

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Саратовский государственный аграрный университет
им. Н.И. Вавилова**

На правах рукописи

Тарасов Пётр Сергеевич

**Продуктивность и товарные качества ленского осетра в установке
замкнутого водоснабжения при скармливании добавки «Абиопептид с
йодом»**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление
сельскохозяйственных животных и технология кормов

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных
наук, профессор А. А. Васильев

САРАТОВ - 2016

Оглавление

Введение	4
1. Обзор литературы	9
1.1. Состояние и перспективы применения биологически активных добавок в товарном рыбоводстве	9
1.2. Проблемы йододефицита и пути их решения	17
1.2.1. Значение йода в онтогенезе рыб	21
1.2.2. Биологические особенности ленского осетра	29
1.2.3. Использование йодсодержащих препаратов в кормлении животных, птиц и рыб	34
1.3. Технология содержания и кормления осетровых в УЗВ	41
1.3.1. Технологические особенности содержания товарной рыбы в УЗВ	41
1.3.2. Характеристика кормов используемых для кормления рыбы в УЗВ	51
1.3.3. Потребность рыбы в питательных веществах при выращивании в УЗВ	53
1.3.4. Скармливание биологически активных добавок в составе кормов осетровым	54
2. Материал и методы исследования	58
2.1. Общая схема и условия проведения исследований	60
2.2. Корма и кормление рыбы	62
2.3. Химические и биохимические исследования	64
2.4. Гистологические исследования	66
3. Результаты собственных исследований	67
3.1. Результаты прогнозируемого опыта	67
3.1.1. Условия выращивания и кормления ленского осетра	67
3.1.2. Влияние препарата «Абиопептид с йодом» на рост и развитие ленского осетра	70

3.1.3. Развитие внутренних органов	82
3.1.4. Биохимические показатели крови и качество мышечной ткани	91
3.1.5. Результаты органолептической оценки мышечной ткани	95
3.1.6. Товарные качества ленского осетра	97
3.1.7. Экономическая эффективность использования препарата «Абиопептид с йодом»	99
3.2 Результаты производственного эксперимента	101
3.2.1. Условия выращивания и кормления ленского осетра	101
3.2.2. Влияние препарата «Абиопептид с йодом» на рост и развитие ленского осетра	111
3.2.3. Развитие внутренних органов	123
3.2.4. Химический состав мышечной ткани и биохимические показатели крови	123
3.2.5. Результаты органолептической оценки мышечной ткани	131
3.2.6. Товарные качества ленского осетра	132
3.2.7. Экономическая эффективность использования препарата «Абиопептид с йодом»	134
4. Обсуждение полученных результатов	139
5. Выводы	142
6. Рекомендации производству	143
7. Список использованных источников	144

Введение

Актуальность темы и степень разработанности. Использование соединений йода в кормлении сельскохозяйственных животных в последние годы становится всё более востребовано, так как исследования проводимые в этом направлении в различных отраслях животноводства показывают положительные результаты. Наиболее изучено в нашей стране влияние йода и его органических соединений в птицеводстве. На примере использования йодосодержащих добавок в этой отрасли, мы можем видеть, насколько важно проводить исследования влияния йода в индустриальном рыбоводстве для повышения продуктивности, сохранности и экономической эффективности использования йодосодержащих препаратов в кормлении рыбы.

Йод, как известно, является одним из важнейших микроэлементов в организме человека как компонент гормонов щитовидной железы, которые влияют на размножение, рост и развитие энергетического метаболизма, нервно-мышечной функции и синтеза белка. Недостаток йода вызывает ряд тяжёлых заболеваний и особенно остро стоит в регионах удалённых от морского побережья, в прибрежных районах встречается гораздо реже (Watanabe T., Kiron V., Satoh S., 1997, Kaufmann S., Wolfam F., Delange W., Rambeck A., 1998, Schmid S., Ranz D., He M.L. и др., 2003, Брянская И.В., Лескова С.Ю., 2006, Ширяева О.Ю., Никулин В.Н., 2007, Горбунов А. В., Ляпунов С. М., Окина О. И. и др., 2011).

При Всемирной Организации Здравоохранения при участии Минздравсоцразвития РФ, существует Международный Совет по контролю за йод дефицитными заболеваниями (МСКИДЗ). Йододефицит вызывает серьезные заболевания от эндемического зоба до умственных нарушений и

гипотиреоза. Диапазон проявлений йоддефицитных заболеваний весьма широк и зависит от периода жизни, в течении которого эти заболевания проявляются. Выявлено, что более неблагоприятные последствия возникают на ранних этапах развития организма, начиная от внутриутробного периода, завершая возрастом полового созревания (Свириденко Н.Ю., 2003, Сергеева Н.Т., 1998, Сухинина С.Ю., Бондарев Г.И., Позняковский В.М., 1995, Щеплягина Л.А., 1999). Риск возникновения этих серьёзных заболеваний, вызванных недостатком йода, подвержены жители 60% территории России.

Достаточное содержание йода в пищевых продуктах в том числе в пресноводной рыбе, обеспечило бы полноценное функционирование щитовидной железы и нормальную выработку её гормонов тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3), влияющих на эффективную жизнедеятельность многих органов и систем организма (Васильев А.А., Вилутис О.Е, Поддубная И.В. и др., 2014, Остроумова И.Н., 2001, Gartner R., Manz F., Grossklaus R., 2001, Meng W., 2002, Кубарко А.И., Yamashita S., Денисов С.Д. и др., 1998).

Применение органического йода в кормлении рыб используемых в аквакультуре, для повышения рентабельности производства рыбной продукции, является инновационным направлением в развитии негормональных стимуляторов роста, а так же препаратов обладающих иммуностимулирующим действием. Использование йодсодержащих препаратов для повышения содержания йода в мясе рыбы, является одним из путей решения проблемы йододефицита, у населения континентальных областей России удаленных от морских побережий и позволяет приобрести конкурентное преимущество рыбноводным хозяйствам (Vasiliev A. A., Poddubnaya I. V., Akchurina I. V., и др., 2014).

Научные исследования выполнялись за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МД – 6254.2014.4.

Цель исследований - повысить продуктивность, сохранность и товарные качества ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения за счет скармливания добавки «Абиопептид с йодом».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- установить оптимальную дозировку йода в исследуемой добавке для кормления ленского осетра;
- определить влияние йодсодержащей добавки на динамику живой массы, сохранность и товарные качества ленского осетра;
- установить затраты кормов на единицу прироста массы ленского осетра;
- изучить действие йодсодержащей добавки на биохимические показатели крови и физиологическое состояние внутренних органов;
- установить химический состав мышечной ткани ленского осетра и содержание в ней йода;
- рассчитать экономическую эффективность использования йодсодержащей добавки в кормлении ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения.

Научная новизна. Впервые изучено влияние добавки «Абиопептид с йодом» на динамику живой массы и товарные качества ленского осетра при выращивании в УЗВ. Установлена оптимальная дозировка органического йода, в составе добавки «Абиопептид с йодом», для кормления ленского осетра в УЗВ. Изучено ее влияние на сохранность, товарные качества рыбной продукции и содержание в ней йода. Определены затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы рыбы. Выявлено действие йодсодержащей добавки на биохимические показатели крови и физиологическое состояние внутренних органов. Дано экономическое обоснование использования данной добавки, в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в комплексном изучении влияния добавки «Абиопептид с йодом», в которой йод

содержится в форме хелата йодогоргоновой кислоты, на физиологические показатели и товарные качества рыбной продукции ленского осетра при выращивании в УЗВ. Доказано, что использование йодсодержащей добавки «Абиопептид с йодом», в кормлении ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения, в количестве 0,20 мг йода на 1 кг массы рыбы является наиболее оптимальной в кормлении рыбы. Это снижает затраты корма на 1 кг прироста рыбы на 0,05 кг и повышает прирост ихтиомассы на 12,12 кг, сохранность рыбы на 3,33 %, содержание йода в мышечной ткани на 28,08 % и уровень рентабельности на 10,16 %, по сравнению с контролем.

Методология и методы исследований. В исследовательской работе нами были использованы эмпирические и теоретические методы исследований. Результаты экспериментов базируются на опытных данных и теоретических основах кормления объектов рыбоводства и технологий подготовки кормов к скармливанию. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается достаточно большим объемом экспериментальных исследований и использованием апробированных методик для проведения учетов и анализа, применением математических методов обработки экспериментальных данных

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- оптимальная доза йода, вводимая в комбикорм ленского осетра при выращивании в УЗВ, в составе 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» составляет 0,20 мг йода на 1 кг массы рыбы;
- использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра повышает продуктивность, сохранность и товарные качества рыбы;
- введение добавки «Абиопептид с йодом» в комбикорм снижает затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы ленского осетра;
- при скармливании добавки «Абиопептид с йодом» ленскому осетру биохимические показатели крови и физиологическое состояние внутренних органов находятся в оптимальных границах;

➤ внесение добавки «Абиопептид с йодом» в комбикорм для ленского осетра повышает концентрацию йода в мышечной ткани;

➤ применение добавки «Абиопептид с йодом» при выращивании ленского осетра в УЗВ повышает уровень рентабельности.

Апробация работы и степень достоверности результатов. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены: на Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию профессора А.П. Коробова «Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны» - (Саратов, 2015); на Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию профессора Г.П. Дёмкина «Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии и аквакультуры» (Саратов, 2016); Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.В. Есютина (Троицк, 2016); на расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова (2016).

Публикации результатов исследований. Основные материалы диссертации изложены в 7 научных статьях, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованным ВАК РФ: «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова», «Аграрный научный журнал» и «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета».

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 167 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов собственных исследований, выводов, рекомендаций производству. Содержит 45 таблиц и 18 рисунков. Список использованной литературы включает в себя 203 источника, в том числе 35 на иностранных языках.

1. Обзор литературы

1.1. Состояние и перспективы применения биологически активных добавок в товарном рыбоводстве

Использование биологически активных добавок в товарном рыбоводстве является одним из основных факторов увеличения рентабельности рыбоводства, способы и методики кормления, виды кормов, добавки содержащие различные микро- и макроэлементы, биологически активные вещества, используемые для увеличения прироста товарной массы, выращиванию маточного стада, стимуляции иммунной системы рыб, активному росту и развитию молоди (Мирошникова Е.П., 2008, Зименс Ю.Н., Масленников Р.В., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В., 2014, Гуркина О.А., Васильев А.А., Карасев А.А., 2015, Карасев А.А., Васильев А.А., Гуркина О.А., 2015). Физиологические принципы кормления требуют, чтобы корма были полноценными, то есть содержали все компоненты питания, необходимые для нормального роста и жизнедеятельности организма. Обязательным условием является сбалансированность кормов по основным элементам питания. Состав кормов для осетровых рыб включает в себя широкий набор кормовых компонентов. Лучшие зарубежные корма для рыб содержат от 9 до 12 компонентов, не считая добавок, витаминов, минеральных солей и других биологически активных веществ.

Перспективными исследованиями в этом направлении с уверенностью можно назвать использование естественных и искусственных биологически

активных веществ, обладающих протекторным и иммуномоделирующим воздействиями на физиологические процессы у рыб, на различных стадиях онтогенеза. К ним относятся: микроэлементы и витамины, синтезируемые, но в недостаточном количестве, или не синтезируемые в организме рыб.

Одним из эффективных методов укрепления иммунной системы рыб при выращивании является использование кормов с добавками специальных компонентов, неспецифических иммуностимуляторов. К числу компонентов кормов, являющихся неспецифическими иммуностимуляторами, относят глюкозаны, витамины С и Е, астаксантин, левамизол и др. Эти вещества усиливают выделение в организме рыб антител, защищающих от неспецифических инфекций, т.е. действуют против всех возможных патогенов. В последнее время кормовой рацион животных, наряду с премиксами, витаминами, биодобавками пополнился водорослями. К ним относится хлорелла - представитель зеленых микроскопических водорослей.

Суспензия хлореллы привлекает внимание животноводов тем, что растет круглый год. Её продуктивность не зависит от сезона года. Она применяется для всех видов сельскохозяйственных животных, в том числе для продуктивно полезных насекомых (пчелы, тутовый шелкопряд), а также в товарном рыбоводстве РФ. Целесообразность и привлекательность применения суспензии хлореллы заключается в том, что она способствует более полной усвояемости кормов, тем самым увеличиваются привесы, при этом применяется она один раз за всю жизнь животного, в течение определенного времени, установленного для каждого вида и возрастной группы животного.

Также для улучшения продукционных свойств корма, повышения энергетической и питательной ценности, и как следствие этого улучшение рыбоводно-биологических показателей выращиваемых рыб, в корма добавляют бентонит. Это природно-минеральный сорбент, который кроме того, обладает свойствами значительно улучшать физико-механические свойства

специфических рыбных кормов, таких как водостойкость, плавучесть и т.д. (Мухрамова А.А., Койшибаева С.К., 2012).

Проведен ряд экспериментов с добавкой в стартовые корма некоторых биологически активных витаминных комплексов: стимулора, намивита и каротиноидного препарата «Витатон» содержащего β -каротин. Действие их было испытано на разновозрастной молодежи ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt, 1869).

Введение в стартовые корма β -каротин-содержащего препарата «Витатон» оказало наиболее заметное положительное влияние на выживаемость молодежи ленского осетра. Косвенно, о более высокой резистентности молодежи, получавшей β -каротин, свидетельствует увеличение числа лейкоцитов в крови опытной рыбы. Это увеличение произошло в основном за счет лимфоцитов – принимающих активное участие в гуморальных и клеточных защитных реакций в организме животных в том числе, и рыб.

Новые для аквакультуры препараты стимулор, продукт аутоферментативного гидролиза пекарских дрожжей (содержит все витамины группы В), и намивит - иммуномодулятор нуклеотидной природы – также оказали положительное влияние на выживаемость молодежи ленского осетра, но практически не проявили свое ростостимулирующее действие (Корабельникова О.В., Головин П.П., Романова Н.Н., 2005).

Проводятся исследования по изучению влияния различных пробиотических препаратов в качестве средства, направленного на поддержание и восстановление нормального физиологического состояния рыб (Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н., 2005).

Так при выращивании осетровых рыб наблюдается увеличение уровня органического загрязнения и число условно-патогенных бактерий в водной среде. При определенной концентрации микроорганизмов в воде рыбоводных емкостей происходит их резкое увеличение в органах и тканях рыб (Казарникова А.В., Шестаковская Е.В., 2005).

При этом отмечаются случаи ослабления общего состояния рыб и возникновения различных заболеваний, что ведет к необходимости проведения исследований, направленных на разработку лечебно-профилактических кормов (Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А., Шульга Е.А., 2009).

Это связано с современным состоянием антибиотикорезистентности рыб, которая делает необходимым поиск альтернативных более физиологичных и безопасных средств для профилактики и лечения инфекций (Мирзоева Л.М., 2000, Головин П.П. и др., 2005).

В связи с этим, основной проблемой интенсивного рыбоводства является разработка новых биотехнологий выращивания, с использованием активных и безопасных комбикормов, содержащих в своем составе современные препараты ферментов и пробиотиков (Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А., Шульга Е.А., 2009, Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., 2014, Мирошникова Е.П., Барабаш А.А., 2008, Мирошникова Е.П., 2006).

Типичным представителем пробиотиков является отечественный препарат Субтилис, действующим началом которого являются *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, они активно выделяют в кишечнике биологически активные вещества, продуцируют различные пищеварительные ферменты и энзимы (Кулаков Г.В., 2003).

На основании выше сказанного можно сделать вывод, что пробиотические препараты имеют высокую степень актуальности для изучения возможности их использования в составе комбикормов для рыб.

При воспроизводстве осетровых на рыбоводных заводах приходится сталкиваться с целым рядом негативных факторов, воздействие которых приводит к повышенному отходу икры и личинок, формированию ослабленной некондиционной молоди, с пониженной резистентностью и, соответственно, высокой уязвимостью по отношению к абиотическим и биогенным стрессам. Формирование защитных систем организма, обеспечивающих выживание рыб, происходит в течение ранних периодов онтогенеза, поэтому именно этим

периодам развития должно быть уделено особое внимание (Лукьяненко В.И., 1989, Кокоза А. А., 1983, Микодина Е. В. и др., 2010, Jerre W. Mohler, и др., 2000). Одним из путей решения этой проблемы является использование биологически активных факторов, направленных на улучшение состояния организма рыб, а также качества среды обитания и кормов (Барабаш А.А., Мирошникова Е.П., Жарков А.Н., 2006). К таковым относятся препараты, обогащенные микро- и макроэлементами, которые играют исключительно важную биологическую роль в организме животных и человека. Они успешно применяются в рыбоводстве для увеличения жизнестойкости эмбрионов, личинок, молоди и взрослой рыбы (Ковалевский В.В., 1974, Морозов Н.П., Петухов С.А., 1986, Воробьев В.И., 1993, Мирзоева Л. М., 2000, Зименс Ю.Н., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В., Семькина А.С., 2014, Васильев А.А., Поддубная И.В., Акчурина И.В., Вилутис О.Е., Карасев А.А., Пономарев А.В., 2014, Зименс Ю.Н., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В., Масленников Р.В., 2014, Китаев И.А., Васильев А.А., Гусева Ю.А., Мухаметшин С.С., 2014, Китаев И.А., Гусева Ю.А., Васильев А.А., Мухаметшин С.С., 2014).

Для эффективного выращивания молоди необходимо, помимо витаминных премиксов, добавлять в комбикорма и минеральные вещества, которые улучшают их продукционные свойства. В составе минеральных премиксов чаще всего используют добавки, содержащие химические элементы Са, Р, Fe, Zn, Си, Mn, Со, J, реже Мо и Mg (Цирульская З.И., Люкшина В.Д., 1981), которые принимают активное участие в обмене веществ организмов. Многие из микроэлементов могут адсорбироваться из воды эмбрионами через оболочки икринок, а также непосредственно через жабры и кожу (Аскеров М.К., Кязимов К.Г., 1968, Орлов Д.С., 1998). Применяемые на заводах для стандартной профилактической и лечебной обработки вещества, не вполне безопасны для рыб, в частности, антибиотики являются иммунодепрессантами (Яндовская Н.И., 1966, Скальный А.В., 2004).

Среди микроэлементных препаратов представляют интерес препараты, которые получают из природных минералов. Положительный эффект действия которых связан с присутствием в препаратах компонентов которые характеризуются антиоксидантными свойствами, а также участвуют в составе металлоферментов, обеспечивающих поддержание ряда клеточных функций, в том числе тех, которые повышают резистентность живого организма (Воробьев В.И., 1998).

К биогенным микроэлементам у рыб относят: железо, медь, марганец, цинк, кобальт, селен, йод и хром (Schoen R.A., Imhof K.L., Lewis A.J., 2011, Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., 2013.). В качестве добавки данные микроэлементы чаще всего используются в виде неорганических соединений. В настоящее время появляется интерес к применению в рыбных кормах хелатов, которые уже успешно используются в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц (Ширялкин Е.А., Васильев А.А., Иванцов Ю.В., 2012, Коробов А.П., Ермаков Д.В., 2012). Они лучше растворяются и легче проникают через мембраны клеток, чем неорганические и позволяют снизить норму скармливания микроэлементов в несколько раз. Одним из эффективных хелатных соединений являются аспарагинаты. Современное производство синтетических аминокислот во многом позволило решить вопросы белкового и аминокислотного питания рыб, то же самое справедливо и в отношении витаминов (Грищенко П. А., Васильев А.А., Гусева Ю. А., Сарсенов А.Р., 2011).

В настоящее время крайне мало кормов богатых белком, и нет кормов, белок которых сбалансирован по аминокислотному составу. В связи с этим возникает необходимость применения кормовых добавок, как дополнительного источника аминокислот (Сергазиева О. Д., Долганова Н. В., 2011).

Был проведён ряд исследований с целью повышения в рационе аминокислот. Так в 2011-2014 годах проводились исследования биологически активной добавки «Абиопептид». Которая содержит 20-30 % свободных

аминокислот и 70-80 % низших пептидов, характеризуется верхним пределом молекулярных масс около 5 КДа и отношением числа свободных аминогрупп к их общему числу, равным 0,40-0,60, практически не содержит сахаров, липидов и микроэлементов.

Проведенные исследования по применению данной добавки в кормлении ленского осетра на открытых водоемах 4-й рыбоводной зоны в садках, в прогнозируемом опыте в аквариумной установке. Свидетельствуют, о положительном влиянии на продуктивность рыбы и росту рентабельности производства рыбной продукции (Гусева Ю.А., Васильев А.А., Чугунов М.В., 2012, Гусева Ю.А., Коробов А.П., Васильев А.А., Сарсенов А.Р., 2011, Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А., 2012, Хандожко Г.А., Вертей В.В., Васильев А.А., 2008, Поддубная И.В., Масленников Р.В., Васильев А.А., 2015, Хандожко Г.А., Васильев А.А., 2010, Хандожко Г.А., Васильев А.А., 2009, Васильев А.А., Поддубная И.В., Вилутис О.Е., Тарасов П.С., Карасев А.А., 2013).

В силу резкого сокращения природных мест нереста, многих ценных видов рыб из-за техногенного, антропогенного воздействия, изменения экологических факторов, естественное воспроизводство рыбы в Российской Федерации резко снижается, особенно это затронуло практически все виды осетровых рыб Каспийского, Азово-Черноморского бассейнов. В связи с этим использование искусственного воспроизводства осетровых остаётся единственной возможностью их сохранения и восполнения их природных популяций. Применение искусственного воспроизводства, подразумевает необходимость гормональной стимуляции рыб для этого используют метод инъекций.

Например, для восстановления реактивности клеток фолликулярного эпителия (в случаях содержания самок при нерестовых температурах) рекомендуется, внутримышечное введение препарата трийодтиронина (Т-3), из расчета 20 мг на один кг веса в сутки (в течение 2–4 суток) при их

преднерестовом выдерживании. Следует отметить, что инъекции трийодтиронина не эффективны в случае продолжительного действия неблагоприятных условий и необратимых изменений (атрезии) ооцитов (Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И., 1981).

Для повышения репродуктивного качества, увеличения плодовитости и ускорения синхронизации созревания диких самок и, как следствие, более высокой оплодотворяемости икры, предложен метод инъектирования витаминов С (аскорбиновая кислота) и Е (α -токоферола) в период преднерестового содержания производителей (Сорокина М.Н., 2004). Для этого используют фармацевтические препараты: раствор 10 %-ной аскорбиновой кислоты (100 мг/мл) и 30 %-го α -токоферола-ацетата (300 мг/мл).

Наибольший эффект получен при разовом введении витамина С, из расчета 10 мг на один кг тела самки, и двухнедельном курсе введения витамина Е (четырёхразовое инъектировании), из расчета 15 мг/кг (перед нерестом).

На следующий день после инъектирования витаминов Е и С рекомендуется осуществлять инъекции цианокобаламина (витамин В12) в концентрации 500 мкг/мл или 50 мкг на один кг массы тела рыбы (Матишов Г.Г. и др., 2008, Пономарев С.В., Иванов. Д.И., 2009) который наряду с улучшением рыбоводно-биологических показателей (процент оплодотворения и выживаемость потомства), способствует усилению защитных функций организма, повышению стрессоустойчивости самок осетровых рыб (Чебанов М.С., Галич Е.В., 2011, Chebanov M., Rosenthal H., Gessner J. и др., 2011).

Методы применения гормональных инъекций для стимуляции созревания половых продуктов у рыб и перехода их в нерестовое состояние, были разработаны ещё в 40-е годы прошлого века одновременно в СССР и Бразилии.

В нашей стране данный метод был разработан научной школой Л.Н. Гербельского (1941) и получил название метода гипофизарных инъекций (МГИ).

Гипофизарные инъекции применяемые для стимуляции ленского осетра, изготавливаются из гипофиза осетровых, дозы гонадотропного гормона гипофиза осетровых, применяемого для стимуляции созревания производителей ленского осетра, составляют для самок 3,00 мг/кг, для самцов 2,00 мг/кг.

Методика инъектирования предполагает введение двух инъекций самкам, 1-я инъекция предварительная, 10 % от общей дозы до 24 часов до получения икры, 2-я инъекция разрешающая 90 % от общей дозы, через 12 часов после первой, для самцов за 12-24 часов до оплодотворения (Подушка С.Б., 1999).

Использование стимулирующих инъекций является одним из основных инструментов современной аквакультуры (Бубунец Э.В., Лабенец, А.В., Жигин А.В., 2013). Благодаря их применению для разведения других видов рыб таких как форель, карп и др. появляется возможность существенной интенсификации рыбопроизводства.

Вместе с тем, современные технологии производства товарной рыбы достигли такого уровня, который требует поиска новых решений в создании и использовании биологически активных добавок в области минерального и витаминного питания рыб.

1.2. Проблемы йододефицита и пути их решения

Дефицит йода является серьезной проблемой в континентальных частях не только России но и во многих других странах мира (Антонова М.С., 2004).

Йод в организме человека участвует в образовании гормонов щитовидной железы. Масса щитовидной железы у взрослых людей составляет примерно 20-30 грамм и имеет важнейшее значение. Если щитовидная железа человека в младенческом возрасте не будет получать йод в достаточном количестве, то организм не сможет развиваться. В щитовидной железе осуществляется синтез тиреоидных гормонов, которые участвуют во всех жизненно важных функциях организма. Нет такого органа или системы в человеческом организме, которые

бы не нуждались в тиреоидных гормонах. Для их образования необходимы аминокислота, тирозин и йод. Тиреоидные гормоны управляют расходом белков, жиров и углеводов, регулируют деятельность нервной системы, половых и молочных желез, деятельность мозга, а также рост и развитие самого организма (Ковалевский В.В., 1974, Постникова А.В., 1990, Брыткова А.Д., 2006, Войнар А.И., 1983).

Йод в жизни человека занимает по значимости одно из первых мест. От этого элемента в нашем теле зависит очень многое: от настроения и хорошего сна до возможности выносить и родить здорового ребенка. Именно содержание йода в организме напрямую связано с уровнем интеллекта. По данным ООН, нехватка йода в организме является причиной выраженной умственной отсталости 43 миллионов человек. Еще 100 тысяч детей по этой причине каждый год появляется на свет с врожденным кретинизмом. У детей в районах с острой йодной недостаточностью средний показатель умственного развития на 20 % ниже, чем в благополучных по йоду районах. Возникают такие ситуации, что опасность йоддефицита настолько велика, что создает угрозу «интеллекту нации». Однако интеллект — не единственная функция человека, за которую ответственен йод.

По данным эндокринологического Центра РАМН россиянин потребляет в день 40 – 80 мкг йода, что в 2-3 раза меньше его суточной потребности (Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014, Жукова Г.Ф., 2004). Это приводит к различным нарушениям, так длительная нехватка этого важного элемента может привести к такому заболеванию как эндемический зоб, развиваются различные нарушения физиологических функций организма, следствием которых являются такие симптомы как:

- раздражительность, вялость, апатия, нежелание работать и заниматься активными видами деятельности, бессонница;
- проблемы с умственным трудом, сложности с концентрацией внимания и выполнением работы, требующей высокой мозговой активности;

- гипотония, головные боли;
- снижение защитных функций организма, частые простуды;
- гормональные нарушения, приводящие к раннему климаксу, аменорее;
- нарушение половой функции, бесплодие, невынашивание плода.

Особенно опасен йододефицит для младенцев и детей дошкольного и школьного возраста. Дефицит йода в этом возрасте приводит к необратимым последствиям, в результате чего происходит отставание в умственном развитии. В период эмбрионального развития недостаток йода приводит к появлению врожденных пороков развития плода, а у новорожденных детей – развиваются гипотиреоз и умственная отсталость (Дедов И.И., 2006, Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2010).

Различные стратегии были разработаны для лучшего обеспечения йодом в питании человека. Наиболее распространенным способом является йодирование соли, для повышения содержания йода в поваренной соли используют йодистый калий, от 10–25 г на 1 тонну соли. Однако йодид калия во влажном теплом воздухе легко окисляется до йода, который улетучивается. Именно этим объясняется малый срок хранения такой соли – всего 6 месяцев, и поскольку применение её является добровольным, оно не имеет достаточной эффективности. Эта мера по-прежнему является слабой и умеренный недостаток йода наблюдается примерно у 30 % населения.

Помимо йодирования соли, йод добавляют в ряд витаминных смесей, в последние годы стало широко применять йодирование других продуктов. Йод добавляют в некоторые хлебобулочные изделия, молоко, всё большее распространение получают так называемые БАДЫ «биологически активные добавки», содержащие йод, такие как «Йод – актив», «Йодомарин», «Цыгапан», «Кламин», и некоторые другие. Одним из самых известных препаратов для восполнения содержания йода в организме считается «Йод - актив». Мы обязаны появлению этого препарата Павлу Флоренскому. Исследование великого русского учёного имеет огромное значение. Учёный, священник,

Павел Александрович Флоренский, в 30-е годы был репрессирован, будучи заключённым Соловецких лагерей, открыл уникальный вид органического йода. Но завершить работу не успел. В 37-м году Павла Александровича, как и многих других заключённых, расстреляли «за контрреволюционную пропаганду». Его идею осуществили уже в другую эпоху. Это случилось после чернобыльской катастрофы в ядерном центре в Обнинске, в Институте радиобиологии. По формуле Флоренского учёные под руководством директора института академика РАМН Анатолия Цыба получили уникальный препарат «Йод-Актив».

Такая форма йода необычайно эффективно усваивается организмом и делает человека устойчивым ко многим болезням. Ведь от недостатка йода первой страдает щитовидная железа. А её гормоны врачи не зря называют «дирижёрами жизни». Когда работа железы даёт сбой, организм, будто оркестр, лишившийся дирижёра, от слаженной мелодии переходит к сумбуру и хаосу. Ослаблено, вразнобой начинают «играть» органы нашего тела. Запускаются механизмы, серьёзных заболеваний (Багирян Р., 2000).

Морепродукты это еще один богатый источник йода, однако за исключением например прибрежных районов, в удалённых от побережья районах, используются морепродукты которые содержат лишь небольшое количество йода, а после транспортировки, хранения и кулинарной обработки в них остаются лишь следы йода (Гуревич Г.П., 1965).

Другая стратегия борьбы с дефицитом йода является использование биологически активных добавок с йодом в кормлении сельскохозяйственных животных (неорганические соли, органические соединения), и таким образом производиться пища с высоким содержанием йода. Различные морские водоросли являются богатым источником йода, например, Ламинария *digitata*, которая содержит около 4 г йода на кг сухого вещества. Добавление этих водорослей содержащих йод в корм свиньям, например, приводит к очевидному увеличению содержания йода в их мясе.

Аналогичные эффекты зафиксированы в кормлении птицы. Кроме того, большое количество йода в водорослях, выявило ряд других преимуществ, таких как более высокая стабильность йода и обогащение другими необходимыми микроэлементами и витаминами.

На основании выше сказанного можно предположить, что использование йодосодержащих добавок в кормлении товарной пресноводной рыбы используемой в промышленном рыбоводстве, в частности ленского осетра, является ещё одним важным путём решения проблемы йододефицита у населения России.

1.2.1. Значение йода в онтогенезе рыб

Дефицит йода в питании рыб также как негативно сказывается на их продуктивности и играет важную роль в их развитии и воспроизводстве. Около половины всего йода, содержащегося в организме рыб, сосредоточено в щитовидной железе.

У селяхий щитовидная железа располагается впереди брюшной аорты, между ветвями нижней челюсти. У костистых рыб она охватывает брюшную аорту в области передних жаберных дуг. Ткань щитовидной железы всегда обильно снабжается кровью.

Пути выделения секрета щитовидной железы у селяхий и костистых рыб устроены по разному. В то время, как у селяхий коллоид выделяется в значительной мере в лимфатические щели, находящиеся в окружности железистого эпителия, у костистых рыб он переходит непосредственно в кровь.

Физиологическая роль йода связана с его участием в образовании тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3), гормонов щитовидной железы. Значение йода в жизни рыб было отмечено в исследованиях деятельности щитовидной железы рыб в первой половине XX века, так у взрослых миног впервые можно установить образование замкнутых пузырьков, наполненных

коллоидом. По-видимому, филогенетически щитовидная железа развилась из эндостилия низших хордовых. В пользу этого говорит и то обстоятельство, что личинки круглоротых - пескоройки - имеют эндостиль, но не имеют щитовидной железы. Последняя развивается из эндостилия при метаморфозе. На сходство функций эндостилия и щитовидной железы указывает и то обстоятельство, что у свободно живущих пескороек можно доказать локализацию радиоактивного йода в эндостиле.

По своему химическому составу йодосодержащие гормоны щитовидной железы рыб, близки к соответствующим гормонам других позвоночных животных. Ткань щитовидной железы рыб содержит довольно постоянное количество йода что доказывает её способность концентрировать в себе введенный в тело радиоактивный йод. Однако в физиологическом действии йода в гормонах щитовидной железы на организм рыб были обнаружены некоторые отличия от других позвоночных.

Характерной реакцией высших позвоночных на усиление секреции или введение гормонов щитовидной железы является повышение общего обмена.

У рыб же обработка гормоном щитовидной железы с целью изменить обмен веществ, который измеряется по потреблению кислорода, далеко не всегда вызывала подобный результат. Потребление кислорода не повышалось, например, в опытах на золотых рыбках, лишь в более поздних исследованиях обнаружено повышение потребления кислорода до 75 % у рыб, относящихся к виду *Bathystoma*, которым впрыскивали вытяжки, полученные из рыбьей же щитовидной железы. В этом смысле, по-видимому, можно истолковать наблюдения, которые подвергли мальков севрюги действию раствора гормона щитовидной железы — тироксина.

Очевидно, необходимостью такого же стимулирующего действия на общий обмен рыб объясняется возрастание активности щитовидной железы в период нереста у сигов и других осенненерестующих рыб. Возрастание активности щитовидной железы, которое наблюдается лишь у

осенненерестующих рыб, выметывающих икру при низкой температуре воды, является приспособлением, обеспечивающим высокий уровень обмена, необходимый для нереста. Благоприятствующее овуляции действие гормона щитовидной железы было отмечено в отношении осетровых еще раньше.

Многие факты указывают на связь гормональной деятельности щитовидной железы с процессами роста и формирования организма рыб. Так, например, воздействуя тироксином на развивающихся мальков севрюги, проявляется явное ускорение образования и роста спинных жучек, что свидетельствовало о стимуляции метаморфоза. Отмечается, однако, что признаки повышенной активности щитовидной железы у угрей, камбалы и сельдей совпадают не с началом метаморфоза, а появляются несколько позднее.

Поэтому, вряд ли можно считать, что повышение секреции щитовидного гормона кладет начало метаморфозам. Изменения в гистологической картине щитовидной железы у рыб вызываются весьма разнообразными факторами.

Они могут зависеть от времени года, характера питания, половой активности, изменения солености воды и т.д. в частности, изменение секреции щитовидной железы, которое наблюдается во время миграции, находится, возможно, в связи с повышением мышечной активности. Йодосодержащие гормоны, выделяемые щитовидной железой, вероятно, играют некоторую роль и в регуляции осмотического давления. С другой стороны, у многих видов рыб перенос из соленой воды в пресную или обратно вызывает явные признаки активации щитовидной железы. При недостатке йода в питании, у рыб (особенно часто у форелей) наступает патологическое разрастание ткани щитовидной железы и возникает заболевание, называемое зобом (Watanabe T., 1980). Болезнь эта часто приводит рыб к гибели, хотя вредное действие опухоли, по - видимому, в основном сводится не к каким-либо внутрисекреторным расстройствам, а к механическому давлению на соседние органы (Пучков Н.В., 1954).

У рыб под "щитовидной железой" понимают небольшое скопление специфических фолликулов на аорте между сердцем и жабрами и частично на мышцах нижней челюсти. Таким образом, собственно железы как таковой у большинства костистых рыб нет. По некоторым данным, тиреоидные фолликулы встречаются и на стенках спинной аорты, в головной почке и даже в ткани селезенки.

Щитовидная железа у рыб не вполне оправдывает своего названия, заимствованного у высших позвоночных (рисунок 1).

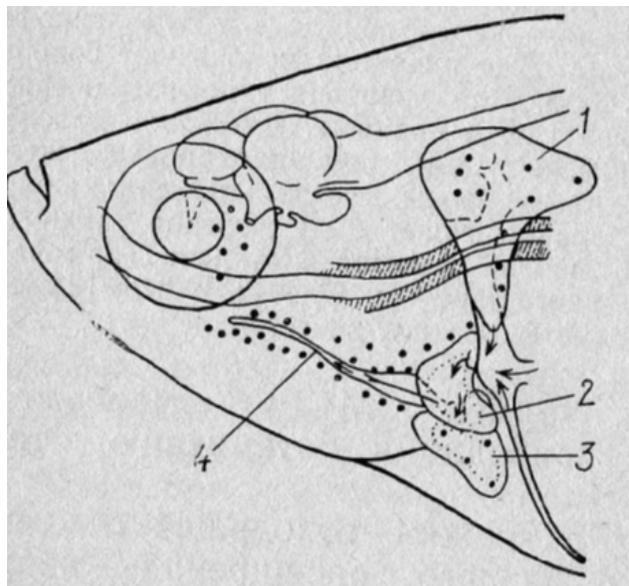


Рисунок 1. Размещение фолликулов тиреоида (чёрные точки) у фундулуса:

1-почка; 2-предсердие; 3-желудочек; 4-брюшная аорта

Как ни странно, у хрящевых рыб тиреоидные фолликулы формируют компактный орган, расположенный между ветвями нижней челюсти впереди брюшной аорты.

Секреторная деятельность щитовидной железы начинается очень рано: например, у личинок осетра на 2-й день после выклева железа, хотя и не вполне сформированная, обнаруживает активную секреторную деятельность, а на 15-й день формирование фолликулов почти заканчивается. Содержащие коллоид фолликулы обнаруживаются у 4-дневных личинок севрюги. В дальнейшем

железа периодически выделяет скапливающийся секрет, причем усиление ее деятельности отмечается у молодежи во время метаморфоза, а у половозрелых рыб в преднерестовый период, до появления брачного наряда. Максимум активности совпадает с моментом овуляции. Активность щитовидной железы меняется в течение жизни, постепенно падая в процессе старения, а также в зависимости от обеспеченности рыб пищей: недокорм вызывает усиление функции. У самок щитовидная железа развита сильнее, чем у самцов, однако у самцов она более активна. Как и у высших животных, у рыб щитовидной железе принадлежит важная роль в регуляции обмена веществ (Зензеров В.С., 2007, Аминова В.А., 1984).

Влияние йодосодержащих гормонов щитовидной железы на пигментацию рыб было отмечено ещё в 1927 году советским учёным Бляхером. Он установил, что добавление препаратов щитовидной железы в корм ускоряет развитие молодежи. При длительном скармливании тиреоидина золотым рыбкам и карасям Бляхер наблюдал изменения в пигментных клетках кожи.

Через 1-2 недели после начала кормления тиреоидином происходила отчетливая экспансия пигмента в меланофорах и концентрация его в ксантофорах. В дальнейшем, по прошествии еще двух - трех недель, начиналась депигментация кожи, выражавшаяся в исчезновении меланофоров и ксантофоров из чешуек грудной и брюшной области. Депигментация особенно ярко была выражена по свободному краю чешуек и на плавниках. Так же было замечено, что кормление щитовидной железой изменяет хлоридный обмен у колюшек.

Использование препарата щитовидной железы в кормлении рыб ускоряет развитие молодежи (Huang L., 1998, Inui Y., 1995, Pedersen T., 1992). При нарушении функции железы появляется зоб, для лечения которого применяют йодистые и другие препараты. Как и у высших позвоночных животных, у рыб существует функциональная зависимость между гипофизом, щитовидной железой и гонадами. В преднерестовый и нерестовый периоды созревание

гонад направляется активностью гипофиза и щитовидной железы; деятельность этих желез, в свою очередь, взаимосвязана. Одним из наиболее ранних представителей позвоночных, обладающих структурными элементами примитивной щитовидной железы, является аммоцет - личиночная стадия миноги, класс круглоротых. Открытая тубулярная структура в гипофаринксе этого организма концентрирует йодиды и включает их в состав белкового соединения, родственного тиреоглобулину, с последующим высвобождением Т3 и Т4 в просвет органа. Хотя признается некоторое филогенетическое родство этого органа с эндостилем полухордовых, полной их гомологии не наблюдается. Для обозначения этого образования используется термин подглоточная железа.

Показательно, что перед стадией метаморфоза в ней гистохимически выявляется действие протеазы, обладающей гидролитической активностью в отношении йодированного белка, что приводит к образованию свободных Т4 и Т3. Вполне возможно, что именно ее появление и послужило дополнительным фактором обособления вентрального выпячивания первичной пищеварительной трубки и независимости высвобождения йодсодержащих аминокислот от протеаз нижних отделов пищеварительного тракта. У этих организмов обнаружен также свободный тироксин и специфический тироксинсвязывающий глобулин (Анисимов И.М., Лавровский В.В., 1983, Бойко Н.Е., 2004, Бойко Н.Е., 2006).

Во время метаморфоза аммоцета, в ходе которого развивается взрослая особь миноги, эндостиль утрачивает сообщение с полостью глотки, приобретая черты собственно щитовидной железы со свободно расположенными в ней фолликулами. Концентрация йодсодержащих тиреоидных гормонов в плазме достигает своего наивысшего уровня у личиночной формы непосредственно перед формированием истинной щитовидной железы и стремительно падает по окончании метаморфоза. Фолликулы железы не окружены соединительно-тканной капсулой, однако в них осуществляются биосинтетические процессы,

сходные с таковыми при образовании тиреоидных гормонов у взрослых особей млекопитающих. У многих большая субъединица 19S йодсодержащего белка обладает структурным подобием с тиреоглобулином щитовидной железы высших форм. Таким образом, по крайней мере у аммоцета, йодсодержащие гормоны играют, возможно, ведущую роль в регуляции метаморфоза и, что еще более любопытно, детерминируют становление самой щитовидной железы как органа. Щитовидная железа расположена в области глотки, около брюшной аорты. У одних рыб (некоторые акулы, лососевые) она является плотным парным образованием, состоящим из фолликулов, выделяющих гормоны, у других (окуневые, карповые) железистые клетки не образуют оформленного органа, а лежат диффузно в соединительной ткани.

Всего из тиреоидных образований рыб выделены три гормона в состав которых входит йод - T₂, T₃ и T₄. Из них в крови обнаруживается тетраиодтиренин. Несмотря на имеющиеся данные, функция тиреоидных гормонов у рыб так до конца и не выяснена. Тироксин не дает у рыб такого однозначного эффекта по отношению к основному обмену, как у наземных животных. Метаморфоз, органогенез и регенерация тканей у рыб зависимы от тиреоидных гормонов лишь частично. Исследователи отмечают гиперфункцию тиреоидных фолликулов у рыб при сезонных, пищевых миграциях и при нересте.

Эвригалинные рыбы при попадании в соленую воду также отвечают повышением функциональной активности щитовидной железы, что наводит на мысль о причастности тиреоидных гормонов к осморегуляции (Baggerman В., 1964, 1966). Есть свидетельства того, что пероральное назначение тиреоидных гормонов вызывает усиление роста молоди рыб, а при нарушении функции щитовидной железы появляется зоб (Иванов А. А., 2003).

Тироксин контролирует состояние энергетического обмена и сопротивляемости организма рыб заболеваниям и неблагоприятным внешним

факторам, трийодтиронин стимулирует поглощение кислорода и активирует метаболизм.

Из-за дефицита йода в питании рыб нарушается функция щитовидной железы, развиваются заболевания щитовидной железы, такие как гипертиреоз, тиреотоксикоз и т.д. (Сорвачев К.Ф., 1982, Anke M., 1999).

T3 (трийодтиронин) – это один из гормонов щитовидной железы. 99 % его циркулирует в крови в связанном с белками виде, и лишь небольшая часть находится в свободном состоянии, обеспечивая его метаболическую активность.

Увеличение концентрации T3 чаще всего наблюдается при различных видах тиреотоксикоза (заболевания щитовидной железы, сопровождающиеся повышенной выработкой ее гормонов). Кроме того, причиной избытка T3 может быть зоб, связанный с дефицитом йода в организме. Нередко причиной снижения синтеза тиреоидных гормонов, в том числе T3, является тиреоидит - воспалительное заболевание щитовидной железы. Мы видим из истории исследования влияния гормонов щитовидной железы рыб, что значение йода в питании рыб является одним из ведущих (Marine D.J. 1914). Современные исследования показывают что рыбе необходимо достаточное количество йода для производства гормонов щитовидной железы (Ths) таких как тироксин (T4) и трийодтиронин (T3), которые состоят из 65 и 58 % йода по молекулярной массе, соответственно (Power D.M. и соавт., 2008).

Так по данным зарубежных исследователей Ths гормоны играют центральную роль в развитии и онтогенезе костистых рыб (Power D.M. и соавт., 2001). Эти гормоны, например, играют заметную роль в возрастных изменениях у атлантического палтуса (*Hippoglossus Hippoglossus L.*), который проходит драматические метаморфозы, например, такие как перемещение глаза, изменение строения тела и окостенение костей, все они находятся под сильным влиянием уровня THs гормонов (Sæle Ø. и соавт., 2003). У других видов рыб

происходят иные возрастные изменения, к примеру, у рыбок данио содержание *Ths* гормонов, было тесно связано с ранним развитием.

Обнаружено, что ингибирование *Ths* гормонов у личинок данио рерио развивает редукцию плавников, влияет на формирование чешуи и пигментации (Brown D.D., 1997).

Проведённые исследования в разных странах по содержанию йода в тканях у различных видов рыб показывают, что существуют большие различия между разными особями внутри видов, а также есть различия между видами рыб по содержанию йода в тканях. Уровень йода у различных пресноводных и морских видов рыб были также обнаружен в Пакистане. Сообщается, что концентрация йода в пресноводной рыбе была в 5-10 раз выше, чем в морской воде. Было установлено, что содержание йода в *Otolithes ruber*, 13 мкг/кг, а в Восточной Африке это значение было 920 мкг/кг.

Различные результаты, полученные исследователями сообщают что накопление йода в рыбе из различных акваторий мира варьируется от вида к виду, и это также зависит от вида рыб, факторов окружающей среды или на это могут влиять сезонные изменения. Различное количество йода было так же зафиксировано в различных тканях рыб и было обнаружено, что содержание йода в коже может быть более чем в десять раз больше, чем в тканях мышц (Deraniyagala S.P., Perera W.VS.M., Fernando W.S., 2010).

Очевидна роль йода в деятельности щитовидной железы которая активно влияет на регуляцию обмена веществ, процессов роста и дифференцировки, углеводного обмена, осморегуляции, поддержании нормальной деятельности нервных центров, коры надпочечников, половых желез у рыб (Фонтен М., 1972, Штерман Л.Я., Слободской В.Р., 1972).

1.2.2. Биологические особенности ленского осетра

Ленский осетр (*Acipenser baerii*) (рис. 2), это речная и озерная рыба семейства Осетровых (*Acipenseridae*), обитает в бассейне реки Лены и её

притоках является одной из форм сибирского осетра. Сибирский осётр обладает высокой экологической пластичностью что позволяет выделить его в несколько форм: речную, озерно-речную, оседлую и совершающую протяженные миграции.

Жизненный цикл сибирского осетра связан с пресными водами; его популяции, населяющие низовья рек, не выходят за пределы пресных или слабо соленых вод: нагуливается осетр в Обской, Тазовской и Енисейской губах, на нерест поднимается в верховья рек (Рубан Г.И., 1994). Существует несколько основных популяций сибирского осетра: ленская, байкальская, енисейская, обская.



Рисунок 2. Ленский осетр (*Acipenser baerii*)

Ленский осетр в естественных условиях достигает длины 2 м и живой массы около 200 кг. Как и у всех осетровых у ленского осетра продолжительные периоды роста и полового созревания, так самцы созревают в возрасте 11-13 лет, самки- 17-18 лет. Нерестится ленский осетр, в естественных условиях не ежегодно, перерывы между нерестами у самок составляют в среднем около 5 лет, а самцов- 3 года. На нерест сибирский осетр идёт в конце

мая, начале июня при температуре воды от 12 до 18 °С на песчано-галечниковых и галечниковых грунтах на глубине 4-8 м при скорости течения 2-4 км/час . Плодовитость сибирского осетра колеблется от 16 тыс. икринок (река Лена) до 3,50 млн. икринок (река Обь), что связано с различиями в размерах самок. Относительная плодовитость самок колеблется от 6 до 33 тыс. икринок / кг живой массы.

Сибирский осетр очень неприхотливая в кормлении рыба. Его рацион существенно изменяется в пределах ареала обитания, у различных возрастных групп и в течение года. Ленский осетр является бентофагом, основу питания составляют гаммариды, моллюски, бокоплавы, личинки хирономид, поденок, ручейников, веснянок и др. Возрастные изменения размера и состава кормовых организмов осетра выражаются в расширении спектра питания и увеличении роли более крупных форм с увеличением размеров рыб. Начиная с возраста 3-5 лет, особи большинства популяций осетра, за исключением енисейской, частично переходят на хищное питание, а в отдельных случаях (оз. Байкал) взрослые особи питаются преимущественно рыбой. На большей части ареала сибирский осетр не прекращает питаться зимой.

Благодаря этим биологическим особенностям использование сибирского осетра в товарном рыбоводстве позволяет добиваться высоких результатов при различных формах содержания, делает его одним из перспективных и ценных объектов рыбоводства.

В товарном осетроводстве, активно используют представителей ленской популяции, обитающей в крайне суровых условиях Якутии и обладающей относительно большой численностью. Ленский осетр не совершает протяженных миграций, постоянно живет в пресной воде, неприхотлив, имеет широкий спектр питания, кормится круглогодично (включая и зимний, и подледный период), устойчив к паразитарным заболеваниям. Для него характерна ярко выраженная изменчивость по многим морфобиологическим признакам (а известно, что такие формы наиболее экологически пластичны). В

отличие от других популяций сибирского осетра (обского, байкальского, енисейского) ленский осетр созревает при минимальных для этого вида размерах и в более раннем возрасте (самцы при длине 65-70 см, массе около 1,50-2 кг и в возрасте 9-10 лет; самки соответственно 70-75 см, 2-2,50 кг, 12-13 лет). Этими показателями, а также своим внешним видом он в известной мере напоминает стерлядь. Поэтому его даже называют стерлядевидным осетром. Несмотря на свой медленный рост в Лене (к 15-20 годам имеет длину 80-100 см и массу 3-4 кг) данный вид обладает огромными потенциальными возможностями роста, реализующимися в более благоприятных условиях.

Начальным этапом хозяйственного освоения этого осетра была разработка методики получения оплодотворенной икры в условиях Лены и перевозка ее на сверхдальние расстояния (в пенопластовых термоизоляционных ящиках со льдом). С 1973 г. проводятся работы по формированию маточных стад ленского осетра в рыбоводных хозяйствах европейской части страны. Особенно перспективным оказалось выращивание на теплых водах ГРЭС, поскольку он отличается эвритермностью, выдерживает повышение температуры воды до 30 °С (Никитенко К., 1981). Интенсивный рост осетра происходит при температуре 15-25 °С, однако продолжается и в холодную половину года (10-11 °С), на которую приходится 20-30 % годового прироста. На теплых водах ленский осетр растет в 7-9 раз быстрее, чем в природе. Трехлетки, выращенные в тепловодном хозяйстве, весят в среднем 1,50-2 кг (максимальная масса 3,60 кг) и имеют примерно такую же массу, как одиннадцатилетние осетры в Лене. Шестилетки в теплой воде достигают средней массы 5,50 кг (максимальная- 9,10 кг), что выше аналогичного показателя для рыб возрастом 21 год в Лене (5 кг). Товарной массы 1 кг достигает на втором году жизни (Власов В.А., 2008; Петрова Т.Г., Козовкова Н.А., Кушнерова С.А., 2008, Малютин В. Соколов Л., Смольянов И., 1987).

Ленский осетр неприхотлив в питании. Кормовой рацион его достаточно широк включает как естественные, так и искусственные корма. Длительное

время в кормлении использовали комбикорма, применяемые для выращивания форели и карпа в индустриальных хозяйствах. В настоящее время используют специализированные осетровые корма. Важнейший итог рыбоводных работ с ленским осетром это создание маточного стада в искусственных условиях и получение от него высококачественного потомства. Половой зрелости производители достигают значительно раньше, чем в Лене: самцы в возрасте 3-4 лет, самки- в 6-7 лет. Рабочая плодовитость самок массой 5 – 10 кг составила 50-100 тыс. икринок (в среднем 10 тыс. икринок на 1 кг массы). Управляя температурным режимом, можно получать зрелые половые продукты в разное время года. Половозрелые самцы дают сперму ежегодно, самки созревают повторно с интервалом 1,5-3 года (Издани М.С., Власов В. А., Есавкин Ю.И., 2005, Легкодимова З.И. и др., 2000).

Выращивание на теплых водах сопровождается значительными изменениями в экстерьере ленского осетра. Установлены достоверные отличия по 21 из 27 исследованных пластических признаков по сравнению с особями исходной популяции реки Лены. При выращивании на теплых водах происходит уменьшение размеров головы, смещение спинного, анального и брюшных плавников вперед, несколько увеличилось рыло, ширина головы и расстояние между брюшными и анальным плавниками. По ряду признаков ширина перерыва нижней губы, антидорсальное и антивентральное расстояния указанные различия превысили подвидовой уровень. Установить функциональную связь между изменениями пропорций тела и условиями обитания осетра затруднительно.

Таким образом, включение в тепловодную аквакультуру ленского осетра, адаптированного к обитанию в суровых условиях северных водоемов, привело к значительному изменению его экстерьера. Эти изменения произошли за весьма короткий срок (около 10 лет), что также свидетельствует о его высокой пластичности и больших адаптационных возможностях (Никитенко К., 1981).

Выращивание ленского осетра в УЗВ имеет большие перспективы, так как может проводиться в различных регионах страны, независимо от географической широты и климатических особенностей. Ленского осетра выращивают также в прудах и садках в условиях естественного термического режима (Багров А.М., 2000, Масленников Р.В., Поддубная И.В., Васильев А.А., 2015, Хандожко Г.А., Васильев А.А., 2009). Темп роста при этом ниже, чем на теплых водах, массы 1-2 кг осетры достигают на 4-5 году жизни.

Таким образом, ленский осетр является одним из наиболее перспективных объектов товарного осетроводства во многих районах нашей страны. С другой стороны, он весьма интересен и как объект вселения в ряд крупных водоемов, таких как Ладожское, Псковско-Чудское озера, многие водохранилища, ряд озер Средней Азии. Большой интерес представляют работы по интродукции ленского осетра в некоторые южные водоемы с целью использования естественной кормовой базы и получения ценной рыбопродукции.

Рассчитывать на получение ощутимого хозяйственного эффекта при проведении акклиматизационных работ с осетровыми (равно как и с другими ценными промысловыми рыбами), можно лишь при условии осуществления целого комплекса рыбоводных, мелиоративных и рыбоохранных мероприятий, когда все этапы жизненного цикла вселенца находятся под постоянным наблюдением, контролем и управлением человека (Никитенко К., 1981, Григорьев, С.С., 2008).

1.2.3. Использование йодсодержащих препаратов в кормлении животных, птиц и рыб

Использование соединений йода в кормлении сельскохозяйственных животных в последние годы становится всё более востребовано, так как исследования проводимые в этом направлении в различных отраслях

животноводства показывают положительные результаты (Kroupova V., 2006, Антипов В.А., Шантыз А.Х. и др., 2011). Наиболее изучено в нашей стране влияние йода и его органических соединений в птицеводстве. На примере использования йодосодержащих добавок в этой отрасли мы можем видеть насколько полезно и оправдано, а также экономически эффективно использование йода в индустриальном рыбоводстве.

Так опыты проведённые в Алтайском крае показали что использование добавок йода в кормлении кур-несушек в дозе 1,40 мг/кг способствовало увеличению яйценоскости на 25,10 %, массы яиц — на 9,70 % и сохранности птицы — на 8,00 % (Хаустов В.Н., 2007). Исследования по изучению влияния повышенных доз йода в рационе цыплят-бройлеров на их продуктивность, проводившиеся в 2011 году также в Алтайском крае принесли интересные результаты и показали что добавление в рацион цыплят-бройлеров йода в виде йодида калия в дозе 3,00 мг/ кг корма дает возможность повысить живую массу на 9,20 %. И увеличить среднесуточный прирост на 9,38 %, повысить сохранность поголовья цыплят на конец откорма на 3 % и уменьшить затраты корма на 1 кг прироста на 0,55 %. А повышение дозы йода до 3,5 мг/кг корма оказало влияние на снижение показателей продуктивности цыплят-бройлеров (Растопшина Л.В., 2011). Эти данные могут быть использованы и для разработки схем кормления рыбы йодосодержащими препаратами при содержании в садках и УЗВ.

В 2011 году российскими исследователями проводились эксперименты по обогащению куриных яиц йодом с использованием йодосодержащего препарата «Монклавит-1» в результате чего были получены положительные данные по увеличению концентрации йода в яйцах (Спиридонов А., Кислова О., 2011). Группа учёных из Иркутска предлагает использовать в питании кур-несушек морские водоросли для обогащения яиц йодом, как один из способов устранения йододефицита у населения (Орлова Т.Т., Ильина М.С., Гафарова Е.В., 2009), так как йод является одним из важных и дефицитных

микроэлементов. А внутренние области Российской Федерации относятся к биогеохимическим провинциям с йодной недостаточностью. То на примере птицеводства видно что комбикорма, составленные из растительных и животных кормов, не обеспечивают потребности птицы в этом элементе. Так, при исследовании рационов, используемых в питании кур-несушек, был обнаружен недостаток этого микроэлемента. При недостатке йода ухудшается переваримость корма и усвояемость питательных веществ, в результате чего снижается биологическая ценность продукции птицеводства, в частности яиц. Поэтому в рацион кур-несушек необходимо вводить препараты йода. Также для повышения естественной резистентности птицы, ее устойчивости к стрессам, улучшения процесса биотрансформации и всасывания веществ в желудочно-кишечном тракте совместно с препаратами йода возможно вводить пробиотики (Ширяева О.Ю., Никулин В.Н., 2007).

Чешские исследователи выявили сезонную зависимость содержания йода в яйцах. Осенью и зимой содержание йода в яйцах больше, чем в весенне-летний период. Объяснение этому в смене кормов, т.к. осенью и зимой куры питаются сухими, сбалансированными по микроэлементному составу, кормами, где также присутствует йод.

Опыт применения в птицеводстве йодосодержащих кормовых добавок должен быть использован и в индустриальном рыбоводстве. За основу могут быть взяты дозировки йодистых препаратов, как органических соединений йода так и неорганических, исследовано их влияние на разные виды рыб при различных условиях содержания (Lovell R.T., 1979).

За рубежом активно проводятся исследования по использованию йодосодержащих добавок в индустриальном рыбоводстве с различными целями такими, как устранение йододефицита у населения, повышение продуктивности у рыбы, повышение сопротивляемости организма заболеваниям и неблагоприятным условиям внешней среды. Проводятся исследования по изучению содержания йода у промысловых рыб морских и пресных вод. Так

иранские ученые в 2010 году проводили исследования по определению содержания йода в мышцах часто потребляемых двух видов промысловых рыб красного горбыля (*Otolithes ruber*), Индо -Тихоокеанской королевской макрели (*Scomberomorus guttatus*) и омаров (*Panulirus Homarus*), рыбы были пойманы в Персидском заливе и у них определение содержания йода Среднее значение йода в красном горбыле, индо - тихоокеанской королевской макрели и омаров составляло соответственно, $195 \pm 108,90$, $179 \pm 93,39$ и $287,40 \pm 78,80$ мкг на кг сухого веса (Ansari M., Raissy M., Shakeryan A. и др., 2010).

Похожие исследования проводились в Пакистане с той разницей, что исследовалась не только морская, но и речная рыба и гораздо большее количество её видов, но данные по этим исследованиям вызывают вопросы так как противоречат всем известным данным по содержанию йода в рыбе, так например содержание йода в пресноводной рыбе поданным их исследований превышает его содержание в морской (Rafia Azmat, Rukhsana Talat, Sied Junaid Mahmood., 2008).

В США и странах Европы ведутся исследования по использованию йода в кормлении рыб с целью повышения их устойчивости к стрессу. Так в США был проведен эксперимент по использованию йода в кормлении радужной форели. В эксперименте участвовали сто шестьдесят особей радужной форели, средней навеской 70 г, их разделили на две группы контрольную и экспериментальную, которые содержали в одинаковых условиях с оптимальным водным режимом. Экспериментальную группу кормили с добавлением йодированного калия в количестве 20 мг/кг корма, а контрольную группу кормили без использования йодированного калия. Так же рыба подвергалась физическому стрессу каждый день в течение двух минут, чтобы получить типичные последствия стресса, а затем каждые две недели проводили исследование влияния кормления, в течение 12 недель. Образцы оценивались по длине, весу, артериальному давлению, измеряли содержание глюкозы, уровень кортизола (гормона стресса), а также уровни T3 и T4 гормонов

щитовидной железы. Из этого исследования видно, что использование йода в качестве добавки в основной рацион увеличивает выработку T₃ гормонов щитовидной железы у форели, которые в последствии снижают выработку гормона стресса кортизола также ускоряют рост рыбы (Ahmed M., 2003).

Подобные результаты использования йодированного корма в рыбоводных хозяйствах могут быть использованы, как не гормональные стимуляторы роста для улучшения показателей скорости роста и выживания культурных лососевых рыб, таких как форель и семга.

У рыб не получающих в своём рационе достаточное количество йода могут проявляться признаки развития зоба и следовательно сокращаются коллоиды и увеличивается объем эпителия, как это видно из исследований заболевания зобом у личинок данио рерио (Brown D.D., 1997). Были проведены исследования влияния гормонов щитовидной железы на развитие рыб данио-рерио и обнаружено, что ингибирование T₃ у личинок данио-рерио развивает редукцию плавников, влияет на формирование чешуи и пигментацию, но эти последствия могут быть устранены с добавлением в корма экзогенного T₄ (Hawkyard M., Sæleb Ø., Nordgreen A. и др., 2011). Хотя экзогенные T₃ гормоны могут оказывать влияние на развитие личинок рыб, недостаточно внимания уделялось возможности введения T₃ с помощью живых кормовых организмов, главным образом потому что не было достигнуто достаточного основания полагать, что беспозвоночные кормовые организмы содержат значительные количества T₃ гормонов и связанных с ними ферментов и он обратил внимание что эти последствия могут быть устранены с добавлением в рацион в достаточных количествах соединений йода, или синтетического тироксина. Так же у личинок данио рерио поедающих обогащенную йодом артемию отмечались более высокие показатели выживаемости ($61,50 \pm 8,80$ %) по сравнению с личинками поедающими не обогащенную артемию ($49,80 \pm 8,70$ %, $p = 0,004$).

Hamre K. и соавт. (2008) обнаружили во время своих исследований, что у атлантической трески (*Gadus morhua*) выживаемость личинок питающихся коловратками обогащенными селеном и водным йодидом натрия (200 мг NaI/л) была выше, чем у личинок употреблявших не обогащённую коловратку.

Морен М. и соавт. (2006) обнаружили повышение общего уровня йода в теле, при кормлении палтуса личинками артемии обогащенной Lipiodol (йодированная макромасло). Однако исследования которые они провели, не показали улучшения в росте или выживаемости личинок палтуса, это было связано с ограниченной биодоступность липидов, связанного йода. Рибейро А. и др. (2009) установили в ходе своих исследований, что у личинок сенегальской солеи (*Solea senegalensis*) которых кормили артемией обогащенной йодидом натрия (NaI) концентрация йода в тканях была в 5-10 раз выше, чем у тех, которых кормили не обогащенной артемией. Они обнаружили, что у личинок питающихся обогащенной артемией общая длина и сухой вес были больше, чем у личинок питающихся не обогащенной артемией. Они не отслеживали изменения в выживаемости личинок связанных с обогащением йодом, но обнаружили, что у личинок, которые не получают добавок йода появлялись признаки зоба.

Можно предположить, что личинки рыб потреблявших в своём рационе обогащенные йодом кормовые организмы вырабатывают больше коллоидов для хранения дополнительного йода или йодированных соединений. Область коллоидов щитовидного фолликула содержит тиреоглобулин, йодированный белок, который является предшественником гормона щитовидной железы (Power D. M. и др. 2008, Karl H., 2001).

На основании выше изложенного можно предположить что искусственное обогащение кормовых организмов йодом так же является эффективным способом доставки йода в организм рыб и через их мясо в организм человека.

В Германии в 2002-2003 годах были проведёны исследования по использованию в рационе при откорме гольцов (*Salvelinus* sp.) морской водоросли ламинарии. Были сформированы две группы гольцов экспериментальная и контрольная по 400 особей в каждой. Они получали стандартные коммерческие корма для рыб и корма дополненные коричневыми водорослями (*Laminaria digitata*) в концентрации 0,80 %, соответственно. Каждые четыре недели проводился контрольный убой по 10 рыб из обеих групп и было проанализировано содержание йода в них.

Исследователи смогли продемонстрировать значительное увеличение содержания йода в рыбе которая получала водоросли с кормом (539 ± 86 мкг йода / кг живого веса) по сравнению с контрольной рыбой (143 ± 10 мкг йода / кг). Кроме того, распределение йода в рыбе была также измерено. В обеих группах, была обнаружена очень высокая концентрация йода в коже (Schmid S., Ranz D., He M.L. и др., 2003, Burkard, S., Reiter, R., Lukowicz, M.V. и др., 2002).

Возникла необходимость в разработке отечественных биологически активных добавок для пресноводных рыб с наиболее доступной для усвоения органической формой йода и поиска оптимальных норм ее скармливания при выращивании рыбы. Одной из таких добавок явились йодированные дрожжи, выпускаемые ООО «Биоамид» г. Саратов.

Эта биологически активная добавка, содержащая органическую форму йода, способна ускорять метаболические процессы в организме рыб, что приводит к увеличению интенсивности роста линейных размеров, массы тела и рыбопродуктивности в целом (Воронин С.П., 2013, Зименс Ю.Н., Масленников Р.В. и др., 2014).

Не смотря на проводимые исследования и работы в этом направлении, данных по применению йода в кормлении рыб использующихся в аквакультуре крайне мало. Информация по использованию йода в кормлении осетровых в зарубежной практике отсутствует, в России исследования в этом направлении только начинаются, на основании собранного материала можно сделать вывод

что работа по использованию йодосодержащих добавок в кормлении осетровых является перспективной и требует серьезного изучения, что позволит более эффективно использовать потенциал осетровых при содержании в садках и УЗВ.

1.3. Технология содержания и кормления осетровых в УЗВ

1.3.1. Технологические особенности содержания товарной рыбы в УЗВ

Благодаря федеральной программе «Стратегия аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года» появляются предпосылки для активного развития товарного разведения осетровых видов рыб.

В современных условиях, когда естественные популяции осетровых рыб Каспийского, Азовского, Черного морей находятся на грани уничтожения, на территории Российской Федерации. В РФ в условиях аквакультуры выращивают около 4 тыс. т. товарной осетровой продукции (Матишов Г.Г. и др. 2008).

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) позволяют организовать стабильно работающее производство по выращиванию разных видов рыб вне зависимости от условий внешней среды (Киреев В.Е., 1999, Киселев А.Ю., 1995, Матишов Г.Г., Пономарев С.В., 2007. Пономарев С.В., Магомаев Ф.Г., 2011, Филатов В.И., Новоженин Н.П., Ширяев А.В. и др., 1986, Reichle G., 1996, Жигин А.В., Мовсесова Н.В., 2011, Мовсесова Н.В., Жигин А.В., 2011, Жигин А.В., 2012, Жигин А.В., Мовсесова Н.В., 2014, Жигин А.В., Мовсесова Н.В., 2014, Жигин А.В., Изотова Н.В., 2015, Жигин А.В., 2012).

В системах замкнутого водоснабжения отсутствуют живые кормовые организмы, поэтому специализированный корм является единственным источником питательных веществ. Он не должен содержать избыток

органического вещества, поскольку это ухудшает условия выращивания рыб и способствует возникновению алиментарных заболеваний, что приводит к снижению роста массы, повышению смертности, излишнему расходу кормов и ухудшению вкусовых свойств мяса и пищевой икры (Сариев Б.Т., 2012, Жигин А.В., 2011).

При эксплуатации УЗВ расход воды происходит за счет сброса её в канализацию, с целью уменьшения содержания азотных соединений (нитратов) и органического фосфора в воде, а так же при промывке механического фильтра (Лавровский В.В., 1985, Хрусталеv Е.И., Киселев А.Ю., Илясов А.Ю. и др., 1995).

УЗВ обеспечивают полную независимость производственного процесса от природно-климатических условий и времени года. При этом в 3 раза сокращается время выращивания рыбы по сравнению с традиционными формами (Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А., 2011, Козлов В. И., 1986, Козлов В. И., 2004, Козлов В. И., 1991, Козлов В. И., 1998, Рождественский М.И., 2001).

Основные элементы УЗВ это, во первых - рыбоводные бассейны, условия в бассейнах, такие как качество воды, конструкция бассейнов, должны соответствовать потребностям рыбы. Правильный выбор конструкции бассейнов, то есть размера и формы, глубины воды, способности к самоочищению и т.д., может, иметь значительное влияние на эффективность выращивания объектов рыбоводства. Если рыбы ведут донный образ жизни, наиболее важной является площадь поверхности, а глубина воды и скорость течения могут быть снижены (тюрбо, морской язык или другие камбалообразные), тогда как для пелагических видов, например, лососевых, большой объем воды является более благоприятным и эффективность их выращивания бывает выше при большей скорости течения воды.

Вода, поступающая в рыбные бассейны, при прохождении через систему очистки, насыщается кислородом и очищается от продуктов жизнедеятельности рыб: органических веществ, азотных соединений и углекислого газа (рис. 3).



Рисунок 3. Принципиальная схема УЗВ

Основные преимущества УЗВ:

1. Высокая плотность посадки рыбы благодаря интенсивному водообмену, оксигенации и мощной системе фильтрации воды;
2. Компактное размещение бассейнов, экономия земельного фонда;
3. Возможность применения замкнутого водоснабжения, низкое потребление воды;
4. Постоянный визуальный контроль за состоянием выращиваемой рыбы;
5. Автоматический контроль параметров выращивания;
6. Высокая сохранность рыбы;
7. Благоприятные условия облова и кормления;

8. Ослабление роли природных факторов на успешность производства товарной продукции;
9. При соблюдении санитарных норм отсутствие болезней у рыб.

В круглом бассейне или квадратном бассейне со срезанными углами, вследствие гидравлических закономерностей и гравитационных сил, время пребывания органических частиц является относительно коротким, порядка нескольких минут, и зависит от размера бассейна. Весь водяной столб в бассейне вращается вокруг центра. Вертикальный водозабор с установкой для горизонтального регулирования является эффективным средством для контроля течения в подобных бассейнах.

В прямоугольном бассейне не могут быть созданы гравитационные силы для обеспечения течения, а гидравлика не имеет положительного эффекта на удаление частиц. С другой стороны, если рыбоводный бассейн эффективно зарыблен, способность бассейна данного типа к самоочищению зависит в большей мере от активности рыб, чем от конструкции бассейна. Во всех типах бассейнов (рис. 4) уклон дна не влияет на способность к самоочищению, но при спуске бассейна он помогает полностью спустить воду (Якоб Брайнбалле, 2010).

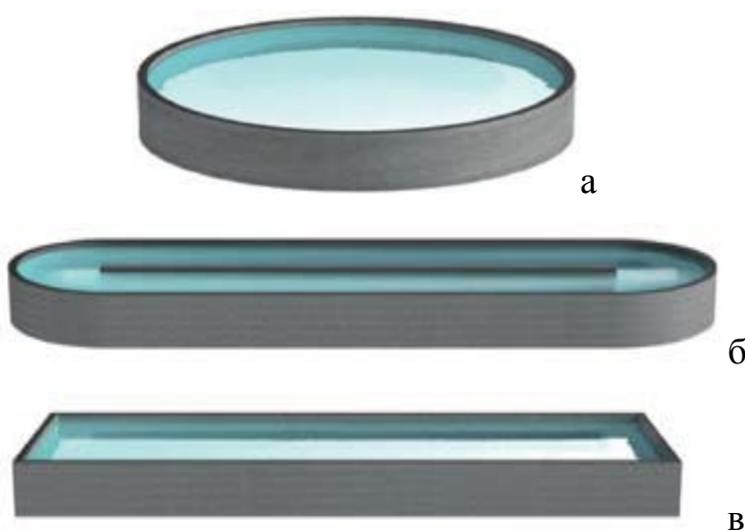


Рисунок 4. Типы бассейнов: а - круглый; б - овальный;
в – прямоугольный.

Во вторых - механический фильтр (рис. 5), удаляет рыбоводный осадок. Механическая очистка технологической воды рыбоводных установок преследует цель отделения от жидкости твёрдых тел. Отделению подлежат продукты первичного загрязнения (остатки корма, фекалии, чешуя и другие твердые загрязнения) и вторичного загрязнения (избыточный активный ил). Наибольшая концентрация первичных загрязнений находится в воде на выходе из рыбоводных бассейнов, а вторичных - после биофильтра. В замкнутых по воде системах имеет смысл говорить о смеси первичного и вторичного загрязнений, так как оба вида загрязнений попадают в циркулирующую воду и задерживаются фильтрами, расположенными в любой точке системы. Концентрация взвешенного вещества в таких системах достигает 50 – 60 мг сухого вещества на 1 л воды.

По физико-механическим свойствам нерастворённые осадки представлены грубо-мелкодисперсными примесями, коллоидными и слизеподобными веществами. Эффект гравитационного осветления воды с рыбоводным осадком в течении 60 минут равен 88 %. Состав рыбоводных нерастворённых осадков изменяется при смене вида корма и режима работы рыбоводной установки (Проскуренко И.В., 2003, 2006, Кудерский Л.А., 1999).

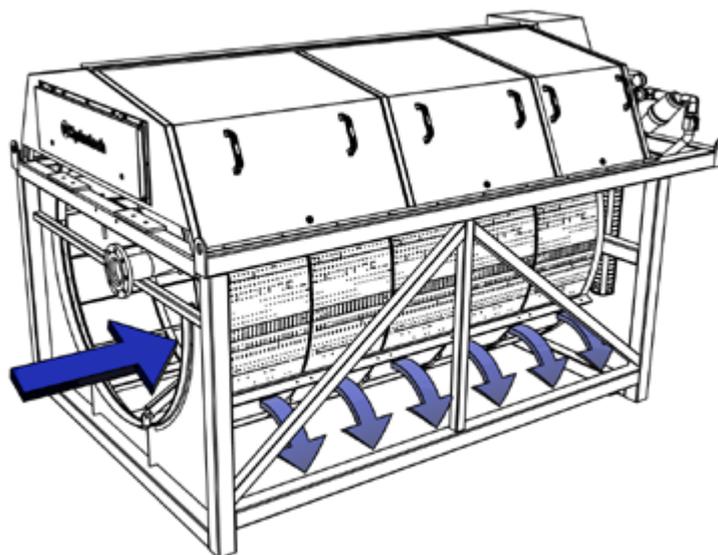


Рисунок 5. Барабанный механический фильтр

В третьих - биологический фильтр (рис. 6), удаляет растворённые азотсодержащие минеральные и органические вещества (аммоний, нитриты, нитраты). Принцип работы заключается в минерализации и нитрификации веществ различными группами гетеротрофных и автотрофных бактерий.

На сегодняшний день различают биофильтры с плавающей и неподвижной загрузкой. Плавающая загрузка представляет из себя пластмассовые рифленые элементы с большой площадью поверхности, с разной плотностью, что позволяет сделать их тонущими или плавающими. Неподвижная загрузка представляет из себя большие пластмассовые соты, вода на которые подается сверху и проходя через каналца этих сот очищается. Минусом неподвижной загрузки является ее размеры. Чтобы соты полностью не зарастали со временем их делают с большим диаметром отверстий, что уменьшает их суммарную площадь поверхности.

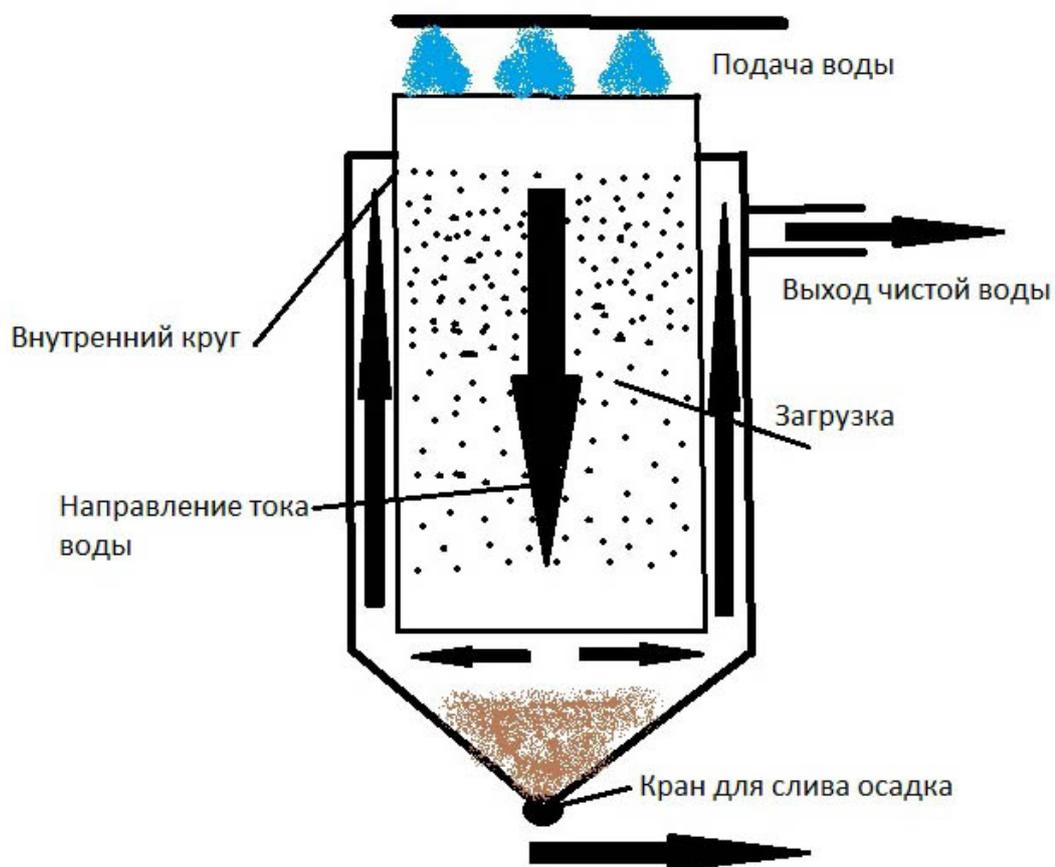


Рисунок 6. Схема биофильтра

Важнейшим элементом биофильтра является его загрузка, а именно ее удельная площадь измеряемая в м². Чем больше м² в одном м³ загрузки тем больше бактерий сможет там развиваться и тем самым позволит уменьшить размеры фильтра. Бактерии, заселяющие субстрат биофильтра, создают сплошную пленку на его поверхности. Когда частицы загрязнений попадают на ее поверхность, начинается процесс аммонификации с выделением аммония. Аммоний утилизируется группами бактерий *Nitrosomonas*, осуществляющими первый этап нитрификации — окисление аммония до нитритов. Нитриты окисляются бактериями группы *Nitrobacter* до нитратов. Нитраты малотоксичны для рыбы их концентрация может быть значительной без ущерба. Но если подпитка свежей водой недостаточна, нитраты накапливаются и могут достигнуть nepозволительной концентрации. Поэтому подпитка свежей водой должна составлять как минимум 5 % в сутки от общего объема в системе, чтобы разбавлять концентрацию нитратов (Проскуренко И.В., 2006, Ивойлов А.А., Чмилевский Д.А., Стадник М.А., 2007).

Далее вода проходит через отстойник - дегазатор. Устанавливается после прохождения оборотной воды устройств биологической очистки. Их назначение – удалять взвешенные вещества, проскочившие предыдущие стадии обработки воды, а также частицы отмирающей биопленки биофильтров. В принципе можно устанавливать барабанные фильтры, но, из-за их конструктивных особенностей, в этом случае создаются определенные сложности в вертикальной компоновке оборудования системы в целом и увеличиваются энергозатраты на перемещение воды за счет увеличения высоты подъема воды. В основном применяются объемные фильтры с загрузкой фильтровальных элементов и направлением движения воды снизу вверх. При использовании биофильтров с псевдокипящим слоем на выходе воды из него устраивается дополнительная секция, где биозагрузка с отрицательной плавучестью находится в неподвижном состоянии. Такие устройства, кроме

выполнения функции механического фильтра, служат биофильтрами второй очереди. Естественно, что для их эффективной работы в качестве биофильтра вода в них должна иметь достаточную насыщенность растворенным кислородом во избежание преобладания денитрифицирующих процессов. Особенностью объемных засыпных вторичных фильтров является необходимость их периодической промывки для удаления накапливающейся органики в виде взвешенных веществ и отмирающей биологической пленки биофильтров (Калашников В., 2013).

Озонатор применяется для обеззараживания воды, достаточно 0,5-3,0 мг озона на 1,0 л воды. Озон кроме губительного действия на микроорганизмы, снижает цветность воды, устраняет запах, обеспечивает окисление нитритов.

Для насыщения воды техническим кислородом используется оксигенатор. Величина насыщения определяется давлением в оксигенаторе и температурой воды. В номинальном рабочем режиме вода, предназначенная для оксигенации, разбрызгивается в верхней части емкости оксигенатора и отводится через патрубок в нижней части. В верхней части корпуса оксигенатора создается газовая подушка, образуемая под действием избыточного давления кислорода поступающего внутрь. Уровень раздела воды и газа регулируется автоматически.

Попадая в верхнюю часть оксигенатора, вода распыляется в среде газа с высоким парциальным давлением кислорода, в результате чего происходит её насыщение до заданного уровня (Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А., 2011).

Насыщение воды кислородом в УЗВ позволяет добиться высокой плотности посадки по сравнению с другими технологиями рыбоводства:

- без насыщения 20 кг/м³;
- насыщение воздухом 40 кг/м³;
- насыщение кислородом 60-80 кг/м³;
- насыщение кислородом более 25 мг O₂/л свыше 80 кг/м³.

Для обеззараживания воды применяют ультрафиолетовый стерилизатор (УФ-установка). УФ-установка состоит из корпуса, выполненного из нержавеющей стали с двумя патрубками для входа и выхода воды. Внутри корпуса расположена кварцевая защитная колба, куда помещена УФ-лампа. Принцип работы УФ-установки основан на жестком ультрафиолетовом излучении УФ-лампы, которое при попадании на микробные клетки разрушает белковые коллоиды и ферменты их протоплазмы.

Приборами оперативного контроля гидрохимических условий выращивания рыбы необходимыми в производстве являются термооксиметр и Рн метр.

Термооксиметр позволяет правильно организовать работу аэратора, экономить электроэнергию и ресурс аэратора. Он используется для измерения температуры и содержания в воде растворенного кислорода. Данные показатели имеют наибольшее значение при содержании и разведении рыбы (Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А., 2011).

В таблице 1 приведены ориентировочные уровни основных гидрохимических показателей для содержания осетровых.

Таблица 1 - Ориентировочные уровни различных физических и химических параметров качества воды в УЗВ при содержании осетровых

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Норма	Неблагоприятный уровень
1	2	3	4	5
Температура	°С	Градусы	18-25	< 20 и > 24
Кислород	O ₂	мг/л	5–25	< 5 и > 25
Углекислый газ	CO ₂	мг/л	10–15	> 15
Хлор	Cl ₂	мг/л	0	> 0,01

1	2	3	4	5
Аммоний	NH ₄ ⁺	мг/л	0–2,50 (зависимость от pH)	> 25
Аммиак	NH ₃ -	мг/л	< 0,01 (зависимость от pH)	> 0,025
Нитриты	NO ₂ -	мг/л	0-0,50	> 0,50
Нитраты	NO ₃ -	мг/л	100-200	>300
pH			6,50-7,50	< 6,20 и > 8,00
Фосфаты	PO ₄	мг/л	1-20	
Щелочность	Alk	ммоль/л	1-5	< 1
Взвешенные вещества	SS	мг/л	25	> 100
ХПК	ХПК	мг/л	25-100	
БПК	БПК	мг/л	5-20	> 20
Кальций	Ca ⁺⁺	мг/л	5-50	
Железо	Fe ⁺⁺	мг/л	0-0,90	> 1

Рыбы очень чувствительны к нарушениям условий содержания и кормления, а также к занесению инфекционных и паразитарных организмов в систему УЗВ, поэтому в рыбоводном хозяйстве при выращивании осетровых рыб необходимо строго соблюдать комплексы санитарных и рыбоводных мероприятий, обеспечивающих надлежащую сохранность выращиваемой рыбы (Грозеску Ю.Н., 2006).

1.3.2. Характеристика кормов используемых для кормления рыбы в УЗВ

Для выращивания рыбы в УЗВ рекомендуется использовать только сухие корма. Сухие корма вносятся в форме гранул различного размера, подходящих для любого этапа развития рыб, а ингредиенты сухих кормов могут комбинироваться различным образом (Остроумова И.Н., 1996, Скляр В.Я. Овчаров А.Ф., Таран Л.В., 1981, Скляр В. Я., Гамыгин Е. А., Рыжов Л. П., 1984).

В УЗВ благоприятным является высокий коэффициент использования кормов, поскольку он сводит к минимуму количество выделяемых отходов, что, в свою очередь, снижает нагрузку на водоочистные системы. В таблице 2 приведены размеры гранул комбикорма в зависимости от размера рыбы.

Таблица 2 - Размер гранул комбикорма в зависимости от размера рыбы

Масса рыбы, г	1	10	100	500	900	3000
Размер гранул, мм	0,60	1,20	2,00	3,00	5,00	7,00

Применение натуральных и живых кормов несмотря на высокие кормовые коэффициенты приводит к поступлению большого количества загрязнений. Так как основными объектами выращивания в УЗВ являются хищные рыбы, основным компонентом комбикормов для них являются белковые составляющие, которые содержат высокое количество животного и/или растительного белка и дефицитных аминокислот.

Для успешного выращивания рыбы в установках с замкнутым циклом водоснабжения необходимо использовать высококачественные полноценные корма, содержащие в нужных пропорциях все необходимые питательные вещества, обеспечивающие потребности рыбы. Помимо полноценного состава комбикорма должны иметь повышенную усвояемость, обеспечивать

минимальное поступление в систему загрязнений в виде остатков корма и экскрементов (Желтов Ю. А., 2006, Канидьев А.Н., 1980, Киянов Е.В., 2007).

Успешное выращивание рыбы в УЗВ обеспечивает использование кормов с содержанием сырого протеина 35-60 %, жира 10-22 %, клетчатки, не более 8 %, лизина, не менее 2,10 %, кальция, не более 2 %

Для кормления в УЗВ отдельных видов рыб и в частности осетровых разработаны рецептуры специализированных кормов, например отечественный корм ОТ-7 (табл. 3) или его зарубежные аналоги.

Таблица 3 - Состав специализированного корма «ОТ-7», используемого при выращивании осетровых в УЗВ

Компоненты	Содержание, %
Сырой протеин, не менее	40,30
Сырой жир, не менее	11,80
Сырые углеводы, не более	21,30
Сырая клетчатка, не более	2,00
ПНКЖ ω 3	1,3-1,80
ПНКЖ ω 6	0,80-1,00
Влага, не более	11,00
Минеральные вещества, не более	10,00
Общая энергия, МДж/кг, не менее	17,80

В состав кормов обязательно должны входить минерально-витаминные премиксы. Для выращивания рыбы в УЗВ пригодны отечественные комбикорма рецептур РКС, РГМ-5В, РГМ-8В, 16-80, ЛК-5, СБ-3 (Привезенцев Ю. А., Власов В. А., 2004).

1.3.3. Потребность рыбы в питательных веществах при выращивании в УЗВ

Питательные вещества, поступающие с кормом, необходимы как материал для синтеза тканей организма и также как источник энергии, использующийся в процессах жизнедеятельности рыб. Рыбы, расходуют эту энергию для поддержания биологических процессов, обусловленных мышечной работой и биохимической деятельностью, представленной гормональными и ферментативными реакциями организма. Рыба не получающая достаточное количество корма, восполняет жизненную энергию за счет катаболизма имеющихся в организме веществ, в первую очередь гликогена, жира и белка (Привезенцев Ю. А., Власов В. А., 2004).

Потребность рыбы в кормах и питательных веществах складывается из количества, идущего на поддержание жизни и количества, идущего на создание продукции, прироста массы рыбы и половых продуктов. Изучение количества потребности каждого в отдельности процесса по разграничению питательных веществ, которые идут на поддержание жизни и продукцию, определяется по специальным физиологическим методам. Вот пример расчета рациона для сеголеток и для двухлеток осетровых, который проводится по формуле:

$C = P \times A / 100$, где C – суточная норма кормления (кг), P – средняя масса рыбы (кг), A – суточный рацион, % от массы рыбы. Предполагаемое количество кормлений в сутки 6 - 12 раз. Оптимальной температурой при выращивании сеголеток считается 18-23 °С, содержание растворенного в воде кислорода должно выдерживается на уровне 7 мг/л, рН = 6,5-7. Полный водообмен в бассейнах должен осуществляться за 20-25 минут.

Имеются более упрощённые методы определения количественных потребностей в корме и питательных веществах. В этом случае составляется комбикорм, кормосмесь или берется отдельно корм и скармливается рыбе. Если при скармливании этих кормов рыба по физиологическим показателям в норме дает хорошую продуктивность, значит этот корм полноценный по питательным

веществам и его можно считать оптимальным. Химический состав этих изученных кормов и содержание в них питательных веществ можно принимать по показателю потребности.

Установлено, что таким способом по определению потребности в корме и питательных веществах можно проводить на других составах комбикормов, кормосмесей и отдельных кормах по ранее установленным потребностям рыб. Если у выращенной рыбы все физиолого-биохимические показатели будут в норме, то можно считать потребности в кормах и питательных веществах определены правильно и ими можно пользоваться в дальнейшем.

Потребности молоди рыб определяются по приросту массы и химическому составу мяса: содержанию протеина, жира, энергии и других показателей за определенное время их выращивания, при этом учитываются экологические показатели и количество съеденного корма, а также возможности усвоения питательных веществ из них (Блинков Б. В., Загребина О. Н., 2013, Тимофеев М.М., 2005).

1.3.4. Скармливание биологически активных добавок в составе кормов осетровым

Существует два основных способа применения биологически активных добавок в рыбоводстве это:

- введение БАД в корм в процессе изготовления,
- орошение или замачивание кормов на определённый период времени перед скармливанием,

Введение биологически активных добавок в корма в процессе изготовления (Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Мирошников А.М., Кудашева А.В., 2012) имеет, как свои преимущества так и определённые недостатки, например, преимущество использование бентонитовых глин в качестве связующего вещества при гранулировании

комбикормов, повышает прочность гранул, удлиняет срок службы пресс - гранулятора. От показателя прочности гранул зависят кормовые потери и питательная ценность комбикормов при его нахождении в воде (Мухрамова А.А., Койшибаева С.К., 2012).

К ещё одним достоинствам данного метода введения БАД является отсутствие подготовки кормов перед скармливанием, но в тоже время использование таких кормов в отличие от стандартных рецептур, резко снижает возможность их широкого использования. Именно для применения лечебных, профилактических и стимулирующих препаратов, работа с которыми носит временный характер, используют другой метод введения биологически активных добавок в рацион рыб.

Так проводившиеся в 2013 году группой Металлова Г.Ф. исследования влияния витаминно-минерального препарата «Е-СЕЛЕН» на физиологические показатели гибрида русский осетр × ленский осетр использовали метод орошения корма. Экспериментальную рыбу выращивали в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) с постоянным температурным (20–21,5 °С) и гидрохимическим (насыщение воды кислородом – 70–85 %, значения рН 7,6–8,1) режимом. Кормление проводили продукционным комбикормом фирмы «БИОМАР» № 3–4. Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела и температуры воды по специальным кормовым таблицам. В корм для рыб в опытных вариантах вводили ветеринарный препарат Е-селен путем орошения. Нормы введения в комбикорм определяли на основании анализа научной литературы и доз, принятых в сельском хозяйстве (Металлов Г.Ф., Григорьев В.А., Ковалёва А.В. и др., 2013).

Для применения пробиотического препарата «Субтилис» в рыбоводстве используют так же методику орошения. Добавка «Субтилис» применяется для подавления роста широкого спектра патогенных и условно патогенных микроорганизмов (сальмонеллы, кишечной палочки, аэромонад, псевдомонад и др.), улучшения микрофлоры в акватории, иммуномоделирующего, а также

ростостимулирующего воздействия на организм путем продуцирования пищеварительных ферментов, позволяющим сократить сроки выращивания, снизить кормозатраты и т.д. (Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А., Шульга Е.А., 2009).

В исследованиях по использованию йодсодержащих добавок в кормлении рыб, проводимых в промышленном рыбоводстве с целью повышения продуктивных показателей рыбы, сопротивляемости организма заболеваниям и неблагоприятным условиям среды так же применяются методы замачивания корма (Васильев А.А., Вилутис О. Е. и др., 2014).

Так для приготовления йодированной кормосмеси, на основе, гранулированного комбикорма, брали чистую воду в объёме 10 % от количества корма. В воду добавляли необходимое количество йодированных дрожжей (соответствующее массе рыб) и тщательно перемешивали до образования однородной суспензии. Полученная суспензия смешивалась с кормом до равномерного увлажнения всех гранул. Влажный корм просушивался 6-12 часов в защищенном от света месте, на не впитывающей влагу поверхности (Зименс Ю.Н., Васильев А. А. и др., 2014).

При проведении исследований влияния препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осётра использовался полнорационный комбикормам с размером гранул 3-4 мм который замачивался в растворах исследуемых препаратов. Для этого использовался специализированный гранулированный комбикорм, произведенный методом экструзии. Кормовая смесь для контрольной группы состояла из 500 г комбикорма и 500 г воды; для 1-опытной - из 500 г комбикорма, 482,20 мл воды и 17,80 мл препарата «Абиопептид»; для 2-опытной - из 500 г комбикорма, 482,20 мл воды и 17,80 мл препарата «Ферропептид». В результате исследований было выяснено, что замачивание гранулированного комбикорма в водном растворе препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» перед скармливанием рыбе в садках, повышает скорость достижения гранулами дна садка. Что очень важно при

кормлении донных видов рыб, это снижает потери корма и эвтрофикацию водоема (Китаев И.А., Васильев А.А., Гусева Ю.А., Мухаметшин С.С., 2014).

На примере исследований оценки эффективности использования в комбикормах для осетровых рыб нового источника β -каротина препарата «Витатона», можно увидеть применение комбинирования двух разных способов введения в рацион рыб биологически активных добавок. В качестве базовых в исследованиях использовали комбикорма ОСТ-6 и ОТ-7 с введением в их состав «Витатона» в количестве 200, 400 и 800 мг/кг корма. Эксперименты проводили по следующей схеме: в комбикорм ОТ-7 добавляли 625, 1 250 и 400 мг/кг сухого витатона и такое же количество жидкого препарата. В качестве объектов использовали личинок и молодь русского осетра, а также двухлеток белуги. Наиболее эффективной нормой ввода сухого витатона в состав комбикорма ОСТ-6 являются 400 мг/кг корма. Введение в состав комбикорма ОТ-7 400 мг/кг корма сухого витатона является наиболее эффективным для крупной молоди, были также отмечены лучшие показатели крови. При выращивании годовиков белуги лучшие показатели роста отмечали в варианте с содержанием 400 мг/кг сухого витатона. По данным исследователей использование жидкого препарата было менее эффективно (Грозеску Ю.Н., Митрофанова М.А., 2004).

Из всего выше сказанного можно заключить, что комплексное и грамотное использование в промышленном рыбоводстве таких "инструментов" как биологически активные добавки, позволит существенно повысить производство рыбной продукции, эффективно использовать экономический потенциал выращивания рыбы в УЗВ.

2. Материал и методы исследований

В 2012-15 годах нами проводилось изучение влияния добавки «Абиопептид с йодом» на рост, развитие и товарные качества ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения.

Исследование проводилось на базе, научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции, межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» в соответствии с общей схемой исследований представленной на рисунке 7.

Для увеличения содержания йода в комбикорме для рыб опытных групп использовали биологически активную добавку - «Абиопептид с йодом», выпускаемую фирмой ООО «А-Био» г. Пущино, Московской области.

Биологически активная добавка «Абиопептид с йодом» представляет собой коричневую жидкость, с запахом напоминающим запах соевого соуса. Максимальное содержание йода в препарате «Абиопептид с йодом» достигало 0,50 мгк/мл, йод в составе препарата находился в наиболее доступной для усвоения и безвредной форме, в виде хелатного соединения с йодогоргоновой кислотой, в которой йод связан в устойчивый комплекс с аминокислотой.



Рисунок 7. Общая схема исследований

Препарат «Абиопептид» содержит 20-30 % свободных аминокислот и 70-80 % низших пептидов, характеризуется верхним пределом молекулярных масс около 5 КДа и отношением числа свободных аминогрупп к их общему числу, равным 0,4-0,6, практически не содержит сахаров, липидов и микроэлементов. Разработку оптимальной нормы скармливания повышенных доз йода проводили в ходе прогнозирующего и научно-производственного экспериментов.

2.1. Общая схема и условия проведения исследований

Для проведения первого опыта в аквариумной установке (Васильев А.А., Волков А.А., Гусева Ю.А. и др., 2010) были отобраны мальки ленского осетра, среднее значение массы которых в начале эксперимента было около 284 г. Методом аналогов сформировали контрольную и 5 опытных групп по 11 особей в каждой. Выращивание молоди проводили в аквариумах вместимостью 250 л. Продолжительность эксперимента составила 8 недель. Контрольная группа получала полнорационный тонущий гранулированный комбикорм с диаметром гранул 4 мм (ОР) и препарат «Абиопептид» не содержащий йод. Молодь 2-й, 3-й, 4-й, 5-й и 6-й опытных групп, получала тот же комбикорм с препаратом «Абиопептид с йодом», из расчета 0,10, 0,15, 0,20, 0,25 и 0,50 мг йода на 1 кг массы рыбы соответственно (табл. 4). Количество кормлений рыбы составляло 2 раза в сутки (Абросимова Н.А., 1997).

Второй опыт по изучению влияния повышенных доз йода на рост, развитие и товарные качества ленского осетра, проводили в установке замкнутого водоснабжения мощностью 1,5 т рыбы на базе ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. Для выращивания рыбы использовали бассейны, диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Продолжительность эксперимента составила 47 недель. Для проведения экспериментальных работ была использована молодь ленского осетра со средней навеской 130,50 г. При

проведении эксперимента, методом аналогов было сформировано 4 группы, контрольная и 3 опытных по 150 особей в каждой группе.

Таблица 4 - Схема первого опыта

Группа рыб	Количество особей	Состав рациона
1 контрольная	11	Гранулированный комбикорм с добавкой Абиопептид, из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы (ОР)
2 опытная	11	ОР с добавкой йода из расчета 0,10 мг на 1 кг массы рыбы
3 опытная	11	ОР с добавкой йода из расчета 0,15 мг на 1 кг массы рыбы
4 опытная	11	ОР с добавкой йода из расчета 0,20 мг на 1 кг массы рыбы
5 опытная	11	ОР с добавкой йода из расчета 0,25 мг на 1 кг массы рыбы
6 опытная	11	ОР с добавкой йода из расчета 0,50 мг на 1 кг массы рыбы

Контрольная группа получала полнорационный комбикорм с диаметром гранул 4 мм и «Абиопептид» не содержащий йод (ОР), а молодь 2-й, 3-й и 4-й опытных групп получала комбикорм с биологически активной добавкой «Абиопептид с йодом», содержащей йод из расчета 0,10, 0,20 и 0,50 мг на 1 кг массы рыбы, соответственно (табл. 5).

Оценку эффективности результатов выращивания ленского осетра в конце исследований определяли по рыбоводным, биологическим, физиологическим и биохимическим показателям.

Убой ленского осетра и определение соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили по согласно принятым в рыбоводстве

методам (Кудряшева А.А., Саватеева Л.Ю., Саватеев Е.В., 2007, Родина Т.Г., 2007). На основании полученных результатов была рассчитана экономическая эффективность использования повышенных доз йода в кормлении ленского осетра.

Таблица 5 - Схема второго опыта

Группа рыб	Состав рациона
1 контрольная	Полнорационный комбикорм (ОР) + «Абиопептид»
2 опытная	ОР + «Абиопептид с йодом» с содержанием йода из расчета 0,10 мг на 1 кг массы рыбы
3 опытная	ОР + «Абиопептид с йодом» с содержанием йода из расчета 0,20 мг на 1 кг массы рыбы
4 опытная	ОР + «Абиопептид с йодом» с содержанием йода из расчета 0,50 мг на 1 кг массы рыбы

Полученные в результате исследований биометрические данные обработаны общепринятыми методами (Лакин Г.Ф., 1990), с использованием программного пакета MS Excel 2007.

2.2. Корма и кормление рыбы

Кормление осетра в период первого опыта производилось 2 раза в сутки, утром с 7 до 8 часов и вечером с 19 до 20 часов.

Для этого использовался полнорационный, полностью экструдированный комбикорм, состоящий из:

- рыбной муки - 20,30 %,
- концентрата соевого белка - 10,00 %,
- кукурузного глютенa - 16,70 %,

- пшеницы -8,30 %,
- соевой муки - 17,00 %,
- рыбьего жира - 8,00 %,
- рапсовой муки - 10,00 %,
- прессованной сои - 8,70 %
- премикса - 1,00 %.

Диаметр гранул комбикорма соответствовал его маркировке (№4) и равнялся 4 мм, состав и питательность соответствовали данному периоду выращивания рыбы (табл. 6).

Таблица 6 - Питательность полнорационного комбикорма

Состав	Количество
Сырой протеин, %	47,00
Сырая клетчатка, %	2,80
Сырой жир, %	13,00
Зола, %	6,50
БЭВ, %	20,70
Фосфор, %	0,90
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,0
Железо, мг	60,0
Цинк, мг	120,0
Марганец, мг	60,00
Йод, мг	1,20
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,00
Пропилгаллат, мг	12,00
ЕРА + ДНА, мг	20,00
Обменная энергия, МДЖ	17,40

Во втором опыте рыбы так же получали этот комбикорм.

Получаемый рацион между группами рыб отличался только за счет дополнительного обогащения комбикорма добавкой «Абиопептид с йодом» для экспериментальных групп. Диаметр гранул корма составляет 4 мм. Дозировка йода в составе препарата «Абиопептид с йодом» для второй экспериментальной группы составляла 0,10 мг, для третьей экспериментальной группы это значение йода было, 0,20 мг и для четвёртой экспериментальной группы дозировка была 0,50 мг йода.

Для обогащения йодом комбикорма использовали дистиллированную воду. Соотношение корма и воды составляло 1:1, препарат скармливали рыбе из расчёта на 1 кг массы рыбы – 1 мл препарата. В воду добавляли необходимое количество «Абиопептида с йодом» (соответствующее массе рыб) и размешивали, до получения однородного раствора. Корм замачивался в растворе на 10-15 минут до полного его впитывания, после чего скармливался рыбе.

2.3. Химические и биохимические исследования

Определение химического состава корма проводили по стандартным методикам зооанализа (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1965).

Первоначальную влагу, определяли высушиванием навески корма при температуре 60-65 °С, до постоянного веса.

Гигроскопическую влагу определяли в термостате при температуре 100–105 °С, высушиванием навески корма до постоянного веса.

Содержание сырой клетчатки определяли методом Геннеберга и Штомана.

Определение сырой золы проводили сжиганием навески корма в муфельной печи.

Определение сырого жира проводили путём экстрагирования с помощью очищенного органического растворителя в аппарате Сокслета.

Для определения кальция использовали оскалатный метод.

Для определения фосфора использовали колориметрический метод.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) определяли расчетным методом.

Остальные макроэлементы, а также микроэлементы и витамины, которые не определяются стандартными методами, учитывались исходя из данных заявленных производителем комбикорма.

Определение гидрохимических параметров воды проводили в начале и конце экспериментов согласно общепринятым методикам (Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А., 1987).

Используя метод масс-спектрометрии (на масс-спектрометре Inductivity Coupled Plasma Mass Spectrometer с системой обработки данных VGPG ΣхCell по стандартной методике МВИ ЕРА 200.8), проводили аналитические исследования, по выявлению химических элементов в пробах воды.

Определение химического состава мышечной ткани рыбы выполняли согласно общепринятым методикам. Для этого определяли влагу высушиванием мышечной ткани, при температуре 100 – 105 °С в сушильном шкафу до постоянной массы. Определение общего азота проводили по методу Кьельдаля. При пересчете азота на протеин мышечной ткани использовали коэффициент 6,25; количество жира определяли методом Сокслета; золу определяли сжиганием навески в муфельной печи (Шепелев А.М., Кожухова О.И., 2001).

Анализ крови проводили в начале и конце прогнозирующего эксперимента. В научно- производственных исследованиях анализ крови проводили также и в середине эксперимента. Гормональный статус щитовидной железы определяли по уровню ТТГ, Т4 свободного, Т4 общего и Т3 на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа Chem Well 2009 (Т).

2.4. Гистологические исследования

Гистологические исследования тканей внутренних органов проводили по окончании прогнозирующего опыта. Картину изменения тканей изучали на гистологических препаратах, окрашивание которых проводили по методике Эрлиха, гематоксилин – эозином. Толщина гистологических срезов 4–7 мкм, изготовление микросрезов проводилось на микротоме «Mikrom HM450», с использованием парафиновых блоков кусочков органов, зафиксированных в жидкости Карнуа.

3. Результаты собственных исследований

3.1. Результаты первого опыта

3.1.1. Условия выращивания и кормления ленского осетра

Для успешного проведения исследований, необходимо было учесть две основные составляющие, качество условий содержания и кормления экспериментальной рыбы.

Базовыми условиями для содержания осетровых, являются физико-химические свойства воды и плотность посадки. Эти факторы обуславливают высокую скорость роста и сохранность рыбы. Вода, используемая в УЗВ, не должна содержать вредных веществ и примесей в количествах, превышающие установленные показатели приведённые в таблице 7, и отвечать требованиям, предъявляемым к физико-химическим характеристикам воды при разведении и выращивании осетровых (Чебанов М.С., Галич Е.В., 2013).

Большую роль, при выращивании осетровых, играет температурный режим. При оптимальной температуре 20-23 °С повышается эффективность использования кормов, что является важным фактором при выращивании рыбы в УЗВ. Если температура изменяется, это сказывается на потреблении кислорода, скорости роста и развития, а также на потреблении и перевариваемости корма (Матишов Г.Г., 2006).

Из приведенных ниже данных видно, что гидрохимические показатели воды соответствовали нормативам, необходимым для содержания осетровых.

Таблица 7 - Требования к качеству воды при разведении и выращивании осетровых рыб

Показатель	ПДК
Прозрачность	30 см
Цветность	30о
рН	7,0-8,0
Углекислота свободная	(CO ₂) 10,00 мг/л
Кислород растворенный	4,00 мг/л
Окисляемость перманганатная	10,00 мгО ₂ /л
Сероводород	0,002 мг/л
Кальций	180 мг/л1
Магний	40 мг/л
Кадмий	0,003 мг/л
Железо	0,01 мг/л
Свинец	0,003 мг/л
Цинк	0,03 мг/л
Натрий + Калий	120 + 50 мг/л
Хлориды	30 мг/л
Сульфаты	50 мг/л
Фосфаты	0,30 мг/л
Гидрокарбонаты (щелочность)	7,00-8,00 мг экв/л 1,00 -5,00 ммоль/л
Аммиак (NH ₄ ⁺)	0,50 мг/л
Азот аммиака (NH ₃)	0,003 мг/л
Азот нитритов	0,10 мг/л (мягкая вода) 0,20 мг/л (жесткая вода)
Азот нитратов	1,00 мг/л
Жесткость общая	6,00-8,00 мг/л
Биохимическая потребность в кислороде	(БПК ₅) 2,00 мгО ₂ /л
Взвешенные вещества	10,00 мг/л

Значение показателей гидрохимического состава воды в аквариумах приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Гидрохимический состав воды в аквариумах

Показатели	Значение
рН	6,00
Кислород, мг Ог/л	6,70-10,20
Цветность, градусы	20
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30
Азот нитритов, мг/л	0,01
Азот нитратов, мг/л	1,00
Фосфаты, мг/л	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,00
Хлориды, мг/л	0,25
Марганец, мг/л	0,01
Железо, мг/л	0,20

Показатели значений растворенного кислорода, водородный показатель (рН), соответствовали физиологическим нормативам.

Соблюдение норм плотности посадки рыбы, также является важным условием для успешного содержания осетровых. Согласно бионормативам посадки для выращивания осетровых рыб до массы 500 г (Матишов Г.Г., и др., 2008), плотность посадки равна 100-125 шт/м² (масса 5-200 г), 60-75 шт/м² (масса 300-500 г). Этот показатель при проведении предварительного эксперимента равнялся 11 особям на 250 литров воды со средней навеской 284 г, что соответствует бионормативам.

В период первого опыта кормление ленского осетра осуществлялось 2 раза в сутки, утром с 7 до 8 часов и вечером с 19 до 20 часов.

3.1.2. Влияние препарата «Абиопептид с йодом» на рост и развитие ленского осетра

Основными показателями влияния биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на рост и развитие рыбы, являются масса рыбы и затраты кормов на единицу прироста. Эти показатели дают объективную оценку результатов кормления и содержания рыбы, в период исследований.

При проведении первого опыта была отобрана молодь ленского осетра, среднее значение массы рыбы в начале эксперимента было 284 г. Используя метод аналогов, было сформировано 6 групп, 1 контрольная и 5 опытных по 11 особей в каждой. В ходе эксперимента были получены данные, представленные в таблице 9.

При проведении исследований было выяснено, что использование дозировок йода совместно с препаратом «Абиопептид» в концентрации 0,20-0,25 мг на 1 кг массы рыбы, дало наилучший результат по сравнению с другими дозировками. В контрольной группе было очевидное отставание в росте.

Из представленных данных по среднесуточному приросту за период эксперимента (табл. 10), лучшие результаты отмечены в 3-й и 4-й экспериментальных группах, где дозировка составляла соответственно 0,20 и 0,25 мг. В контрольной группе, где рыба не получала йода, так же было очевидное отставание в росте по отношению к другим опытным группам.

За период первого опыта было установлено, что рыбы из 4-ой и 5-ой опытных групп, набирали ихтиомассу быстрее по сравнению с другими группами. В контрольной, 2-ой, 3-ей и 6-ой группах наблюдалось отставание в росте. Наименьший результат был в третьей экспериментальной группе. Результат во второй группе был лучше по отношению к 3-ей. Результат в шестой группе был лучше по отношению и ко 2-ой и к 3-ей. Эти результаты возможно объяснить тем, что уровень йода в пределах 0,20-0,25 мг является оптимальным для жизнедеятельности рыбы. Более высокое значение йода в 0,50 мг замедляет рост молоди, что может быть вызвано интоксикацией.

Показатель абсолютного прироста в 4-ой опытной группе так же был выше по сравнению с другими группами (табл. 11).

Относительный прирост у ленского осетра за период исследований, в 4-ой опытной группе так же был выше по сравнению с другими группами (табл. 12).

На основании данных первого опыта мы предположили что дозировками для производственного испытания препарата «Абиопептид с йодом» следует считать 0,10, 0,20 и 0,50 мг на 1 кг массы рыбы, так как промежуточные значения в 0,15 и 0,25 мг не выявили значительного улучшения показателей икhtiомассы по сравнению с контролем и другими опытными группами.

Наибольший эффект от использования добавки был выявлен в 4-ой экспериментальной группе которая получала 0,20 мг, мы предположили что именно эта дозировка йода физиологически наиболее приемлема для рыбы, что способствует повышению её продуктивности и соответственно повышению рентабельности производства.

Суточную норму корма, рассчитывали исходя из содержания в воде растворенного кислорода, данных температуры воды и массы рыбы. Кормление осуществлялось вручную. В период кормления следили за поедаемостью корма. Кормовой коэффициент в период эксперимента был от 0,80 до 1,00. В результате ежедневного мониторинга кормления, определили, что кормовой коэффициент в контрольной группе на 0,10 меньше чем в остальных группах (табл. 13).

Таблица 9 - Динамика роста массы ленского осетра

Период эксперимента, нед.	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	280,80 ± 1,90	277,80 ± 2,40	289,40 ± 7,60	285,50 ± 2,70	288,80 ± 1,90	279,80 ± 3,00
2	310,90 ± 3,10	302,40 ± 1,10	303,90 ± 3,10*	320,40 ± 0,90*	317,20 ± 1,90*	306,40 ± 3,10*
3	321,30 ± 7,10	313,80 ± 2,20	317,80 ± 0,40*	332,80 ± 0,70*	329,20 ± 1,50*	318,80 ± 1,60*
4	332,90 ± 4,40	344,60 ± 5,20	341,30 ± 0,40*	334,80 ± 0,80*	335,30 ± 2,00*	324,80 ± 0,30*
5	356,50 ± 11,60	366,70 ± 2,40	370,20 ± 2,70*	354,90 ± 3,00*	355,10 ± 1,70*	326,90 ± 1,10*
6	367,20 ± 9,20	387,20 ± 5,30	380,10 ± 1,40*	358,90 ± 2,10*	358,10 ± 2,60*	349,70 ± 2,60*
7	380,10 ± 14,20	409,30 ± 6,70	402,10 ± 3,30*	375,80 ± 2,40*	373,50 ± 2,50*	375,50 ± 1,20*
8	396,30 ± 5,10	415,20 ± 3,00	414,50 ± 1,20*	405,30 ± 1,50*	403,80 ± 1,60*	400,90 ± 2,10*
Конец опыта	418,50 ± 5,70	422,50 ± 3,10	429,50 ± 1,50*	440,00 ± 0,40*	441,70 ± 1,50*	429,30 ± 2,40*
Средний прирост 1 особи, г	137,70	144,7	140,10	154,50	152,90	149,50

Примечание: * - P > 0,999

Таблица 10 – Среднесуточный прирост, г

Период эксперимента, нед.	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	4,30	3,50	2,10	5,00	4,10	3,80
2	1,50	1,60	2,00	1,80	1,70	1,80
3	1,70	4,40	3,40	0,30	0,90	0,90
4	3,40	3,20	4,10	2,90	2,80	0,30
5	1,50	2,90	1,40	0,60	0,40	3,30
6	1,80	3,20	3,10	2,40	2,20	3,70
7	2,30	0,80	1,80	4,20	4,30	3,60
8	3,20	1,00	2,10	5,00	5,40	4,10
В среднем за период	2,50	2,60	2,50	2,80	2,70	2,70

Таблица 11 – Абсолютный прирост, г

Период эксперимента, нед.	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	30,10	24,60	14,50	34,90	28,40	26,60
2	10,40	11,40	13,90	12,40	12,00	12,40
3	11,60	30,80	23,50	2,00	6,10	6,00
4	23,60	22,10	28,90	20,10	19,80	2,10
5	10,70	20,50	9,90	4,00	3,00	22,80
6	12,90	22,10	22,00	16,90	15,40	25,80
7	16,20	5,90	12,40	29,50	30,30	25,40
8	22,20	7,30	15,00	34,70	37,90	28,40
За период	137,70	144,70	140,10	154,50	152,90	149,50

Таблица 12 - Относительный прирост, %

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	10,70	8,90	5,00	12,20	9,80	9,50
2	3,30	3,80	4,60	3,90	3,80	4,00
3	3,60	9,80	7,40	0,60	1,90	1,90
4	7,10	6,40	8,50	6,00	5,90	0,60
5	3,00	5,60	2,70	1,10	0,80	7,00
6	3,50	5,70	5,80	4,70	4,30	7,40
7	4,30	1,40	3,10	7,80	8,10	6,80
8	5,60	1,80	3,60	8,60	9,40	7,10
За период	41,1	43,40	40,70	44,90	44,00	44,30

Таблица 13 – Суточная норма корма, г на группу

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	27,80	27,50	28,60	28,20	28,60	27,70
2	28,50	30,80	30,00	31,70	31,40	30,30
3	29,00	30,80	31,40	32,90	32,60	31,50
4	30,20	34,30	33,70	33,10	33,20	32,10
5	32,00	36,30	36,60	35,10	35,20	32,30
6	33,60	38,50	37,60	35,50	35,50	34,60
7	34,80	40,50	39,80	37,20	37,00	37,10
8	38,60	41,80	42,50	43,50	43,00	42,50

Таблица 14 - Скормлено комбикорма за период эксперимента, г

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	194,60	192,50	200,20	197,40	200,10	193,90
2	199,50	215,60	210,00	221,90	219,80	212,10
3	203,00	215,60	219,80	230,30	228,10	220,50
4	211,40	240,10	235,90	231,70	232,40	224,70
5	224,00	254,10	256,20	245,70	246,10	226,10
6	235,20	269,50	263,20	248,50	248,20	242,20
7	243,60	283,50	278,60	260,40	258,80	259,70
8	270,20	292,60	297,50	304,50	301,20	297,50
Итого	1781,50	1963,50	1961,40	1940,40	1934,70	1876,70

Таблица 15 – Потреблено обменной энергии комбикорма, МДж

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	3,39	3,35	3,48	3,43	3,48	3,37
2	3,47	3,75	3,65	3,86	3,82	3,69
3	3,53	3,75	3,82	4,01	3,97	3,84
4	3,68	4,18	4,10	4,03	4,04	3,91
5	3,90	4,42	4,46	4,28	4,28	3,93
6	4,09	4,69	4,58	4,32	4,32	4,21
7	4,24	4,93	4,85	4,53	4,50	4,52
8	4,70	5,09	5,18	5,30	5,24	5,18
Итого	31,00	34,16	34,13	33,76	33,66	32,65

Таблица 16 – Скормлено сырого протеина, г

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	91,46	90,48	94,09	92,78	94,05	91,13
2	93,77	101,33	98,70	104,29	103,31	99,69
3	95,41	101,33	103,31	108,24	107,21	103,64
4	99,36	112,85	110,87	108,90	109,23	105,61
5	105,28	119,43	120,41	115,48	115,67	106,27
6	110,54	126,67	123,70	116,80	116,65	113,83
7	114,49	133,25	130,94	122,39	121,64	122,06
8	126,99	137,52	139,83	143,12	141,56	139,83
Итого	837,31	922,85	921,86	911,99	909,31	882,05

Таблица 17 – Потребление препарата в сутки, мл на группу

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	3,09	3,06	3,18	3,14	3,18	3,08
2	3,28	3,33	3,34	3,52	3,49	3,37
3	3,39	3,45	3,50	3,66	3,62	3,51
4	3,51	3,79	3,75	3,68	3,69	3,57
5	3,62	4,03	4,07	3,90	3,91	3,60
6	3,70	4,26	4,18	3,95	3,94	3,85
7	3,81	4,50	4,42	4,13	4,11	4,13
8	3,90	4,77	4,72	4,82	4,44	4,67

Таблица 18 – Скормлено препарата за опыт, мл

Период эксперимента, неделя	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
1	21,62	21,39	22,28	21,98	22,24	21,54
2	23,94	23,28	23,40	24,67	24,42	23,59
3	24,74	24,16	24,47	25,63	25,35	24,55
4	25,63	26,53	26,28	25,78	25,82	25,01
5	27,45	28,24	28,51	27,33	27,34	25,17
6	28,27	29,81	29,27	27,64	27,57	26,93
7	29,27	31,52	30,96	28,94	28,76	28,91
За весь период	180,93	184,94	185,17	181,96	181,50	175,71

Анализ количества скормленных кормов показал, что в 2-ой и 6-ой экспериментальных группах это количество было ниже, по сравнению с другими группами оно составило соответственно 1781,50 г и 1876,70 г комбикорма, количество затраченной энергии было соответственно 33,76; 32,65 МДж, а переваримого протеина 911,99 и 882,05 г (табл. 14, 15, 16).

Затраты комбикорма на 1 кг прироста в контрольной группе составили 1,18 кг, во второй экспериментальной группе это значение было 1,23 кг, в третьей 1,27 кг, в четвертой 1,14 кг, в пятой 1,15 кг и в шестой 1,14 кг.

Количество препарата «Абиопептид с йодом» использованное за период предварительного эксперимента (табл. 17, 18) во 2-ой и 3-ей группах составило соответственно 184,94 мл и 185,17 мл, разница в количестве скормленной добавки в 4-ой и 5-ой группах была не значительной и составляла 181,96 мл и 181,50 мл, наименьшее количество «Абиопептида с йодомом» было скормлено в 6-ой группе 175,71 мл.

3.1.3. Развитие внутренних органов

Использование гистологических исследований в индустриальном рыбоводстве позволяет увидеть более полную картину влияния на организм рыбы, изучаемых кормовых добавок. Использование гистологических методов исследования даёт возможность отследить изменения положительного или отрицательного характера на все органы и ткани организма рыб на протяжении всего эксперимента, что позволяет более точно решать задачи возникающие в ходе исследовательской работы (Назаренко Л.Д., Никитина Л.П., Торопкин А.А., 1991).

Во время вскрытия экспериментальной рыбы был проведён осмотр внутренних органов (рис. 8). При проведения внешнего осмотра в опытных и контрольной группах существенных различий не обнаружено. Тело осетров

было гладким и блестящим. В полостях: постороннее содержимое отсутствовало, положение органов было анатомически правильное.



Рисунок 8 – Вскрытие осетра

По результатам осмотра было установлено, что поверхность жаберного аппарата у осетров компактная и сильно васкулиризированная. Это говорит о том, что они были насыщены большим количеством кровеносных сосудов.

Жаберная крышка закрывает жаберный аппарат по бокам головы защищая жабры от внешнего воздействия. Крышку окаймляла перепонка, которая приращена к межжаберному промежутку.

Под жаберной крышкой располагались четыре жаберные дуги. Жабры осетровых имеют эктодермальное происхождения. Жабры располагаются на жаберной дуге, по наружному краю дуги в два ряда расположены жаберные лепестки. Они разделены между собой жаберными перегородками.

На внутренней стороне жаберных дуг находились жаберные тычинки, они расположены в два ряда, а на внутренней поверхности жаберной крышки располагалась полужабра подъязычной дуги.

Жаберные тычинки служат для задерживания частичек пищи, а жаберные лепестки, имеют дыхательную поверхность. У основания жаберные лепестки сливаются друг с другом, а их свободные концы расходятся. Жаберные лепестки двух соседних между собой жаберных дуг плотно прилегают друг к другу, образуя жаберную решетку, через которую проходит вода. Основу жаберного лепестка составляет костистый скелет, который удерживает их в точном и постоянном отношении друг к другу и к другим лепесткам. Поперек жаберного лепестка располагаются складки, называемые жаберные лепесточки. Они представляют собой активную дыхательную поверхность и покрыты плотной сетью кровеносных капилляров. От этого у них насыщенный красный цвет. Патологий в их развитии нами не обнаружено. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы, так же нами не обнаружено.

Цвет сердца у осетров розовый. Масса сердца в 4-ой опытной группе была на 0,10 % выше, чем в контрольной, 2-ой, 3-ей, 5-ой и 6-ой опытных группах. В гистологическом строении, в опытных и контрольной группах различий так же не обнаружено (рис. 9).



Рисунок 9 – Сердце ленского осетра

Пищеварительная система рыб состоит из глотки, пищевода, толстого и тонкого отделов кишечника, поджелудочной железы и печени (рис. 10).

Слизистая рото-глоточной области у ленского осетра имела цвет от светло-розового до серого, поверхность была гладкая и блестящая.

Слизистая пищевода у исследуемой рыбы была бледно-розового цвета, поверхность гладкая и блестящая, собрана в не расправляющиеся продольные складки. Ширина пищевода во многом зависит от питания рыб. Так у хищных рыб пищевод как правило, широкий, у рыб питающихся донными беспозвоночными относительно узкий. Пищевод у осетров без видимого разграничения переходит в желудок, он в свою очередь разграничен с кишечником сфинктером.

Слизистая тонкого и толстого отделов кишечника у ленского осетра была от светло-розового до темно-серого цвета, поверхность гладкая и блестящая.



Рисунок 10 – Пищеварительная система ленского осетра

Печень рыбы в 6-ой экспериментальной группе, которой скармливалось 0,50 мг йода на 1 кг массы рыбы, была красного цвета, сосуды кровенаполнены. Состояние печени у остальных рыб было нормальным (рис. 11).



Рисунок 11– Печень ленского осетра

Желчный пузырь ленского осетра был заполнен прозрачной, жидкой, темно-желтой желчью, ткань желчного пузыря прозрачная.

Селезенка ленского осетра имеет красный цвет, края острые, плотной консистенции (рис. 12).



Рисунок 12 – Селезенка ленского осетра

Почки ленского осетра были красного цвета, это отчетливо видно на снимке микросреза (рис. 13). Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное полнокровие сосудистых петель. Капсулы клубочков были без патологий. Нами была замечена незначительная инфильтрация лимфоцитов в паренхиматозные ткани почек. В почечных канальцах изменения не выявлены, эпителий канальцев имел четкие границы.

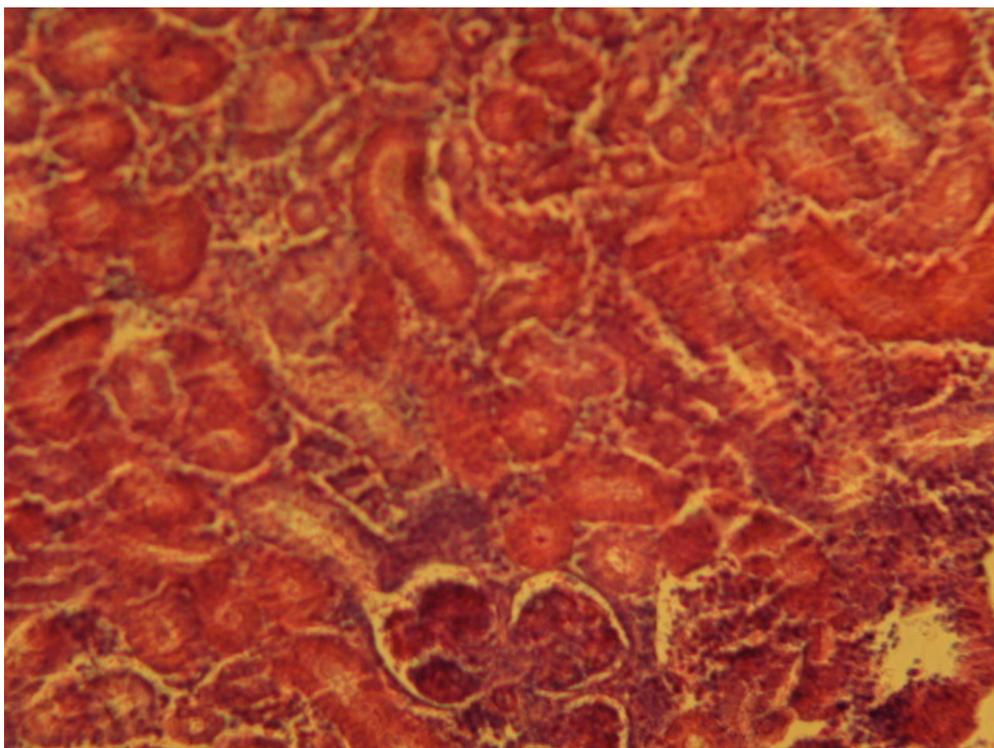


Рисунок 13 – Микросрез почки ленского осетра Г.Э.х400.

В почках структура нефрона у всех исследованных нами рыб почти не отличалась. В тоже время почечные тельца широко варьировали в размерах. Например встречались крупные, увеличенные в объеме тельца, наряду с которыми наблюдались очень мелкие тельца, с небольшими капиллярными клубочками. Дистрофические и некробиотические изменения тканей почек нами не выявлены.

Гистологические исследования печени изменений не выявили, гепатоциты многоугольной формы, ядра гепатоцитов расположены центрально, печеночные вены четко контурированные.

У одной особи из 6-ой экспериментальной группы в печени выявлено расширение просвета кровеносных сосудов с наличием форменных элементов крови в них, а так же небольшая инфильтрация лимфоцитов вокруг центральных печеночных вен (рис. 14).

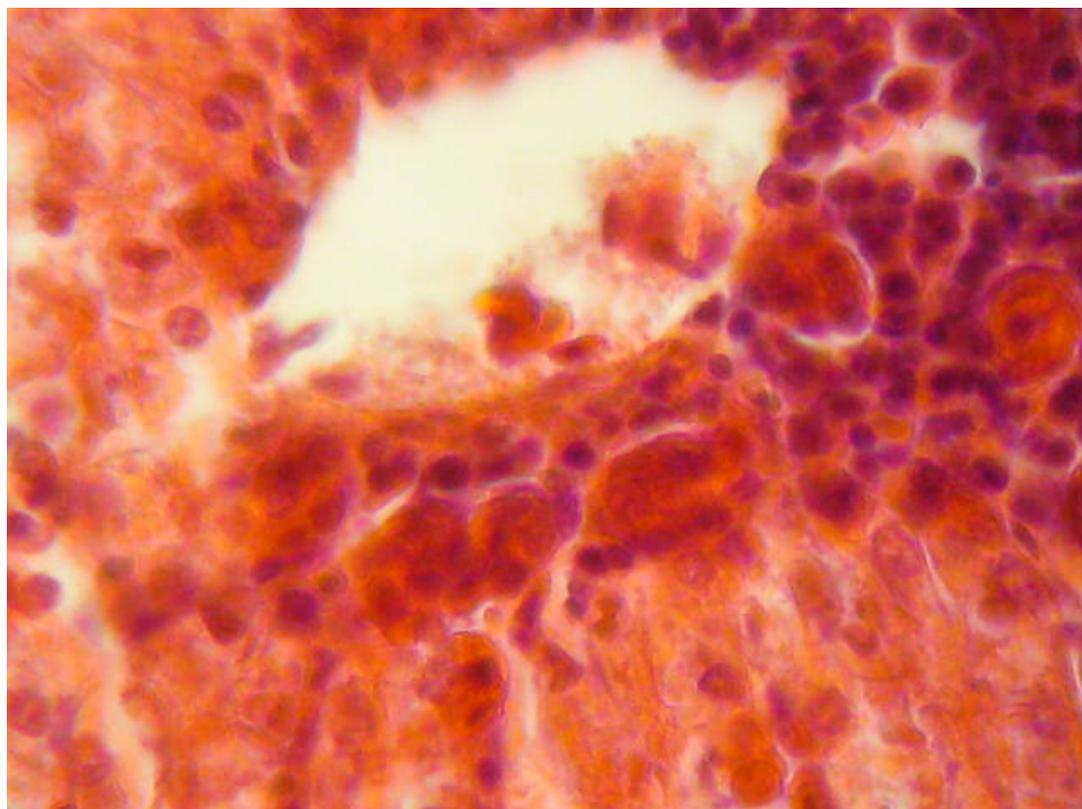


Рисунок 14 - Микросрез печени. Инфильтрация лимфоцитов вокруг печеночной артерии. Г.Э.х100

Гепатоциты увеличены в объеме, цитоплазма прозрачная, содержит значительных размеров светлые полости, ядра смещены к периферии клетки (рис. 15).

В тонком отделе кишечника нарушение тинкториальных свойств тканей нами не обнаружено. Оболочки стенки кишечника были четко контурированы, а ворсинки слизистой оболочки тонкого кишечника хорошо выражены.

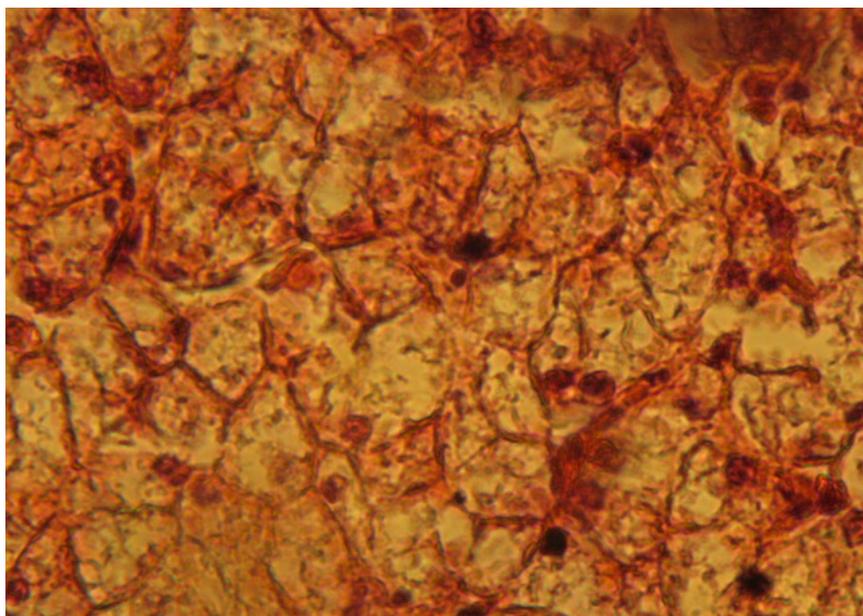


Рисунок 15 – Микросрез печени

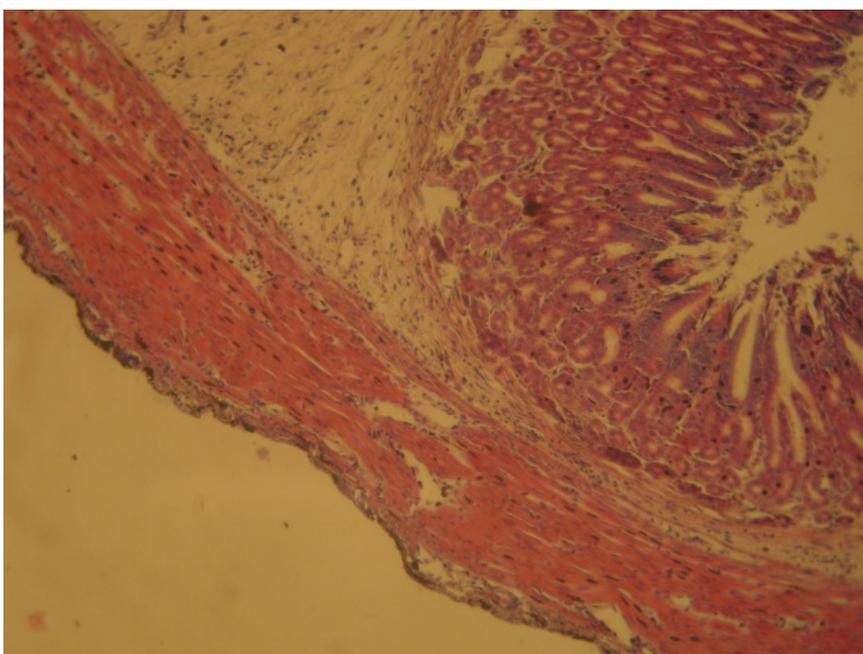


Рисунок 16 - Микросрез толстого кишечника

В пластинке слизистой оболочки и в мышечном слое наблюдались небольшие отеки. Подобная гистологическая картина наблюдалась во всех группах.

В толстом отделе кишечника нарушение тинкториальных свойств тканей не обнаружено. Оболочки стенки кишечника четко контурированы (рис. 16).

Таблица 19 – Масса внутренних органов

Наименование	Группа											
	1-контрольная		2-опытная		3-опытная		4-опытная		5-опытная		6-опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце, г	0,80±0,50	0,20	0,80±0,20	0,20	0,70±0,20	0,20	1,20±0,30	0,30	0,80±0,20	0,20	0,80±0,50	0,20
Печень, г	13,50±0,50	3,90	13,00±0,40	3,70	10,40±0,50	3,10	11,80±0,40	3,30	10,40±0,50	3,10	12,10±0,30	3,50
Желудок, г	5,30±0,70	1,50	4,60±0,80	1,30	5,40±0,60	1,50	5,20±0,80	1,50	4,60±0,80	1,30	9,80±0,80	2,90
Спиральный клапан, г	5,60±0,40	1,00	3,20±0,70	0,90	3,50±0,60	1,00	4,10±0,30	1,20	3,50±0,60	1,00	2,80±0,20	0,80
Кишечник, г	9,20±0,60	2,70	6,40±0,70	1,90	8,20±0,20	2,30	7,90±0,60	2,20	6,40±0,60	1,90	6,40±0,60	1,90

При вскрытии у ленского осетра хорошо виден плавательный пузырь он сообщается с пищеводом воздушным потоком. Он имеет форму мешка разделенного на две части, серебристого цвета, расположенного между позвоночником и кишечником, изнутри покрыт многорядным эпителием, в стенках которого располагаются гладкие мышечные волокна. Патологий в развитии плавательного пузыря нами не выявлено. Достоверных различий в гистологическом строении в образцах от рыб всех групп не обнаружено.

В таблице 19 показаны результаты взвешивания внутренних органов, они показывают, что масса органов находилась в физиологической норме, отклонений не наблюдалось.

Результаты наших исследований показали, что использование биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказало отрицательного влияния на развитие внутренних органов рыбы.

3.1.4. Биохимические показатели крови и качество мышечной ткани

В ходе эксперимента мы изучили гематологические показатели исследуемых рыб, так как они дают возможность глубже изучить влияние препарата на их организм (Серпунин Г.Г., 2002, Зименс Ю.Н., Поддубная И.В., Васильев А.А., 2015, Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., 2013, Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. 2013). Для этого использовали гепаринизированные пробирки, в которые собирали кровь, полученную путем пункции сердца рыб (рис. 17, 18).

После завершения центрифугирования, в плазме крови определяли уровень тиреоидных гормонов на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа. В результате определения установили концентрацию тиреоидных гормонов в сыворотке крови ленского осетра (табл. 20).



Рисунок 17. Взятие проб крови



Рисунок 18. Пункция сердца

Таблица 20 - Концентрация гормонов щитовидной железы
ленского осетра

Группы	Концентрация гормонов		
	T4 общ. нмоль/л	T4 своб. нмоль/л	T3 нмоль/л
1- контрольная	16,46±0,08	7,66±0,88	0,20±0,02
2- опытная	17,93±0,29	10,06±0,14*	0,33±0,06
3- опытная	22,13±0,58	11,93±1,73*	0,78±0,06***
4- опытная	23,06±1,61	16,63±0,78***	0,43±0,03***
5 опытная	22,13±0,58***	11,53±1,70	0,35±0,06
6- опытная	24,13±5,63	11,23±1,58	0,52±0,01**

*P>0,95; ** P>0,99; ***P>0,999

Из полученных данных видно, что количество общего тироксина в сыворотке крови рыб увеличивается с повышением дозировки йода, а количество свободного тироксина возрастает при добавлении органического йода в дозах 0,10, 0,15, 0,20 и 0,25 мг.

Изменение количества трийодтиронина незначительное. Тироксин является доминирующим гормоном, вырабатываемым щитовидной железой. В связи с этим можно предположить, что выработка гормона T4 зависит от йода поступающего с кормом, чем выше количество йода поступающего в организм с кормом, тем интенсивнее образуется T4.

Исследования выявили, что щитовидная железа рыбы синтезирует T3 в не большом количестве, вероятно это связано с тем, что основная выработка T3 у рыб происходит в периферических тканях в результате ферментативного расщепления T4 при участии дейодиназ (Sweeting R.M., Eales J.G., 1992).

Внесение добавки «Абиопептида с йодом» в комбикорм, привело к повышению инкреторной активности щитовидной железы.

В результате эксперимента выявлено, что ленский осетр, получавший в своём рационе йод, был более устойчив к стрессам и показывал более высокие темпы роста массы.

На основании результатов прогнозирующего эксперимента можно сделать вывод, что использование повышенных норм йода в кормлении пресноводной рыбы позволяет улучшить её продуктивные качества.

Увеличение содержания йода в рыбе является одним из эффективных путей обеспечения этим микроэлементом населения. Целью наших исследований является установить динамику накопления йода в мышечной ткани пресноводных рыб.

Содержание йода определяли методом постоянноточковой инверсионной вольтамперометрии с углеродным электродом, на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА», путём выполнения измерений массовой концентрации йода в продовольственных продуктах (табл. 21).

Таблица 21 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра

Группа	Содержание йода мкг/кг
1- контрольная	56,80±0,92
2- опытная	65,70±0,79***
3- опытная	76,60±0,61***
4- опытная	77,60±0,49***
5- опытная	75,60±0,46***
6- опытная	45,60±0,66

*P>0,95; ** P>0,99; ***P>0,999

Из таблицы 21 видно, что самое высокое содержание йода, обнаружено в 3 опытной группе которой скармливалось 0,20 мг йода и составило 77,60 мкг/кг что на 36,60 %, выше чем в контрольной группе. Во 2-ой опытной группе содержание йода было на 15,60 % выше по сравнению с контролем, в 3-ей опытной на 34,80 % и 5-ой опытной на 33 % выше по отношению к контролю.

Наименьшее содержание йода обнаружено в 6-ой опытной группе, где рыбе скармливалось 0,50 мг йода и составила 45,60 мкг/кг, что на 24,50 % меньше результата контрольной группы. Из выше изложенного можно предположить, что чем больше йода получает рыба с кормом, тем меньше его накапливается в мышечной ткани. Вероятно повышенное количество йода, сверх физиологической нормы, вызывает интоксикацию организма и включаются механизмы его выведения.

3.1.5. Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Для органолептической оценки влияния добавки «Абиопептид с йодом» на вкусовые качества ленского осетра были приготовлены, бульон и отварное мясо. Экспертной группой была проведена дегустация и дана органолептическая оценка качества мышечной ткани рыб и бульона приготовленных из подопытных групп. Эти показатели оценивались по ряду качеств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на научных принципах.

Оценивали вареное рыбное мясо по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету (табл. 22).

Таблица 22 - Среднеарифметическая оценка дегустации мяса

Группа	Вкус	Сочность	Запах	Жесткость	Волокнистость	Цвет	Итого
1- контрольная	4,3	4,3	4,8	4,1	4,3	4,7	26,2
2- опытная	4,6	4,3	4,7	4,5	4,5	4,7	27,3
3- опытная	4,3	4,5	4,6	4,1	4,2	4,5	26,2
4- опытная	4,6	4,7	4,8	4,5	4,6	4,7	27,9
5- опытная	4,4	4,5	4,4	4,3	4,3	4,4	26,3
6- опытная	4,2	4,5	4,5	4,2	4,4	4,7	26,5

Результаты оценки мяса по 6-ти показателям указывают на высокое качество мяса рыб опытных групп. Оно отличается по вкусовым качествам, сочности и мягкости, эти показатели лучше чем у мяса рыб контрольной группы. Запах и цвет мяса опытных групп не уступал контрольной группе.

Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (табл. 23).

Таблица 23 - Среднеарифметическая оценка дегустации бульона

Группа	Вкус	Цвет	Навари стость	Аро мат	Капельки жира	Прозрач ность	Итого
1- контрольная	4,4	4,8	4,6	4,3	4,5	4,5	27,1
2- опытная	4,1	4,3	4,5	3,9	4,2	3,9	24,9
3- опытная	4,3	4,4	4,3	3,7	4,1	4,5	25,3
4- опытная	4,1	4,6	4,6	4,2	4,5	4,6	26,6
5- опытная	4,2	4,2	4,2	4,1	4,2	4,1	25,0
6- опытная	3,6	4,7	4,2	3,8	3,8	3,9	24

Результаты дегустации бульона, полученного при варке мяса рыб контрольной группы, по большинству показателей незначительно превосходил бульон опытных групп.

По итогам дегустации выяснилось, что использование в кормлении ленского осетра добавки «Абиопептид с йодом» в дозировке 0,10 мг, 0,15 мг, 0,20 мг, 0,25 мг и 0,50 мг на 1 кг массы рыбы не оказало достоверного влияния на вкусовые качества мяса ленского осетра в опытных группах. В тоже время вкусовые качества бульона из рыбы опытных групп оказались не значительно ниже, чем вкусовые качества бульона контрольной группы.

3.1.6. Товарные качества ленского осетра

Рыба имеет огромное значение в питании человека, её мясо это один из важнейших источников белка и незаменимых компонентов питания (Зименс Ю.Н., Поддубная И.В., Васильев А.А., 2015). В разных странах мира, рыба в рационе населения занимает от 17 до 83 %. Анализ потребления рыбной продукции показал, что рост её потребления на прямую влияет на увеличение продолжительности жизни, а оптимальный уровень потребления рыбы рекомендуемый Институтом питания АМН России составляет 23,7 кг в год на человека (Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М., 2011, Репников Б.Т., 2007).

Мясо осетров является в гастрономическом отношении деликатесом. Оно имеет белый цвет и жировые прослойки от ярко-желтого до оранжевого цвета. Жир осетров легкоусвояемый, что благотворно влияет на снижение уровня холестерина в крови. Регулярное употребление его мяса способствует снижению риска развития заболеваний сердца и сосудов (Потапова Н., 2012). По калорийности и содержанию полезных веществ не уступает мясу теплокровных, по легкости усвояемости его превосходит.

К товарным качествам рыбы относятся, процент выхода съедобных частей, а так же соотношение воды, белка и жира. Мясо осетровых в зависимости от вида содержит (в %): воды – 62-70, белка – 16-18, жира – 6-15. Выход съедобных частей у осетровых может достигать 90 %, у лососевых он составляет 50 – 60 %, у карповых около 45 % (Заиграева Л.И., Дарбакова Н.В., 2010).

В ходе нашего эксперимента по выращиванию ленского осетра в установке с замкнутым циклом водоснабжения и использованием гранулированного комбикорма, был произведён контрольный убой, для этого были отобраны особи со средней массой 348 г. (табл. 24).

Таблица 24 – Результаты убоя ленского осетра

Показатели	Группа											
	1-контрольная		2-опытная		3-опытная		4 - опытная		5 - опытная		6 - опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	346,4±8,5	100,0	344,0±6,1	100,0	359,5±7,3	100,0	355,2±9,0	100,0	342,4±6,5	100,0	342,4±7,5	100,0
Масса: головы и плавников	110,0±5,9	31,8	113,0±8,6	32,9	115,0±6,9	32,0	111,6±7,1	31,3	113,3±5,3	33,0	113,3±8,3	33,0
кожи	35,0±2,7	10,1	40,0±3,0	11,6	41,0±2,9	11,4	32,6±2,4	9,0	37,0±2,6	10,8	37,0±2,2	10,8
хрящевой ткани	28,0± 2,3	8,1	27,0±2,6	7,9	29,0±3,5	8,1	27,3±3,8	7,6	27,0±2,1	7,9	27,0±2,4	7,9
мышечной ткани	128,0±5,8	36,9	123,0±4,3	35,8	135,3±6,2	31,8	140±8,5	39,4	120,6±4,6	35,1	120,6±5,6	35,1
жабр, слизи, крови, пол, жидкости	13,0±3,8	3,7	10,0±4,5	2,9	14,0±4,3	3,6	15,1±5,8	4,2	12,6±5,4	3,5	12,6±6,4	3,5
Съедобных частей	251,5±4,1	73,3	252,0±5,3	73,3	257,4±6,1	71,9	268,8±4,2*	75,7	246,0±5,8	71,9	246,0±7,8	71,9
Несъедобных частей	66,9±4,6	18,9	65,0±4,5	18,9	72,0±5,3	20,1	62,4±6,8	17,6	69,4±4,5	20,2	69,4±5,5	20,2
Съедобных и условно съедобных частей, г	279,5±8,3	80,1	279,0±6,8	81,1	287,2±7,3	80,0	292,8±5,5*	82,4	273,0±4,7	79,8	273,0±6,7	79,8

*P>0,95; ** P>0,99; ***P>0,9

При средней массе ленского осетра выход съедобных и условно съедобных частей был выше у особей 4-ой группы, которой скармливали добавку «Абиопептид с йодом» в количестве 0,20 мг на 1 кг массы (табл. 24). Этот показатель был выше на 2,3 % в сравнении с контрольной и на 3,4 % по сравнению с 6-ой группой получавшей 0,50 мг йода на 1 кг массы. Выход несъедобных частей в 4-ой опытной группе не превышал 17,6 %, в контрольной и 2-ой опытной группах он был 18,9 %, а в 3-ей, 5-ой и 6-ой опытных группах выход несъедобных частей составил 20,1-20,2 %. Полученные результаты, говорят об увеличении убойного выхода рыбы, получавшей биологически активную добавку «Абиопептид с йодом» в количестве 0,20 мг на 1 кг массы рыбы.

3.1.7. Экономическая эффективность использования препарата «Абиопептид с йодом»

По завершении эксперимента нами была рассчитана экономическая эффективность скармливания добавки «Абиопептид с йодом» в рационе ленского осетра. Полученные результаты, представлены в таблице 25. Они показывают, что в опытных группах прирост массы рыбы превышал прирост массы рыбы из контрольной группы. В 4-ой опытной группе он был наибольшим и составил 1,70 кг. Это говорит о положительном влиянии добавки «Абиопептид с йодом» на увеличение продуктивности ленского осетра. Из экономических расчетов видно, что стоимость использованного комбикорма с добавкой в контрольной группе была меньше, чем в опытных, а наибольшая прибыль была получена от реализации рыбы в 4-ой опытной группе. Данная разница позволила получить дополнительную прибыль в 4-ой опытной группе на 97,54 руб. больше, чем в контрольной. Полученные данные, подтверждают экономическую эффективность использования в кормлении ленского осетра добавки «Абиопептид с йодом», с содержанием йода 0,20 мг/мл.

Таблица 25 – Экономическая эффективность применения добавки «Абиопептид с йодом»

Показатели	Группа					
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная	6- опытная
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	1,78	1,96	1,96	1,94	1,93	1,88
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	106,89	117,81	117,68	116,42	116,08	112,60
Стоимость 1 л препарата, руб.	212,50	212,60	212,65	212,80	212,90	213,00
Скормлено препарата, мл	198,09	218,36	218,18	215,69	212,60	208,40
Стоимость скормленного препарата, руб.	42,09	46,42	46,40	45,90	45,26	44,39
Стоимость скормленного комбикорма с препаратом, руб.	148,98	164,23	164,08	162,32	161,34	156,99
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Валовый прирост массы рыбы, кг	1,51	1,59	1,54	1,70	1,68	1,64
Выручка от реализации прироста рыбы, руб.	908,82	955,02	924,66	1019,70	1009,14	986,70
Прибыль от реализации, руб.	759,84	790,79	760,58	857,38	847,80	829,71
Дополнительно полученная прибыль, руб.		30,95	0,74	97,54	87,96	69,87

3.2. Результаты второго опыта

3.2.1. Условия выращивания и кормления ленского осетра

При выращивании осетров, во время проведения производственного эксперимента температура соответствовала технологическим требованиям и колебалась в пределах от 19 до 24 °С.

Значения показателей гидрохимического состава воды в бассейнах незначительно отличались от показателей гидрохимического состава, в прогнозирующем эксперименте и так же соответствовала технологическим нормам (табл. 26). И различались по показателям рН который колебался в пределах от 7,0 до 8,2.

Таблица 26 – Гидрохимический состав воды в бассейнах

Показатели	Значения
Кислород, мг/л	6,20-7,30
рН	7,0-8,2
Цветность, градус	18,0-20,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,20-0,27
Азот нитритов, мг/л	0,006-0,012
Азот нитратов, мг/л	0,17-0,34
Хлориды, мг/л	22,40-26,50
Железо, мг/л	0,25-0,38
Фосфаты (PO ₄), мг/л	0,15-0,23
Кальций, мг-экв/л	1,30-2,10
Жесткость общая, мг-экв/л	2,90-3,50
Температура, °С	19-24

Так же были соблюдены нормы плотности посадки рыбы 150 шт. на 1,7 м² площади дна бассейна, что также является важным условием для успешного содержания осетровых.

В период научно-производственного эксперимента кормление ленского осетра осуществлялось вручную 2 раза в сутки, утром с 7 до 8 часов и днем с 16 до 17 часов. Кормовые коэффициенты и суточные нормы кормления представлены в таблице 27.

Таблица 27 - Суточные нормы кормления рыбы, г на группу

Период эксперимента, недели	Кормовой коэффициент %	Группа			
		1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5	6
1	0,80	0,16	0,15	0,16	0,16
2	0,80	0,18	0,18	0,17	0,17
3	0,80	0,19	0,19	0,19	0,19
4	0,80	0,20	0,20	0,22	0,20
5	0,80	0,20	0,21	0,22	0,21
6	0,80	0,24	0,25	0,24	0,36
7	0,70	0,22	0,23	0,24	0,23
8	0,70	0,23	0,25	0,26	0,25
9	0,70	0,25	0,26	0,28	0,27
10	0,70	0,25	0,27	0,29	0,28
11	0,70	0,28	0,27	0,31	0,30
12	0,70	0,30	0,31	0,33	0,32
13	0,70	0,33	0,34	0,36	0,35
14	0,70	0,35	0,35	0,39	0,38
15	0,70	0,36	0,37	0,42	0,40
16	0,70	0,38	0,39	0,44	0,42

продолжение таблицы 27

1	2	3	4	5	6
17	0,70	0,38	0,39	0,46	0,43
18	0,70	0,40	0,40	0,47	0,44
19	0,70	0,42	0,42	0,49	0,46
20	0,70	0,43	0,45	0,51	0,47
21	0,70	0,45	0,49	0,54	0,49
22	0,70	0,51	0,51	0,57	0,52
23	0,70	0,52	0,54	0,59	0,54
24	0,70	0,54	0,55	0,60	0,55
25	0,70	0,58	0,59	0,62	0,60
26	0,70	0,59	0,61	0,64	0,63
27	0,70	0,61	0,63	0,66	0,64
28	0,70	0,62	0,65	0,68	0,66
29	0,70	0,64	0,66	0,70	0,68
30	0,70	0,66	0,68	0,72	0,70
31	0,70	0,67	0,69	0,73	0,72
32	0,70	0,69	0,71	0,75	0,73
33	0,70	0,71	0,73	0,77	0,75
34	0,70	0,72	0,74	0,79	0,77
35	0,70	0,74	0,76	1,15	0,79
36	0,70	1,18	1,23	0,82	0,80
37	0,60	1,20	0,68	0,72	0,70
38	0,60	0,67	0,70	0,74	0,72
39	0,60	0,68	0,71	0,75	0,73
40	0,60	0,70	0,73	0,76	0,75
41	0,60	0,71	0,74	0,78	0,76
42	0,60	0,72	0,75	0,79	0,77
43	0,60	0,73	0,76	0,80	0,78

1	2	3	4	5	6
44	0,60	0,75	0,78	0,82	0,79
45	0,60	0,76	0,79	0,83	0,79
46	0,60	0,77	0,81	0,85	0,80
47	0,60	0,79	0,82	0,86	0,81

Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы во 2-ой и 3-ей экспериментальных группах были ниже и составили соответственно 1,49 кг и 1,50 кг, по сравнению с контрольной и 4-ой экспериментальной группами где эти показатели составили 1,55 кг и 1,52 кг комбикорма соответственно (таблица 28).

Таблица 28 - Затраты кормов на 1 кг прироста, кг

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
1	1,49	0,78	1,58	1,26
2	0,81	0,93	1,46	1,35
3	0,78	0,82	0,47	0,64
4	1,38	1,44	0,52	0,80
5	1,42	0,94	2,32	0,84
6	0,33	0,29	0,58	2,56
7	0,77	0,86	0,37	0,32
8	1,47	0,72	0,67	0,49
9	0,89	1,60	0,93	1,00
10	2,12	1,06	1,25	1,26
11	0,44	2,97	0,96	0,74

продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5
12	1,01	0,48	0,79	0,89
13	0,50	0,50	0,45	0,55
14	0,89	2,16	0,75	0,64
15	1,70	0,73	0,74	0,70
16	1,06	1,52	0,99	1,27
17	2,44	2,44	1,44	1,94
18	1,42	1,76	2,23	1,58
19	1,12	1,17	1,19	1,62
20	1,25	0,72	0,93	1,51
21	1,07	0,67	1,13	1,73
22	0,48	0,99	0,93	0,75
23	1,43	1,23	1,22	1,74
24	2,40	1,75	2,20	1,74
25	0,70	0,67	1,62	0,63
26	1,80	1,54	1,48	1,03
27	1,65	1,73	1,99	2,06
28	2,45	1,94	1,77	1,66
29	2,00	2,11	1,52	1,67
30	1,80	2,00	1,72	1,82
31	2,09	3,93	2,57	2,36
32	2,01	1,81	1,90	2,05
33	1,95	1,77	2,06	2,00
34	2,37	2,63	2,20	2,36
35	1,91	1,42	3,50	1,99
36	3,94	4,00	2,07	1,94
37	4,76	2,07	1,90	1,88
38	1,94	2,09	2,18	2,19

1	2	3	4	5
39	1,98	1,93	2,46	2,50
40	2,18	2,28	2,05	1,96
41	2,15	2,49	2,47	2,63
42	2,78	2,77	2,36	2,35
43	2,62	2,37	2,56	8,29
44	2,21	2,44	2,63	3,20
45	2,68	2,14	2,51	5,35
46	2,58	2,30	2,49	3,42
47	2,17	2,33	2,29	3,10
В среднем за опыт	1,55	1,49	1,50	1,52

Наименьшие затраты протеина на один кг прироста отмечены в 3-ей группе они составили 750 г, а наибольшие затраты зафиксированы были в 4-ой группе и составили 840 г (табл. 29).

Таблица 29 - Затраты протеина на 1 кг прироста, г

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
1	0,70	0,37	0,74	0,59
2	0,23	0,18	0,34	0,29
3	0,34	0,36	0,19	0,28
4	0,62	0,65	0,22	0,35
5	0,74	0,48	1,22	0,43
6	0,15	0,13	0,28	0,71

продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5
7	0,39	0,44	0,17	0,24
8	0,67	0,31	0,29	0,21
9	0,39	0,73	0,41	0,45
10	0,97	0,47	0,57	0,57
11	0,18	1,37	0,43	0,32
12	0,45	0,20	0,35	0,40
13	0,21	0,21	0,19	0,24
14	0,39	0,99	0,33	0,28
15	0,78	0,32	0,33	0,31
16	0,48	0,69	0,44	0,57
17	1,12	1,12	0,65	0,89
18	0,65	0,81	1,03	0,72
19	0,50	0,52	0,54	0,74
20	0,56	0,31	0,41	0,68
21	0,48	0,29	0,51	0,79
22	0,20	0,44	0,42	0,33
23	0,65	0,56	0,55	0,79
24	1,11	0,80	1,01	0,80
25	0,31	0,29	0,74	0,27
26	0,82	0,70	0,67	0,46
27	0,75	0,79	0,91	0,95
28	1,13	0,89	0,81	0,76
29	0,92	0,97	0,69	0,76
30	0,82	0,92	0,79	0,83
31	0,96	1,83	1,18	1,09
32	0,92	0,83	0,87	0,94
33	0,89	0,81	0,94	0,92

окончание таблицы 29

1	23	3	4	5
34	1,09	1,21	1,01	1,08
35	1,02	0,76	1,13	1,07
36	1,16	1,17	1,59	1,04
37	2,20	1,74	1,02	1,01
38	1,64	0,96	1,01	1,01
39	0,91	0,89	1,14	1,16
40	1,01	1,05	0,95	0,90
41	0,99	1,15	1,14	1,22
42	1,28	1,28	1,09	1,09
43	1,21	1,09	1,18	3,87
44	1,02	1,13	1,22	1,48
45	1,24	0,98	1,16	2,49
46	1,19	1,06	1,15	1,59
47	1,00	1,07	1,06	1,44
В среднем за опыт	0,80	0,77	0,75	0,84

По затратам энергии на кг прироста наименьший показатель был зафиксирован в 3-ей опытной группе и составил 27,62 МДж, наибольший показатель был отмечен в 4-ой опытной группе и составил 31,02 МДж (табл. 30).

Таблица 30 - Затраты энергии на 1 кг прироста, МДж

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
1	25,93	13,57	27,49	21,92

продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5
2	8,36	6,66	12,50	10,60
3	12,55	13,33	7,18	10,21
4	23,00	24,16	8,12	12,95
5	27,28	17,66	45,16	15,76
6	5,63	4,73	10,51	26,39
7	14,41	16,19	6,48	8,79
8	24,73	11,63	10,78	7,61
9	14,62	27,00	15,27	16,54
10	36,09	17,54	20,98	21,03
11	6,72	50,79	15,91	11,97
12	16,65	7,42	12,86	14,65
13	7,89	7,79	7,00	8,80
14	14,55	36,73	12,24	10,32
15	28,79	11,84	12,09	11,33
16	17,62	25,58	16,33	21,24
17	41,56	41,63	24,16	32,94
18	23,90	29,81	38,02	26,55
19	18,69	19,42	19,82	27,40
20	20,88	11,66	15,32	25,36
21	17,71	10,88	18,74	29,21
22	7,45	16,43	15,37	12,23
23	24,02	20,57	20,41	29,42
24	40,94	29,66	37,45	29,50
25	11,30	10,74	27,30	10,05
26	30,41	25,94	24,85	17,12
27	27,92	29,31	33,79	35,02
28	41,71	32,89	30,01	28,08

окончание таблицы 30

1	2	3	4	5
29	33,89	35,91	25,65	28,22
30	30,43	33,93	29,09	30,74
31	35,50	67,57	43,85	40,17
32	34,06	30,68	32,26	34,80
33	33,01	29,99	34,91	33,94
34	40,46	44,94	37,39	40,16
35	37,87	28,00	41,80	39,54
36	42,80	43,47	58,75	38,56
37	81,46	64,55	37,69	37,29
38	60,56	35,72	37,24	37,31
39	33,76	32,87	42,05	42,76
40	37,26	38,91	35,02	33,37
41	36,64	42,61	42,25	45,07
42	47,56	47,55	40,36	40,18
43	44,89	40,43	43,76	143,44
44	37,66	41,68	45,08	54,88
45	45,86	36,42	42,98	92,28
46	44,14	39,29	42,66	58,85
47	37,06	39,79	39,15	53,26
В среднем за опыт	29,49	28,64	27,62	31,02

По результатам расчётов затрат на один кг прироста по большинству показателей доминировала 3-я опытная группа дозировка йода в которой была 0,20 мг на мл препарата.

3.2.2. Влияние препарата «Абиопептид с йодом» на рост и развитие ленского осетра

Одними из основных показателей влияния биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на рост и развитие рыбы, являются динамика роста массы рыбы и сопутствующие ей показатели среднесуточный, относительный и относительный прирост. Они показывают объективную картину результатов использования добавки в рационе рыбы, в ходе эксперимента.

При проведении производственного эксперимента было выявлено, что в контрольной группе, не получавшей дополнительно йод, было отмечено отставание в росте, а использование препарата «Абиопептид с йодом» в концентрации 0,20 мг на 1 кг массы рыбы, дало наилучший результат по сравнению с другими дозировками йода.

Из данных по динамике роста массы представленных в таблице 33 видно, что за период эксперимента, лучшие результаты были зафиксированы в 3-ей и 4-ой опытных группах, где дозировка составляла соответственно 0,20 и 0,50 мг (табл. 31).

В ходе научно-производственного эксперимента были получены данные, что особи из 2-ой и 3-ей опытных групп, набирали ихтиомассу быстрее по сравнению с другими группами. В контрольной и 4-ой группах наблюдалось отставание в росте. В третьей группе результат был лучше по отношению ко 2-ой. В 4-ой группе результат был лучше по отношению к контрольной. Это можно объяснить тем, что дозировка йода в пределах 0,20 мг является оптимальной в кормлении рыбы, а дозировка в 0,50 мг начинает угнетать рост рыбы (табл. 32).

Таблица 31 - Динамика массы ленского осетра, гр

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
Начало опыта	131,20±1,99	128,50±1,47	132,10±2,13	130,50±2,36
1	139,10±1,56	140,30±4,29	138,80±3,72	137,50±1,19
2	150,50±2,16	149,30±2,09	145,30±1,56	146,40±3,95
3	163,30±3,28	161,30±2,60	167,30±7,25	162,60±3,32
4	172,60±1,77	171,30±3,13	190,00±3,78*	177,30±6,16
5	181,30±5,93	184,60±4,03	194,10±3,27	189,60±4,43
6	214,20±11,2	222,60±9,75	212,10±7,49	196,60±4,84
7	232,00±4,61	236,00±15,27	244,00±11,84	232,00±23,11
8	240,00±8,14	253,30±3,71	263,30±4,63	258,00±19,15
9	254,00±15,14	261,30±4,74	278,00±6,65	271,30±24,39
10	260,00±6,65	274,00±6,65	289,30±2,40*	282,30±11,51
11	293,00±16,37	278,60±9,67	304,80±10,60	302,40±7,53
12	308,00±15,58	310,60±7,62	325,00±11,54	320,00±7,93
13	341,30±13,54	344,60±16,21	364,60±14,73	351,00±20,80
14	361,30±7,74	352,60±14,40	390,00±10,96	380,00±9,53
15	372,00±8,08	378,00±24,09	417,50±4,61**	408,60±12,17
16	390,00±22,50	390,60±17,03	439,30±10,9	425,00±6,80
17	398,00±13,20	398,60±16,36	454,80±18,91	436,00±10,39
18	412,20±15,35	410,00±10,24	465,00±18,24	450,00±20,03
19	431,00±24,54	428,00±17,03	485,00±9,84	464,00±16,28
20	448,60±20,99	459,30±18,75	512,00±17,21	479,60±18,34
21	470,20±20,69	495,30±15,14	535,30±10,22*	493,60±14,92

1	2	3	4	5
22	524,00±15,94	521,00±6,65	565,00±12,16	528,00±9,53
23	542,60±14,29	542,60±21,09	588,60±14,12	543,30±22,67
24	553,90±20,84	558,20±17,69	602,00±11,23	559,00±28,68
25	595,70±13,19	602,50±3,96	620,80±14,54	606,40±13,35
26	612,40±19,92	622,30±14,61	642,10±35,28	636,60±21,87
27	631,10±9,45	640,40±9,89	658,30±10,51	652,10±12,07
28	644,00±13,20	657,00±19,69	677,00±12,16	671,90±26,21
29	660,20±9,16	672,60±20,2	699,50±13,28	692,20±2,96*
30	678,70±5,94	689,50±14,06	720,00±2,88**	711,40±11,04
31	695,00±17,21	698,20±10,10	734,00±6,92	726,50±16,00
32	712,40±26,67	717,60±5,43	753,40±9,87	744,30±6,69
33	730,80±4,97	738,00±4,09	771,80±6,71*	763,00±10,81
34	746,20±6,85	752,00±5,29	789,40±8,47*	779,20±8,22*
35	763,00±12,37	774,90±5,12	805,50±5,40*	796,00±4,35
36	778,20±7,97	790,10±9,47	822,20±5,17**	813,60±7,43*
37	791,00±10,59	806,50±5,79	840,80±10,57*	832,20±7,31*
38	808,50±7,28	823,00±6,42	857,30±6,10**	848,50±11,16*
39	826,00±5,68	841,30±7,79	872,20±10,09*	863,00±14,17
40	842,20±11,51	857,10±5,49	890,40±9,89*	881,90±4,23*
41	859,00±12,42	871,80±10,40	905,80±10,0*	896,20±9,10
42	872,20±10,9	885,20±6,71	922,20±13,53*	912,50±10,87
43	886,40±8,36	901,20±6,49	937,60±14,04*	923,70±6,6*
44	903,60±6,41	917,00±4,72	952,80±7,04**	936,00±7,09*
45	918,00±7,37	935,40±16,68	969,00±7,0**	950,20±11,72
46	933,20±12,93	952,80±13,1	985,60±9,15*	962,00±11,01
47	951,6±6,06	970,26±2,51*	1004,30±5,48**	975,20±5,68*

*P ≥ 0,95; **P ≥ 0,99

Таблица 32 - Ихтиомасса подопытных групп, кг

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
Начало опыта	19,68	19,28	19,82	19,58
1	20,45	20,76	20,54	20,49
2	21,97	22,10	21,36	21,37
3	23,68	23,71	24,26	23,41
4	24,68	24,67	27,17	25,18
5	25,56	26,03	27,76	26,73
6	29,99	31,39	30,33	27,72
7	32,02	33,28	34,89	32,71
8	33,12	35,72	37,65	36,38
9	35,05	36,84	39,75	38,25
10	35,88	38,63	41,37	39,80
11	40,43	39,28	43,59	42,64
12	42,50	43,79	46,48	45,12
13	47,10	48,59	52,14	49,49
14	49,86	49,72	55,77	53,58
15	51,34	53,30	59,70	57,61
16	53,82	55,07	62,82	59,93
17	54,92	56,20	65,04	61,48
18	56,88	57,81	66,50	63,45
19	59,48	60,35	69,36	65,42
20	61,91	64,76	73,22	67,62

продолжение таблицы 32

1	2	3	4	5
21	64,89	69,84	76,55	69,60
22	72,31	73,46	80,80	74,45
23	74,88	76,51	84,17	76,61
24	76,44	78,71	86,09	78,82
25	82,21	84,95	88,77	85,50
26	84,51	87,74	91,82	89,76
27	87,09	90,30	94,14	91,95
28	88,87	92,64	96,81	94,74
29	91,11	94,84	100,03	97,60
30	93,66	97,22	102,96	100,31
31	95,91	98,45	104,96	102,44
32	98,31	101,18	107,74	104,95
33	100,85	104,06	110,37	107,58
34	102,98	106,03	112,88	109,87
35	105,29	109,26	115,19	112,24
36	107,39	111,40	117,57	114,72
37	109,16	113,72	120,23	117,34
38	111,57	116,04	122,59	119,64
39	113,99	118,62	124,72	121,68
40	116,22	120,85	127,33	124,35
41	118,54	122,92	129,53	126,36
42	120,36	124,81	131,87	128,66
43	122,32	127,07	134,08	129,32
44	124,70	129,30	136,25	131,04
45	126,68	131,89	138,57	132,08
46	128,78	134,34	140,94	133,72
47	131,32	136,81	143,57	135,55

1	2	3	4	5
Прирост за весь период, кг	111,64	117,54	123,76	115,98

Наилучший показатель по среднесуточному приросту отмечен в 3–ей опытной группе и составил 380 г., в контрольной группе он составил наименьший показатель и был равен 340 г., во 2-ой и 4-ой опытных группах это значение было соответственно 360 г. и 350 г (табл. 33).

Таблицы – 33 Среднесуточный прирост, г

Период опыта, неделя	Группа			
	1-контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
1	0,22	0,19	0,12	0,13
2	0,33	0,40	0,22	0,26
3	0,24	0,23	0,41	0,29
4	0,14	0,14	0,42	0,25
5	0,13	0,19	0,08	0,22
6	0,63	0,77	0,37	0,14
7	0,29	0,27	0,65	0,71
8	0,16	0,35	0,39	0,52
9	0,28	0,16	0,30	0,27
10	0,12	0,26	0,23	0,22
11	0,65	0,09	0,32	0,40
12	0,30	0,64	0,41	0,35
13	0,66	0,68	0,81	0,62

продолжение таблицы 33

1	2	3	4	5
14	0,39	0,16	0,52	0,58
15	0,21	0,51	0,56	0,58
16	0,35	0,25	0,45	0,33
17	0,16	0,16	0,32	0,22
18	0,28	0,23	0,21	0,28
19	0,37	0,36	0,41	0,28
20	0,35	0,63	0,55	0,31
21	0,43	0,73	0,48	0,28
22	1,06	0,52	0,61	0,69
23	0,37	0,44	0,48	0,31
24	0,22	0,31	0,27	0,32
25	0,82	0,89	0,38	0,95
26	0,33	0,40	0,44	0,61
27	0,37	0,36	0,33	0,31
28	0,25	0,33	0,38	0,40
29	0,32	0,31	0,46	0,41
30	0,36	0,34	0,42	0,39
31	0,32	0,18	0,29	0,30
32	0,34	0,39	0,40	0,36
33	0,36	0,41	0,38	0,38
34	0,30	0,28	0,36	0,33
35	0,33	0,46	0,33	0,34
36	0,30	0,31	0,34	0,35
37	0,25	0,33	0,38	0,37
38	0,34	0,33	0,34	0,33
39	0,35	0,37	0,30	0,29
40	0,32	0,32	0,37	0,38

окончание таблицы 33

1	2	3	4	5
41	0,33	0,30	0,31	0,29
42	0,26	0,27	0,34	0,33
43	0,28	0,32	0,31	0,09
44	0,34	0,32	0,31	0,25
45	0,28	0,37	0,33	0,15
46	0,30	0,35	0,34	0,23
47	0,36	0,35	0,38	0,26
В среднем за опыт	0,34	0,36	0,38	0,35

Показатель абсолютного прироста в 3-ей опытной группе так же был выше по сравнению с другими группами. В 4-ой опытной группе он был выше по сравнению с контрольной и 2-ой группами. Наименьший показатель абсолютного прироста отмечен в контрольной группе (табл. 34).

Таблица 34 - Абсолютный прирост, г

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2 -опытная	3- опытная	4 -опытная
1	2	3	4	5
1	7,90	11,80	6,70	7,00
2	11,40	9,00	6,50	8,90
3	12,80	12,00	22,00	16,20
4	9,30	10,00	22,70	14,70
5	8,70	13,30	4,10	12,30
6	32,90	38,00	18,00	7,00
7	17,80	13,40	31,90	35,40
8	8,00	17,30	19,30	26,00

продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5
9	14,00	8,00	14,70	13,30
10	6,00	12,70	11,30	11,00
11	33,00	4,60	15,50	20,10
12	15,00	32,00	20,20	17,60
13	33,30	34,00	39,60	31,00
14	20,00	8,00	25,40	29,00
15	10,70	25,40	27,50	28,60
16	18,00	12,60	21,80	16,40
17	8,00	8,00	15,50	11,00
18	14,20	11,40	10,20	14,00
19	18,80	18,00	20,00	14,00
20	17,60	31,30	27,00	15,60
21	21,60	36,00	23,30	14,00
22	53,80	25,70	29,70	34,40
23	18,60	21,60	23,60	15,30
24	11,30	15,60	13,40	15,70
25	41,80	44,30	18,80	47,40
26	16,70	19,80	21,30	30,20
27	18,70	18,10	16,20	15,50
28	12,90	16,60	18,70	19,80
29	16,20	15,60	22,50	20,30
30	18,50	16,90	20,50	19,20
31	16,30	8,70	14,00	15,10
32	17,40	19,40	19,40	17,80
33	18,40	20,40	18,40	18,70
34	15,40	14,00	17,60	16,20
35	16,80	22,90	16,10	16,80
36	15,20	15,20	16,70	17,60
37	12,80	16,40	18,60	18,60
38	17,50	16,50	16,50	16,30

1	2	3	4	5
39	17,50	18,30	14,90	14,50
40	16,20	15,80	18,20	18,90
41	16,80	14,70	15,40	14,30
42	13,20	13,40	16,40	16,30
43	14,20	16,00	15,40	11,20
44	17,20	15,80	15,20	12,30
45	14,40	18,40	16,20	14,20
46	15,20	17,40	16,60	11,80
47	18,40	17,50	18,40	13,20
В среднем за весь период	820,40	841,80	871,90	844,70

Относительный прирост у ленского осетра за период исследований, в 3-ей опытной группе так же был выше по сравнению с другими группами (табл. 35).

Таблица 35 - Относительный прирост, %

Период опыта, неделя	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4 -опытная
1	2	3	4	5
1	6,02	9,18	5,07	5,36
2	8,20	6,41	4,68	6,47
3	8,50	8,04	15,14	11,07
4	5,70	6,20	13,57	9,04
5	5,04	7,76	2,16	6,94

продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5
6	18,15	20,59	9,27	3,69
7	8,31	6,02	15,04	18,01
8	3,45	7,33	7,91	11,21
9	5,83	3,16	5,58	5,16
10	2,36	4,86	4,06	4,05
11	12,69	1,68	5,36	7,12
12	5,12	11,49	6,63	5,82
13	10,81	10,95	12,18	9,69
14	5,86	2,32	6,97	8,26
15	2,96	7,20	7,05	7,53
16	4,84	3,33	5,22	4,01
17	2,05	2,05	3,53	2,59
18	3,57	2,86	2,24	3,21
19	4,56	4,39	4,30	3,11
20	4,08	7,31	5,57	3,36
21	4,81	7,84	4,55	2,92
22	11,44	5,19	5,55	6,97
23	3,55	4,15	4,18	2,90
24	2,08	2,88	2,28	2,89
25	7,55	7,94	3,12	8,48
26	2,80	3,29	3,43	4,98
27	3,05	2,91	2,52	2,43
28	2,04	2,59	2,84	3,04
29	2,52	2,37	3,32	3,02
30	2,80	2,51	2,93	2,77
31	2,40	1,26	1,94	2,12
32	2,50	2,78	2,64	2,45
33	2,58	2,84	2,44	2,51
34	2,11	1,90	2,28	2,12

окончание таблицы 35

1	2	3	4	5
35	2,25	3,05	2,04	2,16
36	1,99	1,96	2,07	2,21
37	1,64	2,08	2,26	2,29
38	2,21	2,05	1,96	1,96
39	2,16	2,22	1,74	1,71
40	1,96	1,88	2,09	2,19
41	1,99	1,72	1,73	1,62
42	1,54	1,54	1,81	1,82
43	1,63	1,81	1,67	1,23
44	1,94	1,75	1,62	1,33
45	1,59	2,01	1,70	1,52
46	1,66	1,86	1,71	1,24
47	1,97	1,84	1,87	1,37
В среднем за период	86,21	86,76	86,84	86,62

На основании полученных результатов мы сделали вывод, что оптимальной дозировкой для использования препарата «Абиопептид с йодом» в кормлении осетровых следует считать 0,20 мг на 1 кг массы рыбы, так как значения в 0,10 и 0,50 мг уступают в эффективности применения препарата. Исходя из полученных данных, можно утверждать, что наличие йода в рационе в выше указанных дозировках даёт улучшение показателей прироста ихтиомассы по сравнению с контролем. Так же в 3-ей опытной группе была отмечена наибольшая сохранность поголовья рыбы она составила 95,33 %, в то время как в контрольной группе она составила 92,0 %.

3.2.3. Развитие внутренних органов

При вскрытии ленского осетра не было отмечено каких бы то ни было патологий. При исследовании внутренних органов были осмотрены жабры, сердце, плавательный пузырь, система пищеварения, почки. Патологических изменений в их развитии не обнаружено. При проведении гистологических исследований отклонений в строении органов контрольной и опытной групп также не обнаружено.

При изучении сердечно - сосудистой системы было замечено, что масса сердца в 4-ой опытной группе была на 0,30 % выше, чем в контрольной. Различий в гистологическом строении в образцах контрольной и опытных групп не обнаружено.

По результатам исследований можно заключить, что использование при кормлении ленского осетра препарата «Абиопептид с йодом» не оказывает отрицательного влияния на развитие его внутренних органов.

3.2.4. Химический состав мышечной ткани и биохимические показатели крови

Анализ химического состава мышечной ткани исследуемой рыбы позволяет эффективно оценивать рыбную продукцию для использования в продовольственных целях (Матусевич В.Ф., 1964, Мелякина Э.И., Бичарева О.В., 2009, Зименс Ю.Н., Масленников Р.В., Васильев А.А., 2015, Китаев И.А., Васильев А.А., Гусева Ю.А., 2015).

Состав мышечной ткани рыбы сильно различается, как между видами, так и внутри вида, это зависит от множества факторов (пол, возраст, корма и т.д.). В мясе рыбы выращенной в УЗВ содержание жира заметно выше, чем у рыбы выращенной на естественной кормовой базе, это обусловлено использованием искусственных кормов (Сафронова Т.М., 1991, Скурихина И.М., Тутельяна В.А., 2002).

Химический состав мышечной ткани ленского осетра приведён в таблице 36.

Таблица 36 - Химический состав мышечной ткани ленского осетра

Вещества	Группа			
	1-контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Вода, %	70,56±1,30	70,47±0,17	70,60±0,06	70,43±0,24
Сухое вещество, %	29,56±0,08	29,67±0,07	29,53±0,17	29,61±0,23
Протеин, %	17,39±0,04	17,58±0,11	17,44±0,06	17,39±0,17
Жир, %	10,51±0,15	10,30±0,08	10,36±0,10	10,38±0,19
Зола, %	1,21±0,01	1,26±0,01*	1,41±0,05*	1,37±0,03**
БЭВ, %	0,61±0,03	0,53±0,03	0,36±0,03**	0,61±0,02
Кальций, %	0,32±0,02	0,51±0,03**	0,81±0,01***	0,39±0,02
Фосфор, %	0,31±0,01	0,39±0,04	0,49±0,01***	0,43±0,04*
Йод, мкг/кг	52,0±0,40	56,60±3,10	66,60±1,10***	42,6±2,70*

*P ≥ 0,95; **P ≥ 0,99; ***P ≥ 0,999

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание протеина и жира в мышечной ткани у рыб во всех группах участвовавших в эксперименте различается незначительно. Содержание Са, Р и I в 3-ей опытной группе заметно выше в сравнении с контрольной группой, по содержанию Са на 0,49 %, Р на 0,17 % и I на 14,60 мкг/кг. По видимому воздействие йода в составе препарата «Абиопептид с йодом» положительно сказалось на усвояемости кальция и фосфора.

Определение уровня гормонов щитовидной железы и тиреотропного гормона гипофиза осуществлялось в 3 этапа в начале опыта при средней массе тела 130,50 г, через 23 недели при средней массе тела 554,30 г и в конце опыта при средней массе тела 975,30 г. Уровни ТТГ, Т4 свободного, Т4 общего и Т3

определение производилось на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа «Chem Well».

В результате исследований было установлено, что в начале эксперимента и до его середины в контрольной группе было зафиксировано увеличение уровня ТТГ с $2,81 \pm 0,16$ МкЕД/мл до $3,20 \pm 0,50$ МкЕД/мл, а в конце эксперимента уровень ТТГ снизился до $2,56 \pm 0,08$ МкЕД/мл.

У рыб 3-ей опытной группы уровень ТТГ в конце эксперимента был выше, чем у рыб других групп (табл. 37). У рыб 2-ой и 4-ой опытных групп значение уровня ТТГ в конце эксперимента было примерно одинаковым. У рыб контрольной группы было замечено снижение уровня ТТГ в конце исследований.

Повышение уровня ТТГ приводит к возрастанию уровня образования и выведения йодсодержащих гормонов.

Биохимический анализ крови даёт объективную картину влияния препарата «Абиопептид с йодом» на физиологическое состояние рыб.

Биохимические показатели крови ленского осетра определяли в те же сроки, что и уровень гормонов результаты исследований представлены в таблицах 38, 39 и 40.

Общий и прямой билирубин у рыб в контрольной группе находился на одном уровне, в опытных группах он был выше по сравнению с контролем.

Таблица 37 - Содержание гормонов гипофиза (ТТГ) и щитовидной железы (Т3 и Т4) в крови ленского осетра

Наименование группы	Концентрация гормонов			
	Т4 общ. нмоль/л	Т3 нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	ТТГ МкЕД/мл
1	2	3	4	5
Начало эксперимента				
Общая партия рыбы	$25,14 \pm 3,63$	$0,13 \pm 0,01$	$10,58 \pm 1,96$	$2,81 \pm 0,16$

1	2	3	4	5
Середина эксперимента				
1-контрольная	21,50±3,33	0,11±0,05	12,73±1,17	3,20±0,50
2-опытная	26,30±3,06	0,07±0,01	14,70±1,70	2,60±0,15
3-опытная	26,43±1,03	0,08±0,02	13,80±1,68	4,06±0,08
4-опытная	39,73±4,33*	0,17±0,03	18,13±1,03*	5,17±0,31*
Конец эксперимента				
1-контрольная	26,83±3,20	0,12±0,02	10,20±1,70	2,60±0,08
2-опытная	36,80±4,30	0,26±0,02*	14,03±1,90	3,80±0,37*
3-опытная	47,12±0,72**	0,21±0,07	15,23±2,60	5,20±0,23***
4-опытная	31,20±4,90	0,19±0,04	9,90±4,70	3,80±0,06***

* $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

Наибольшее значение уровня АсТ отмечено в крови осетров 3-ей опытной группы в конце эксперимента его значение было 38,63±1,62 Ед/л. Наименьшее значение уровня АсТ было установлено у осетров во 2-ой опытной группе и составило 29,6±2,56 Ед/л.

Таблица 38 - Биохимические показатели сыворотки крови
ленского осетра (начало эксперимента)

Показатель	Количество
1	2
Билирубин общ. Мкмоль/л	4,07±0,07
Билирубин прямой мкмоль/л	1,76±0,06

1	2
АсТ ед./л.	27,23±1,43
АлТ ед/л	26,07±2,25
Белок общ. г/л	65,27±3,40
Мочевина ммоль/л	11,20±1,68
Мочевая кислота мкмоль/л	35,00±3,05
Глюкоза ммоль/л	6,00±0,57
Амилаза ед/л	450,83±24,06
Кальций ммоль/л	2,93±0,26
Фосфор ммоль/л	2,54±0,46
Магний ммоль/л	1,67±0,43
Холестерин ммоль/л	4,77±0,35
Натрий ммоль/л	180,70±21,15
Калий ммоль/л	5,00±0,87
Железо мкмоль/л	26,00±2,33
Триглицериды ммоль/л	0,73±0,11

Уровень АлТ с наибольшим значением отмечен в крови осетров 4-ой опытной группы в конце эксперимента и составлял 32,43±7,62 Ед/л. У особей контрольной группы уровень АлТ в конце опыта составлял 22,80±1,40Ед/л.

Было установлено, что содержание общего белка в плазме крови рыб в конце эксперимента у 3-ей и 4-ой опытных групп было выше, чем у рыб 2-ой опытной и контрольной групп. В середине опыта показатели в экспериментальных группах были ниже чем в контрольной, что вероятно было связано с адаптацией организма к повышенным дозам йода.

Таблица 39 - Биохимические показатели сыворотки крови
ленского осетра (середина эксперимента)

Показатель	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Билирубин общ. Мкмоль/л	5,73±0,8	5,93±0,68	6,03±1,19	4,73±1,38
Билирубин прямой мкмоль/л	2,77±0,76	3,07±0,74	3,70±0,98	2,48±0,49
АсТ ед./л.	41,57±14,25	43,40±9,64	42,63±14,40	24,80±1,7
АлТ ед/л	21,23±5,48	21,10±5,56	37,13±11,55	22,67±3,14
Белок общ. г/л	85,50±5,86	64,93±10,6	73,80±16,05	62,60±5,34
Мочевина ммоль/л	6,53±1,32	9,73±1,4	8,03±2,62	8,97±2,08
Мочевая кислота мкмоль/л	32,60±3,70	62,23±16,30	57,83±26,7	31,87±6,25
Глюкоза ммоль/л	5,50±0,68	5,17±1,02	5,77±1,12	5,73±0,70
Амилаза ед/л	452,60±69,50	613,77±197,10	536,93±138,1	474,57±84,00
Кальций ммоль/л	3,05±0,27	2,83±0,16	2,9±0,46	2,93±0,40
Фосфор ммоль/л	1,67±0,15	1,94±1,17	1,73±0,20	1,76±0,34
Магний ммоль/л	1,35±0,02	1,39±0,07	1,29±0,18	1,16±0,09
Холестерин ммоль/л	4,17±0,60	4,30±0,25	3,70±0,1	4,17±0,22
Натрий ммоль/л	143,43±14,50	154,03±12,20	155,67±11,42	158,33±4,91
Калий ммоль/л	3,97±0,50	3,70±0,60	4,10±0,35	3,77±0,09
Железо мкмоль/л	21,83±2,13	24,00±1,50	22,40±2,57	22,77±3,60
Триглицериды ммоль/л	0,49±0,04	0,46±1,12	0,51±0,08	0,52±0,10

Наибольший уровень мочевины зафиксирован в крови рыб 2-ой опытной группы в конце эксперимента $8,1 \pm 1,2$ ммоль/л. У рыб 4-ой опытной группы показатели уровня мочевины в конце эксперимента были минимальными по отношению к другим группам. У рыб 2-ой опытной группы показатели уровня мочевины в конце эксперимента были максимальными по отношению к другим группам. При этом во всех группах было отмечено повышение уровня мочевины к середине эксперимента и его снижение в конце.

Таблица 40 - Биохимические показатели сыворотки крови
ленского осетра (конец эксперимента)

Показатель	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
Билирубин общ. Мкмоль/л	$4,03 \pm 0,09$	$6,10 \pm 0,50^*$	$6,90 \pm 0,20^{***}$	$5,00 \pm 0,75$
Билирубин прямой мкмоль/л	$2,30 \pm 0,20$	$2,80 \pm 0,18$	$2,76 \pm 0,14$	$2,20 \pm 0,30$
АсТ ед./л.	$33,40 \pm 6,10$	$29,60 \pm 2,56$	$38,63 \pm 1,62$	$33,31 \pm 6,63$
АлТ ед/л	$22,80 \pm 1,40$	$23,90 \pm 2,20$	$24,50 \pm 0,47$	$31,53 \pm 7,24$
Белок общ. г/л	$56,50 \pm 7,02$	$33,47 \pm 5,20$	$62,23 \pm 14,8$	$103,03 \pm 46,40$
Мочевина ммоль/л	$4,80 \pm 0,70$	$8,10 \pm 1,60$	$6,30 \pm 0,55$	$3,86 \pm 0,70$
Мочевая кислота мкмоль\Л	$93,30 \pm 5,50$	$94,50 \pm 23,96$	$57,03 \pm 9,87^*$	$138,56 \pm 7,42^{**}$
Глюкоза ммоль/л	$3,60 \pm 3,10$	$4,30 \pm 0,83$	$5,90 \pm 0,45^*$	$4,07 \pm 0,42$
Амилаза ед/л	$490,90 \pm 136,70$	$483,50 \pm 58,20$	$336,76 \pm 59,92$	$289,8 \pm 17,8$
Кальций ммоль/л	$2,14 \pm 0,16$	$2,62 \pm 0,47$	$4,53 \pm 0,49^{**}$	$2,31 \pm 0,08$
Фосфор ммоль/л	$1,23 \pm 0,17$	$1,82 \pm 0,56$	$2,57 \pm 0,24^*$	$1,33 \pm 0,05$
Магний ммоль/л	$1,27 \pm 0,023$	$1,21 \pm 0,16$	$4,56 \pm 1,70$	$1,08 \pm 0,08$

1	2	3	4	5
Холестерин ммоль/л	3,70±0,12	3,54±0,79	3,84±0,13	3,56±0,30
Натрий ммоль/л	187,07±3,38	191,30±23,89	209,50±16,60	183,43±10,10
Калий ммоль/л	3,80±0,06	4,56±0,40	4,50±0,31	3,06±0,58
Железо мкмоль/л	21,60±0,8	28,73±3,80	28,70±0,65**	22,40±0,31
Триглицериды ммоль/л	0,49±0,07	0,45±0,038	0,52±0,10	0,51±0,20

*P ≥ 0,95; **P ≥ 0,99; ***P ≥ 0,999

Наименьшее значение уровня глюкозы в крови рыб было зафиксировано в контрольной группе, и этот показатель был равен 3,60 + 3,10 ммоль/л. У осетров 3-ей опытной группы было отмечено повышение уровня глюкозы до 5,90 ± 0,45 ммоль/л.

Уровень холестерина в крови контрольной и опытных групп существенно не различался.

Показатели макроэлементов фосфора и калия в конце эксперимента были выше в крови осетров 2-ой и 3-ей опытных групп.

Показатели содержания уровня железа в конце эксперимента также были выше у осетров 2-ой и 3-ей опытных групп

По результатам проведённых исследований крови можно предположить, что повышенный уровень ТТГ и гормонов щитовидной железы опытных групп, может быть причиной более интенсивного роста рыб этих групп.

Эти показатели не имели существенных отличий, что свидетельствует о отсутствии отрицательных изменений из-за влияния повышенных доз йода на организм ленского осетра.

3.2.5. Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Влияние изучаемой биологически активной добавки на вкусовые качества мяса ленского осетра, проводилось с помощью органолептической оценки. Были приготовлены бульон и отварное мясо. Экспертная группа провела дегустацию и дала органолептическую оценку качеству мышечной ткани и бульона приготовленных из рыбы участвовавшей в эксперименте. Эти показатели оценивались по ряду тех же качеств и значений, что и в прогнозируемом эксперименте.

По результатам оценки мяса можно заметить, что качество мяса рыб 2-ой и 3-ей опытных групп выше по сравнению с контрольной и 4-ой, при этом показатели между контролем и 4-ой группой различаются незначительно (табл. 41).

Таблица 41 - Результаты оценки дегустации мяса

Группа	Вкус	Сочность	Запах	Жесткость	Волокнистость	Цвет	Итого
1- контрольная	4,1	4,4	4,7	4,2	4,4	4,7	26,5
2- опытная	4,3	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	27,2
3- опытная	4,3	4,6	4,8	4,6	4,8	4,7	27,8
4- опытная	4,5	4,4	4,6	4,3	4,3	4,5	26,6

Рыбный бульон оценивали по 6 показателям: цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира.

По результатам дегустации бульона, полученного при варке мяса рыб видно что бульон рыб 3-ей опытной группы, по большинству показателей заметно превосходил бульоны контрольной, 2-ой и 4-ой опытных групп (табл. 42).

Таблица 42 - Результаты оценки дегустации бульона

Группа	Цвет	Вкус	Аромат	Наваристость	Прозрачность	Капелька и жира	Итого
1-контрольная	4,6	4,5	4,2	4,5	4,3	4,6	26,7
2- опытная	4,5	4,2	3,7	4,3	3,8	4,5	25,0
3- опытная	4,7	4,2	4,4	4,8	4,8	4,7	27,6
4- опытная	4,6	3,8	4,0	4,4	3,8	3,6	24,2

В результате дегустации стало понятно, что использование в кормлении ленского осетра добавки «Абиопептид с йодом» в дозировке 0,20 мг на 1 кг массы рыбы оказало незначительное влияние на вкусовые качества мяса ленского осетра в сторону их улучшения. Вкусовые качества бульонов из других групп оказались не значительно выше, чем вкусовые качества бульона 4-ой опытной группы.

3.2.6. Товарные качества ленского осетра

В ходе нашего эксперимента осетр вырос до массы в контрольной группе 951,60 г, во 2-ой опытной 970,30 г, в 3-ей опытной 1004,00 г и в 4-ой опытной группе 975,20 г. Для проведения контрольного убоя были отобраны рыбы с одинаковой массой 950- 1000 г и биологической длиной в пределах 65 см.

Выход съедобных частей у осетров с относительно одинаковыми показателями был выше у особей 3-ей опытной группы, получавших йод в количестве 0,20 мг массы рыбы на 1,8 %, в сравнении с контрольной группой. Выход несъедобных частей в опытных группах не превышает 19,7 %. По результатам данных видно, что у рыбы получавшей йод в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» убойный выход выше чем у рыбы контрольной группы не получавшей йод (табл. 43).

Таблица 43 – Результаты убоя ленского осетра

Показатель	Группа							
	1 - контрольная		2 - опытная		3 - опытная		4 - опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	951,6±6,06	100,0	970,3±2,51*	100,0	1004,0±5,48**	100,0	975,2±5,68*	100,0
Масса: головы и плавников	302,9±7,16	31,5	320,2±8,81	33,0	324,3±5,5	32,3	318,9±2,9	32,7
кожи	96,16±1,59	10,0	102,4±1,25	12,3	119,3±1,88**	10,2	114,1±1,43**	11,7
хрящевой ткани	75,9±4,07	7,9	69,9±4,5	7,2	83,3±1,8	8,3	69,5±2,27	7,1
мышечной ткани	350,9±12,82	36,5	338,6±11,21	34,9	383,5±1,93	38,2	344,2±4,6	35,3
жабр, слизи, крови, пол, жидкости	37,5±2,13	3,9	31,05±1,5	3,2	41,2±1,72	4,1	37,1±1,74	3,8
Съедобных частей	703,9±10,45	73,2	704,4±5,2	72,6	746,0±6,4	74,3	710,9±7,93	72,9
Несъедобных частей	189,4±6,19	19,7	188,2±1,56	19,4	188,7±4,27	18,8	186,3±1,45	19,1
Съедобных и условно съедобных частей, г	767,3±9,03	79,8	783,0±3,1	80,7	819,3±10,45*	81,6	777,2±5,18	79,7

*P ≥ 0,95; **P ≥ 0,99

3.2.7. Экономическая эффективность использования препарата «Абиопептид с йодом»

Экономическая эффективность использования препарата «Абиопептид с йодом» определяется исходя из себестоимости конечной продукции.

Структура себестоимости продукции рассчитана в рублях и % и отображена в таблицах 44 и 45.

Таблица 44 - Себестоимость рыбы, тыс. руб.

Показатель	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	16,73	16,38	16,84	16,64
Стоимость корма, тыс. руб.	16,67	16,98	18,07	17,27
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	2,22	2,22	2,22	2,22
Стоимость водопотребление, тыс. руб.	1,44	1,44	1,44	1,44
Зарплата, тыс. руб.	6,79	6,79	6,79	6,79
Амортизация, тыс. руб.	6,39	6,39	6,39	6,39
Накладные затраты, тыс. руб.	3,77	3,77	3,77	3,77
Непредвиденные расходы, тыс. руб.	3,13	3,13	3,13	3,13
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	57,14	57,10	58,65	57,65

Расчет экономической эффективности представленный в таблице 46, отражает положительное влияние добавки «Абиопептид с йодом» на прирост

ихтиомассы во всех опытных группах, так во 2-ой опытной и 4-ой опытных группах она была выше по сравнению с контрольной и составляла соответственно 117,54 кг и 115,98 кг. А наибольший прирост массы был отмечен в 3-ей опытной группе и составил 123,76 кг по сравнению с контрольной группой.

Таблица 45 - Себестоимость рыбы, %

Показатель	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Стоимость рыбопосадочного материала, %	29,3	28,7	28,7	28,9
Стоимость корма, %	29,2	29,7	30,8	30,0
Стоимость электроэнергии, %	3,9	3,9	3,9	3,8
Стоимость водопотребления, %	2,5	2,5	2,4	2,5
Зарплата, %	11,8	11,9	11,6	11,8
Амортизация, %	11,2	11,2	10,9	11,1
Накладные затраты, %	6,6	6,6	6,4	6,5
Непредвиденные расходы, %	5,5	5,5	5,3	5,4
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0

Использование добавки «Абиопептид с йодом» с дозировкой йода 0,10 мг увеличивает дополнительную прибыль от реализации на 6,6 %, а с дозировкой 0,50 мг увеличивает прибыль на 3,57 % по сравнению с контрольной группой. Наиболее экономически эффективной дозировкой йода в добавке «Абиопептид с йодом» является 0,20 мг на 1 кг массы ленского осетра, так как прибыль от реализации рыбы в этой группе была на 10,16 % выше, чем в контрольной группе.

Таблица 46 - Экономическая эффективность

Показатель	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
1	2	3	4	5
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	0,85	0,85	0,85	0,85
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	16,73	16,38	16,84	16,64
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,00	65,00	65,00	65,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	172,54	174,52	185,38	176,83
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	11,20	11,30	12,05	11,50
Стоимость 1 л добавки, руб.	212,60	212,66	212,69	212,75
Скормлено добавки, л	25,63	26,54	28,30	27,19
Стоимость скормленной добавки, тыс. руб.	5,40	5,60	6,02	5,80
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб.	16,60	16,90	18,07	17,30
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,55	1,48	1,50	1,52

1	2	3	4	5
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	680,00	680,00	680,00	680,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	89,31	93,02	97,63	92,17
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	57,14	57,10	58,65	57,65
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	435,1	417,4	408,5	425,3
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	32,17	35,92	38,98	34,52
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	244,90	262,50	271,50	254,60
Рентабельность, %	56,30	62,90	66,46	59,87

Таким образом, рентабельность выращивания ленского осетра в УЗВ с использованием в кормлении добавки «Абиопептид с йодом» была выше, чем в контрольной группе получавшей стандартный состав комбикорма.

При использовании дозировки йода – 0,50 мг в составе добавки «Абиопептид» в кормлении ленского осетра, происходит снижение показателей продуктивности по сравнению с 2-ой и 3-ей опытными группами, получавшими, соответственно, 0,10 мг и 0,20 мг на 1 кг массы рыбы, на основании чего можно предположить, что дальнейшее увеличение дозировок йода приведёт к более значительному снижению показателей продуктивности. Использование биологически активной добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 0,20 мг, в

кормлении осетровых рыб в условиях индустриального рыбоводства наиболее оптимально и позволит заметно повысить рентабельность производства ценных видов рыб.

4. Обсуждение полученных результатов

В современных условиях интенсификация рыбоводства в разных субъектах нашей страны нуждается во внедрении новых технологий с применением инновационных решений, в которых кормление рыбы с использованием отечественных кормов и кормовых биологически - активных добавок, приготовленных на основе различных компонентов, является эффективным способом повысить рентабельность производства (Васильев А.А., Кияшко В.В., Маспанова С.А., 2013).

Опираясь на результаты проведенных экспериментов с использованием йода в кормлении ленского осетра, мы установили, что они подтверждают ранее проведенные исследования (Brown D.D., 1997, Hamre K. и соавт., 2008, Рибейро А. и др., 2009, Schmid S., Ranz D., He M.L. и др., 2003, Burkard S., Reiter R., Lukowicz M.V. и др. 2002, Hawkyard M., Sæleb Ø., Nordgreen A. и др., 2011) которые подтверждают, что использование йода в кормлении рыб является одним из способов эффективного использования кормовых биологически - активных добавок при выращивании рыбы.

Опираясь при проведении эксперимента на технологию содержания ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения, в проведенных нами исследованиях мы получили высокие результаты по сохранности рыбы. Которая была выше по сравнению с контрольной группой на 3,33 %. Аналогичные результаты описаны в работах Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А., (2011), Козлов В. И., (2004), Рождественский М.И., (2001).

Полноценное кормление ленского осетра подопытных групп, в период проведения нашего эксперимента позволило лучше выявить его генетический потенциал, что выразилось в высоких показателях продуктивности. О важности

полноценного питания рыб в своих трудах говорят такие российские исследователи как Остроумова И.Н. (1996), Скляр В.Я. Овчаров А.Ф., Таран Л.В. (1981), Скляр В. Я., Гамыгин Е. А., Рыжов Л. П. (1984).

Российским рыболовным предприятиям для получения конкурентных преимуществ в современных условиях необходимо обращать больше внимания на отечественные кормовые добавки такие как «Абиопептид с йодом», выпускаемые ООО «А-Био» г. Пущино, Московской обл. и их аналоги. Такого же мнения придерживаются Руднев М.Ю., Руднева О.Н., Васильев А.А. (2015).

При проведении наших исследований была поставлена задача, повышения продуктивности ленского осетра при выращивании в УЗВ. Исследования проводились на базе установки замкнутого водоснабжения научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВПО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова.

Правильная организация работы УЗВ позволяла поддерживать качество воды соответствующее по гидрохимическим показателям стандартам для выращивания осетровых видов рыб.

Для обогащения йодом комбикорма использовали дистиллированную воду. Соотношение корма и воды составляло 1:1, препарат скармливали рыбе из расчёта на 1 кг массы рыбы – 1 мл препарата. В воду добавляли необходимое количество «Абиопептида с йодом» (соответствующее массе рыб) и размешивали, до получения однородного раствора. Корм замачивался в растворе на 10-15 минут до полного его впитывания, после чего скармливался рыбе. В ходе исследований нами была изучена динамика массы рыбы, её сохранность и затраты корма на единицу прироста, проанализированы гематологические показатели, химический состав мышечной ткани, сбалансированность белка мышечной ткани по аминокислотному составу.

Биологически - активная добавка «Абиопептид с йодом», на основе гидролизата соевого белка, показала свое положительное влияние на показатели роста и развития, затраты кормов на единицу прироста, на

состояние внутренних органов, биохимические показатели крови и качество мышечной ткани ленского осетра, а так же экономическую эффективность применения данной добавки.

Мы провели комплексное исследование, проведя прогнозируемый и научно-производственный опыты по изучению эффективности применения препарата «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения, и получили данные позволившие рекомендовать данную добавку в индустриальном рыбоводстве.

Использование добавки «Абиопептид с йодом» с дозировкой йода 0,10 мг увеличивает дополнительную прибыль от реализации на 6,6 %, а с дозировкой 0,50 мг увеличивает прибыль на 3,57 % по сравнению с контрольной группой. Наиболее экономически эффективной дозировкой йода в добавке «Абиопептид с йодом» является 0,20 мг на 1 кг массы ленского осетра, так как прибыль от реализации рыбы в этой группе была на 10,16 % выше, чем в контрольной группе.

Данные проведенных исследований позволяют рекомендовать рыбоводным хозяйствам и предприятиям комбикормовой промышленности вводить в комбикорма для ленского осетра при выращивании в установках замкнутого водоснабжения кормовую добавку «Абиопептид с йодом» с содержанием йода 0,20 мг/мл, на 1 кг ихтиомассы.

5. Выводы

Основываясь на полученных данных по изучению эффективности применения добавки «Абиопептид с йодом», при выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения, можно сделать следующие выводы:

1. Содержание йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом», в количестве 0,20 мг, в кормлении ленского осетра в УЗВ является оптимальным.

2. Скармливание добавки «Абиопептид с йодом» ленскому осетру повышает продуктивность на 6,27 %, сохранность на 3,33 % и оказывает положительное влияние на товарные качества.

3. Затраты кормов на 1 кг прироста массы ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения, при скармливании добавки «Абиопептид с йодом» содержащей йод из расчета 0,20 мг/мл на 1 кг массы рыбы, ниже по сравнению с контрольной группой на 0,05 кг, а себестоимость конечной продукции ниже на 6,5 %.

4. Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра сохраняет биохимические показатели крови и физиологическое состояние внутренних органов в оптимальных границах.

5. Скармливание ленскому осетру комбикорма с добавкой «Абиопептид с йодом» повышает содержание йода в мышечной ткани на 28,08 %.

6. Скармливание 0,20 мг/мл йода на 1 кг массы ленского осетра в составе добавки «Абиопептид с йодом» является наиболее экономически эффективной, рентабельность от реализации рыбы в этой группе на 10,16 % выше, чем в контрольной.

6. Рекомендации производству

Для повышения рентабельности производства рыбной продукции рекомендуем использовать в кормлении ленского осетра, при выращивании в установке замкнутого водоснабжения, добавку «Абиопептид с йодом», с содержанием йода 0,20 мг/мл, на 1 кг ихтиомассы.

7. Список использованных источников

1. Абросимова, Н.А. Корма и кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / Н.А. Абросимова. - М.: ВНИИПРХ, 1997. – 76 с.
2. Акчурина, И.В. Альтернатива гормональным препаратам для усиления интенсивности роста рыбы / Акчурина И.В., Поддубная И.В., Васильев А.А., Вилутис О.Е., Тарасов П.С. // Аграрный научный журнал. 2013. № 10. С. 3-4
3. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – 385 с.
4. Аминева, В.А. Физиология рыб / В.А. Аминева., А.А. Иванов. – М.: Легкая промышленность, 1984. – 200 с.
5. Анисимова, И.М. Ихтиология / И.М. Анисимова, В.В. Лавровский // М.: Высшая школа, 1983. — 255 с.
6. Антипов, В.А. Йод в ветеринарии / В.А. Антипов, А.Х Шантыз, Е.В Громько, А.В. Егунова, С.А. Манукало. - Краснодар: КубГАУ, 2011. – 306 с.
7. Антонова, М.С. Борьба с йод-дефицитом: история и современность / М.С. Антонова // Исследовано в России. - 2004. - С. 2190-2198.
8. Аринжанов, А.Е. Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Мирошников А.М., Кудашева А.В. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 10 (146). С. 138-142.
9. Аринжанов, А.Е. Воздействие наночастиц комплекса металлов на

- организм карпа / Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (40). С. 113-116.
10. Аринжанов, А.Е. Влияние наночастиц на гематологические показатели крови карпа / Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 5 (83). С. 92-97.
11. Аскеров, М.К. Комплексное применение микроэлементов и минеральных удобрений в прудах осетровых рыбоводных заводов / М.К. Аскеров, К. Г. Кязимов // Тезисы докл. для отчета сессии ЦНИОРХ. Астрахань: ЦНИОРХ, 1968. - С. 3-4.
12. Багирян, Р. Йод Флоренского / Багирян Р. // Моя семья №47, 2001. - С. 19.
13. Багров, А.М. Аквакультура России за период до 2005 года // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы: Материалы междунар. Науч.-практич. Конференции 18-21 сент. 2000 г. – Киев. - 2000. – С. 9.
14. Барабаш, А.А. Влияние ферментного препарата на элементный статус карпа при различном содержании протеина в рационе / Барабаш, А.А., Мирошникова Е.П., Жарков А.Н. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № S2. С. 4-6.
15. Блинков, Б. В. Особенности выращивания русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) в установке замкнутого водообеспечения в товарном хозяйстве « Anna Caviar» / Б. В. Блинков, О. Н. Загребина // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство № 3. 2013. – С. 141 -145
16. Бойко, Н.Е. Изучение последствия тиреоидных гормонов и кортизола на рост, тиреоидный статус и показатели крови молоди осетра / Н.Е. Бойко // Вопросы рыболовства. - 2004. - Т. 5. - № 3 (19). - С. 500-513.
17. Бойко, Н.Е. Дефекты развития предличинок осетра при гипо- и гипертиреозе / Н.Е. Бойко, О.А. Воробьева, Г.Г. Корниенко и др. // Сб. научн. Тр. АзНИИРХ Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны

- рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону: Медиаполис. - 2006. - С. 292-301.
- 18.Брайнбалле, Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения // Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. – Копенгаген: Еврофиш, 2010. – 70 с.
- 19.Брыткова, А.Д. Возрастные изменения содержания микроэлементов в органах и тканях животных / А.Д. Брыткова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – №2. - С. 124-128.
- 20.Брянская, И.В. Методы определения содержания йода в пищевом сырье и продуктах питания / И.В. Брянская, С.Ю. Лескова - Улан-Удэ, 2006. - 31 с.
- 21.Бубунец, Э.В. Способ воспроизводства осетровых рыб / Лабенец, А.В., Жигин А.В. Патент РФ № 2500101 от 10.12.2013 // Заявка № 2012139088/13 (063197) от 13.09.2012 г. Россия. МПК А01К 61/00. Положительное решение ФИПС от 15.08.2013.
- 22.Васильев, А.А. Влияние йода на функциональное состояние щитовидной железы и рост молоди ленского осетра / А.А. Васильев, О.Е. Вилутис, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная, А.А. Карасев // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии» // Под ред. А.А. Волкова, А.В. Молчанова. – Саратов: ИЦ «Наука». - 2014. - С. 58-61.
- 23.Васильев, А.А. Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы / Васильев А.А., Волков А.А., Гусева Ю.А., Коробов А.П., Хандожко Г.А. // патент на полезную модель RUS 95972 15.03.2010
- 24.Васильев, А.А. Резервы повышения рыбопродуктивности / Васильев А.А., Кияшко В.В., Маспанова С.А. // Аграрный научный журнал. 2013. № 2. С. 14-16.

25. Васильев, А.А. Выращивание осетровых в садках / Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А. // Для специалистов рыбоводных хозяйств, научных работников и студентов сельскохозяйственных специальностей / Саратов, 2012. – 142 с.
26. Васильев, А.А. Система садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы / Васильев А.А., Поддубная И.В., Вилутис О.Е., Тарасов П.С., Карасев А.А. // патент на полезную модель RUS 132315 28.03.2013
27. Васильев, А.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения / А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Ю.А. Гусева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – 11 с.
28. Васильев, А.А. Влияние йода на продуктивность ленского осетра / Васильев А.А., Поддубная И.В., Акчурина И.В., Вилутис О.Е., Карасев А.А., Пономарев А.В. // Рыбное хозяйство. 2014. № 3. - С. 82-84.
29. Власов, В. А. Фермерское рыбоводство. Текст / В. А. Власов. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 168 с.
30. Войнар, А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А.И. Войнар. – М.: Высшая школа, 1983. – 544 с.
31. Воробьев, В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В.И. Воробьев. – М.: Наука, 1993. – 255 с.
32. Воробьев, В.И. Биогеохимия и рыбоводство / В.И. Воробьев // – Саратов: МП «Литера», 1998. – 224 с.
33. Воронин, С.П. Способ йодирования и йодсодержащий продукт для применения в кормлении животных и птицы / С.П. Воронин // Заявка на патент RST/RU 2013/ 000903. 2013.
34. Гербильский, Н.Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в рыбоводстве // Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов. Л. 1941. - С.5 -36.

35. Головин, П.П. Кадастр лечебных перпаратов, используемых и апробированных в аквакультуре России и зарубежом / П.П. Головин, Н.А. Головина, Н.Н. Романова // М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.-56 с.
36. Горбунов, А. В. Поступление селена и йода в организм человека с различными рационами питания / А. В. Горбунов, С. М. Ляпунов, О. И. Окина, М. В. Фронтасьева // Экология человека. №10. 2011. – С. 3 – 8
37. Григорьев, С.С. Индустриальное рыбоводство / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 186 с.
38. Грищенко, П.А. Эффективность использования аспарагинатов при выращивании карпа в садках / П.А. Грищенко, А.А. Васильев, Ю.А. Гусева, А.Р. Сарсенов // Вестник саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова № 1. – 2012. – С.18 - 20
39. Грозеску, Ю.Н. Биологическая эффективность применения пробиотика Субтилис в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Е.А. Шульга // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 11, №1(2), 2009 – С. 42 – 45.
40. Грозеску, Ю.Н. Выращивание ценных видов рыб в УЗВ / Ю.Н. Грозеску, С.В. Пономарев. - Астрахань: Издание АГТУ, 2006. – 189 с.
41. Гуревич, Г.П. Содержание йода в различно обработанной морской рыбе / Г.П. Гуревич // Вопросы питания. - 1965.- № 5. - С. 72-73.
42. Гуркина, О.А. Использование йодсодержащего препарата в кормлении, при садковом выращивании карпа / Гуркина О.А., Васильев А.А., Карасев А.А. // В сборнике: аграрная наука: поиск, проблемы, решения Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова. главный редактор А.С. Овчинников. 2015. С. 304-308.
43. Гусева, Ю.А. Влияние препарата «абиопептид» на продуктивность ленского осетра (*acipenser baeri*) при выращивании в садках / Ю.А. Гусева,

- А.П. Коробов, А.А. Васильев, А.Р. Сарсенов // Рыбное хозяйство, 2011. – № 2. – С. 94-98.
44. Гусева, Ю.А. Эффективность использования препаратов «абиопептид» и «ферропептид» в кормлении ленского осетра (*acipenser baeri brandt*) в садках / Гусева Ю.А., Коробов А.П., Васильев А.А., Сарсенов А.Р. // Аграрный научный журнал. 2011. № 4. С. 3-6.
45. Гусева, Ю.А. Влияние кормления на химический состав мышечной ткани ленского осетра Текст / Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, М.В. Чугунов // Материалы Международной научно-практической конференции «Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития» под редакцией А.А. Волкова. – Саратов, 2012. – С. 64–66.
46. Детлаф, Т.А. Развитие осетровых рыб / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен // М.: Наука. - 1981.- 224 с.
47. Дедов, И.И. дефицит йода – угроза здоровью и развитию детей России. Пути решения [Текст] / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, Е.А. Трошина // Национальный доклад М.: – 2006. – С. 124.
48. Желтов, Ю. А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве / Желтов Ю. А. // Киев. Фирма «ИНКОС», 2006. – 154 с.
49. Жигин, А.В. Замкнутые системы в аквакультуре / А.В. Жигин. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 664 с.
50. Жигин, А.В. Замкнутые системы водоиспользования, как пример инновационного развития аквакультуры / Жигин А.В., Мовсесова Н.В. // Матер. междунар. науч.-практ. конф. Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества / Улан-Удэ, оз. Байкал, 1-7 авг. 2011г.- Тюмень: Госрыбцентр, 2011. - С. 70-72.
51. Жигин, А.В. Развитие аквакультуры: региональный аспект / Жигин А.В. // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- № 7. - 2012. - С. 3-6.

52. Жигин, А.В. Замкнутые системы в западноевропейской аквакультуре (по материалам ФАО) / Жигин А.В. // Докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Сельскохозяйственное рыбоводство: возможности развития и научное обеспечение инновационных технологий, г. Ногинск, 5-7 сент. 2012 г. / ГНУ ВНИИР Россельхозакадемии.- М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. - С. 23-27.
53. Жигин, А.В. Техничко-экономические аспекты использования замкнутых систем в рыбоводных хозяйствах / Жигин А.В., Мовсесова Н.В. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2014. - № 7. - С. 66-75.
54. Жигин, А.В. Техничко-экономические аспекты использования замкнутых систем в рыбоводных хозяйствах / Жигин А.В., Мовсесова Н.В. // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- 2014.- № 8.- С. 47-57.
55. Жигин, А.В. Замкнутые системы в аквакультуре – базисная инновация / Сб. науч. тр.: Вопросы рыбного хозяйства Беларуси / Жигин А.В., Изотова Н.В. // Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2015. - Вып. 31. - С. 52-66. ISSN 2218-7456
56. Жукова, Г.Ф. Йод. Содержание в пищевых продуктах и суточное потребление с рационом питания / Г.Ф Жукова, С.А. Савчик, С.А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. — 2004. — №3. — С. 1-16.
57. Заиграева, Л.И. Товароведение и экспертиза рыбных товаров / Л.И. Заиграева, Н.В. Дарбакова // Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2010. – 88 с.
58. Зензеров, В.С. Особенности структуры и функционирования щитовидной железы рыб Баренцева моря / В.С. Зензеров // Петрозавод. гос. ун-т Мурманск, 2007. - 285 с.
59. Зименс, Ю.Н. Экономическая эффективность использования йодированных дрожжей в рыбоводстве / Зименс Ю.Н., Масленников Р.В., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В. // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 7-1 (26). С. 67-68.

- 60.Зименс, Ю.Н. Пищевая ценность ленского осётра при использовании в рационе йодированных дрожжей / Зименс Ю.Н., Поддубная И.В., Васильев А.А. // В сборнике: Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны Международная научно-практическая конференция, посвящённая 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Почётного работника ВПО РФ, профессора кафедры "Кормление, зоогигиена и аквакультура" СГАУ им. Н.И. Вавилова Коробова Александра Петровича. 2015. С. 29-32.
- 61.Зименс, Ю.Н. Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра / Зименс Ю.Н., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В., Семькина А.С. // Аграрный научный журнал. 2014. № 10. С. 20-23.
- 62.Зименс, Ю.Н. Влияние повышенных доз йода на продуктивность ленского осетра / Зименс Ю.Н., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В., Масленников Р.В. // Аграрный научный журнал. 2014. № 8. С. 18-21.
- 63.Зименс, Ю.Н. Влияние йодированных дрожжей на биохимические показатели крови ленского осетра / Зименс Ю.Н., Поддубная И.В., Васильев А.А. // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. - С. 154-160.
- 64.Зименс, Ю.Н. Измерение концентрации йода в мышечной ткани ленского осетра при использовании в рационе йодированных дрожжей / Зименс Ю.Н., Масленников Р.В., Васильев А.А. // В сборнике: проблемы агропромышленного комплекса стран евразийского экономического союза материалы I Международной научно-практической конференции. 2015. - С. 202-205.

- 65.Зименс, Ю.Н. Экономическая эффективность использования йодированных дрожжей в рыбоводстве / Ю.Н. Зименс, Р.В. Масленников, А.А. Васильев, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная // Международный научно-исследовательский журнал № 7 (26) Часть 1 – 2014. – С. 67 – 68.
- 66.Иванов, А.А. Физиология рыб / А.А. Иванов. – М.: Мир. - 2003. - 214 с.
- 67.Ивойлов, А.А. Выращивание сибирского осетра и радужной форели в установке с замкнутым циклом водообеспечения, оснащенной погружным фильтром с постоянно регенерирующей загрузкой // А.А. Ивойлов, Д.А. Чмилевский, М.А. Стадник // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. - 2007. - № 13. – СПб. – С. 16-29.
- 68.Йаздани, М.А. Рост ленского осетра (*Acipenser baerii* Brand) в бассейнах при переменном суточном терморегиме. Текст / М. А. Йаздани, В. А. Власов, Ю. И. Есавкин. // Межведомственный сборник научных и научно - методических трудов. Проблемы аквакультуры. – М.: - 2005. – С. 18–21.
- 69.Казарникова, А.В. Заболевания осетровых рыб при искусственном воспроизводстве и товарном выращивании / А.В. Казарникова, Е.В. Шестаковская // Кольский научный центр РАН, 2005. – 58 с.
- 70.Канидьеv, А.Н. Методика нормирования суточных рационов, размер гранул и частоты раздачи корма молоди лососевых рыб / А.Н. Канидьеv, Е.Н. Гамыгин // Биологические основы рационального кормления рыб: Сб. Науч. тр. М. : ВНИИПРХ. – 1980. - Вып. 27. - С. 16-32.
- 71.Калашников, В. Основные принципы эксплуатации промышленных рыбоводных систем на основе установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) / В. Калашников // гл. специалист ООО «Финнелма», март 2013 г. – 10 с.
- 72.Карасев, А.А. Рост и развитие карпа при выращивании в садках с использованием добавки «абиопептид с йодом» / Карасев А.А., Васильев

- А.А., Гуркина О.А. // В сборнике: аграрная наука: поиск, проблемы, решения Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова. 2015. - С. 311-315.
73. Киреев, В.Е. Выращивание рыбы в закрытых установках / Киреев В.Е., Киселев М.И. // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура. Прудовое и озерное рыбоводство: Экспресс-информация. ЦНИИТЭРХ. - 1999. - Вып. 1. - С. 25-30.
74. Китаев, И. А. Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения / И. А. Китаев, А.А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Вестник саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова № 7. – 2014. – С. 9 - 11 .
75. Китаев, И.А. Влияние кормовых добавок «абиопептид» и «ферропептид» на аминокислотный состав белка мышечной ткани ленского осетра при выращивании в УЗВ / Китаев И.А., Васильев А.А., Гусева Ю.А. // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 160-164.
76. Китаев, И.А. Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения / Китаев И.А., Васильев А.А., Гусева Ю.А., Мухаметшин С.С. // Аграрный научный журнал. 2014. № 7. С. 9-11.
77. Китаев, И.А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / Китаев И.А., Гусева Ю.А., Васильев А.А., Мухаметшин С.С. // Аграрный научный журнал. 2014. № 12. С. 10-12.
78. Киянов, Е.В. Характеристика молоди русского осетра при выращивании

- на различных стартовых комбикормах / Е.В. Киянов, Е.В. Переверзева // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата; Международный семинар, 16-18 апреля 2007 г.: материалы и доклады. - Астрахань: Изд-во АГТУ. - 2007. - С. 404-407.
79. Киселев, А.Ю. Технология выращивания товарного осетра в установках с замкнутым циклом водообеспечения / А.Ю. Киселев, В.А. Слепнев, В.И. Филатов. и др. . - М. : ВНИИПРХ. - 1995. - 18 с.
80. Ковалевский, В.В. Геохимическая экология / В.В. Ковалевский - М. : Наука, 1974. - 297 с.
81. Козлов, В. И. Товарное осетроводство / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. - М. : Росагропромиздат, 1986 - 117 с.
82. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров, А. Л. Бородин. - М. : МГУТУБ, 2004. - 347 с.
83. Козлов, В. И. Справочник рыбовода / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. - М.: Росагропромиздат, 1991. - 238 с.
84. Козлов, В. И. Справочник фермера-рыбовода / В. И. Козлов. - М.: Изд-во ВНИРО, 1998. - 447 с.
85. Кокоза, А.А. Методы и критерии качества молоди осетровых рыб, выращенной на осетровых рыбоводных заводах / А.А. Кокоза // Биологические основы осетроводства. М., Наука. 1983. С. 178-190.
86. Корабельникова, О.В. Эффективность воздействия некоторых биологически активных препаратов на молодь Ленского осетра и перспективы их использования в аквариумистике / О.В. Корабельникова, П.П. Головин, Н.Н. Романова // Проблемы аквакультуры: Межвед. сб. науч. и науч.-метод. тр. / Московский зоопарк, - 2005. - С. 83 - 84.
87. Коробов, А. П. Эффективность использования аспарагиатов в кормлении птицы / А. П. Коробов, Д. В. Ермаков // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2012. - № 7. - С. 20-22.
88. Кубарко, А.И. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты /

- S. Yamashita, С.Д. Денисов, Ю.Е. Демидчик, и др. / под ред. проф. А.И. Кубарко и проф. S.Yamashita. - Минск - Нагасаки, 1998. - 368 с.
- 89.Кудерский, Л.А. Рыбное хозяйство внутренних водоемов России: индустриальное рыбоводство / Л.А. Кудерский // Рыбное хозяйство. – 1999. – Вып. 1. - С. 51-56.
- 90.Кулаков Г.В. Субтилис натуральный концентрированный пробиотик / Кулаков Г.В. // М.: ООО Типография «Визави», 2003. - 48 с.
- 91.Кудряшева, А.А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А.А. Кудряшева, Л.Ю. Савватеева, Е.В. Савватеев. – М. : Колос, 2007. – 304 с.
- 92.Лавровский, В.В. Бионические основы управления замкнутыми рыбоводными системами / В.В. Лавровский // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1985. - Вып. 46. – С. 30-36.
- 93.Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин // - М.: Высшая школа, 1990. – 253 с.
- 94.Лебедев, П.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П.Т. Лебедев, А.Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 712 с.
- 95.Легкодимова, З.И. Аспекты развития товарного осетроводства в Саратовской области / З.И. Легкодимова, Г.В. Сильникова, Г.А. Хандожко, С.Н. Макаров, В.П. Масликов // Итоги рыбохозяйственных исследований на Саратовском и Волгоградском водохранилищах. Санкт – Петербург: Изд-во «Б.С.К.», 2000. – 248 с.
- 96.Лукьяненко, В.И. Иммунология рыб / В.И. Лукьяненко // М.: Агропромиздат, 1989. —271 с.
- 97.Малютин, В. Ленский осетр и его возможности / В. Малютин, Л. Соколов, И. Смольянов // Рыбоводство и рыболовство. - 1978. - № 4. - С. 10-11.
- 98.Масленников, Р.В. Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра в условиях садкового рыбоводства

- / Масленников Р.В., Поддубная И.В., Васильев А.А. // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. - С. 178-182.
99. Матишов, Г.Г. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры / Г.Г. Матишов, С.В. Пономарев. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. – 368 с.
100. Матишов, Г.Г. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокина, А.В. Казарникова, М.В. Коваленко. - Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2008. – 112 с.
101. Матишов, Г.Г. Перспективы создания индустриальных рыбоводных комплексов для осетровых рыб / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева // Рыбоводные ресурсы. - 2006. - № 3. – С. 46-47.
102. Матусевич, В.Ф. Модифицированная схема определения опсонофагоцитарной реакции и оактерицидной активности крови / В.Ф. Матусевич // Ветеринария. – 1964. - №4. – С. 105-108.
103. Мелякина, Э.И. Анализ содержания железа и кобальта в органах и тканях щуки (*EsoxLucius*) / Э.И. Мелякина, О.В. Бичарева // Вестник АГТУ. Сер. : Рыбное хозяйство. – 2009. – №2. – С. 67-69.
104. Металлов, Г.Ф. Влияние препарата Е-селен на рост и физиологические показатели гибрида русский осетр × ленский осетр / Г.Ф. Металлов, В.А. Григорьев, А.В. Ковалёва, О.А. Левина, М.Н. Сорокина // Вестник южного научного центра Том 9. – 2013. - № 2 С. 57–67.
105. Микодина, Е.В. Некоторые биохимические показатели двухгодовиков триплоидной радужной форели в условиях южного Вьетнама / Е.В. Микодина, Е.В. Ганжа, Е.Д. Павлов // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Материалы III Межд. конф. с элементами школы для молодых учёных, аспирантов и

- студентов. Петрозаводск: КарНЦ РАН. - 2010. - С. 117–119.
106. Мирзоева, Л. М. Иммуномодулирующие пищевые добавки для аквакультуры / Рыбное хозяйство. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре. Аналит. и реферат. Информация. М.: ВНИЭРХ. - 2000. - Вып. 2.- с. 21-25.
107. Мирошникова, Е.П. Элементный состав рыбы при использовании различных комбикормов / Е.П. Мирошникова, А.А. Барабаш // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2008. - № 3. - С. 36-38.
108. Мирошникова, Е.П. Изменение гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 55-57.
109. Мирошникова, Е.П. Биологические особенности и качество продукции кур и карпа при использовании различных энзимсодержащих рационов диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Оренбургский государственный аграрный университет. Оренбург, 2006. – 248 с.
110. Мирошникова, Е.П. Влияние наночастиц различной дозировки на продуктивность карпа и обмен химических элементов / Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. - С. 30-32.
111. Мирошникова, Е.П. Элементный состав рыбы при использовании различных комбикормов (влияние уровня протеина в рационе карпа) / Мирошникова Е.П., Барабаш А.А. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 3. - С. 36-38.
112. Мовсесова, Н.В. Динамика структуры затрат при выращивании рыбы в замкнутых системах / Мовсесова Н.В., Жигин А.В. // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- № 5-6.- 2011. - С. 63-65.
113. Морозов, Н.П. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне

- Мирового океана на примере микроэлементов группы металлов / Н.П. Морозов, С.А. Петухов // М.: Агропромиздат, 1986. - 160 с.
114. Мухрамова, А.А. Исследование влияния кормов с биологически активными добавками на рост осетровых рыб при бассейновой технологии выращивания / А.А. Мухрамова, С.К. Койшибаева // Вестник Казахского национального университета имени аль-Фараби. Алматы. Казак университеті, 2012.- 1 (33). - С. 106-111
115. Назаренко, Л.Д. Влияние различных доз йодистого калия на гистроструктуру органов и тканей рыб / Л.Д. Назаренко, Л.П. Никитина, А.А. Торопкин // Межвузовский сборник научных трудов. Экология и рациональное использование ихтиофауны внутренних водоемов. - 1991. – 152 с.
116. Никитенко, К. Конаковское чудо Текст / К. Никитенко // Наука и жизнь, – 1981 – № 10. – С. 18–19.
117. Орлов, Д.С. Науки о земле. Микроэлементы в почвах и живых организмах / Д.С. Орлов // М.: МГУ, 1998. – С. 61 – 68.
118. Орлова, Т. Т. Обогащение продуктов питания в регионе, дефицитном по йоду / Т. Т. Орлова, М. С. Ильина, Е. В. Гафарова // Аграрный вестник Урала № 11(65). - 2009. – С. 48 – 49.
119. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. - Санкт-Петербург, 2001. – 372 с.
120. Остроумова, И.Н. Высококачественные корма — условия эффективного воспроизводства / И.Н. Остроумова. - Рыбоводство и рыболовство. - 1996. -№2. - С. 22-23.
121. Петрова, Т. Г. Порода сибирского (ленского) осетра «Лена-1» / Т. Г. Петрова, Н. А. Козовкова, С. А. Кушнирова // Породы и одомашненные формы осетровых рыб сб. статей – М.; ООО «Столичная типография», – 2008. – С. 23 –32.
122. Поддубная, И.В. Оценка эффективности применения йодированных

- дрожжей в кормлении ленского осетра при выращивании в садках / Поддубная И.В., Масленников Р.В., Васильев А.А. // Аграрный научный журнал. 2015. № 5. - С. 20-23.
123. Подушка, С.Б. Ленский осетр, сибирский осетр (*acipenser baeri*) в рыбоводных хозяйствах Европейской части России / С.Б. Подушка // Материалы научно – практической конференции. Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. - 1999. - С. 190-193.
124. Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Д.И. Иванов. – М. : Колос, 2009. – 312 с.
125. Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе Текст / С. В. Пономарев, Ф. М. Магомаев. – Махачкала.: «Эко-пресс», 2011. – 352 с.
126. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство./ Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов // — М.: Мир, 2004. — 456 с., ил.
127. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И.В. Проскуренко. – М.: ВНИРО, 2003. – 152 с.
128. Проскуренко, И.В. Проектирование замкнутых рыбоводных установок / И.В. Проскуренко // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. - 2006. - № 11. – СПб. – С. 29-33.
129. Постникова, А.В. Химизация в отраслях АПК / А.В. Постникова. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 223 с.
130. Потапова, Н.В. Рыба и морепродукты / Н.В. Потапова – СПб.: Амфора, 2012. - 47 с.
131. Пучков, Н. В. Физиология рыб / Н. В. Пучков // – М.: Пищепромиздат, 1954 . – 371 с.
132. Растопшина, Л.В. Изучение влияния повышенных доз йода в рационе цыплят-бройлеров на их продуктивность / Л.В. Растопшина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2011. - № 12. - С. 67-68.

133. Репников, Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров / Б.Т. Репников, Москва 2007. – 146 с.
134. Родина, Т.Г. Товароведение и экспертиза товаров и морепродуктов / Родина Т.Г. - М.: Академия, 2007. – 400 с.
135. Рождественский, М.И. Временные нормы проектирования и эксплуатации индустриальных осетровых рыбоводных заводов по выращиванию сибирского осетра (обская популяция) до товарной массы и формированию маточного стада сибирского осетра с использованием геотермальной воды / М.И. Рождественский. – Минсельхоз России, Росрыбхоз ФГУП Сибрыбниипроект, 2001. – 67 с.
136. Рубан, Г. И. Сравнительный морфологический анализ подвидов сибирского осетра *Acipenser baerii stenorrhynchus* и *Acipenser baerii chatys* реки Енисей и Лена Текст / Г. И. Рубан, А. И. Панайотиди// Вопр. Ихтиологии, 1994. Т. 34. – № 4. – С. 469 – 478.
137. Руднев, М.Ю. Экономическое обоснование выращивания ленского осетра и производства черной икры с применением интенсивной технологии / Руднева О.Н., Васильев А.А. // В сборнике: Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова"; Редакционная коллегия: И.Л. Воротников; В.В. Бутырин. 2015. - С. 123-126.
138. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства: Учебник./ Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук // – СПб.: Издательство «Лань», 2011. - 528 с.: ил.
139. Сариев, Б.Т. Оптимизация кормления осетровых рыб в условиях установки замкнутого водообеспечения / Б. Т. Сариев // – Новосибирск, 2012. – 138 с.
140. Свириденко, Н.Ю. Микроэлемент интеллекта / Н.Ю. Свириденко

- //Наука и жизнь. - 2003. - №10. - С. 66-70.
141. Сергеева, Н.Т. Биохимия витаминов и минеральных элементов. Калининград. гос. тех. ун-т, 1998. – 122 с.
142. Сергазиева, О.Д., Долганова Н.В. Повышение эффективности выращивания молоди осетровых рыб на стартовых комбикормах с гидролизатом повышенной биологической ценности / О.Д. Сергазиева, Н.В. Долганова // Вестник АГТУ, -2011. - №1. – С. 69 – 74.
143. Серпунин, Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. автореф. канд.биол. наук / Г.Г. Серпунин. - Калининград, 2002. - 49 с.
144. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 216 с.
145. Смольянов, И.И. Ленский осетр / И.И. Смольянов // Рыбоводство. – 1987. - № 6. - С. 12-13.
146. Скляр, В.Я. Актуальные проблемы кормления рыб в индустриальном рыбоводстве / В.Я. Скляр, А.Ф. Овчаров, Л.В. Таран // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1981. – Вып. 176. – С.117-125.
147. Скляр, В. Я. Кормление рыб. Справочник / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжов. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 116 с.
148. Сорвачев, К.Ф. Основы биохимии питания / К.Ф. Сорвачев // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 246 с.
149. Сорокина, М.Н. Эффективность использования α - токоферола и аскорбиновой кислоты при подготовке самок осетровых рыб к нересту / М.Н. Сорокина// Астрахань. - 2004. - 24 с.
150. Спиридонов, А. Обогащение йодом яиц и мяса кур / А. Спиридонов, О. Кислова // Птицеводство, №03. 2011 – С. 21 – 25.
151. Спиридонов, А.А. Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / А.А. Спиридонов, Е.В. Мурашова. - Санкт-

- Петербург, 2010. – 96 с.
152. Сухинина, С.Ю. Йод и его значение в питании человека / С.Ю. Сухинина, Г.И. Бондарев, В.М. Позняковский // Вопросы питания. - 1995. - № 3. - 12 с.
153. Тимофеев, М.М. Промышленное разведение осетровых / М.М. Тимофеев. – М. : «АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2005. – 138 с.
154. Филатов, В.И. Технология выращивания молоди карпа, форели в установках с замкнутым циклом водообеспечения / В.И. Филатов, Н.П. Новоженин, А.В. Ширяев и др. // Минрыбхоз. СССР. – М. : ВНИИПРХ. – 1986. – 17 с.
155. Фонтен, М. Эндокринные железы и различные формы поведения рыб / М. Фонтен // Труды Центральной лаборатории по воспроизводству рыбных запасов Главрыбвода МРХ СССР. Осетровые и проблемы осетрового хозяйства. - 1972. - С. 152-166.
156. Хандожко, Г.А. Выращивание стерляди в открытых водоемах / Г. А. Хандожко, А. А. Васильев // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Саратовский гос. аграрный ун-т им. Н. И. Вавилова". Саратов, 2010. – 142 с.
157. Хандожко, Г.А. Система садков для выращивания рыбы / Хандожко, Г.А., Вертей В.В., Васильев А.А. // патент на полезную модель RUS 75540 14.04.2008.
158. Хандожко, Г.А. Результаты садкового выращивания стерляди в естественном температурном режиме / Хандожко, Г.А., Васильев А.А. // Зоотехния. 2009. № 2. - С. 24-25.
159. Хаустов, В.Н. Эффективность использования аскорбиновой кислоты и йода в рационах кур промышленного стада / В.Н. Хаустов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2007. - № 12. - С. 29-32.

160. Хрусталеv, Е.И. Технология комбинированного выращивания камбалы, форели и налима в установках с замкнутым циклом водообеспечения и открытых солоноватых системах / Е.И. Хрусталеv, А.Ю. Киселеv, А.Ю. Илясов и др. // Комитет РФ по рыболовству. – М. : «Аквакультура-сервис». – 1995. – 13 с.
161. Цирульская , З.И. Включение в корма микроэлементов для улучшения роста / Цирульская З.И., Люкшина В.Д. // Сб. науч. тр. М.: Изд-во ЦНИИОРХ, 1981.-№ 176.-С. 151-154.
162. Чебанов, М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.В. Галич // Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. № 558. – 2011 - 297 с.
163. Шепелев, А. М. Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров / А. М. Шепелев, О. И. Кожухова // Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров. – Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2001. – С. 4.
164. Ширялкин, Е. А. Влияние аспарагинатов на продуктивность порослят-отъемышей / Е. А. Ширялкин, А. А. Васильев, А. Н. Попов, Ю. Н. Иванцов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции. / Под ред. И. Л. Воротникова. Саратов: Издательство «КУБиК», 2012. - ч. 2. - С. 94 - 96.
165. Ширяева, О.Ю. Пищевые качества яиц при введении в рацион препаратов йода и лактоамиловорина / О.Ю. Ширяева, В.Н. Никулин // Биоресурсы, 2007 - С. 161 – 163.
166. Штерман, Л.Я. Влияние бетазина и йода на рост, функциональное состояние щитовидной железы и показатели крови радужной форели / Л.Я. Штерман, В.Р. Слободской, 1972. – Вып. 12. –С. 545-553 с.
167. Щеплягина, Л.А. Проблема йодного дефицита / Л.А. Щеплягина // Русский медицинский журнал. – 1999. - № 11. - С. 523-527.
168. Яндовская, Н.И. Инструкция по биотехнике разведения семги и

- лечебно-профилактическим мероприятиям при выращивании в бассейнах / Н.И. Яндовская, Х.А. Лейзерович, Е.А. Богданова // Л. ГосНИОРХ. - 1966. - 51 с.
169. Ahmed, M., Iodinated Feed Reduces Stress in Steelhead Trout / Ahmed Mustafa // Department of Biology, Indiana University, Purdue University, Fort Wayne, Indiana 46805 USAGlobal, Aquaculture advocate april 2003 – P. 22-23.
170. Anke, M. Transfer of macro, trace und ultratrace elements in the food chain / M. Anke, E. Merian, M. Ihnat, I. Stoeppler // Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance. 2nd ed. Eds.: Wiley, VCH Verlag GmbH, 2004. – P. 101-126.
171. Ansari, M. Determination of iodine in the muscles of two marine fish species and lobster from the Persian Gulf / M. Ansari, M. Raissy, A. Shakeryan, E. Rahimi, F. Fadaeifard // Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.8 (3&4) 2010. - P 228 - 229.
172. Baggerman, B. On the endocrine control of reproductive behavior in the male Three – spined Stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) / B. Baggerman // Symp. Soc. Exp. Biol., USA, 1966. – P. 125-131.
173. Baggerman, B. On the endocrine control of background of stickleback behavior / B. Baggerman // Arch. Neerl. Zool., 1964. – P. 64-68.
174. Brown, D.D. The role of thyroid hormone in zebrafish and axolotl development. Proc. Natl Acad. Sci. U.S.A. 94, 1997. 13011–13016.
175. Burkard, S Iodanreicherung im Süßwasserfisch durch Supplementierung mit Meeresalgen - Ein Beitrag zur Verbesserung der Iodversorgung des Menschen / S. Burkard, R. Reiter, M.V. Lukowicz, R. Arnold, H. Le Deit, M.L. He, D. Ranz, W.A. Rambeck // Mengen- und Spurenelemente, 21st Workshop , Jena, 2002, P. 1012-1017.
176. Chebanov, M. Sturgeon hatchery practices and management for release-Guidelines / M. Chebanov, H. Rosenthal, J. Gessner, R. Van Anrooy, P.

- Doukakis, M. Pourkazemi,; P.Williot // FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No 570. Ankara, FAO. 2011. - 110 pp.
177. Deraniyagala, S. P. Iodine in fish and crabs from Sri Lankan waters / S. P. Deraniyagala, W. V. S. M. Perera, W. S. Fernando // J. Natn. Foundation Sri Lanka 2000 28(3). – P 193 – 203.
178. Gärtner, R. Representative data of iodine intake and urinary excretion in Germany / R. Gärtner, F. Manz, R. Grossklaus // Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes, 2001, 109.- P 2-7.
179. Hamre, K. Rotifers enriched with iodine and selenium increase survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. *Aquaculture* 284, 2008. - P 190–195.
180. Hawkyard, M. Effect of iodine enrichment of *Artemia* sp. on their nutritional value for larval zebrafish (*Danio rerio*) / M. Hawkyard, Ø. Sæleb, A. Nordgreen, C. Langdon, K. Hamre // *Aquaculture* 316, 2011.-P. 37–43
181. Huang, L. Effect of triiodothyronine on stomach formation and pigmentation of larval striped bass, *Morone saxatilis* / L. Huang, S. Miwa, D.A. Bengtson, J.L. Specker, J. Exp // *Zool.* 1998. V. 280. P. 231-237.
182. Inui, Y. The role of thyroid hormone in tissue development in metamorphosing flounder / Y. Inui, K. Yamano, S. Miwa // *Aquaculture.* 1995. V. 135. - P. 87-98.
183. Jerre, W. Growth and Survival of First-Feeding and Fingerling Atlantic Sturgeon under Culture Conditions / Jerre W. Mohler, M. Kim King, Patrick R. Farrell // *North American Journal of Aquaculture* 62., 2000. - P. 174–183.
184. Karl, H. Determination, spatial variation and distribution of iodine in fish / H. Karl, W. Münkner, S. Krause, I. Bagge // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 97, 2001. - P. 89-96.
185. Kaufmann, S. Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans / S. Kaufmann, G. Wolfam, F. Delange, W. A. Rambeck // *Ernahrungswiss*, 1998. – 37 p.

186. Kroupova, V. Iodine content in consumer her eggs / V. Kroupova, J. Travnicek, I. Herzig, J. Kurša // *Veterinarni Medicina*, 51. – 2006. – P. 56-59.
187. Lovell, R.T. Dictary phosphorus requirement of channel catfish. *Trans. Amer. Fish Soc.*, 1978, v. 107, №4. – P. 617-621.
188. Moren, M. Iodine enrichment of Artemia and enhanced levels of iodine in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed the enriched Artemia. *Aquac. Nutr.* 12, 2006 . – P. 97–102.
189. Marine, D.J. Further observation and experiments on goitre (so called thyroid carcinoma) in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) / D.J. Marine // *III Its prevention and cure. J. Exper. Med.*, 8, 1914. – P. 46-54.
190. Meng, W. Iodversorgung in Deutschland / W. Meng, P.C. Scriba // *Dtsch. Ärztebl.*, 2002, 99, - C. 2048-2052.
191. Pedersen, T. Morphological changes during metamorphosis in cod *Gadus morhua* L., with particular reference to the development of the stomach and pyloric caeca / T.Pedersen, I.B. Falk-Petersen // *J. Fish. Biol.* 1992. V. 41. - P. 449-461.
192. Power, D.M. Thyroid hormones in growth and development of fish. *Comp. Biochem. Phys.* 2001. – P 130, 447–459.
193. Power, D.M. Metamorphosis. In: Finn, R.N., Kapoor, B.G. (Eds.), *Fish Larval Physiology*. Science Publishers, Enfield, 2008. pp. 607 - 638.
194. Rafia Azmat, Distribution of iodine in Marine and Fresh Water Fishes from Sindh Regions of Pakistan / Rafia Azmat, Rukhsana Talat, Syed Junaid Mahmood // *Journal of Applied Sciences* № 8 (9) 2008 . – P. 1790 – 1792.
195. Reichle, G. Stroere in Deutschland und Russland / G.Reichle // *Fischer & Teichwirt.* – 1996. № 1. – P. 178-181.
196. Ribeiro, A.R.A. Iodine-enriched rotifers and Artemia prevent goitre in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in a recirculation system. *Aquacult. Nutr.* 9999. – 2009. – 386 p.
197. Schmid, S. Marine algae as natural source of iodine in the feeding of

- freshwater fish - a new possibility to improve iodine supply of man / S. Schmid, D. Ranz, M.L. He, S. Burkard, M.V. Lukowicz, R. Reiter, R. Arnold, H. Le Deit, M. David and W.A. Rambeck // *Revue Méd. Vét.*, 2003, № 10. - P. 645-648.
198. Schoen, R. A. Nutrient requirements of fish and shrimp / R. A. Schoen, K. L. Imhof, A. J. Lewis. Washington, D.C. // The national academies press, 2011. - 376 p.
199. Sæle, Ø. The effect of diet on ossification and eyemigration in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) *Aquaculture* 220, 2003. – P 683–696.
200. Sweeting, R.M. The acute influence of ingested thyroid hormones on hepatic deiodination pathways in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* / Sweeting, R.M., Eales, J.G. // *General and Comparative Endocrinology*. V. 85, Issue 3, 1992. - P. 376-384.
201. Vasiliev, A. A. Influence of Iodine on Efficiency of Fish // Vasiliev, A. A., Poddubnaya I. V., Akchurina I. V., VilutisOl. Ye., Tarasov P. S. // *Journal of Agricultural Science* – 2014 - Vol. 6, No. 10. - P. 79–83.
202. Watanabe, T. Requirement of chum salmon held in freshwater for dietary phosphorus / T. Watanabe, A. Murakami, L. Takeuchi// *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1980. v. 46, № 3. - P. 361-367.
203. Watanabe, T. Trace minerals in fish nutrition / T. Watanabe, V. Kiron, S. Satoh // *Aquaculture*. – 1997. – V. 151, №1. – P. 185-207.