согласно полученным данным, можно судить об оптимальном состоянии самок данного гибрида, что в общем близко к значениям этих показателей для осетровых рыб. По реакции скорости оседания эритроцитов у данного гибрида можно судить об отсутствии видимой патологии.

Наряду с этим в таблице 28 приводятся обобщенные данные по показателям средней массы и репродуктивного потенциала самок русского осетра и гибридных форм. Как видно из приведенных данных, впервые созревшие самки русского осетра достигают более высокой массы. Соответственно, и выход икры из расчета на одну самку, в сравнении с гибридными формами выше за счет более крупной массы ооцитов.

Согласно литературным данным, в прошлые годы значительное внимание было сконцентрировано на естественных популяциях осетровых рыб по физиолого-биохимическим критериям в связи с меняющимися условиями их обитания. В товарной аквакультуре приоритетом служили такие показатели как темп роста, биопродуктивность, сроки созревания, вкусовые качества и др. В задачу наших исследований входило дать оценку и

сравнить некоторые физиолого-биохимические показатели самок русского осетра и гибридных форм.

Таблица 28 - Морфофизиологические показатели самок русского осетра и гибридных форм

Показатель и	Масса самок, кг	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Общие липиды, г/л	СОЭ мм/час
Русский осётр						
M±m	12,4±0,2	84,3±4,2	34,1±1,7	3,4±0,2	3,7±0,1	2,1±0,3
σ	0,9	21,6	3,0	0,3	0,26	0,5
CV,%	7,6	25,6	8,8	8,8	7,1	23,8
Гибрид русского осетра со стерлядью						
M±m	9,1±0,4	51,3±2,4	32,5±0,7	2,6±0,5	3,7±0,2	2,5±0,2
σ	1,30	8,30	3,30	0,24	0,28	0,62
CV,%	14,2	16,2	10,1	9,2	7,6	24,8
Гибрид русского осетра с ленским осетром						
M±m	8,62±0,3	53,1±9,1	31,4±0,3	2,4±0,3	3,1±0,2	3,2±0,1
σ	1,0	8,28	2,82	0,22	0,23	0,77
CV,%	11,6	15,6	9,0	9,2	7,3	24,0

Нами полученные данные представлены в таблице 28. Как оказалось, различия в содержании общего сывороточного белка в крови у этих самок оказались несущественными. Однако содержание общих липидов в крови доминировало у гибридных самок стерляди с русским осетром и такие же показатели были у самок русского осетра. Концентрация холестерина в общем у этих форм осетровых рыб оказалась не существенной. В тоже время существенно отличалась концентрация общего гемоглобина у самок русского осетра (3,4 ммоль/л) в сравнении с гибридными формами (2,4-2,6).

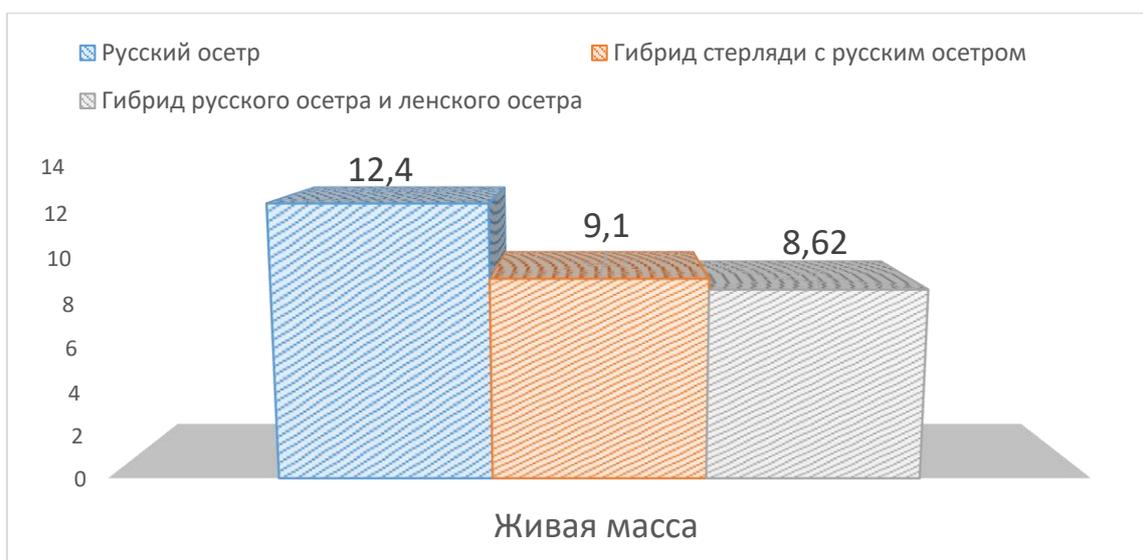


Рисунок 15 – Живая масса самок русского осетра и его гибридных форм, кг

3.4 Изучение микробиоты кишечника осетровых рыб

Известно, что кишечная микробиота играет ключевую роль в пищеварении и иммунитете. Однако редко сообщается о взаимосвязи между кишечной микробиотой и привычками питания/рационами различных рыб.

Хорошо известно, что кишечный тракт позвоночных представляет собой очень сложную и динамичную экосистему, которая заселена большим и разнообразным микробным сообществом.

Сообщается, что кишечная микробиота позвоночных играет ключевую роль в питании и иммунитете, например, стимулирует рост и развитие эпителия кишечника, предотвращает инвазию патогенов, способствует перевариванию сложных питательных веществ и синтезу полезных вторичных метаболитов.

Стабильность кишечной микробиоты является не только чрезвычайно важным фактором ингибирования колонизации кишечника патогенами, но и существенным фактором переваривания корма. То есть исследование кишечной микробиоты рыб может выявить развитие кишечника, гомеостаз и характеристику защиты.

Таблица 29 - Обобщенные результаты анализа микрофлоры кишечника осетровых рыб

№ п/п	Наименование микроорганизмов	Русский осётр	Гибрид ленского осетра с русским осетром	Гибрид стерляди с русским осетром	Нормы		
					Возраст, годы		
					<1	1-60	>60
1	Бифидобактерии	$<10^8$	$<10^8$	Результат КОЕ/г	$10^{10} - 10^{11}$	$10^9 - 10^{11}$	$10^8 - 10^9$
2	Лактобактерии	$<10^8$	$<10^6$	$<10^6$	$10^6 - 10^7$	$10^7 - 10^8$	$10^6 - 10^7$
3	Энтерококки	$<10^5$	$<10^5$	$<10^8$	$10^5 - 10^7$	$10^5 - 10^8$	$10^6 - 10^7$
4	Клостридии	$<10^5$	$<10^5$	$<10^6$	$\leq 10^3$	$\leq 10^5$	$\leq 10^6$
5	E coli типичные	$<10^3$	$< 10^3$	$<10^5$	$10^7 - 10^8$	$10^7 - 10^8$	$10^7 - 10^8$
6	E coli лактозонегативные	10^7	10^7	$<10^5$	10^5	10^5	10^5
7	E coli гемолитические	Не обнаружены	Не обнаружены	$< 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
8	Другие условно-патогенные энтеробактерии Citrobacter braakii	Не обнаружены	Не обнаружены	10^7	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
9	Стафилокк (золотистый)	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
10	Стафилококки(сапрофитн., эпидерм.)	$< 10^4$	$< 10^4$	Не обнаружены	$\leq 10^4$	$\leq 10^4$	$\leq 10^4$
11	Дрожжеподобные грибы рода Candida	$<10^4$	$<10^4$	Не обнаружены	$\leq 10^3$	$\leq 10^4$	$\leq 10^4$
12	Неферментирующие бактерии	Не обнаружены	Не обнаружены	$< 10^4$	$\leq 10^3$	$\leq 10^4$	$\leq 10^4$
13	Патогенная флора	Не обнаружены	Не обнаружены	$<10^4$	Не должно быть	Не должно быть	Не должно быть

Анализ проведен в клинко-диагностической бактериологической лаборатории ГБУЗ «Волгоградская областная клиническая больница №1».

Известно, что микроорганизмы ихтиофауны, в гораздо большей степени влияют на здоровье их хозяев, чем у наземных животных. Для поддержания стабильности процессов пищеварения кишечная микрофлора гидробионтов основывается на врожденной микрофлоре совместно с искусственно высоким уровнем вселенных микроорганизмов.

Известно, что чаще всего условно патогенную микрофлору обнаруживают в белковом сырье животного и растительного происхождения. Часто протеины являются метаболитами микробов. Протеины ферментируются в основном протеолитическими бактериями в слепой кишке.

E. coli лактозонегативные, могут быть и полезными, и опасными, поэтому называются условно патогенными. Они заселяют кишечник животного в первые двое суток после появления на свет.

В желудке *E. coli* не задерживаются, потому что там для них неподходящая среда. В норме *E. coli* заселяют толстый кишечник и, проникнув, прикрепляются к его стенкам, где и живут все время, пока жив их носитель. Пока их там 10^5 КОЕ/г (это всего 1 % от всех микроорганизмов в кишечнике), они полезны: вырабатывают витамины группы В, лактат, янтарную, муравьиную, уксусную и молочную кислоты, биотин, витамин К, без которых не может быть нормального переваривания пищи, а также не дают многим патогенным бактериям поселиться в толстой кишке. *E. coli* лактозонегативные более 10^5 КОЕ/г - это уже их избыточный рост. При пролиферации они в больших количествах мигрируют в тонкий, вызывая в нем дисбактериоз.

Клинически выявлено *E. coli* гемолитические. Гемолитическая палочка – грамотрицательная бактерия, то есть более устойчивая при воздействии иммунной системы и лекарственных препаратов. При нормальном функционировании организма и хороших защитных силах организма бактерия вырабатывает жирные кислоты, витамины группы В, и участвует в обменных процессах.

При неблагоприятных факторах, таких как, пищевое отравление, снижение иммунитета, начинает интенсивно размножаться, образуя колонии в тонком и толстом кишечнике, на слизистых мочевыводящих путей.

Заражение происходит пищевым путем. Чтобы произошло заражение, необходимо, чтобы в организм попало большое количество бактерий в условиях употребления инфицированных продуктов. Вызывают воспалительный процесс и структурные изменения в тонком кишечнике. Содержащие *E. coli* гемолитических, у рыб отличаются плохой усвояемостью принимаемой пищи. При своевременном лечении это состояние в 93-97 % случаев обратимое.

Для подавления деятельности кишечной палочки назначают антибактериальные препараты. Лечение заболеваний, вызванных микроорганизмами, проводится по показаниям противомикробными препаратами-антибиотиками, фагами, а также препаратами, направленными на устранение дисбактериоза.

Citrobacter – палочковидные бактерии, которые относятся к классу гамма-протеобактерий. Являются условно-патогенными представителями и составляющими нормальной микрофлоры.

В процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы перерабатывают цитраты и применяют компоненты для своего пропитания.

Основной способ передачи – фекально-оральный. Микроорганизмы преимущественно поражают толстый кишечник, провоцируют нарушение функционирования желудка и кишечного тракта.

В связи с этим, нами попутно проведена диагностика на выявление чувствительности микрофлоры кишечника к антибиотикам.

Таблица 30 - Сводные данные по диагностике на выявление чувствительности микрофлоры кишечника к антибиотикам

№ п/п	Наименование а/микрорепаратов	Русский осётр	Гибрид ленского осетра с русским осетром	Гибрид стерляди с русским осетром
1	Ампициллин	р	р	р
4	Цефазалин	р	р	р
6	Гентамицин	ч	ч	р
7	Тобрамицин	п	п	ч
8	Амикацин	ч	ч	ч
10	Левомецетин	п	ч	ч
18	Меропенем	ч	ч	ч
20	Ципрофлоксацин	ч	ч	ч
24	Цефтриаксон	ч	ч	ч
26	Цефоперазон	ч	ч	ч
27	Цефепим	ч	ч	ч
29	Линезолид	р	р	р

Примечание. Ч – высокочувствительные П – умереннорезистентные Р – резистентные (не чувствительные)

При этом в целом в организме 1 особи всех условно-патогенных *E. coli* должно быть от 10^7 до 10^8 КОЕ/г. Если этот показатель уменьшен до значений 10^6 КОЕ/г, диагностируют дисбактериоз I степени.

3.5 Экономическая эффективность разведения осетровых рыб

Аквакультура является самым быстрорастущим сельскохозяйственным сектором продовольствия и вскоре станет основным источником рыбы и моллюсков для рациона человека.

В отличие от продукции растениеводства и животноводства, продукция аквакультуры основана на многочисленных исключительно разнообразных видах, которые, как правило, находятся на ранних стадиях одомашнивания.

Генетическое улучшение производственных признаков с помощью хорошо разработанных и управляемых программ разведения имеет большой потенциал для удовлетворения растущего спроса на осетровую продукцию, вызванного ростом населения.

Однако окончательным этапом проведения различных исследований является определение экономической эффективности.

Экономическая эффективность товарного осетроводства характеризуется системой показателей, сопоставляющих издержки (затраты) и доход (прибыль) от процесса выращивания осетровых. Неодинаковая экономическая эффективность товарного выращивания осетровых в разных регионах и рыбоводных хозяйствах страны обусловлена различными климатическими условиями, состоянием естественной кормовой базы, качеством воды, качеством исходного посадочного материала, наличием сырьевой базы и возможностью изготовления искусственных кормов, технической оснащенностью хозяйств.

В настоящее время не существует отработанной эффективной технологии товарного выращивания осетровых.

В каждом хозяйстве используются свои методы и приемы товарного выращивания осетровых, и в результате себестоимость и рентабельность товарной продукции имеет значительные колебания в пределах одного вида и возрастной группы рыб. Задача создания предпосылок для ведения высокоэффективных товарных осетровых хозяйств решалась комплексно, начиная с разработки технологии рентабельного выращивания осетровых рыб и заканчивая поиском возможных резервов снижения себестоимости продукции.

Внешними факторами, влияющими на рентабельность, являются цена реализации выращенной рыбы и цена всех видов трудовых и материальных ресурсов (сырья, кормов, топлива, электроэнергии и материалов).

Внутренними факторами, определяющими рентабельность, являются темп роста выращиваемой товарной рыбы и количество затраченных ресурсов. Данные результативные факторы зависят от совокупности показателей, среди которых основными являются видовой состав осетровых и принятые технологии выращивания, качество рыбопосадочного материала, условия выращивания и обеспеченность сбалансированными и

доброкачественными кормами. Из трех основных типов рыбоводных хозяйств (индустриальных, прудовых и пастбищных) индустриальные характеризуются средними показателями затрат.

В индустриальном рыбоводстве повышены затраты на воду, электроэнергию, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.

На увеличение себестоимости выращивания товарной рыбы оказывают влияние затраты на рыбопосадочный материал (сеголеток), поскольку их доля в себестоимости значительна. Затраты на посадочный материал, представленный двухлетками, составляет третью часть всех затрат, а трехлетками - пятую часть.

Увеличение себестоимости нестандартных сеголеток сказывается на увеличении себестоимости товарной осетровой рыбы.

Анализ динамики отдельных статей и общих затрат на выращивание осетровых показал, что себестоимость товарной рыбы растет быстрее, чем наращивается ее масса, поскольку пропорционально росту массы увеличиваются лишь переменные затраты (корма, материалы).

Анализ проведенных расчетов позволил определить предварительные нормативы удельных капитальных вложений, необходимых для выращивания 1 кг товарной осетровой рыбы в УЗВ.

Суммарные капиталобразующие затраты, необходимые для выращивания 1 головы товарной осетровой рыбы, в существующих ценах 2021 г. в среднем составляют 28620 рублей у русского осетра, 19760 рублей у гибрида русского осетра с ленским и 19280 рублей у гибрида русского осетра со стерлядью. Данные производственные затраты аргументированы более длинным сроком выращивания русского осетра при сравнении с его гибридами (табл. 31).

Таблица 31 - Экономическая эффективность разведения осетровых рыб в расчете на 1 голову, руб.

Вид осетровых	Живая масса	Получено икры, г	Производственные затраты, руб.	Цена реализации икры.*	Выручка, руб.	Экономический эффект, руб.
Русский осетр	12 400	1 240	28620,0	28 000	34720	6100
Гибрид русского осетра с ленским осетром	9 100	995	19760,0	28 000	27860	8100
Гибрид русского осетра со стерлядью	8 620	950	19280,0	28 000	26600	7320

*Цена в 2021 году

В ходе проведения исследований было выявлено, что производственные затраты на содержание и выращивание рыбы были не одинаковыми, что связано с несколько иными условиями кормления и содержания.

Однако, несмотря на одинаковую цену реализации 1 кг товарной рыбы, отмечался более высокий экономический эффект при выращивании гибридов ленского осетра с русским и стерляди с русским осетром.

3.6 Результаты производственной проверки

Результаты, полученные в ходе исследований, были апробированы в производственных условиях ИП Калмыков. Продолжительность периода производственной проверки составила 24 недели.

Таблица 32 – Основные показатели производственной проверки

Показатель	Вид осетровых рыб	
	Русский осетр	Гибрид русского осетра со стерлядью
Количество голов в начале опыта	700	700
Живая масса в конце опыта, г	1825,63	1969,84
Количество голов в конце опыта	630	658
Сохранность поголовья, %	90,00	94,00
Получено иктиомассы в конце опыта, кг	1 150,15	1296,15
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,96	1,91
Производственные затраты на 1 голову, руб.	720,08	720,08
Затраты на начальное поголовье, руб.	504 056	504 056
Цена реализации 1 кг товарной рыбы, руб.	880	880
Выручка, руб.	1 012 132,00	1 140 612,00
Прибыль, руб.	508 076,00	636 556,00
Экономический эффект от использования гибрида, руб.	-	128 480,00

Следовательно, выращивание гибридов русского осетра экономически целесообразно, что подтверждено производственной апробацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с темой диссертационной работы выполнен комплекс исследований, включающих в себя выращивание, оценку выживаемости и физиологического статуса разновозрастной молоди русского осетра и двух гибридных форм. Определены морфофизиологические и репродуктивные показатели зрелых самок русского осетра и его гибридных форм.

Рост мирового населения увеличил спрос на продукты питания, который, как ожидается, удвоится в ближайшие десятилетия. До недавнего времени этот спрос удовлетворялся за счет расширения сельскохозяйственных площадей и интенсификации агрохимической монокультуры нескольких видов. Однако этот путь развития подвергся критике из-за негативного воздействия на окружающую среду и другую деятельность человека. Следовательно, необходимы новые методы производства для устойчивого удовлетворения потребностей человека в продуктах питания в будущем. Здесь мы утверждаем, что практика поликультуры может обеспечить переход аквакультуры к устойчивому развитию.

Сектор аквакультуры находится на подъеме. Только в 2016 г. мировое производство продукции аквакультуры превысило 110 млн. тонн, из которых 80 миллионов тонн приходится на выращиваемую рыбу и 30 миллионов тонн от выращивания водорослей, представляет коммерческое движение примерно 243 миллиарда долларов США.

На основании комплексных исследований по оценке разведения осетровых видов рыб в УЗВ ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ представляется возможным сделать следующие выводы.

1. В целях сохранения генофонда видов осетровых и производства продукции осетроводства в Нижневолжском Регионе выращиваются для производства осетрины русский и ленский осетры, стерлядь волжская, и их гибриды.

2. Установлено, что половая зрелость гибрида русского осетра и стерляди в УЗВ наступает у самцов в 3-4, а у самок в 4-5 лет при абсолютной плодовитости от 70 до 40 тыс. икринок. Вариабельность плодовитости самок в УЗВ достигает 20,21 %.

3. Индивидуальная плодовитость самок гибрида ленского осетра и ленского в УЗВ достигает 25... 140 тыс. икринок. Процент развития зародышей составляет от 70 до 92 % от заложенной на инкубацию, а выживаемость 85...93 % за 5-ти месячный период выращивания.

4. При прижизненном получении икры выживаемость самок установлена на уровне 91,6...99,4 %, а выход икры от массы тела у самок выявлен на уровне от 12,6 % у русского осетра до 24,8 %.

5. Оплодотворяемость икры при гибридизации осетровых установлена на уровне от 68,1 % - между русским и ленским осетром до 93,4 %, между русским осетром и стерлядью.

6. При оценке товарных качеств выявлено, что прирост у рыб за период выращивания достигает 959 г при расходе корма 2,5...3,1 % от массы тела. Гибрид ленского осетра с русским к 2 годам достигает массы 1523 г.

8. Экономический эффект при выращивании гибридов русского осетра в расчете на 1 голову составил 1220-2000 рублей.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

В связи с более высокой резистентностью ранневозрастного потомства гибридных форм русского осетра с ленским видом и стерлядью, в сравнении с русским осетром, а также с более короткими сроками их полового созревания, в целях увеличения производства мясной продукции и пищевой икры, рекомендуем расширить использование гибридных форм между этими видами.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшая разработка темы перспективна, как в научном, так и в практическом отношении. Значительный интерес представляют такие вопросы, как биопродуктивность возвратных гибридов между этими видами, а также гибридные формы между русским осетром и другими субпопуляциями ленского осетра при условии изучения их адаптационных качеств.

Список использованной литературы

1. Алтуфьев, Ю. В. Пути международного контроля продовольствия на Каспии / Ю. В. Алтуфьев, Ю. А. Мережко // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: материалы второй Международной научно-практической конференции. – Астрахань, 2001. – С. 5-7.
2. Алымов, Ю. В. Морфофизиологическая оценка молоди русского осетра, выращенной на различных видах комбинированных кормов / Ю. В. Алымов, Ю. В. Алымов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 7. – С. 51-59.
3. Астафьева, С.С. Состояние искусственного воспроизводства осетровых рыб в Западно-Каспийском районе и предложения по его развитию /С.С. Астафьева, Т.В. Васильева, Е.А. Федосеева, А.С. Абдусаматов //Актуальные проблемы современной науки. – 2010. – №6. – С. 48-54.
4. Байболатович И.К. и соавт. Современное состояние и перспективы искусственного разведения редких, исчезающих видов рыб для сохранения биоразнообразия и восстановления численности в природных водоемах Иле-Балхашского бассейна //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2019. – №. 3. – С. 17-30.
5. Баранникова И.А. Состояние и основные задачи осетроводства в современный период. Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР / Ред.: И.А. Баранникова и Л.С. Бердичевский. - М.: Наука, 1979. - С. 49–58.
6. Басонов, О. А. Зоогигиенические условия содержания и кормления осетровых в промышленных условиях / О. А. Басонов, Т. П. Станковская, А. В. Судакова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(31). – С. 24-28. – EDN XNNNYN.

7. Блинков, Б.В. Особенности выращивания русского осетра (*Acipenser guldenstadti*) в установке замкнутого водоснабжения в товарном хозяйстве «Anna Caviar» / Б.В. Блинков, О.Н. Загребина // Вестник АГТУ. Серия рыбное хозяйство. – 2013. – №3. – С. 141-145
8. Богачев, А. И. Состояние отечественного сектора аквакультуры / А. И. Богачев // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2018. – № 1(17). – С. 23-25. – EDN YRNHFTA.
9. Гербильский Н.Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в рыбоводстве / Гормональная стимуляция полового цикла рыб в связи с задачами воспроизводства рыбных запасов: Труды ВНИРО. - Т. 111. - Л.: Наука, 1975.
10. Государственная поддержка развития элементов инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса на федеральном уровне / К. И. Алексеев, А. С. Ланкин, Э. А. Новоселов, Б. О. Хашир // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2020. – № 7(64). – С. 50-80. – DOI 10.33938/207-50. – EDN MNMMPV.
11. Державин А.Н. 1953 Методы получения зрелой икры осетровых и лососевых рыб / Труды совещаний ихтиологической комиссии АН СССР. Вып.1. С.266-290.
12. Корнилова, Т. И. Проблемы сохранения популяции ленского осетра / Т. И. Корнилова // Наука и техника в Якутии. – 2017. – № 2(33). – С. 34-37. – EDN YVLMPPR.
13. Космачев, Н. А. Анализ рыбоперерабатывающей промышленности России / Н. А. Космачев // Современные аспекты экономики. – 2018. – № 2(246). – С. 5-9. – EDN YXNXCK.
14. Львов Л.Ф. Стерлядь. Надо сделать первый шаг // Рыбоводство и рыболовство. 2000. - №1. - С. 24-25).
15. Матишов, Г.Г. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств. / Г.Г.

Матишов, Д.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, В.А. Лужняк, В.Г. Чипинов, М.В. Коваленко, А.В. Казарникова.

16. Михеев, В. П. Любительское рыболовство в системе рыбного хозяйства внутренних водоемов России / В. П. Михеев, И. В. Михеева, П. В. Михеев // Рыбное хозяйство. - 2011. - № 4. - С. 82-86.

17. Моисеев, Н. Н. Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации / Н. Н. Моисеев, П. В. Белолусов. - СПб. : Лань, 2012. - 176 с.

18. Наумова, В. В. Безопасность стерляди, выращенной в условиях УЗВ / В. В. Наумова, Д. А. Кирьянов, Е. В. Свешникова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4(40). – С. 81-85. – DOI 10.18286/1816-45-2017-4-81-85. – EDN YKHMBS.

19. Ненашева, М. Н. Изучение видового разнообразия гидробионтов закрытой экосистемы при бессточной системе водоснабжения искусственного водоема для разведения рыбы / М. Н. Ненашева, В. Ю. Коробов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6(100). – С. 275-277. – EDN MNKTUV.

20. Никоноров, С.И. Аквакультура. Формирование современной научно-правовой базы в Российской Федерации / С.И. Никоноров. - М. : Экономика и информатика, 2006. – 216 с.

21. Овчинников, В. В. Анадромные осетровые: ресурсы, среда обитания и перспективы видов [Текст] / В. В. Овчинников, Э. В. Бубенец, А. В. Лабенец // Рыбное хозяйство. - 2015. - № 2. - С. 67-72.

22. Овчинников В.В., Волобуев М.В. Особенности воспроизводства тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* материкового побережья Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2016. №3.

23. Определение стадии зрелости яйцеклеток осетровых рыб биопсийным методом с применением оценки степени их поляризации в условиях ПНИЛ "Разведение ценных пород осетровых" Волгоградского ГАУ / Ю. В. Кравченко, Д. А. Ранделин, А. И. Новокщенова, Е. В. Уланов // Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях -

продолжение научного наследия Листопада Г.Е., академика ВАСХНИЛ (РАСХН), доктора технических наук, профессора : национальная научно-практическая конференция, Волгоград, 06–07 ноября 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 277-280. – EDN RMPTRM.

24. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. - Санкт-Петербург, 2001. – 372 с.

25. Павлов, Д. С. Типы нерестовых миграций осетрообразных рыб (Acipenseiformes) мировой фауны / Д. С. Павлов, Г. И. Рубан, Л. И. Соколов //Осетровые на рубеже XXI века. Астрахань: КаспНИРХ. - 2000.- С. 24- 26.

26. Полякова, О. Г. Организация прудового хозяйства: практическое пособие / О. Г. Полякова; ФГБОУ ВПО Волгогр. ГАУ. - Волгоград: Изд-во ВолГАУ, 2012. - 36 с.

27. Пономарёв, С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Д.И. Иванов - М.: Колос. 2009. - 312 с.

28. Пономарев, С. В. Рост осетровых рыб в установке замкнутого водоснабжения при использовании новых сухих гранулированных кормов [Текст] / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева // Зоотехния. - 2011. - № 8. - С. 27-28.

29. Пономарев, С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России/ Пономарев, С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И. - Астрахань: Нова плюс, 2002. - С. 122-136.

30. Пути международного контроля продовольствия на Каспии / Ю. В. Алтуфьев, Ю. А. Мережко // Материалы Второй международно научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». – Астрахань, 2001. - С. 5-7.

31. Расширение сырьевой базы кормопроизводства для рыб [Текст] / Е.А. Гамыгин [и др.]// Рыбное хозяйство. - 2013. - № 4. - С. 87-88.

32. Рачек, Е. И. Современное состояние осетроводства в Приморском крае / Е. И. Рачек // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2012. - № 6. - С. 34-39.
33. Рыбная отрасль: перспективы развития / В. Агеец, В. Костоусов, С. Банина, О. Марцуль // Наука и инновации. – 2020. – № 3(205). – С. 4-9. – EDN UMFWDWY.
34. Рыжих, С. М. Эколого-биологическая характеристика осетровых рыб (Acipenseridae) / С. М. Рыжих, Н. С. Беспалова // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 2-4. – С. 27-29. – EDN NCGRDK.
35. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. - СПб.: Лань, 2011. - 528 с.
36. Савушкина, С. И. Кормление рыб низкобелковым кормом в условиях интегрированных технологий / С. И. Савушкина, И. А. Алимов, Н. К. Шульгина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2012. - № 6. - С. 52-57.
37. Савчук, М.Я. Питание осетровых рыб при современном режиме Азовского моря [Текст] / М.Я. Савчук // Тр. ВНИРО. – 1975. – Т.109. – С.161-181.
38. Садлер, Д.А. Некоторые данные по оптимизации режима кормления продукционных стад производителей осетровых рыб / Садлер, Д.А., А. А. Кокоза, В. В. Тяпугин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. -2014. - № 5. - С. 48-51.
39. Садов, И.А. Влияние условий инкубации икры на развитие молоди осетра и севрюги [Текст] / И.А. Садов // Тр. ИМЖ АН СССР. – 1951. – В. 5. – С. 126-146.
40. Сариев, Б. Т. Снижение уровня загрязняющих веществ и оптимизация состава комбикорма для осетровых рыб при выращивании в установках замкнутого типа / Б. Т. Сариев, С. В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2012. - № 5. - С. 56-62.
41. Сафаралиев, И.А. Летнее распределение русского осетра и севрюги в зависимости от кормовых организмов на пастбищах Каспийского

моря [Текст] / И. А. Сафаралиев, И. В. Коноплева, Л. В. Смирнова // Рыбное хозяйство. - 2013. - № 5. - С. 85-89.

42. Сбикин, Ю.Н. Онтомоторная реакция и некоторые особенности зрения молоди осетровых рыб сем. Acipenseridae [Текст] / Ю.Н. Сбикин // Вопросы ихтиологии.- 1981. - № 21, В.1. – С.174-177.

43. Сергеева, Н.Т. Биохимия витаминов и минеральных элементов [Текст] / Н.Т. Сергеева.- Калининград: Изд-во КГТУ, 1998.- 122 с.

44. Серпунин, Г.Г. Биологические основы рыбоводства / Г.Г. Серпунин. - Калининград: ФГО ВПО «КГТУ», 2006.- 168 с.

45. Скляр, В. Я. Научное обеспечение, резервы развития аквакультуры юга России / В. Я. Скляр // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 55-60. – EDN VMDXKZ.

46. Суворова, О. Н. Распределение, численность и состав стада стерляди в Волгоградском и Саратовском водохранилищах. // О. Н. Суворова / Осетровое хозяйство водоемов СССР – Астрахань, 1984. – С. 348-350.

47. Сытова, М. В. Актуальность разработки системы прослеживаемости продукции из осетровых рыб / М. В. Сытова // Рыбное хозяйство. - 2009. - N 1. - С. 97-101.

48. Технология выращивания осетровых рыб в бассейнах в условиях малого предприятия [Электронный ресурс] // Кубанский сельскохозяйственный информационно-консультационный центр. – 2015. – Режим доступа: <http://www.kaicc.ru/sites/default/files/osetrovie.pdf>.

49. Технология выращивания ранней молоди осетровых рыб для последующего зарыбления выростных прудов осетровых рыбоводных заводов юга России / С. В. Пономарев [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2015. - № 5. - С. 52-56.

50. Технология содержания и кормления осетрины в установках замкнутого водоснабжения / Г. С. Шарафутдинов, Д. Д. Хайруллин, Ф. Ф. Зиннатов, К. П. о. Гасымов // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 1. – С. 45-47. – EDN SPLKSL.

51. Технология содержания и кормления осетрины в установках замкнутого водоснабжения / Г. С. Шарафутдинов, Д. Д. Хайруллин, Ф. Ф. Зиннатов, К. П. о. Гасымов // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 1. – С. 45-47. – EDN SPLKSL.

52. Тимофеев, М. М. Промышленное разведение осетровых / М. М. Тимофеев. – М.: «АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2005.- 138 с.

53. Толоконников, В. Высокое качество комбикормов - основа производства / В. Толоконников // Комбикорма. - 2010. - N 3. - С. 17.

54. Уланов, Е. В. Исследование микробиоты кишечника осетровых рыб УЗВ ПНИЛ "разведение ценных пород осетровых" ФГБОУ во Волгоградский ГАУ / Е. В. Уланов, А. В. Киселева // Наука и молодёжь: новые идеи и решения : Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 20–22 марта 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 250-252. – EDN LPDBMQ.

55. Управление эффективным импортозамещением кормов в отечественном рыбном хозяйстве / А. С. Овчинников, Р. Ю. Скоков, Т. А. Сейдалиев [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 6. – С. 67-71. – EDN YWZJHV.

56. Усова, О. В. Опыт выращивания ленского осетра в условиях садковой аквакультуры / О. В. Усова, М. М. Усов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2021. – № 24-2. – С. 76-83. – EDN ECWHNJ.

57. Федорова В. С., Швыдченко С. С. Экономическая эффективность выращивания осетровых рыб в малогабаритных установках замкнутого водоснабжения. – 2021

58. Ходоревская, Р. П. Состояние пастбищной аквакультуры основных промысловых видов рыб в Астраханской области / Р. П. Ходоревская, Г. А. Судаков // Рыбное хозяйство. - 2008. - N 2. - С. 75-77.

59. Ходоревская, Р.П. Ихтиологический мониторинг за состоянием запасов осетровых рыб в Каспийском море / Р. П. Ходоревская, Е. В. Красилов, Г. Ф. Довгопол, О. Л. Журавлева // мат. межд. науч. конф «Экосистемы прикаспия XXI веку». - Элиста-Астрахань. – 1998. - С. 67-71.
60. Ходоревская, Р.П. Формирование промысловых запасов белуги *Huso huso* в Волго-Каспийском районе за счет заводского воспроизводства / Р. П. Ходоревская // Вопр. Ихтиологии. - 1999. - № 6. - С. 846-849.
61. Цирульская, З.И. Включение в корма микроэлементов для улучшения роста / З.И. Цирульская, В.Д. Люкшина // Сб. науч. тр. - М.: Изд-во ЦНИИОРХ, 1981. - № 176. - С. 151-154.
62. Цьонь, Н. И. Повышение рыбопродуктивности прудовой экосистемы за счет удобрения зерновой бардой / Н. И. Цьонь // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2015. - № 10. - С. 60-65.
63. Чебанов М., Биллард Р. Разведение осетровых в России: производство молоди для зарыбления и мяса для потребления человеком // Водные живые ресурсы. – 2001. – Т. 14. – №. 6. – С. 375-381.
64. Чебанов, М.С. Выращивание осетровых рыб / Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. - М.: ФГНУ. Росинформагротех, 2004.- 136 с
65. Чебанов, М.С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М.С. Чебанов, к.б.н. Е.В. Галич, к.б.н. Ю.Н. Чмырь. - 2004. EDN: QKWNWL
66. Шашкова, И. Г. Развитие товарной аквакультуры / И. Г. Шашкова, Л. В. Романова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 2(34). – С. 115-121. – EDN YTVPFZ.
67. Шилов, В. И. Размножение осетровых в верхнем бьефе Волгоградской ГЭС в 1966 г. / В. И. Шилов / Вопросы ихтиологии. – 1968. - Т. 8.- С. 1097-1099.

68. Шихшабекова Б. И., Алиева Е. М., Шихшабекова Д. М. Некоторые данные о проблемах и перспективах товарного осетроводства //Современные технологии и достижения науки в АПК. – 2018. – С. 365-371.

69. Шмальгаузен, О.И. Развитие пищеварительной системы осетровых [Текст] / О.И. Шмальгаузен // Морфо-экологические исследования развития рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1968. – С.40-70.

70. Щербина, М.А. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства / М.А. Щербина, Н.А. Абросимова, Н.Т. Сергеева. - Ростов-на-Дону. - 1985.- 47 с.

71. Щербина, М.А., Кормление рыб в пресноводной аквакультуре [Текст] / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин.– М.: Изд-во ВНИРО, 2006.– 360 с.

72. Экономическая оценка выращивания ценных пород рыб на отечественном корме / А. С. Овчинников, С. И. Николаев, Р. Ю. Скоков [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 72-76. – EDN YMBDTZ.

73. Ющенко П.С. 1961 Устройство для нереста производителей и получения оплодотворенной икры осетровых рыб // Сборник аннотаций АзНИИРХ по плану 1960 г. Ростов-на-Дону. С.9-10. Ющенко П.С. 1964 Способ получения рыбоводно-продуктивной икры осетровых путем нереста инъецированных производителей в садках // Аннотации работ, выполненных АзНИИРХ по плану исследований 1962 г. Ростов-на-Дону. С.142-143.

74. Яковлев, С. В. Прошлое, настоящее и будущее проходных рыб Нижней Волги / С. В. Яковлев // Здоровье и экология. - 2014. - № 8 (138). - С. 6-7.

75. Ahmadian A., Bouyeh M., Seidavi A. R. A review of the effects of niacin on broiler productivity //World's Poultry Science Journal. – 2021. – Т. 77. – №. 3. – С. 589-604.

76. Ahmed N., Thompson S., Turchini G. M. Organic aquaculture productivity, environmental sustainability, and food security: insights from organic agriculture //Food Security. – 2020. – Т. 12. – №. 6. – С. 1253-1267.

77. Amran A. A., Mohamad F. A review of types of feeds used in polychaete culture //Songklanakarin Journal of Science & Technology. – 2022. – T. 44. – №. 1.
78. Au H. L. et al. Feeding and nutrients requirement of Sultan fish, *Leptobarbus hoevenii*: A review //Int. J. of Aquatic Science. – 2020. – T. 11. – №. 1. – C. 3-28.
79. Aya, F. A. Utilizing alternative ingredients in aquafeeds for sustainable aquaculture / F. A. Aya // Fish for the People. – 2017. – Vol. 15. – №. 3. – P. 37-44. 103. Bemis, W. An overview of Acipenseriformes / W. Bemis // Environmental Biology of Fishes. — 1997. — Vol. 48. – Issue 1. – P. 25-71.
80. Bain, M. Atlantic and shortnose sturgeons of the Hudson River: common and divergent life history attributes / M Bain. -London, 1997.- P. 347-358.
81. Bartley D. M. World Aquaculture 2020—A brief overview. – 2022.
82. Barulin N. V. Strategy for sturgeon breeding in the Republic of Belarus //Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series. – 2017. – №. 2. – C. 82-90.
83. Bayunova L., Barannikova I., Semenkova T. Sturgeon stress reactions in aquaculture //Journal of Applied Ichthyology. – 2002. – T. 18. – №. 4-6. – C. 397-404.
84. Bemis, W. E. Sturgeons rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history / W. E. Bemis / Sturgeon biodiversity and conservation. Kluwer Academic Publishers .- London, 1997. – P. – 167-183.
85. Bertucci J. I. et al. Nutrient regulation of endocrine factors influencing feeding and growth in fish //Frontiers in endocrinology. – 2019. – T. 10. – C. 83.
86. Brenes-Soto A., Tye M., Esmail M. Y. The role of feed in aquatic laboratory animal nutrition and the potential impact on animal models and study reproducibility //ILAR journal. – 2019. – T. 60. – №. 2. – C. 197-215.

87. Bruch R. M., Binkowski F. P. Spawning behavior of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) // *Journal of Applied Ichthyology*. – 2002. – T. 18. – №. 4-6. – C. 570-579.
88. Brummett, R. E. Aquaculture for African small holding / R. E. Brummett, R. P. Noble // *ILARM Tech Rep 46*. World Fish centre, Penang. – Malaysia, 1995. – P. 143-154.
89. Brummett, R. E. Aquaculture: realizing the potential / R. E. Brummett, J. 139 Lazard, J. Moehl // *Food Policy*. – 2008. – P. 371–385.
90. Chandra G., Fopp-Bayat D. Trends in aquaculture and conservation of sturgeons: A review of molecular and cytogenetic tools // *Reviews in Aquaculture*. – 2021. – T. 13. – №. 1. – C. 119-137.
91. Chapman, F. A. The reproductive condition of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, in San Francisco Bay, California / F. A. Chapman, J. R. Van Eenennaam, S. I. Doroshov // *Fishery Bulletin*. — 1996. — Vol. 94. — P. 628- 634.
92. Ciesla, B. *Hematology in Practice* / B. Ciesla; FA Davis Company: Philadelphia, PA, USA, 2007. – 230 p.
93. 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, T. Masaoka, S. Hageshita, Y. Takahashi, T. Ide, M. Sugano // *J. Nutri Biochem*. – 2002. – P. 289–295.
94. Contemporary aquaculture: implications for human nutrition / K. J. Fiorella, H. Okronipa, K. Baker, S. Heilpern // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2021. – Vol. 70. – P. 83-90.
95. Cooke S. J. et al. Water resource development and sturgeon (*Acipenseridae*): State of the science and research gaps related to fish passage, entrainment, impingement and behavioural guidance // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. – 2020. – T. 30. – №. 2. – C. 219-244.

96. Coutant C. C. A riparian habitat hypothesis for successful reproduction of white sturgeon // *Reviews in Fisheries Science*. – 2004. – T. 12. – №. 1. – C. 23-73.
97. Creach, Y. Importance des besoins azotés chez les poissons / Y. Creach // *Ann. Inst.* – 1976. – № 9. – P. 91–92.
98. Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats / A. Kamal-Eldin, J. Frank, A. Razdan, S. Tengblad, S. Basu, B. Vessby // *Lipids*. – 2000. – P. 427 – 435.
99. Effects of sesamin on the fatty acid composition of the liver of rats fed n-6 and n-3 fatty acids-rich diet / Y. Fujiyama-Fujiwara, R. Umeda- Sawada, M. Kuzuyama, O. Igarashi // *J. Nutr Sci Vitaminol.* – 1995. – P. 217–225.
100. Energy consumption in Norwegian fisheries / E.M. Schau et al. // *Journal of Cleaner Production*. – 2009. – P. 325–334.
101. Esmaeili M. Blood Performance: A New Formula for Fish Growth and Health // *Biology*. – 2021. – T. 10. – №. 12. – C. 1236.
102. Friedrich T., Reinartz R., Gessner J. Sturgeon re-introduction in the Upper and Middle Danube River Basin // *Journal of Applied Ichthyology*. – 2019. – T. 35. – №. 5. – C. 1059-1068.
103. Gebhardt, Reiche. *Der Stor* / Reiche Gebhardt. — Verlag Lassleben Kallmunn, 1997. — P. 13-27.
104. Grande, L. An exquisitely preserved skeleton representing a primitive sturgeon from the Upper Cretaceous Judith River Formation of Montana (*Acipenseriformes: Acipenseridae: n. gen. and sp.*) / L. Grande, E. J. Hilton // *Memoir of the journal of paleontology*. — 2006. — Vol. 65. — P. 1-3.105 140
105. Guseva, Yu. A. Innovative cultivation of Lena sturgeon in cages / Yu. A. Guseva, A.A. Vasiliev // LAPLAMBERT Academic publishing GmbH & Co. KG. Saarbrücken, Germany, 2013. – 128 p.
106. Halver, J.E. The vitamins required for cultivated salmonids / J.E. Halver // *Comp. Biochem. Physiol.* - 1982. - 73B. - P. 43-50.

107. Hasan K. N., Banerjee G. Recent studies on probiotics as beneficial mediator in aquaculture: a review //The Journal of Basic and Applied Zoology. – 2020. – T. 81. – №. 1. – C. 1-16.
108. Hung S. S. O. Recent advances in sturgeon nutrition //Animal Nutrition. – 2017. – T. 3. – №. 3. – C. 191-204.
109. Hung S. S. O. Recent advances in sturgeon nutrition //Animal Nutrition. – 2017. – T. 3. – №. 3. – C. 191-204.
110. Hung S. S. O. Sturgeon, ACIPENSER spp //Handbook of nutrient requirements of finfish. – 1991. – C. 153-160.
111. Interaction of dietary fat types and sesamin on hepatic fatty acid oxidation in rats / T. Ide, D. D. Hong, P. Ranasinghe, Y. Takahashi, M. Kushiro, M. Sugano // Biochim Biophys Acta. – 2004. – P. 80–91.
112. Israel J. A., May B. Indirect genetic estimates of breeding population size in the polyploid green sturgeon (*Acipenser medirostris*) //Molecular Ecology. – 2010. – T. 19. – №. 5. – C. 1058-1070.
113. Jay K., Crossman J. A., Scribner K. T. Estimates of effective number of breeding adults and reproductive success for white sturgeon //Transactions of the American Fisheries Society. – 2014. – T. 143. – №. 5. – C. 1204-1216.
114. Jobling, M. Fish nutrition research: past, present and future / M. Jobling //Aquaculture international. – 2016. – Vol. 24. – №. 3. – P. 767-786.
115. Katopodis C., Cai L., Johnson D. Sturgeon survival: The role of swimming performance and fish passage research //Fisheries Research. – 2019. – T. 212. – C. 162-171.
116. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et contrcjl des dftchetspiscicoles / S. Kaushik // Pise Franc. – 1990. – № 101. – P. 14–23.
117. Khodorevskaya, R. P. Sturgeon abundance and distribution in the Caspian Sea/ R. P. Khodorevskaya, Ye. V. Krasikov //Journal of Applied Ichthyology. - Vol. 15 (4-5). - 1999. - P. 106-113.
118. Kolmakov, V. I., Amino acids in prospective feeds for fish aquaculture: a review of experimental data / V. I. Kolmakov, A. A. Kolmakova //

Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2020. – Vol. 13. – №. 4. – P. 424-442.

119. Lysine deficiency impaired growth performance and immune response and aggravated inflammatory response of the skin, spleen and head kidney in grown-up grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) / Y. Hu et al. // *Animal Nutrition*. – 2021. – Vol. 7. – №. 2. – P. 556-568.

120. Measurement of the total protein in serum by biuret method with uncertainty evaluation / K. Zheng, L. Wu, Z. He, B. Yang, Y. Yang // *Measurement*. – 2017. – Vol. 112. – P. 16–21.

121. Muller, Horst. *Fische Europas* / Horst Muller. — Neumann Verlag Leipzig Radebeul, 1983. — P. 122-126.

122. Nathanailides C. et al. Probiotics Can Have a Significant Impact on Digestion Efficiency and the Environmental Impact of Fresh Water Fish Farms. – 2021.

123. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds / P. Li et al. // *Amino acids*. – 2009. – Vol. 37. – №. 1. – P. 43-53.

124. Oil cakes and their biotechnological applications – A review / S. Ramachandran et al. // *Bioresource technology*. – 2007. – Vol. 98. – №. 10. – P. 2000-2009.

125. Owatari M. S. Practical and essential information on water reuse systems in ex-perimental aquaculture production: a descriptive review (2020) *Journal of Aquaculture // Fisheries & Fish Science*. – T. 3. – №. 1. – C. 186-202.

126. Palikova M. et al. Characteristics of leukocytes and thrombocytes of selected sturgeon species from intensive breeding // *Acta Veterinaria Brno*. – 1999. – T. 68. – №. 4. – C. 259-264.

127. Pavlov, D. S. On the types of spawning migrations in sturgeon fishes (*Acipenseriformes*) of the world fauna / D. S. Pavlov, G. I. Ruban // *Journal of Ichthyology*. - Vol. 41, - 2002. - P. 225-236.

128. Qi J. et al. The suppression effects of feeding and mechanisms in CRF system of animals //Gene. – 2020. – T. 733. – C. 144363.
129. Rebl, A. Blood Will Tell: What Hematological Analyses Can Reveal About Fish Welfare / A. Rebl, H. Seibel, B. Baßmann // Front. Vet. Sci. – 2021. – № 8. – P. 141-194.
130. Ruban G. I., Khodorevskaya R. P., Shatunovskiy M. I. Long-Term Dynamics of Sturgeon Distribution in the Northern Part of the Caspian Sea //Inland Water Biology. – 2019. – T. 12. – №. 4. – C. 443-451.
131. Ruchin A. B. Effect of illumination on fish and amphibian: development, growth, physiological and biochemical processes //Reviews in Aquaculture. – 2021. – T. 13. – №. 1. – C. 567-600.
132. Seibel H., Baßmann B., Rebl A. Blood will tell: What hematological analyses can reveal about fish welfare //Frontiers in Veterinary Science. – 2021. – T. 8. – C. 616955.
133. Shaikhov, R. F. Evaluation of trends in the development of the feed market for commercial aquaculture in Russia / R. F. Shaikhov // International Agricultural Journal. – 2021. – Vol. 64. – № 1. – P. 29. – DOI 10.24411/2588-0209-2021-10298.
134. Steffens, W. Grundlagen der Fischernahrung / W. Steffens // VEB GustavFischer Verlag Jena, 1985. – 226 p.
135. Tacon, A. G. J. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects / A. G. J. Tacon, M. Metian //Aquaculture. – 2008. – Vol. 285. – №. 1-4. – P. 146-158.
136. The use of artificial feed when growing Russian sturgeon in pools E. V. Fedorov, D. K. Zharkenov, V. I. Sidorova, N. S. Bauryzlova, E. K. Makashev, S. Zh. Asylbekova, K. B. Isbekov // Thescientifieheritage. — 2016. — Vol. L, №3(3). — P. 82-90.
137. Thomas M. et al. When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture //Biological Reviews. – 2021. – T. 96. – №. 2. – C. 767-784.

138. Thorstensen M. et al. To breed or not to breed? Maintaining genetic diversity in white sturgeon supplementation programs // *Conservation Genetics*. – 2019. – T. 20. – №. 5. – C. 997-1007.
139. Threne, M. Energy consumption in the Danish fishery. Identification of key factors / M. Threne // *J. of Ind. Ecol.* – 2004. – P. 223–239.
140. Threne, M. LCA of Danish fish products. New methods and insight / M. Threne // *Int: J. LCA.* – 2006. – P. 66–74.
141. 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.
134. Yue, K. An overview of disruptive technologies for aquaculture / K. Yue, Y. Shen // *Aquaculture and Fisheries*. – 2021.
142. Ushakova N. A. et al. Complex Bioactive Supplements for Aquaculture—Evolutionary Development of Probiotic Concepts // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. – 2021. – T. 13. – №. 6. – C. 1696-1708.
143. Vasilyeva L. M. et al. History, current status and prospects of sturgeon aquaculture in Russia // *Aquaculture Research*. – 2019. – T. 50. – №. 4. – C. 979-993.
144. Vlasenko A. D. et al. History and status of sturgeon stock (*Acipenseridae*) in the Caspian pool. – 2020.
145. Volkoff H., Rønnestad I. Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish // *Temperature*. – 2020. – T. 7. – №. 4. – C. 307-320.
146. Williot P., Chebanov M., Nonnotte G. Welfare in the Cultured Siberian Sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt: State of the Art // *The Siberian Sturgeon (Acipenser baerii, Brandt, 1869) Volume 2-Farming*. – 2018. – C. 403-450.
147. Williot, P. Status and management of Eurasian sturgeon: overview / P. Williot, G. Arlati, M. S. Chebanov // *Intern. Rev. of Hydrobiol.*, 87, 2002. - P. 483-506.

148. Yukgehnash K. et al. Gut microbiota metagenomics in aquaculture: Factors influencing gut microbiome and its physiological role in fish //Reviews in Aquaculture. – 2020. – T. 12. – №. 3. – C. 1903-1927.

149. Zhang X. et al. Genetic variation and relationships of seven sturgeon species and ten interspecific hybrids //Genetics Selection Evolution. – 2013. – T. 45. – №. 1. – C. 1-10.

150. Zhao S. et al. Application of machine learning in intelligent fish aquaculture: A review //Aquaculture. – 2021. – T. 540. – C. 736724.