

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

На правах рукописи

**Зименс Юлия Николаевна**

**Влияние повышенных доз йода на рост, развитие и товарные качества  
ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление  
сельскохозяйственных животных и технология кормов

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

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

**САРАТОВ - 2014**

## Оглавление

Введение	4
1. Обзор литературы	9
1.1. Биологические особенности ленского осетра	9
1.2. Состояние и перспективы развития индустриального рыбоводства	13
1.3. Проблема дефицита йода в питании человека	19
1.4. Использование йода в кормлении животных	24
1.5. Роль и значение йода в организме и питании рыб	28
2. Материал и методы исследования	35
2.1. Общая схема и условия проведения исследований	35
2.2. Корма и кормление рыбы	39
2.3. Химические и биохимические исследования	41
2.4. Гистологические исследования	42
3. Результаты собственных исследований	43
3.1. Результаты прогнозируемого опыта	43
3.1.1. Физико-химический состав воды	43
3.1.2. Динамика роста ленского осетра и эффективность использования комбикормов	44
3.1.3. Биохимические показатели крови ленского осетра	54
3.1.4. Гистологическое состояние внутренних органов	58
3.1.5. Экономическая эффективность использования повышенных доз йода	66
3.2. Результаты научно-хозяйственного опыта	68

3.2.1. Физико-химические показатели воды в водоеме	68
3.2.2. Динамика массы и развития ленского осетра	69
3.2.3. Кормление ленского осетра и эффективность использования комбикормов	75
3.2.4. Биохимические показатели крови ленского осетра	78
3.2.5. Товарные качества ленского осетра	82
3.2.6. Развитие внутренних органов	85
3.2.7. Химический состав мышечной ткани	86
3.2.8. Результаты органолептической оценки мышечной ткани	88
3.2.9. Экономическая эффективность	94
4. Выводы	97
5. Предложения производству	98
6. Список использованных источников	99
7. Приложения	113

## Введение

**Актуальность темы исследований и степень разработанности.** Дефицит йода и связанные с этим заболевания являются одной из первоочередных проблем развития человечества. Патологические процессы, связанные с недостатком йода поражают большие группы населения и возникают там, где в окружающей среде и наиболее распространенных продуктах питания содержится недостаточное количество йода (Сухинина С.Ю., 1995, Антонова М.С., 2004, Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2010, Антипов В.А., Шантыз А.Х., Громыко Е.В. и др., 2011, Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В. и др., 2013).

Среди факторов, влияющих на рост йоддефицитных заболеваний в настоящее время, следует отметить ухудшение экологической ситуации, радиационные техногенные катастрофы и высокие психоэмоциональные нагрузки. В России список этих факторов расширяется за счет негативных изменений структуры питания большей части населения в новых социально-экономических условиях и нарушения традиционных межрегиональных связей, что привело к уменьшению снабжения продуктами богатыми йодом, к которым относятся морские гидробионты, в том числе и морская рыба. Наиболее эффективным методом борьбы с йоддефицитными заболеваниями является массовая йодная профилактика, которая заключается в создании продуктов питания, обогащенных йодом, с заданным химическим составом и свойствами (Щеплягина Л.А., 1999, Свириденко Н.Ю., 2003, Скальный А.В., 2004, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014).

Пресноводная рыба изначально содержит в себе в несколько раз меньше йода по сравнению с морской рыбой, поэтому возникает необходимость разработки новых методов производства пресноводной рыбной продукции, содержащей в себе больше йода, необходимого для профилактики заболеваний, связанных с недостатком этого микроэлемента в питании человека (Остроумова И.Н., 2001, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014, Watanabe T., Kiron V., Satoh S., 1997, Kaufmann S., Wolfam F., Delange W., Rambeck A., 1998, Vasiliev A.A., Poddubnaya I.V., Akchurina I.V. and et., 2014).

Использование йодсодержащих добавок в кормлении ленского осетра в индустриальном рыбоводстве, с целью повышения продуктивности рыбы, сопротивляемости организма заболеваниям и неблагоприятным условиям среды, и в конечном итоге накопления йода в рыбной продукции является инновационным подходом к созданию высокопитательного белкового продукта, обогащенного йодом (Пономарев С.В., 2011, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Акчурина И.В. и др., 2013, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014).

Йодированные дрожжи - это хорошо защищенный от вредных примесей и безопасный белковый продукт, где дрожжевые белки в процессе аутолиза разрушены в основном до свободных аминокислот или низкомолекулярных пептидов и быстро вступают в метаболические процессы, белковый и углеводный обмен, не требуя больших энергетических затрат. Кроме того йод в дрожжах находится в легкоусвояемой органической форме (Воронин С.П. и др., 2013).

Тема научных исследований утверждена Советом по грантам Президента Российской Федерации и выполнялась за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (№ МД-6254.2014.4).

**Цель и задачи исследований.** Цель исследований: изучить эффективность использования повышенных доз йода в рационах ленского осетра и повысить его продуктивность при выращивании в установке замкнутого водоснабжения.

Поставленная нами цель, решалась следующими задачами:

- установить оптимальное повышение количества йода в гранулированном комбикорме для ленского осетра;
- определить затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы ленского осетра при добавлении в комбикорм повышенных доз йода;
- изучить влияние повышенных доз йода на динамику массы, выживаемость и товарные качества рыбной продукции;
- выявить действие повышенных доз йода на биохимические показатели крови и гистологическое состояние внутренних органов;
- дать экономическое обоснование эффективности использования повышенного количества йода в кормлении ленского осетра при выращивании в установках замкнутого водоснабжения.

**Научная новизна.** Впервые установлена повышенная доза добавки йода, в составе йодированных дрожжей, в гранулированный комбикорм для ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения. Определена эффективность использования повышенного количества йода в кормлении ленского осетра. Изучено влияние повышенных доз йода на динамику живой массы и товарные качества рыбной продукции. Определены затраты кормов на единицу прироста массы рыбы. Дано экономическое обоснование добавления повышенного количества йода, в составе йодированных дрожжей, в комбикорм для ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения.

**Теоретическая и практическая значимость** заключается в углублении и расширении знаний о выращивании ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения и влиянии повышенных доз йода на продуктивность рыбы и качество рыбной продукции. Доказано, что добавление йода, в составе йодированных дрожжей, в комбикорм для ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения, в количестве 200,0 мкг йода на 1 кг массы рыбы снижает затраты корма на 1 кг прироста рыбы на 0,16 кг, повышает прирост на 6,9 %, выживаемость особей на 5,6 % и уровень рентабельности на 8,66 %.

**Методология и методы исследований.** В работе использованы эмпирические и теоретические методы исследований. Решение задач базируются на экспериментальных данных и известных теоретических положениях кормления объектов аквакультуры 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.

**Положения, выносимые на защиту:**

➤ повышенная доза йода, в составе гранулированного комбикорма, для ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения составляет 200,0 мкг йода на 1 кг массы рыбы;

➤ увеличение уровня йода в комбикорме снижает затраты и стоимость кормов на 1 кг прироста массы ленского осетра соответственно на 0,16 кг и 12,06 руб.;

➤ кормление ленского осетра комбикормом с повышенным количеством йода повышает продуктивность на 6,9 %, выживаемость особей на 5,6 % и товарные качества рыбной продукции;

➤ скармливание комбикормов с повышенным количеством йода ленскому осетру поддерживает биохимические показатели крови в оптимальных физиологических границах и не оказывает отрицательного влияния на гистологическое состояние внутренних органов;

➤ использование комбикорма с повышенным количеством йода в кормлении ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения повышает уровень рентабельности на 8,66 %.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены: на III международной научно-практической конференции "Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия" (Новосибирск, 2014); на XXIX заочной конференции «Research Journal of International Studies»(Екатеринбург, 2014);на международной научно-

практической конференции «Научные аспекты глобализационных процессов» (Уфа, 2014); на расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогиена и аквакультура» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова» (Саратов, 2014); на заседании кафедры «Зоотехния им. профессора С.А. Лапшина» ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева» (Саранск, 2014).

Результаты исследований используются в практике рыбоводного хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района, Саратовской области.

**Публикации результатов исследований.** Основные материалы диссертации изложены в 5 научных статьях, в том числе 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ: «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова» и «Аграрный научный журнал».

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 116 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов исследований, выводов, предложений производству и приложения. Содержит 34 таблицы и 19 рисунков. Список использованной литературы включает в себя 134 источника, в том числе 20 на иностранных языках.



## 1. Обзор литературы

### 1.1. Биологические особенности ленского осетра

Осетровые относятся к хрящевым ганоидам, имеющие древнее происхождение. Семейство осетровых включает в себя пресноводных и проходных рыб Северного полушария.

Надкласс: *Pisces* – Рыбы;

Класс: *Osteichthyes* – Костные рыбы;

Подкласс: *Actinopterygii* - Лучеперые рыбы;

Инфрокласс: *Ganoidei* – Ганоидные рыбы;

Отряд: *Acipenseriformes* – Осетрообразные;

Семейство: *Acipenseridae* – Осетровые;

Подсемейство: *Acipenserinae* – Осетры;

Род: *Acipenser* – Осетры;

Вид: *Acipenserbaeri* – Сибирский осетр.

Всех осетровообразных относят к двум семействам: осетровых и веслоносов. Семейство делится на 4 рода с 23 видами: 1 – белуги, отличающиеся закругленным рылом, большим полулунным ртом и уплощенными усиками; 2 – осетры с закругленным в разрезе рылом, с небольшим ртом и неуплощенными усиками; 3 – лопатносы, имеющие уплощенное в разрезе рыло с острыми краями, длинный хвостовой стебель; 4 – лжелопатносы – с уплощенным в разрезе рылом, с острыми краями и коротким хвостовым стеблем.

На сегодняшний день известно 16 видов осетра, некоторые из которых находятся на грани вымирания (Козлов В.И., Абрамович Л.С., 1986, Тимофеев М.М., 2005).

В водах русских водоемов встречаются три вида осетра: русский осетр, амурский осетр и сибирский осетр. Такое деление связано с различными местами обитания этой рыбы.

Ленский осетр, одна из форм сибирского осетра, что обитает в крайне суровых условиях Якутии. По внешним и биологическим признакам очень напоминает стерлядь, однако достигает достаточно крупных размеров (20-25 кг). Ленский осетр живет в пресной воде и не совершает протяженных миграций (Рисунок 1).



Рисунок 1. Ленский осетр.

Тело и голова ленского осетра вытянуты в длину, поэтому внешне рыба напоминает веретено. Голова к ротовой полости заостряется. Лопатообразная или коническая морда осетра оканчивается коротким, тупым рылом с небольшим поперечным ртом, окаймленным мясистыми губами. Во рту у осетра имеются

челюсти, но они лишены зубов. Нижняя губа прервана. Ближе к концу рыла на нижней стороне расположены четыре кожных отростка – усика, они помогают ленскому осетру находить себе пищу. Скелет ленского осетра полностью лишен костей и состоит из хрящей. Вместо чешуи тело осетров покрыто костными щитками - жучками, расположенными в пять продольных рядов. Каждая полоса пластинок начинается у основания головы и сводится к хвосту. На спине расположена лишь одна полоса жучек, еще две проходят по брюху и две по бокам. Костные образования являются надежной защитой тела рыбы. Между жучками на теле осетра рассеяны мелкие звездчатые пластинки и зернышки. Спинной плавник рыбы состоит из 27-51 лучей, анальный – 18-33. Оба плавника осетра отодвинуты назад к хвосту. У осетровых большой плавательный пузырь, поэтому они хорошо себя чувствуют даже на глубине свыше 100 метров. Окраска тела неравномерная и сильно варьируется. Спина имеет темно-коричневую окраску, брюхо – серого цвета.

По характеру питания ленский осетр типичный бентофаг, причем продолжает нагуливаться и при низких температурах, даже подо льдом. Ленский осетр неприхотлив, устойчив к заболеваниям, нетребователен в выборе пищи, легко переходит от одного типа кормов к другому. Поиск корма осуществляется за счет обоняния. Осетр направляется в зону пищевого запаха и переходит к плаванию по дну по поисковым траекториям. В результате чего происходит контакт кончиков усов и субстрата, и на основании информации, поступающей от наружных вкусовых рецепторов, расположенных на усах, оценивается качество корма, после чего схватывается. Постоянно живет в пресной воде, протяженных миграций не совершает (Пономарев С.В., Пономарева Е.Н., 2003).

Ленского осетра обычно относят к медленно растущим и поздно созревающим рыбам, однако по темпам весового роста - осетровые стоят в числе наиболее быстрорастущих рыб. Если половая зрелость у них наступает позже, чем у других рыб, что следует рассматривать как адаптацию к конкретным условиям водоема, то большие размеры компенсируют отставание в половозрелости (Абакумов В.А., Андрияшев А.П., 1971, Петрова Т.Г., 1985).

Ленский осетр достигает половой зрелости лишь на несколько лет позже, чем в других реках Сибири, однако при значительно меньших размерах: на Лене при весе 1,5 кг, тогда как на Енисее – при весе 4 кг и на Оби – 9 кг. Если бы на Лене осетр достигал половой зрелости при столь же больших размерах, на это потребовалось бы 25-30 лет. В таком случае сохранение и увеличение численности вида едва ли было бы возможно. Поэтому карликовость оказывается здесь положительным явлением (Дормидонтов А.С., 1963). Самцы созревают при длине 65-70 см, весе 1,5- 2 кг и в возрасте 9-10 лет; самки соответственно 70-75 см, 2-2,5 кг, 12-13 лет (Малютин В., Соколов Л., Смольянов И., 1978). У зрелых производителей ленского осетра в нерестовый сезон обычно бывает хорошо выражен брачный наряд в виде беловатого налета на голове. Брачный наряд проявляется как у самцов, так и у самок.

Биологической особенностью ленского осетра является - сравнительно короткий нерестовый ход, который длится не больше месяца. В нерестовой популяции преобладают самцы, их насчитывается порядка 60 %; абсолютная плодовитость самок колеблется от 16 до 110 тыс. икринок, икру откладывают на быстром течении, на каменисто-галечниковом грунте. Наряду со зрелыми особями на нерестилище присутствуют незрелые, которые пропускают нерест рыб, среди самок их около 20%.

Биологические особенности ленского осетра делают его одним из наиболее ценных и перспективных объектов товарного осетроводства и акклиматизации, так начальным этапом хозяйственного освоения ленского осетра стала разработка методики получения оплодотворенной икры в условиях Лены и перевозки ее на сверхдальние расстояния. С 1973 года проводятся работы по формированию маточных стад ленского осетра в рыбоводных хозяйствах европейской части страны. Перспективным оказалось выращивание на теплых водах ГРЭС, т.к. ленский осетр отличается эвритермностью и выдерживает повышение температуры воды до 30 °С. Здесь, на теплых водах, ленский осетр вырастал в 7-9 раз быстрее, чем в природе (Малютин В., Соколов Л., Смольянов И., 1978; Смольянов И., Люкшина В., Соколов Л., и др., 1987).

В 1981 году на Конаковском живорыбном заводе впервые было получено потомство от выращенных в неволе производителей осетра. К настоящему времени ремонтно-маточные стада ленского осетра сформированы и эксплуатируются во многих хозяйствах России и за рубежом (Подушка С.Б., 1999).

Эксперименты по разведению осетровых в Саратовской области были начаты еще в начале 20 века. Ввиду разработки метода гипофизарных инъекций масштабы работ значительно расширились. Этот метод стал основой успешной деятельности осетровых заводов. Первые положительные результаты выращивания были получены в прудах Тепловского рыбопитомника Саратовской области (Легкодимова З.И., и др., 2000).

Развитие товарного осетроводства является одним из путей сохранения генофонда осетровых, восстановления их промысловых запасов в естественных водоемах и получения рыболовной продукции. Это поможет решить вопросы экологического и социально-экономического характера. (Койшибаева С.К., Бадрызлова Н.С., Федоров Е.В., и др., 2011).

Осетровая группа рыб наиболее технологична, т.к. в искусственно созданных индустриальных условиях выращивания, при уплотненных условиях содержания, эти рыбы успешно растут и развиваются, у них формируются качественные половые продукты, также они способны потреблять и усваивать искусственные комбикорма, которые не имеют в живой природе аналогов (Пономарев С.В., Иванов Д.И., 2009)

## **1.2. Состояние и перспективы развития индустриального рыбоводства**

Долгое время считалось, что биоресурсный потенциал океана безграничен, но практика последних лет показала обратное. Промысловые скопления наиболее популярных рыб существенно сократились. Спрос на рыбную продукцию пресноводных водоемов всегда был высок.

Ввиду обеспечения населения широким ассортиментом рыбопродукции особое значение приобретает аквакультура. Аквакультура включает в себя развитие пастбищного, прудового и индустриального рыбоводства.

Пастбищное рыбоводство основывается на выращивании рыбы с разным характером питания и использования естественных кормовых ресурсов водоема.

Прудовое рыбоводство базируется на использовании интенсивных и полуинтенсивных методах выращивания высокопродуктивных и одомашненных породах рыб.

В последние годы, в рыбоводстве получила свое наибольшее развитие индустриальная аквакультура как новое направление рыбного хозяйства, имеющее широкие перспективы развития. Индустриальное рыбоводство основывается на выращивании ценных видов и пород рыб, адаптированных к обитанию в ограниченных условиях с высокими плотностями посадок и питанием искусственными комбикормами. Индустриальное рыбоводство отличается высокой интенсивностью и подразделяется на интенсивные озерные и садковые хозяйства, а также на бассейновые, включающие в себя системы с обратным водоснабжением (СОВ) и установки с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) (Рисунок 2). (Григорьев С.С, Седова Н.А., 2008; Козлов В.И., Никифоров А.Л., 2004, Козлов В.И., Абрамович Л.С., 1991, Козлов В.И., 1998, Рождественский М.И., 2001).



Рисунок 2. Индустриальное рыбоводство в структуре рыбного хозяйства России.

Однако большая зависимость эффективности прудового, речного и озерного рыбоводства от условий окружающей среды не позволяет обычными способами увеличить объем продукции. Существенным выходом в этой ситуации стало использование закрытых установок, эффективность работы которых заключается в создании наиболее благоприятных условий для выращивания рыбы круглый год независимо от времени года (Киреев В.Е., Белова М.И., Белов Ю.В., Бремерс В.Ф., Сафонов А.В., Нарыгин О.А., 1989).

Замкнутые рыбоводные установки имеют небольшую историю с середины XX века. Основы новой по тем временам технологии были заложены, в частности, экспериментами профессора Ч. Меске, построившего одну из первых установок в Германии. В этой же области многое сделал немецкий инженер Т. Штелер, создавший эффективную промышленную УЗВ «Штелерматик». Использование этих установок получило свое первоначальное развитие в США при решении национальной программы восстановления численности естественных популяций

форели в северо-западных штатах. Позднее этот опыт был освоен в США для культивирования широкого спектра рыб и других водных объектов. Американский опыт был изучен и освоен в Западной Европе и СССР.

Существенный вклад в теорию и практику использования УЗВ внесли отечественные исследователи и разработчики. В конце 70-х гг. в Эстонии была построена установка «Биорек», имевшая со «Штелерматиком» вращающийся барабанный биофильтр. Эти установки использовались для культивирования осетровых, лососевых и сомовых рыб, угря и форели. Именно в 70-е годы в СССР аквакультура получила заметное развитие за счет средств, выделенных на создание технологий культивирования разных видов рыб, обитающих в отечественных водах. При промышленных предприятиях создавались подсобные рыбоводные цеха. Практически все рыбоводные цеха использовали индустриальную технологию выращивания рыбы с применением технического кислорода, регулированием температуры и замыканием цикла водоснабжения бассейнов с механической и биологической очисткой воды (Проскуренко И.В., 2003; Ивойлов А.А., Чмилевский Д.А., Стадник М.А., 2007; Проскуренко И.В., 2006, Гриневский Э.В., 1977, Reichle G, 1996, Аси А.А., 1980, Лавровский В.В., 1985, Киселев А.Ю., 1999).

Использование замкнутых рыбоводных установок позволяет избежать сезонных колебаний температуры и непредвиденных скачков расхода температуры воды. Все это достигается техническими средствами. Выращивание рыбы в замкнутых установках, в большинстве своем, ведется при оптимальной температуре. Для осетров, карпа обычно устанавливается температура + 24 С, что обеспечивает 8760 градусо-дней в течение года, что значительно снижает срок получения товарной рыбы. Так, товарного осетра в замкнутых установках массой 1 кг, получают за 365 суток. Также данные установки позволяют интенсифицировать товарное рыбоводство в установках с естественной температурой воды (Проскуренко И.В., 2003).

Востребованность аквакультурных технологий, широкий обмен достижениями способствовали быстрому развитию отрасли. В результате чего



были созданы региональные исследовательские центры в Ленинграде, Прибалтике, на Украине, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. На базе имевшихся отечественных УЗВ была отработана технология выращивания, осетровых, карпа, форели, раков и гигантской пресноводной креветки. Научно-практический опыт выращивания рыбы в УЗВ был обобщен в многочисленных публикациях (Ивойлов А.А., Чмилевский Д.А., Стадник М.А., 2007).

В середине 1990-х годов в связи с экономическим упадком в стране прекратили свое существование практически все индустриальные рыбные хозяйства, где применялись УЗВ, также остановился процесс развития и совершенствования установок.

В настоящий период наметилось постепенное оживление рыбоводства, правда, развивается оно в основном на предпринимательской основе. В России на осетровых рыбоводных заводах практикуется индустриальное выращивание молоди и товарных осетровых рыб. Выращивание производится в бассейнах с применением полноценных комбикормов (Пономарев С.В., Пономарева Е.Н., 2003).

В Саратовской области сдерживающим фактором для товарного осетроводства в настоящее время является отсутствие необходимого количества производителей для получения исходного посадочного материала. Развитие товарного осетроводства в области возможно с использованием термальных вод энергообъектов и индустриальных технологий с применением искусственных комбикормов. Так, выход продукции осетровых с 1 м<sup>3</sup> бассейнов на рыбоводном хозяйстве Новолипецкого металлургического комбината достигает 100 кг в год (Легкодимова З.И., и др., 2000). На сегодняшний день в области работают лишь мелкие частные рыбные хозяйства, где выращиваются осетровые виды рыб, такие как стерлядь, русский и ленский осетр.

Индустриальное рыбоводство имеет целый ряд преимуществ в сравнении с традиционными формами (прудовое и пастбищное) и значительно отличается по производительности. Так, если пастбищное рыбоводство позволяет выращивать 100 кг/га рыбопродукции, а интенсивное прудовое хозяйство – 10 т и более на га,

то индустриальная аквакультура при замкнутом типе водоснабжения позволяет достигать 500-1000 т/га (Григорьев С.С., Седова Н.А., 2008). Вторым преимуществом является меньшее количество воды, что является благоприятным, т.к. во многих регионах вода превратилась в ограниченный ресурс. К тому же за счет меньшего потребления воды, удаление продуктов жизнедеятельности рыб становится более легким и дешевым, что, несомненно, важно с экологической точки зрения.

Третье преимущество в том, что аквакультура УЗВ полностью или частично исключает влияние внешних факторов, такие как температура, чистота воды, уровень кислорода, растительность. Все производственные процессы полностью контролируются рыбоводами. Этот контроль обеспечивает стабильные и оптимальные условия для рыб, что приводит к меньшему стрессу и лучшему росту. Благодаря контролю можно точно спрогнозировать достижение рыбой определенного этапа развития и размера.

К четвертому преимуществу можно отнести низкое воздействие патогенов, т.к. попадание в установку инвазионных заболеваний из окружающей среды минимально из-за ограниченного использования воды. В связи с этим во многих УЗВ проблем с заболеваниями нет, а значит, и использование лекарственных средств снижено (Проскуренок И.В., 2003, Брайнбалле Я., 2010).

Применение УЗВ в аквакультуре важно и со стороны инноваций, т.к. данный вид индустриального рыбоводства связан с внедрением новых идей, технических и технологических разработок. В перспективе, инновационные внедрения позволят создать базу для перевооружения рыбоводной отрасли на новом организационно – техническом и экономическом уровнях (Жигин А.В., 2011, Чебанов М.С., 2004).

По мнению А.Ю. Киселева (1997), бесспорные преимущества индустриальных комплексов позволят успешно конкурировать с другими видами животноводства, эффективнее использовать биологическую особенность организма рыб.

Анализируя литературные данные, можно прийти к выводу о том, что использование в рыбоводстве технологий УЗВ, является целесообразным и экономически выгодным.

### **1.3. Проблема дефицита йода в питании человека**

Большое значение для здоровья человека, среди пищевых продуктов, имеет полноценное и регулярное снабжение организма минеральными веществами. Минеральные вещества являются неотъемлемыми компонентами пищи, выполняющими в организме важные физиологические функции на всех стадиях развития. Важная особенность микронутриентов в том, что организм человека их не синтезирует, и не может запасти впрок, поэтому минеральные вещества должны поступать регулярно и в полном объеме с пищей в соответствии с физиологическими потребностями организма человека (Ковалевский В.В., 1974, Воробьев В.И. 1993, Скальный А.В., 2004, Постникова А.В., 1990, Брыткова А.Д., 2006, Воробьев Д.В., 2008, Войнар А.И., 1983).

Микроэлементы в организме человека и животных содержатся в очень малых количествах. 81 элемент из 92 встречающихся в природе обнаружены в организме человека, 15 из которых, являются незаменимыми. К числу незаменимых микроэлементов относится йод. Йод один из наиболее необходимых элементов в питании человека и животных (Дедов И.И., 2006, Ибрагимова З.Р., 2006). Йод необходим для синтеза тиреоидных гормонов щитовидной железы – тироксина Т4 и его активной формы трийодтиронина Т3, что регулируют такие физиологические процессы, как: рост и развитие организма, процессы метаболизма глюкозы, протеина жира, а также репродуктивные функции.

Многочисленные эксперименты показали, что йод незаменимый и специфический компонент тиреоидных гормонов, и он может быть замещен в молекулах тиреоидных гормонов любым из элементов VII группы периодической системы (фтор, бром, хлор, астат), но, ни один из них не может заменить йод без тяжелейших нарушений гормональной функции щитовидной железы. Это в

очередной раз доказывает независимость и специфичность йода как компонента тиреоидных гормонов. При недостатке поступления йода в организм, возникают йоддефицитные заболевания (Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2010).

В большинстве стран одним из самых распространенных йоддефицитных заболеваний считается зоб. Также существует связь между появлением зоба и снижением умственных способностей, ведь недаром, йод величают микроэлементом интеллекта. Еще во время отечественной войны 1812 года, Б. Наполеон отмечал, что новобранцы, имеющие зоб, непригодны к военной службе, т. к. плохо понимают команды, невнимательны и слабоумны. А причина такой взаимосвязи стала известна только в 1896 году, благодаря немецкому биохимику Е. Бауману, он экспериментально подкрепил гипотезу о взаимосвязи недостаточного количества йода в щитовидной железе и умственными способностями человека (Свириденко Н., 2003).

Потребность в йоде составляет 50 мкг в сутки для детей первого года жизни, 150 мкг в день у подростков, и для взрослого человека 150-200 мкг йода в день. К примеру, в России средний уровень потребления йода составляет 40-80 микрограммов на человека, что в 2-3 раза ниже рекомендуемой нормы (Герасимов Г.А., 2000, Свириденко Н., 2010).

Резервуаром для биосферы служит Мировой океан, в морской воде йод находится в виде йодида. Ионы йодида под воздействием солнечного света окисляются в элементарный йод ( $I_2$ ). Соединения йода, растворенные в каплях морской воды, попадают в атмосферу и переносятся ветрами на континенты (Рисунок 3).

Главным источником йода являются пищевые продукты, где на их долю приходится 90% от общего количества йода, поступающего в организм. В одних и тех же продуктах содержание йода может быть разным, что обуславливается разным уровнем йода в почве и воде. Самое большое содержание йода в рыбьем жире. Весьма высокое количество йода в морских водорослях: в ламинарии, в морской капусте. Значительное количество йода содержится – в морской рыбе. Содержание йода в питьевой воде не превышает 15 мкг/л, тогда как в морской

воде оно составляет около 50 мкг/л (Таблица 1). (Агропромиздат, 1987, Спиридонов А.А., 2010). Особенно много микроэлемента в спонгине, веществе, из которого состоит скелет губки. Здесь йод содержится в соединении «тирозин», в той же форме, что и в щитовидной железе высших животных (Антипов В.А., Шантыз А.Х., и др., 2011).



Рисунок 3. Круговорот йода в природе.

В работах зарубежных авторов доказано присутствие на внешней поверхности клеток водорослей ферментов, что окисляют йодиды до молекулярного йода. Он в свою очередь, взаимодействуя с водой, дает йодноватистую кислоту, где йод в положительно одновалентной форме, в которой проявляет свою разностороннюю биологическую активность. Затем уже наш соотечественник - В.О. Мохнач, подтвердил этот загадочный механизм накопления большого количества йода в водорослях (Kanana L., 1967, Мохнач В.О., 1968, 1974).

**Таблица 1 - Содержание йода в некоторых продуктах питания**

Продукт	Содержание йода продуктах
Моллюски	800-1600 мкг/кг
Морские водоросли	1000-2000 мкг/кг
Рыбий жир	до 7000 мкг/кг
Пресноводная рыба	50 мкг/кг
Овощи	30 мкг/кг
Фрукты	20 мкг/кг
Продукты, получаемые из злаков	50 мкг/кг
Шампиньоны свежие	120 мкг/кг
Яйца	12 мкг/шт
Куриное мясо	56 мкг/кг
Молоко	20-190,7 мкг/л

От недостатка этого микроэлемента человечество страдало более 36 веков назад, и было настолько распространено, что не считалось болезнью. И все-таки медики древности искали способы избавления от него. В середине 19 века французский химик Г. Шатен (1850) занялся исследованием объектов окружающей среды и продуктов питания на наличие йода. Результаты проведенных работ, позволили сделать вывод, о том, что причина возникновения зоба – недостаточное поступление йода в организм. В начале 20 века началась массовая профилактика йода, и к 60 – 70 - м годам, благодаря правильно организованной профилактической деятельности, многие очаги зобной болезни были ликвидированы, а внимание к этой проблеме снизилось (Антонова М.С., 2004).

Несмотря на достигнутый прогресс, в начале 21 века причины йоддефицитных заболеваний не устранены во многих странах Европы, Азии, Африки, а также и в Российской Федерации. Дефицит йода в питании приводит к патологии беременности (аборты, врожденные аномалии, психомоторные нарушения), нарушениям функции репродуктивной системы. Если беременная

женщина потребляет йод менее суточной нормы, тогда у будущего ребенка может быть снижен интеллект. Дети, проживающие в районах с йоддефицитом, как правило, имеют слабую память, плохо учатся, и трудно адаптируются в обществе. Таким образом, дефицит йода снижает интеллектуальный потенциал нации. Как сказал Гай Е. Абрахам, профессор Калифорнийского университета в США: «Если вы хотите уничтожить нацию, уберите йод из их пищевого рациона. Это так просто». Низкий уровень тиреоидных гормонов связан со значительными расстройствами когнитивных функций и психических. Две трети людей страдают различными психическими расстройствами, ввиду нарушения функций щитовидной железы (Спиридонов А.А., 2010, Свириденко Н., 2003).

На сегодняшний день, дефицит йода в организме человека - стал проблемой мирового масштаба. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, в йод - дефицитных регионах проживают 1600 миллионов людей, 740 миллионов человек затронуты заболеваниями йоддефицитного характера, и 50 миллионов людей имеют расстройства умственной деятельности, ввиду йодной недостаточности.

Более половины территории нашей страны, характеризуется как йод – дефицитные регионы по содержанию йода в почве, в воде. И в таких условиях проживает 65% населения. (Спиридонов А.А., 2010, Постановление главного санитарного врача РФ, 2000). В большинстве своем, дефицит йода распространен в горных и предгорных местностях (Северный Кавказ, Урал, Дальний Восток, Алтай), а также в Верхнем и Среднем Поволжье. Достаточно тяжелая ситуация в республике Тува - здесь проявление зоба встречается у 64 – 80% населения. В ряде областей России, пострадавших от радиоактивного загрязнения на Чернобыльской АЭС, тоже выявлена йодная недостаточность и многочисленные заболевания зобом. И, хотя на первый взгляд может показаться, что это результат радиации, на самом деле, виной тому – все тот же дефицит йода. Радиация лишь способствует злокачественному перерождению уже измененной ткани щитовидной железы (Свириденко Н., 2003).

В Российской Федерации заболеваниями щитовидной железы различных форм страдает более 50 миллионов человек, в этом числе, как взрослые, так и дети. В 65% случаев причиной заболеваний щитовидной железы у взрослых и 95% у детей значится недостаточное поступление йода с продуктами питания.

В связи с этим, обеспечение населения нужным количеством йода, возможно путем изменения характера питания, а также с помощью приема йодсодержащих препаратов (Спиридонов А.А., 2010, Щеплягина Л.А., 1999).

#### **1.4. Использование йода в кормлении животных**

Эксперты Всемирной организации здравоохранения называют проблему йодного дефицита как – «SOS для человечества». И этому не приходится удивляться, ведь йоддефицитные заболевания являются наиболее встречающейся неинфекционной патологией и в нашей стране, и в мире (Свириденко Н., 2003). А посему, на сегодняшний день одной из важнейших проблем мирового масштаба по вопросам питания является недостаточное поступление йода в организм человека.

Важнейшим источником йода для населения является обогащенная йодом продукция животноводства, за счет использования йодсодержащих добавок в пищевом рационе животных. К тому же за счет ликвидации дефицита йода у самих животных повышается эффективность сельскохозяйственного производства и качество готовой продукции. В последние годы в мире активно стали проводиться исследования по использованию йодсодержащих добавок для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, птиц и рыб (Спиридонов А.А., 2003, Вилутис О.Е. и др., 2014).

Йод влияет на окислительно-восстановительную систему клеток, тем самым обеспечивая устойчивость организма животных к повреждающим факторам внешней среды (Магомедов М.Ш., 1986., Лопарев И.В., 1977). Основная же роль йода обусловлена его присутствием в составе тиреоидных гормонов – тироксина, трийодтиронина, дийодтиронина. В щитовидной железе, в печени и других тканях



он образует йодсодержащие соединения. Йодсодержащие гормоны повышают уровень окислительных процессов в клетках, влияют на метаболизм органических и минеральных веществ, содействуют росту шерсти, повышают тонус мышц и нервной системы.

В организме сельскохозяйственных животных и птиц, концентрация йода в среднем находится в пределах 50 – 200 мкг/кг массы, этот показатель варьируется в больших пределах в зависимости от содержания йода в рационе (Алиев А.А., 1993). При обычном режиме кормления содержание йода в организме распределено следующим образом: щитовидная железа – 70 – 80%, мышцы – 10-12%, кожа – 3,4%, скелет – 3 %, и прочие органы от 5 до 10 % (Георгиевский В.И., 1979).

Йод и его соединения, в последние годы, активно используется в кормлении сельскохозяйственных животных. Набирают рост исследования в этой области, зачастую результаты экспериментов положительные. Так, используют биологический способ обогащения пищевых продуктов путем повышения содержания йода в пищевых и кормовых растениях. Для этого используют йодистые микроудобрения, внося их в почву. При использовании 0,02 % раствора йодида калия некорневой обработки, привело к накоплению йода в стеблях и листьях растений (Сухина С.Ю., 1995). Применение йодистых микроудобрений способствует повышению йода в выращиваемой продукции. Наибольший эффект применения йодистых микроудобрений был достигнут на овощных культурах (Кашин В.К., 1987, Жукова Г.Ф., Савчик С.А., Хотимченко С.А., 2004).

Как считают Каган Р.С. и Казначей Р.Я., добавка соединений йода в корм и питьевую воду позволяет усилить продуктивность, а также повышает рост скота и птицы. В результате чего увеличивается вес, надой молока, яйценоскость и т.п.

Проводятся опыты использования добавок йода в птицеводстве. Так, в Алтайском крае, были проведены опыты на предмет влияния повышенных дозировок йода на продуктивность цыплят-бройлеров. В качестве добавки к основному рациону использовали порошкообразный йодид калия и вводили в комбикорм непосредственно перед кормлением. Результаты эксперимента

показали, что добавление в рацион йодида калия в дозе 3,0 мг/кг корма дает возможность повысить живую массу на 9,2%, а среднесуточный прирост увеличился на 9,38%. Затраты корма на 1 кг прироста были снижены на 0,55%, а сохранность поголовья цыплят повышены на 3% (Растопшина Л.В., 2011). На другой птицефабрике, также в Алтайском крае, исследовалась эффективность использования йода в рационах кур-несушек. В результате чего, была установлена оптимальная доза йода в количестве 1,4 мг/кг, что способствовала увеличению яйценоскости на 25,10%, массы яиц на 9,7% и сохранности птицы на 8,0% (Хаустов В.Н., 2007).

Исследования эффективности введения йода в рацион птицам проводятся также за рубежом. Немецкие ученые наблюдали изменение содержания йода в яйцах в зависимости от длительности проведения йодирования. Эксперимент позволил сделать положительные заключения, т.к. прослеживалось резкое увеличение содержания йода в яйцах от начала исследования и по прошествии 2 недель после начала опыта и далее через 4 недели. Таким образом, можно подтвердить стабилизацию в процессе йодирования (Kaufmann S., 1998).

Чешские исследователи в своей работе выявили сезонную зависимость содержания 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 (Kroupova V., 2006).

Активно проводятся исследования по использованию йодсодержащих добавок в рационах крупного рогатого скота.

Уже в XIX был известен факт влияния йода на лактацию (Войнар А.И., 1960). Тироксин повышает молочную продуктивность у коров. Так, добавка тироксина или йодированного казеина в рацион коровам, повышает молочную продуктивность на 10-20% (Ряпосова, М.В., 2003). Тиреоидные гормоны поддерживают оптимальный уровень энергии, а также способствуют окислению глюкозы. Таким образом, высокая молочная продуктивность обеспечивается за счет высокого уровня глюкозы и тиреоидных гормонов (Радченков В.И.,

Матвеев В.А., Бутров Е.В., Буркова Е.И., 1991). Кроме того, при подкормке коров йодом, возрастает жирность молока (Матусевич В.Ф., 1964).

Многочисленные советские и зарубежные исследователи наблюдали увеличение прироста массы тела у животных, получающих добавки йода в сравнение с контрольными группами (Берзинь Я.М., Самохин И.Т., 1968). Отсюда следует, что йодные подкормки способствуют улучшению развития молодняка и ускорению роста.

Вопрос о значении микроэлементов начал привлекать внимание исследователей и в отрасли рыбного хозяйства. Еще с советских времен продуктивность рыбной промышленности пытались повысить за счет добавления к воде препаратов йода при инкубации икры, а также путем введения йода в искусственные корма. В работах Н.В. Авдосевой (1970, 1971) приводятся результаты исследований по изучению накопления йода в рыбах, влияния на их физиологическое состояние и показатели продуктивности. Данный эксперимент проводился в двух параллелях: в одной - йод в виде йодистого калия вносился в пруды с сеголетками карпа. Йодистый калий вносили в воду дву – и трехкратно, достаточным для конечной концентрации йода 50 и 100 мкг/л; в другой, первая группа двухлеток карпа получала йод в составе комбикорма в виде йодистого калия в дозе от 0,2 до 51,2 мг, вторая – сухую морскую капусту (ламинарию) из расчета 4,5; 9,0 и 13,5 мг йода на 1 кг веса рыб в сутки. Эксперимент завершился с положительным результатом в обеих параллелях. Внесение йодистого калия в пруды способствовало развитию естественной кормовой базы.

Данные гематологических и биохимических исследований показали, что йод накапливается в организме рыб и оказывает на него положительное влияние, вызывая при этом увеличение в крови количества гемоглобина и эритроцитов. Результаты гистоморфологических исследований свидетельствуют о повышении функциональной деятельности щитовидной железы. Также была отмечена интенсивность роста рыб. Важно отметить, что рыбы, получающие в корм добавку из морской капусты быстрее накапливали йод и интенсивней росли по сравнению с группой, получающей в корм калий йод.

Таким образом, подобные результаты позволяют сделать вывод о том, что йод органического происхождения усваивается организмом лучше и интенсивнее задерживается щитовидной железой, чем йод минеральных солей. Йод накапливается в рыбе, положительно влияет на ее физиологическое состояние, на рост и выживаемость (Авдосьева Н.В., 1970, 1971).

Органическая форма йода уменьшает опасность его передозировки и служит гарантом нормированного потребления нутриента (Брянская И.В., Лескова С.Ю., 2006).

Приведенные выше данные о положительном воздействии йода на продуктивность рыб, еще не раз подтверждались и в других работах наших соотечественников. Подобные эксперименты проводились в аквариумах, испытывались новые дозы ввода калий йода, чтобы иметь представление о необходимой дозировке этого микроэлемента для продуктивного роста и развития рыб (Назаренко Л.Д., Никитина Л.П., Торопкин А.А., 1991).

В это же время ученый Л.Н. Дума (1987) провел опыт по эффективности включения микроэлементов селена и йода в корма сеголетков карпа, который также дал положительные результаты. С помощью изменения состава комбикорма можно скорректировать накопление нужных микроэлементов в теле рыб, а также и в отдельных тканях. Все это позволяет создавать продукты с заранее заданным микроэлементным составом (Мирошникова Е.П., 2008).

## **1.5. Роль и значение йода в организме и питании рыб**

Рыба является одним из важнейших продуктов в питании человека. Недостаточное количество ценной рыбопродукции восполняется деятельностью рыбоводных предприятий. Современное рыбоводство носит характер промышленного производства, основанное на выращивании рыб в регулируемых условиях и требует серьезного внимания к производству и использованию полноценных и экономически выгодных кормов для выращивания рыб (Киянов Е.В., Переверзева Е.В., 2007, Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А., 1975).

Рыба, как и любой другой организм, на каждом этапе онтогенеза требует определенного соотношения полноценного белка, жира, углеводов и минеральных веществ. Особого внимания требует проблема минерального питания, т.к. продолжительное время считалось, что рыбная мука в составе кормов обеспечивает необходимыми минеральными веществами потребности рыб. Однако в дальнейшем выяснилось, что минеральные элементы в ряде компонентов растительного и животного происхождения находятся в малодоступной для рыб форме и плохо усваиваются. Такое несоответствие количества минералов, поступающих в организм рыб, влечет за собой появление различных патологий (Скляр В.Я., 1984, Anke M., 1999, 2004, Мелякина Э.И., Бигарева О.Н., 2009).

Недостаточное поступление йода с пищей в организм животных, вызывает у них дисфункцию щитовидной железы и развитие зоба. Добавка же соединений йода в корм усиливает продуктивность и повышает рост скота - увеличивая вес. Йод является обязательным структурным компонентом гормонов щитовидной железы и, если его поступление в организм недостаточно, то уменьшается интенсивность биосинтеза гормонов (Вилутис О.Е. и др., 2013). Общеизвестно, что у рыб, как и у высших животных, щитовидной железе принадлежит важная роль в регуляции обмена веществ, процессов роста. С течением эволюции щитовидная железа претерпела целый ряд морфологических изменений. Важным событием для появления щитовидной железы в историческом развитии организмов, явилось способность живых организмов поглощать неорганический йод в составе йодидов из окружающей среды и концентрировать его путем ферментативного включения в структуру органических соединений (Кубарко А.И., 1998).

Наиболее ранним представителем позвоночных, обладающих структурными элементами примитивной щитовидной железы, является личиночная стадия миноги. Фолликулы железы не окружены соединительно-тканной капсулой, но в них идут биосинтетические процессы, сходные с таковыми при образовании тиреоидных гормонов у взрослых особей млекопитающих. Например, у

круглоротых и костных рыб, щитовидная железа представлена неинкапсулированной формой, фолликулы которой расположены в свободном состоянии в подглоточной соединительной ткани в виде одиночных и малых кластеров. Много фолликулов в почках и по ходу вентральной аорты, реже они встречаются в структурах глазного яблока, мозга, сердца, пищевода и селезенки. Если у костистых рыб собственно железы как таковой нет, то у хрящевых рыб она впервые приобретает собственную соединительную капсулу, т.е. тиреоидные фолликулы формируют компактный орган. Щитовидная железа осетровых располагается между первой и третьей жаберными артериями в месте их отхождения от ствола вентральной аорты. Для всего органа характерно сходное состояние в его различных участках, но существуют изменения в размерах фолликулов и высоте тиреоидного эпителия в пределах одной железы (Баранникова И.А., 1975). При повышении функциональной активности железы, фолликулы становятся цилиндрическими, а в покое - утолщаются (Рисунок 4).

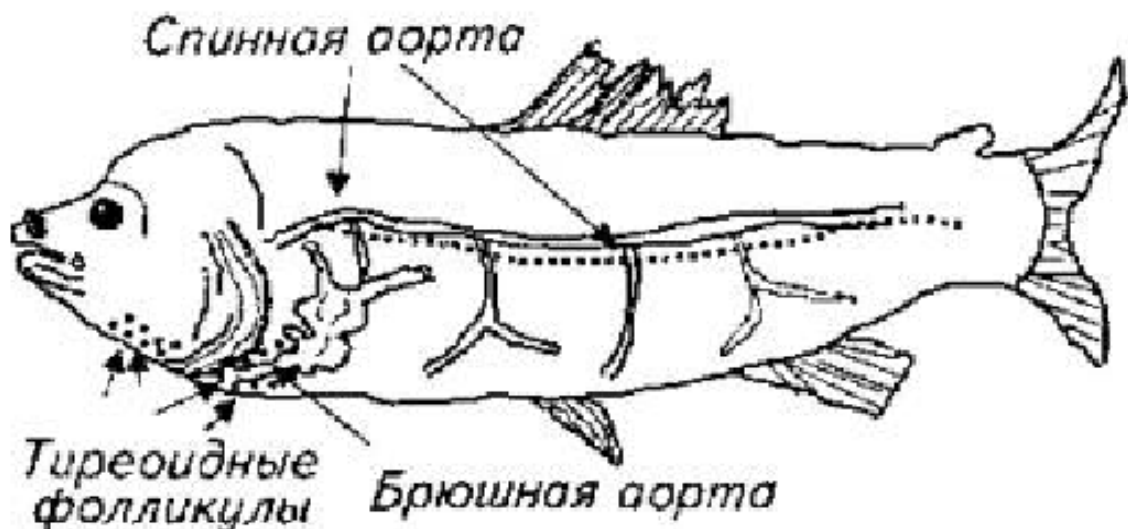


Рисунок 4. Тиреоидные образования у рыбы («щитовидная железа»).

Фолликулы щитовидной железы представляют полости, выстланные кубическим эпителием и заполненные вязким коллоидом. Именно в фолликулах идет процесс образования гормонов – дийодтиронина (Т<sub>2</sub>), трийодтиронина (Т<sub>3</sub>) и тироксина (Т<sub>4</sub>), которые в свою очередь поступают в кровь. Щитовидная железа,

в основном, выделяет тироксин, а ее работа регулируется тиреотропным гормоном гипофиза (ТТГ).

Гормоны щитовидной железы оказывают большое влияние на рост и формирование организма рыб, на метаморфоз. Они стимулируют работу надпочечников, влияют на половые железы (Аминова В.А., Яржомбек А.А., 1984). Такое влияние гормонов было подтверждено экспериментально, путем обработки личинок рыб тиреоидными гормонами, в результате действия которых, менялся рост личинок и форма плавников, а также характер окраски покровных тканей (Бойко Н.Е., 2006, Huang L., 1998, Inui Y., 1995, Pedersen T., 1992). Эндокринолог L.T. Evans (1940) отмечал, что у молоди черепахи, которую кормили высушенной щитовидной железой, увеличивалась двигательная активность (Рисунок 5).

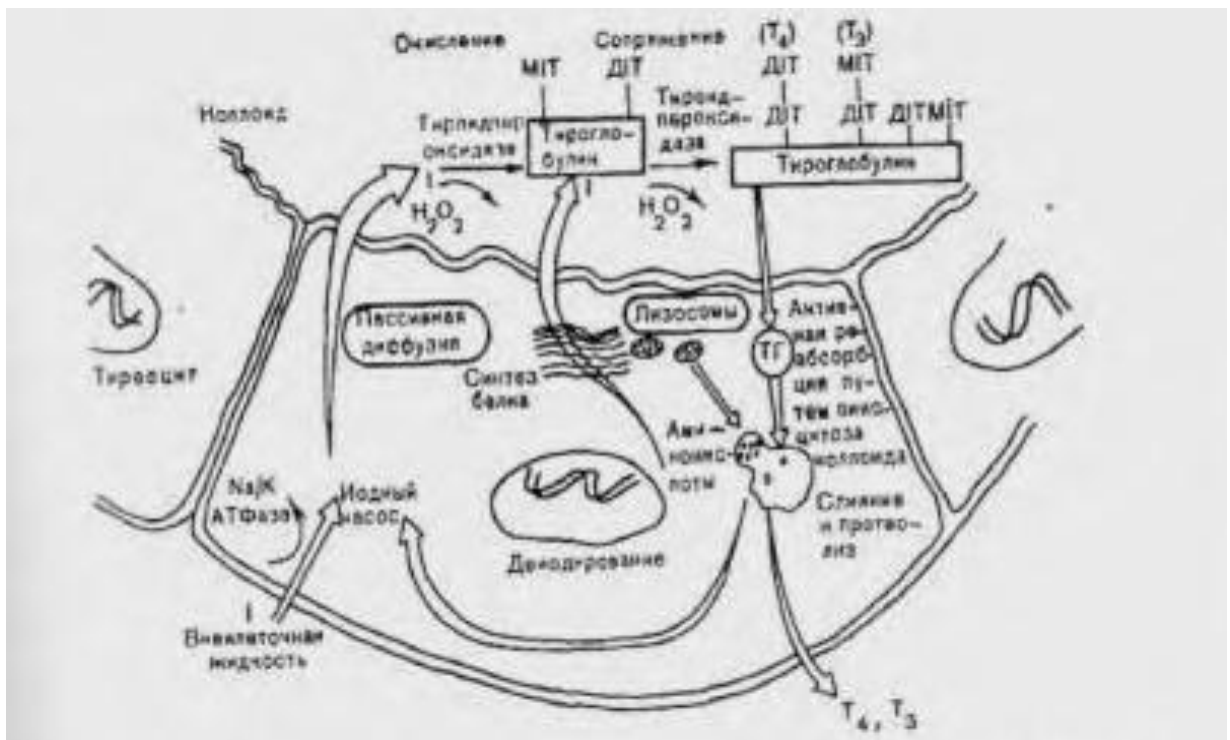


Рисунок 5. Пути синтеза тиреоидных гормонов в щитовидной железе.

Недостаток гормонов приводит к искривлению формы тела, недоразвитие плавников и спиральной кишки. Еще в 1914 году D. Marine отметил у форели гипофункцию щитовидной железы и низкую двигательную активность при недостатке йода в воде и кормах. Однако, при добавлении йода в воду, рыба

становилась более подвижной, т.е. это дало щитовидной железе возможность осуществлять биосинтез тиреоидных гормонов в необходимых количествах. Также было отмечено угнетение функции щитовидной железы за счет введения соединений радиоактивного йода незрелым форелям, все это привело к уменьшению размеров взрослой особи, нарушению двигательной координации, произошла усиленная пигментация малой головной части, возникла анемия (Фонтен М., 1972, Кубарко А.И., 1998).

Экспериментально установлено, что гормоны щитовидной железы влияют на отношение рыб к осмотическому давлению. Так, В. Baggerman (1964, 1966), отмечала в своем исследовании, что молодь лосося из пресной воды под влиянием тиреотропного гормона увеличивала тиреоидную активность, а также демонстрировала смещение осмотического оптимума в сторону большей солености воды (Фонтен М., 1972, Baggerman В., 1964, 1966).

В настоящее время известна взаимосвязь между недостаточностью поступления йодидов с пищей и водой, и гипертрофией щитовидной железы. Такая зависимость впервые была установлена на примере озерных форелей, а в дальнейшем стала основой формирования об эндемической патологии. Недостаток йода в пище снижает его уровень в организме и приводит к угнетению роста еще до появления признаков гипертрофии щитовидной железы (Watanabe Т., 1997, Остроумова И.Н., 2001).

По мнению А.И. Ирихимович (1951), питание настолько важно, что его недостаток вследствие снижения темпа роста может привести к отставанию в развитии некоторых органов, например гипофиза. Размеры, в свою очередь, связаны с темпом роста, т.е. с питанием.

Йод, как известно, необходимый элемент в питании рыб, он транспортируется через жабры из воды и активно извлекается из пищи в пищеварительный тракт. Окисленный йод частично подвергается восстановлению и пассивно диффундирует в кровь. Однако есть существенная разница между содержанием йода в морской воде и пресной. В пресноводной рыбе йода содержится меньше, чем в морской. В связи с чем, встает вопрос об



обеспеченности пресноводной рыбы йодом через пищу. Однако потребность у большинства рыб в йоде точно не установлена. Так, R.T. Lovell (1979), предложил в качестве минимального количества йода в корм рыбам 2,8 мг/кг корма. В своей работе Н.Т. Сергеева (1998), отмечает потребность в йоде для лососевых рыб на уровне 3,5 – 4,0 мг/кг сухого корма. По данным других авторов, минимальное количество йода в рационах карпа и форели не должно быть ниже 0,1 – 1,0 мг/кг. По свидетельству Т. Watanabe (1980), потребности у рыб могут колебаться в пределах 1,0 – 4,0 мг/кг.

Если в естественных условиях, рыбы могут пополнять свой микроэлементный состав за счет водных растений, зообентоса и зоопланктона, которые в свою очередь получают йод из бактерий и фитопланктона, то рыбам, растущим в индустриальных хозяйствах необходим рацион, сбалансированный по всем микроэлементным составляющим (Кубарко А.И., 1998, Остроумова И.Н., 2001).

Зарубежными исследователями проводились опыты по обогащению йодом пресноводной рыбы, как возможность улучшения питания йодом человека. Рыбу кормили комбикормами с дополнениями морских водорослей с высоким содержанием йода. По истечении 9 месяцев опыта, были получены положительные результаты. В опытной группе содержание йода увеличилось в 4 раза в сравнении с контролем. Наибольшее содержание йода отмечено в коже и филе рыбы (Schmid S., 2003).

Для разработки наиболее эффективного рациона кормления, Л.Я. Штерман и В.Р. Слободской (1972) использовали в своих опытах соединения йода, влияющие на функцию щитовидной железы – бетазин и раствор Люголя. В ходе эксперимента оценивался рост, физиологическое состояние форели и функциональное состояние щитовидной железы. Йод добавлялся в корм рыбам. В конце опытов у всех рыб, получавших йод или бетазин, наблюдается резкое повышение уровня общего йода, что свидетельствует о кумуляции его в организме по мере приема. Физиологические показатели у рыб в пределах нормы. В опытных группах отмечается большее, чем в контроле, увеличение веса.

Затраты корма на получение прироста у этих рыб были меньшими, чем у контроля.

Таким образом, вышеприведенные данные дают основание полагать, что йод для рыб элемент жизненно необходимый, и, если в организме отмечен недостаток данного микроэлемента, то его можно восполнить при помощи искусственных кормов, обогащенных соединениями йода.

Подводя итог приведенного выше материала, можно сказать, что решение проблемы дефицита йода сводится к введению в рацион человека йодированных продуктов питания, а именно йодированной пресноводной рыбы, где йод находится в органической форме. Получение подобного продукта - йодированной рыбы, возможно при сбалансированном питании рыбы и контролируемых оптимальных условиях выращивания, которые могут быть выполнены при индустриальном типе выращивания, а именно в установках замкнутого водоснабжения. В искусственно созданных индустриальных условиях выращивания успешно растут и развиваются группы осетровых рыб, в частности ленский осетр. Осетр, активно усваивающий искусственные комбикорма, сбалансированные по микроэлементному составу, на выходе может явиться отличным примером йодированного продукта в оптимизации йодного метаболизма в организме человека.

## **2 Материал и методы исследований**

В 2013-14 годах нами проводились исследования по изучению влияния повышенных доз йода на рост, развитие и товарные качества ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции, межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МД – 6254.2014.4.

Для повышения норм йода в комбикормах для рыб подопытных групп использовали биологически активную добавку - йодированные дрожжи, выпускаемую ЗАО «Биоамид» г. Саратов.

### **2.1. Общая схема и условия проведения исследований**

Йодированные дрожжи представляют собой желтый порошок, с характерным запахом дрожжей. Йода в йодированных дрожжах содержится в количестве 2 %.

Йодированные дрожжи хорошо защищенный от вредных примесей и безопасный белковый продукт, в котором дрожжевые белки в процессе аутолиза

разрушены в основном до свободных аминокислот или низкомолекулярных пептидов и быстро вступают в метаболические процессы, белковый и углеводный обмен, не требуя больших энергетических затрат. Йод в дрожжах находится в легкоусвояемой органической форме. Йодированные белки при воздействии температур не теряют стабильность (Воронин С.П. и др., 2013).

Разработку оптимальной нормы скармливания йодированных дрожжей в прогнозируемый и научно-хозяйственный опыт проводили в соответствии с общей схемой исследований, представленной на рисунке 6.

Для первоначального эксперимента в аквариумной установке (Васильев А.А., Волков А.А., Гусева Ю.А. и др., 2010) была отобрана молодь ленского осетра, среднее значение массы которой составляло в начале эксперимента около 232 г. Методом аналогов сформировали контрольную и 5 опытных групп по 10 особей в каждой. Выращивание молоди проводили в аквариумах вместимостью 250 л. Продолжительность эксперимента составила 70 дней. Контрольная группа получала полнорационный гранулированный комбикорм (ОР) Молодь 1-й, 2-й, 3-й, 4-й и 5-й опытных групп получала тот же комбикорм с биологически активной добавкой в виде йодированных дрожжей, из расчета 100,0 мкг, 200,0, 300,0, 400,0 и 500 мкг йода на 1 кг массы рыбы соответственно (Таблица 2). Количество кормлений рыбы составляло 3 раза в сутки.

Научно-хозяйственный 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 ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова». Для выращивания рыбы использовали бассейны, диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Продолжительность эксперимента составила 98 дней. Для опыта отобрали 375 особей ленского осетра, массой около 640 г и разместили их по 125 штук в каждую группу.

Контрольная группа получала полнорационный комбикорм (ОР), а молодь 1-й и 2-й опытных групп получала комбикорм с биологически активной добавкой в виде йодированных дрожжей, содержащей йод из расчета 200 и 300 мкг на 1 кг корма, соответственно (Таблица 3).

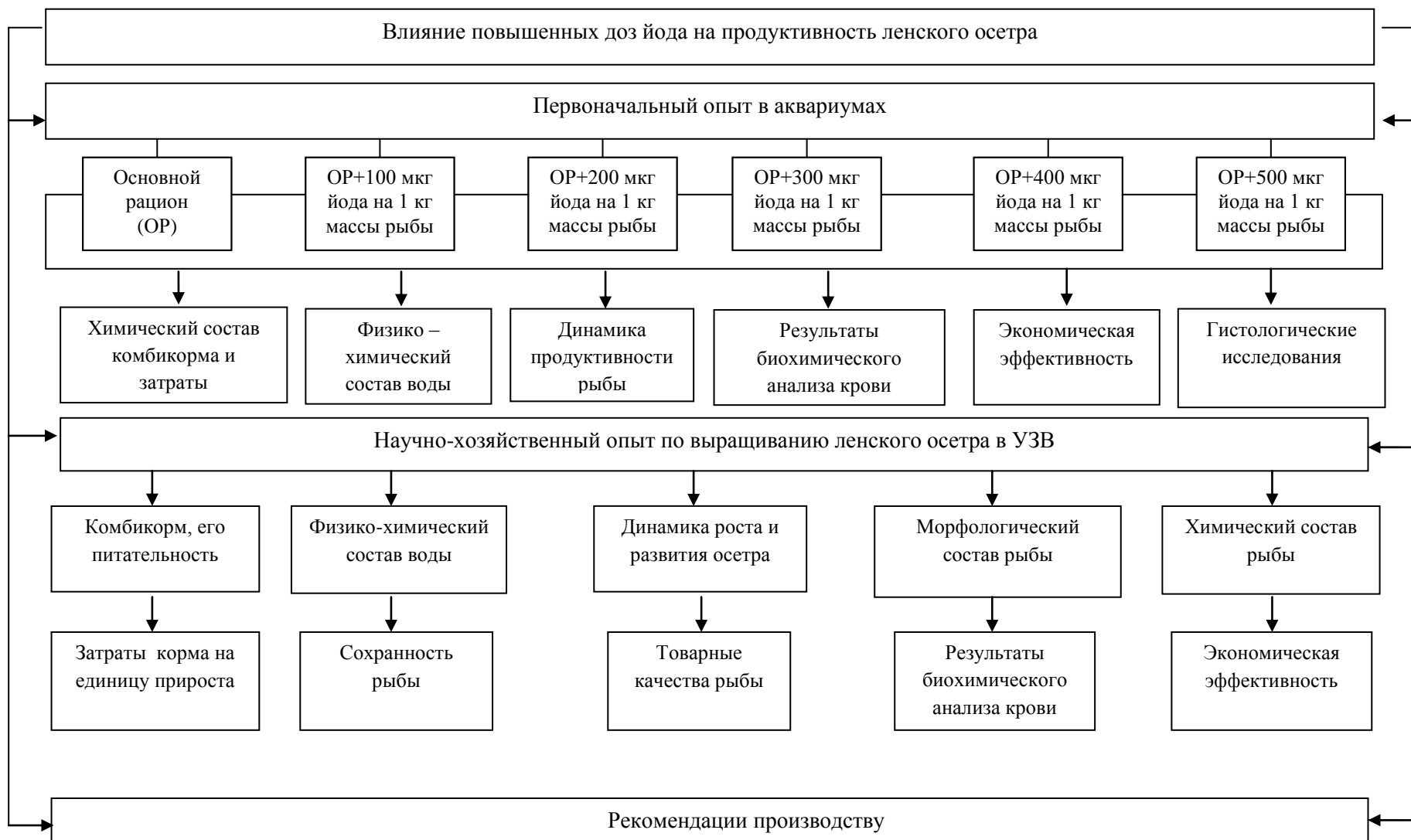


Рисунок 6. Общая схема исследований.

**Таблица 2 - Схема первоначального эксперимента**

Группа	Продолжительность периода (нед.)		Тип кормления
	I подгото- вительный	II учетный	
Контрольная	2	8	Полнорационный комбикорм (ОР)
1 опытная	2	8	ОР + добавка йода из расчета 100 мкг на 1 кг массы рыбы
2 опытная	2	8	ОР + добавка йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы
3 опытная	2	8	ОР + добавка йода из расчета 300 мкг на 1 кг массы рыбы
4 опытная	2	8	ОР + добавка йода из расчета 400 мкг на 1 кг массы рыбы
5 опытная	2	8	ОР + добавка йода из расчета 500 мкг на 1 кг массы рыбы

Эффективность выращивания ленского осетра в конце опытов определяли по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям.

**Таблица 3 - Схема научно-хозяйственного опыта**

Группа	Продолжительность опыта (нед.)	Тип кормления
Контрольная	14	Полнорационный комбикорм (ОР)
1-опытная	14	ОР + добавка йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы
2-опытная	14	ОР + добавка йода из расчета 300 мкг на 1 кг массы рыбы

Убой ленского осетра и определение соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили по принятой в рыбоводстве методике (Кудряшева А.А., Саватеева Л.Ю., Саватеев Е.В., 2007, Родина Т.Г., 2007). На основании полученных данных была рассчитана экономическая эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра.

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке общепринятыми методами (Меркурьева Е.К., 1970, Лакин Г.Ф., 1990), с использованием программного пакета MS Excel 2007.

## **2.2. Корма и кормление рыбы**

Кормление ленского осётра в период прогнозируемого производилось 3 раза в день, в светлое время суток, через равные промежутки времени полнорационными комбикормами, произведенными методом экструзии и состоящими из: рыбной муки – 20,3 %, концентрата соевого белка – 10,0 %, кукурузного глютена – 16,7 %, пшеницы 8,3 %, соевой муки – 17,0 %, рыбьего жира – 8,0 %, рапсовой муки - 10,0 %, прессованной сои 8,7 % и премикса – 1,0 %. Диаметр гранул комбикорма равнялся 4 мм, а состав и питательность соответствовали данному периоду выращивания рыбы (Таблица 4).

В нашем научно-хозяйственном опыте рыбы получали полнорационный гранулированный комбикорм (Таблица 5), состоящий из: рыбной муки – 17,0 %, соевой муки – 17,0 %, пшеничного глютена – 16,7 %, пшеничной муки – 12,0 %, рапсовой муки – 10,0 %, рыбьего жира – 8,0 %, пшеницы – 8,3 %, экструдированной сои – 10,0 % и премикса – 1,0 %. Состав комбикормов между группами отличался только за счет дополнительного внесения в комбикорма опытных групп йода, в составе йодированных дрожжей. Диаметр гранул составлял 5 мм. Так для 1 – опытной группы в 1 кг комбикорма добавляли 1,0 г йодированных дрожжей содержащих 20,0 мг йода, а для 2 – опытной группы в 1 кг комбикорма добавляли 1,5 г йодированных дрожжей содержащих 30,0 мг йода.

**Таблица 4 – Химический состав и питательность 1 кг комбикорма**

Показатель	Количество
Обменная энергия, МДЖ	17,4
Сырой протеин, %	47,0
Сырая клетчатка, %	2,8
Сырой жир, %	13,0
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,0
Железо, мг	60,0
Цинк, мг	120,0
Марганец, мг	60,0
Йод, мг	1,20
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,0
Пропилгаллат, мг	12,0
Витамин Е, мг	240,0
Витамин D <sub>3</sub> , МЕ	2100,0
Витамин А, МЕ	12000,0
Витамин С, мг	250,0

Для изготовления йодированной кормосмеси на основе гранулированного комбикорма брали чистую воду в количестве 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 непитающей влагу поверхности.



**Таблица 5 – Состав и питательность полнорационного комбикорма**

Показатели	Количество
Обменная энергия, МДж	17,4
Сырой протеин, %	47,0
Сырая клетчатка, %	2,0
Сырой жир, %	13,0
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,0
Железо, мг	60,0
Цинк, мг	120,0
Марганец, мг	60,0
Йод, мг	1,20
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,0
Пропилгаллат, мг	12,0
Витамин Е, мг	240,0
Витамин D <sub>3</sub> , МЕ	2100,0
Витамин А, МЕ	12000,0
Витамин С, мг	250,0

### **2.3. Химические и биохимические исследования**

Химический состав корма определяли стандартными методами, применяемыми в зооанализе (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1965); первоначальную влагу – высушиванием навески корма до постоянного веса, при температуре 60-65 °С; гигроскопическую влагу – высушиванием воздушно-сухого вещества при температуре 100 – 105 °С до постоянной массы; сырую клетчатку - методом Геннеберга и Штомана; сырую золу – сжиганием навески корма в муфельной печи; сырой жир – экстрагированием с помощью авиационного бензина в аппарате Сокслета; кальций – оскалатным методом; фосфор – колориметрическим

методами; безазотистые экстрактивные вещества – расчетным путем. Другие макро – и микроэлементы, а также витамины, которые нельзя определить стандартными методами, учитывались нами согласно сертификату качества комбикорма.

Анализ химического состава мышечной ткани ленского осетра выполняли по общепринятым методикам (Шепелев А.М., Кожухова О.И., 2001); влагу определяли высушиванием мяса в сушильном шкафу при температуре 100 – 105 °С до постоянной массы; общий азот по методу Кьельдаля. Для пересчета азота на протеин мяса использовали коэффициент 6,25; жир – методом Сокслета; золу – путем сжигания навески в муфельной печи.

Гидрохимический состав воды определяли в начале и конце опытов по общепринятым методикам (Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А., 1987).

Аналитические исследования, направленные на идентификацию химических элементов в пробах воды, выполнены методом масс-спектрометрии с использованием масс-спектрометра Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer с системой обработки данных VGPG ΣхCell по стандартной методике МВИ ЕРА 200.8.

Биохимические показатели крови определяли в начале и конце первоначального эксперимента, а в научно-хозяйственном опыте еще и в середине. При оценке гормонального статуса щитовидной железы определяли уровни ТТГ, Т4 свободного, Т4 общего и Т3. Уровень тиреоидных гормонов в крови рыб определяли на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа Chem Well 2009 (Т).

## **2.4. Гистологические исследования**

Ткани внутренних органов для гистологических исследований брали в конце прогнозируемого опыта. Общую картину изменений изучали на гистопрепаратах, окрашенных гематоксилин - эозином по методике Эрлиха. Гистологические срезы толщиной 4–7 мкм изготавливали на микротоме «Mikrom HM450» из парафиновых блоков кусочков органов, фиксированных в жидкости Карнуа.

### **3. Результаты собственных исследований**

#### **3.1. Результаты прогнозируемого опыта**

##### **3.1.1. Физико-химический состав воды**

Жизненно важное значение для рыб имеет водная среда. Физико-химические свойства воды являются одним из условий, обуславливающих высокую скорость роста рыб. Лимитирующим фактором в организации рыбоводного предприятия является качество и количество воды. Рыбы очень чутко реагируют на изменения окружающей среды. Осетровые, в отличие от других видов рыб, наиболее требовательны к качеству воды (Койшибаева С.К, Бадрызлова Н.С., Федоров Е.В., 2011, Иванов А.А., 2003, Скляр В.Я., 2008).

Оптимальный температурный режим обеспечивает благоприятные условия для продуктивного использования кормов, что является основой технологии выращивания в условиях УЗВ. Если температурный режим претерпевает изменения, то это влияет на потребление кислорода, скорость роста и развития, а также на потребление и переваривание пищи (Матишов Г.Г., 2006). Для выращивания осетровых рыб оптимальная температура находится в пределах 19-23 °С.

В таблице 6 отображены нормативы качества воды и данные гидрохимического состава воды в аквариумах.

В ходе прогнозируемого опыта, температурный режим воды был в пределах физиологической нормы и составлял 20–23 °С. Содержание растворенного кислорода, уровень рН были в пределах оптимальных физиологических норм.

Таким образом, физико-химические показатели воды соответствовали оптимальным значениям ОСТ 15.372.87, необходимым для содержания осетра.

**Таблица 6 – Гидрохимический состав воды в аквариумах**

Показатель	Полученные данные	Требования ОСТ 15-372-87
рН	6,0	7,0–8,0
Кислород, мг/л	7,5–9,0	Не менее 6,0
Цветность, градусы	25	30
Азот аммонийных соединений,	0,3	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,9	1,0
Фосфаты, мг/л	0,2	0,3
Общая жесткость, мг-экв/л	4,0	3,8–4,2
Хлориды, мг/л	0,4	20–35
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,2	0,5
Температура, °С	20-23	19-23

### **3.1.2. Динамика роста ленского осетра и эффективность использования комбикормов**

Основными показателями, характеризующими рост и развитие рыбы, являются ее масса и затраты кормов на единицу прироста. Они отражают влияние тех условий кормления и содержания рыбы, в которых она выращивается.

Для прогнозируемого опыта отобрали молодь ленского осетра, среднее значение массы рыбы в начале эксперимента было 232 г. Методом аналогов сформировали контрольную и 5 опытных групп по 10 особей в каждой. В ходе экспериментального выращивания осетра были получены данные, представленные в таблице 7.

Таблица 7 - Динамика роста массы тела молоди ленского осетра, г

Период опыта, неделя		Группа					
		контрольная	1 - опытная	2 - опытная	3 - опытная	4 - опытная	5 - опытная
I	Начало опыта	231,6 ± 6,6	233,4±6,3	232,2 ± 2,8	233,1±3,9	233,9±5,2	232,0 ± 4,1
	1-я	226,0 ± 6,6	235,2±4,9	222,4 ± 4,1	232,4±4,6	234,7±5,4	233,0 ± 4,7
	2-я	233,0 ± 2,0	237,9±5,2	250,6 ± 5,3	245,6±4,7	241,4±4,2	246,0 ± 1,1
II	3-я	242,0 ± 1,5	248,9±4,6	261,1 ± 3,2	260,5±4,3	252,2±4,1	250,0 ± 2,8
	4-я	255,5 ± 2,8	257,1±4,1	273,3 ± 2,1	264,9±4,1	261,1±4,5	255,0 ± 7,6
	5-я	256,2 ± 0,3	264,5±2,9	282,2 ± 3,8	277,2±4,0	272,4±3,6	262,2 ± 1,8
	6-я	256,5 ± 3,9	288,3±4,5	287,7 ± 2,8	290,1±5,0	286,7±4,7	271,0 ± 2,0
	7-я	278,7 ± 0,9	295,2±2,5	320,0 ± 2,5	297,2±3,4	298,4±4,4	285,5 ± 1,4
	8-я	298,7 ± 2,0	307,4±3,9	335,2 ± 2,8	314,8±3,9	308,3±3,7	300,4 ± 2,2
	9-я	303,7 ± 5,4	321,4±6,5	336,0 ± 4,1	328,1±4,8	315,2±5,1	302,4 ± 3,0
	10-я	310,0 ± 6,6	323,6±7,0	340,0 ± 10,4	341,3±8,8	319,5±6,1	309,7 ± 5,2

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

**Таблица 8- Среднесуточный прирост за учетный период, г**

Период выращивания нед.	Группа					
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная	3 – опытная	4 – опытная	5 – опытная
1	1,29	1,57	1,50	2,13	1,54	0,57
2	1,93	1,17	1,74	0,63	1,27	0,71
3	0,10	1,06	1,27	1,76	1,61	1,03
4	0,04	3,40	0,79	1,84	2,04	1,26
5	3,17	0,99	4,61	1,01	1,67	2,07
6	2,86	1,74	2,17	2,51	1,41	2,13
7	0,71	2,00	0,11	1,90	0,99	0,29
8	0,90	0,31	0,57	1,89	0,61	1,04
В среднем за период	1,38	1,53	1,60	1,71	1,39	1,14

При выращивании молоди ленского осетра на комбикорме с добавлением повышенных концентраций йода установлено, что во 2- и 3 - опытных группах в конце эксперимента средняя масса была наибольшей. А наименьший прирост отмечен в 5 – опытной группе.

Наряду с данными по динамике роста массы тела осетра, представлены данные по среднесуточному приросту за учетный период (Таблица 8), где наибольшие показатели также отмечены во 2 – и 3 – опытных группах. Тогда как в 5 – опытной группе, где молодь осетра получала дозировку йода 500 мкг/кг массы рыбы, показатель значительно снижен не только в отношении других опытных групп, но и в сравнении с контрольной группой.

В подготовительный период опыта было отмечено, что у контрольной, 2- и 3- опытных групп рыб, масса тела снижается по отношению к началу опыта, тогда как в 4-й и 5-й опытных группах подобного снижения не наблюдалось. Это объясняется тем, что в подготовительный период рыба адаптировалась к новым условиям и испытывала стресс, при этом уровень тиреоидных гормонов понижался под влиянием стресса. Также необходимо отметить, что 4- и 5- опытные группы были более устойчивы к стрессу за счет высокого тиреоидного статуса, обеспеченного за счет потребления корма с повышенной концентрацией йода. Затем рыба в 2- и 3-опытных групп быстрее отошла от стресса и начала активно развиваться, опережая своих аналогов из других групп. Скорее всего, слишком высокие норма йода, скармливаемого с комбикормом (400,0 и 500,0 мкг/кг рыбы), начиная со второй недели опыта, оказывали негативное воздействие на рост рыбы, тем самым подавляя его в 4- и 5-опытных группах.

Данные первоначального эксперимента показали, что обогащение испытываемого рациона йодом в количестве 200 и 300 мкг на 1 кг массы рыбы, привело к существенному ускорению роста рыб, по сравнению с контролем и другими опытными группами. Абсолютный прирост также при включении в корм йода в 3 - опытной группе был выше по сравнению с контролем. В результате относительный прирост ленского осетра за учетный период выращивания в 3- опытной группе превысил контроль на 22,2 % (Таблица 9, 10).

Наименьшие затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы отмечены в 3-опытной группе. Наибольший показатель наблюдался в 5-опытной группе (Таблица 11, 12, 13).

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о том, что включение в рацион ленского осетра йодированных дрожжей, содержащих 200 мкг и 300 мкг йода на 1 кг массы рыбы, снижает затраты корма на 1 кг прироста 108,32 и 304,33 г, обменной энергии на 1,88 и 5,29 МДж, сырого протеина на 50,91 и 143,03 г, по сравнению с контрольной группой.

В ходе эксперимента установлено, что использование биологически активной добавки йодированные дрожжи, в кормлении ленского осетра, улучшает рыбоводно-биологические показатели выращиваемых рыб. Рыба, получающая в своем рационе йод, активно поедает корм, наименее подвержена неблагоприятным воздействиям окружающей среды.



Таблица 9 - Абсолютный прирост за учетный период, г

Период выращивания нед.	Группа					
	контрольная	1-опытная	2 – опытная	3 - опытная	4 - опытная	5 – опытная
1	9,00	11,00	10,50	14,90	10,80	4,00
2	13,50	8,20	12,20	4,40	8,90	5,00
3	0,70	7,40	8,90	12,30	11,30	7,20
4	0,30	23,80	5,50	12,90	14,30	8,80
5	22,20	6,90	32,30	7,10	11,70	14,50
6	20,00	12,20	15,20	17,60	9,90	14,90
7	5,00	14,00	0,80	13,30	6,90	2,00
8	6,30	2,20	4,00	13,20	4,30	7,30
В среднем за период	77,00	85,70	89,40	95,70	78,10	63,70

Таблица 10- Относительный прирост за учетный период, %

Период выращивания нед.	Группа					
	контрольная	1 - опытная	2 – опытная	3 - опытная	4 - опытная	5 – опытная
1	3,86	4,72	4,51	6,39	4,64	1,72
2	5,58	3,39	5,04	1,82	3,68	2,07
3	0,27	2,90	3,48	4,81	4,42	2,82
4	0,12	9,29	2,15	5,04	5,58	3,43
5	8,65	2,69	12,59	2,77	4,56	5,65
6	7,18	4,38	5,45	6,32	3,55	5,35
7	1,67	4,69	0,27	4,45	2,31	0,67
8	2,07	0,72	1,32	4,35	1,42	2,40
В среднем за период	29,41	32,77	34,81	35,94	30,16	24,11

**Таблица 11 - Скормлено комбикорма за учетный период опыта, г**

Период выращивания, нед.	Группа					
	контрольная	1 - опытная	2 – опытная	3 - опытная	4 - опытная	5 – опытная
1	194,81	200,36	210,19	209,70	203,02	227,50
2	205,68	206,97	220,01	213,25	210,19	232,05
3	206,24	212,92	227,17	223,14	219,28	238,60
4	206,48	232,08	231,60	233,53	230,79	246,61
5	224,35	237,63	257,60	239,24	240,21	259,81
6	240,45	247,45	269,83	253,41	248,18	273,36
7	244,48	258,73	270,48	264,12	253,74	275,18
8	249,55	260,50	273,70	274,75	257,20	281,83
Итого	1772,04	1856,64	1960,57	1911,14	1862,60	2034,94
Затраты комбикорма на 1 кг прироста	2301,35	2166,45	2193,03	1997,02	2384,89	3194,57

Таблица 12 – Потреблено обменной энергии комбикорма, МДж

Период выращивания, нед.	Группа					
	контрольная	1-опытная	2 – опытная	3-опытная	4-опытная	5 – опытная
1	3,39	3,49	3,66	3,65	3,53	3,96
2	3,58	3,60	3,83	3,71	3,66	4,04
3	3,59	3,70	3,95	3,88	3,82	4,15
4	3,59	4,04	4,03	4,06	4,02	4,29
5	3,90	4,13	4,48	4,16	4,18	4,52
6	4,18	4,31	4,70	4,41	4,32	4,76
7	4,25	4,50	4,71	4,60	4,42	4,79
8	4,34	4,53	4,76	4,78	4,48	4,90
Итого	30,83	32,31	34,11	33,25	32,41	35,41
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста	40,04	37,70	38,16	34,75	41,50	55,59

Таблица 13 – Скормлено сырого протеина, г

Период выращивания, нед.	Группа					
	контрольная	1-опытная	2 – опытная	3-опытная	4-опытная	5 – опытная
1	91,56	94,17	98,79	98,56	95,42	106,93
2	96,67	97,27	103,40	100,23	98,79	109,06
3	96,93	100,07	106,77	104,88	103,06	112,14
4	97,05	109,08	108,85	109,76	108,47	115,91
5	105,44	111,69	121,07	112,44	112,90	122,11
6	113,01	116,30	126,82	119,10	116,64	128,48
7	114,91	121,60	127,13	124,14	119,26	129,33
8	117,29	122,43	128,64	129,13	120,88	132,46
Итого	832,86	872,62	921,47	898,24	875,42	956,42
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста	1081,63	1018,23	1030,72	938,60	1120,90	1501,45

### 3.1.3. Биохимические показатели крови ленского осетра

У рыб специфична система крови. Физико-химические свойства крови изменяются в широких пределах, для рыб характерен клеточный полиморфизм (Иванов А.А., 2003). Кровеносная система регулирует нервную и гормональную деятельность. При помощи крови к органам и тканям от желез внутренней секреции доставляются гормоны и биологически активные вещества (Аmineва В.А., Яржомбек А.А., 1984).

Осетровые рыбы обладают значительными возможностями пластического приспособления к изменяющимся условиям среды. Адаптация к среде отмечается на - поведенческом, анатомическом, физиологическом и биохимическом уровнях биологической организации. Физиологическая адаптация подразумевает изменения в физиологических механизмах различных систем организма, в том числе системе крови, количественных отношений форменных элементов белой и красной крови, их морфологии. Изучение крови позволяет определить адаптационные возможности рыб только в условиях конкретных водоемов (Серпунин Г.Г., 2002). Ввиду чего за норму показателей крови для рыб, выращиваемых в аквариумах, мы брали значения контрольной группы рыб.

Для определения уровня гормонов щитовидной железы и тиреотропного гормона гипофиза было осуществлено прижизненное взятие крови у молоди ленского осетра контрольной группы, 2 – и 5 – опытных групп, получающих в рацион дополнительно 200 и 500 мкг йода на 1 кг массы тела. Кровь для исследования взяли в начале эксперимента при массе тела 230-232 г и через 70 дней по его окончании при массе тела 309,7-340,0 г. Уровни ТТГ, Т4 свободного, Т4 общего и Т3 определяли на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа «Chem Well».

Тиреотропный гормон гипофиза регулирует функциональную активность щитовидной железы. Установлено, что с возрастом увеличился уровень ТТГ с  $1,84 \pm 0,29$  до  $3,23 \pm 0,20$ .

Кроме того, с увеличением дозы йода, содержащегося в кормовой добавке рыб, в организме осетра повышался уровень ТТГ. Повышение уровня ТТГ соответственно приводило к возрастанию уровня образования и выведения йодсодержащих гормонов (Таблица 14).

Из опыта видно, что основным гормоном вырабатываемым клетками щитовидной железы рыб является тироксин. Большая часть выделенного Т<sub>4</sub> находится в плазме в связанном с белками состоянии. Отмечена прямая зависимость между дозой вводимого с кормом йода и уровнем общего тироксина в крови. Общее содержание Т<sub>4</sub> не всегда точно отражает функциональное состояние щитовидной железы и метаболический статус организма, так как на уровень общего Т<sub>4</sub> влияют изменения концентраций белков, связывающих тиреоидные гормоны.

**Таблица 14 - Значения показателей гормонов гипофиза (ТТГ) и щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотки крови ленского осетра**

Наименование группы	Концентрация гормонов			
	Т4 общ. нмоль/л	Т3 нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	ТТГ МкЕД/мл
В начале опыта				
Подопытные группы	24,34±2,23	0,21±0,03	11,10±0,19	1,84±0,29
В конце опыта				
Контрольная	24,76±2,41	0,22±0,03	11,00±0,20	3,23±0,20
2 - опытная	25,60±1,96	0,16±0,02	11,43±0,40	3,53±0,16
5 - опытная	31,50±3,24	0,64±0,16	13,93±0,14	4,17±0,53

Поэтому функциональную активность щитовидной железы отражает уровень именно свободного гормона. В результате эксперимента отмечено: с увеличением дозы вводимого с кормом йода, увеличивается уровень свободного тироксина.

Трийодтиронина щитовидная железа выделяет значительно меньше. Прямой зависимости между количеством йода поступающего с кормом и уровнем выделяемого клетками щитовидной железы трийодтиронина отмечено не было. По-видимому, это связано с тем, что основное количество Т3, у рыб образуется в периферических тканях под действием дейодиназ путем 5'-монодейодирования внешнего фенольного кольца. Периферические ткани сами регулируют интенсивность образования Т3 из Т4 изменяя активность дейодиназ (Sweeting R.M., Eales J.G., 1992).

В отличие от млекопитающих высокие дозы йода не угнетает функцию щитовидной железы.

Кровь как жидкая ткань обеспечивает постоянство внутренней среды организма. Биохимические показатели крови объективно отражают влияние йодсодержащей добавки на организм рыб.

Определение содержания прямого и общего билирубина, общего белка, АСТ, АЛТ, глюкозы, мочевины, холестерина, триглицеридов макро- и микроэлементов (Ca, P).

Установлено, что содержание общего белка в плазме крови рыб контрольной и 2-опытной группы было на одном уровне ( $71,63 \pm 1,12$  г/л и  $70,83 \pm 1,81$  г/л соответственно), у рыб 5 опытной группы отмечали снижение содержания общего белка до  $63,5 \pm 3,4$  г/л.

Билирубин является конечным продуктом распада гемоглобина. Определение количества билирубина плазмы крови используется для оценки функции печени.

Общий билирубин у рыб контрольной и 2 - опытной группы находился практически на одном уровне ( $3,65 \pm 0,31$  мкмоль/л и  $3,23 \pm 0,42$  мкмоль/л соответственно), у рыб 5 - опытной группы отмечалось увеличение данного показателя до  $5,15 \pm 0,72$  мкмоль/л.

Прямой билирубин у рыб всех опытных групп (2 – опытная -  $1,75 \pm 0,38$  мкмоль/л, 5 – опытная -  $2,05 \pm 0,25$  мкмоль/л) был выше, чем у рыб контрольной



группы ( $1,6 \pm 0,41$  мкмоль/л). При этом данный показатель возрастает с повышением дозировки йода в корме.

Определение концентрации азота мочевины используется в лабораторной диагностике для оценки функциональной способности почек. Мочевина образуется в печени в результате процесса обезвреживания аммиака - продукта распада белковых веществ. Выделение мочевины из организма в основном производится почками. Отмечено, что уровень мочевины в крови рыб опытных групп был ниже (2 – опытная -  $5,15 \pm 0,46$  мкмоль/л, 5 – опытная -  $5,7 \pm 0,86$  мкмоль/л), чем рыб контрольной группы ( $11,23 \pm 2,33$  мкмоль/л).

Глюкоза является основным источником энергии для организма. На ее долю приходится более 90% всех низкомолекулярных углеводов. Относительно постоянный уровень глюкозы в крови поддерживается в организме гормонально. Установлено, что уровень глюкозы в крови рыб опытных групп был выше, чем рыб контрольной группы (Таблица 15).

**Таблица 15 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра**

Показатель	Единицы измерения	Группа		
		Контрольная	2- опытная	5 - опытная
Билирубин общ	мкмоль/л	$3,65 \pm 0,31$	$3,23 \pm 0,42$	$5,15 \pm 0,72$
Билирубин прямой	мкмоль/л	$1,6 \pm 0,41$	$1,75 \pm 0,38$	$2,05 \pm 0,25$
АСТ	Ед./л	$46,43 \pm 8,57$	$39,30 \pm$	$59,8 \pm$
АЛТ	Ед./л	$15,05 \pm 0,49$	$29,15 \pm 4,93$	$27,80 \pm 1,84$
Белок общ.	г/л	$71,63 \pm 1,12$	$70,83 \pm 1,81$	$63,50 \pm 3,4$
Мочевина	ммоль/л	$11,23 \pm 2,33$	$5,15 \pm 0,46$	$5,7 \pm 0,86$
Глюкоза	ммоль/л	$3,95 \pm 0,08$	$5,15 \pm 0,38$	$4,60 \pm 0,17$
Кальций	ммоль/л	$3,4 \pm 0,17$	$4,02 \pm 0,26$	$2,92 \pm 0,13$
Фосфор	ммоль/л	$3,55 \pm 0,54$	$3,28 \pm 0,27$	$2,10 \pm 0,08$
Холестерин	ммоль/л	$3,2 \pm 0,26$	$3,27 \pm 0,18$	$2,3 \pm 0,15$

Аланинаминотрансфераза (АЛТ) – фермент печени, участвующий в обмене аминокислот. Высвобождение АЛТ в кровь происходит при нарушениях внутренней структуры гепатоцитов и повышении проницаемости клеточных

мембран. В этой связи АЛТ считается индикаторным ферментом или маркером нарушений функций печени любой природы. Наибольший показатель АЛТ зафиксирован в крови организма рыб 2 - опытной группы –  $29,15 \pm 4,93$  ед./л., несколько ниже у рыб 5 - опытной группы -  $27,80 \pm 1,84$  ед./л. АЛТ в крови рыб контрольной группы находился на уровне  $15,05 \pm 0,49$  ед./л.

Аспаратаминотрансфераза (АСТ) – клеточный фермент, участвующий в обмене аминокислот. Наибольший показатель АСТ был отмечен в крови рыб 5 – опытной группы -  $59,8 \pm$  ед./л, наименьший у рыб 2 опытной группы -  $39,30 \pm$  ед./л. Показатель АСТ у рыб контрольной группы составил  $46,43 \pm 8,57$  ед./л.

Уровень холестерина в крови контрольной и 2 - опытной группы находился на одном уровне  $3,2$  ммоль/л и  $3,27$  ммоль/л соответственно, а в 5 - опытной группе –  $2,3$  ммоль/л.

При анализе макро- и микроэлементов установлено, что:

- уровень фосфора, магния был выше в крови рыб контрольной группы;
- уровень натрия был выше у рыб опытных групп.

Результаты исследования крови позволили установить, что уровень тиреотропного гормона и гормонов щитовидной железы опытных групп выше, чем у контрольных, что может быть причиной более интенсивного роста рыб опытных групп.

При этом биохимические показатели крови рыб опытных и контрольной группы не имели существенных отличий, что может свидетельствовать об отсутствии отрицательного влияния различных доз йода на организм рыб.

### **3.1.4 Гистологическое состояние внутренних органов**

Для определения влияния корма на организм рыб было проведено гистологическое исследование внутренних органов ленского осетра.

При вскрытии ленского осетра были осмотрены внутренние органы. При этом установили, что поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкуляризирована. Это свидетельствует о том, что они богаты кровеносными

сосудами. От внешней среды жабры у осетра предохраняет жаберная крышка, под ней располагаются четыре хорошо развитые жаберные дуги. На жаберной дуге, на стороне, обращенной к ротовой полости, располагаются жаберные тычинки, которые задерживают частички пищи и не участвуют в процессе дыхания. Со стороны, обращенной в жаберную полость, находятся жаберные лепестки, несущие дыхательную поверхность. У основания жаберные лепестки сливаются друг с другом, а свободные концы их расходятся. Жаберные лепестки двух соседних жаберных дуг плотно прилегают друг к другу, образуя жаберную решетку, через которую прокачивается 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 расположены складки, называемые жаберными лепесточками. Они представляют собой функциональную дыхательную поверхность и покрыты густой сетью кровеносных капилляров. Поэтому имеют насыщенный красный цвет. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

При внешнем осмотре рыбы картина в опытных и контрольной группах существенных отличий не имела. При внешнем осмотре рыба гладкая, блестящая. При вскрытии в полостях: постороннее содержимое отсутствует, положение органов анатомически правильное (Рисунок 7).

Слизистая оболочка пищевода у ленского осетра желто-розового цвета, гладкая, блестящая, собрана в нерасправляющиеся продольные складки (Рисунок 8).

Слизистая оболочка тонкого и толстого отделов кишечника у ленского осетра от светло до темно - розового цвета, гладкая и блестящая (Рисунок 9).

Печень рыб из 5 опытной группы с добавлением в рацион 500 мкг йода на 1 кг массы рыбы была красного цвета, сосуды кровенаполнены. У остальных рыб состояние печени было в норме (Рисунок 10).



Рисунок 7. Вскрытие осетра.



Рисунок 8. Глотка и пищевод ленского осетра.



Рисунок 9. Тонкий и толстый отдел кишечника ленского осетра.



Рисунок 10. Печень ленского осетра.

Желчный пузырь у ленского осетра заполнен прозрачной, жидкой зеленовато – желтоватой желчью, края острые, цвет розово – серый.

Селезенка ленского осетра темно красного цвета, упругой консистенции, края острые (Рисунок 11).

Почки у ленского осетра темно-красного цвета (Рисунок 12).



Рисунок 11. Селезенка ленского осетра.

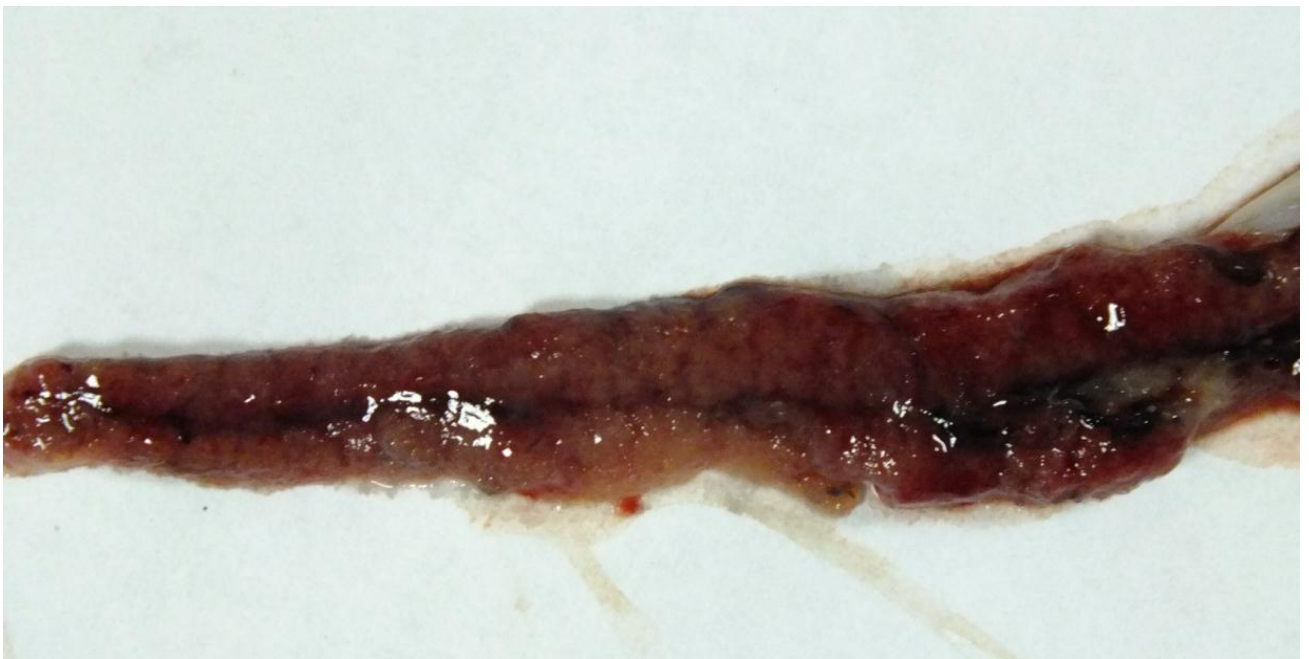


Рисунок 12. Почки ленского осетра.

Почки. Цитоплазма клеток почечных канальцев, окрашенных гематоксилин-эозином, светло розового цвета. Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное полнокровие сосудистых петель. Капсулы клубочков без патологических изменений. Отмечали незначительную инфильтрацию лимфоцитов в паренхиму почек. Почечные канальцы не изменены, эпителий канальцев имел четкие границы. Дистрофические и некробиотические изменения тканей почек выявлены не были (Рисунок 13).

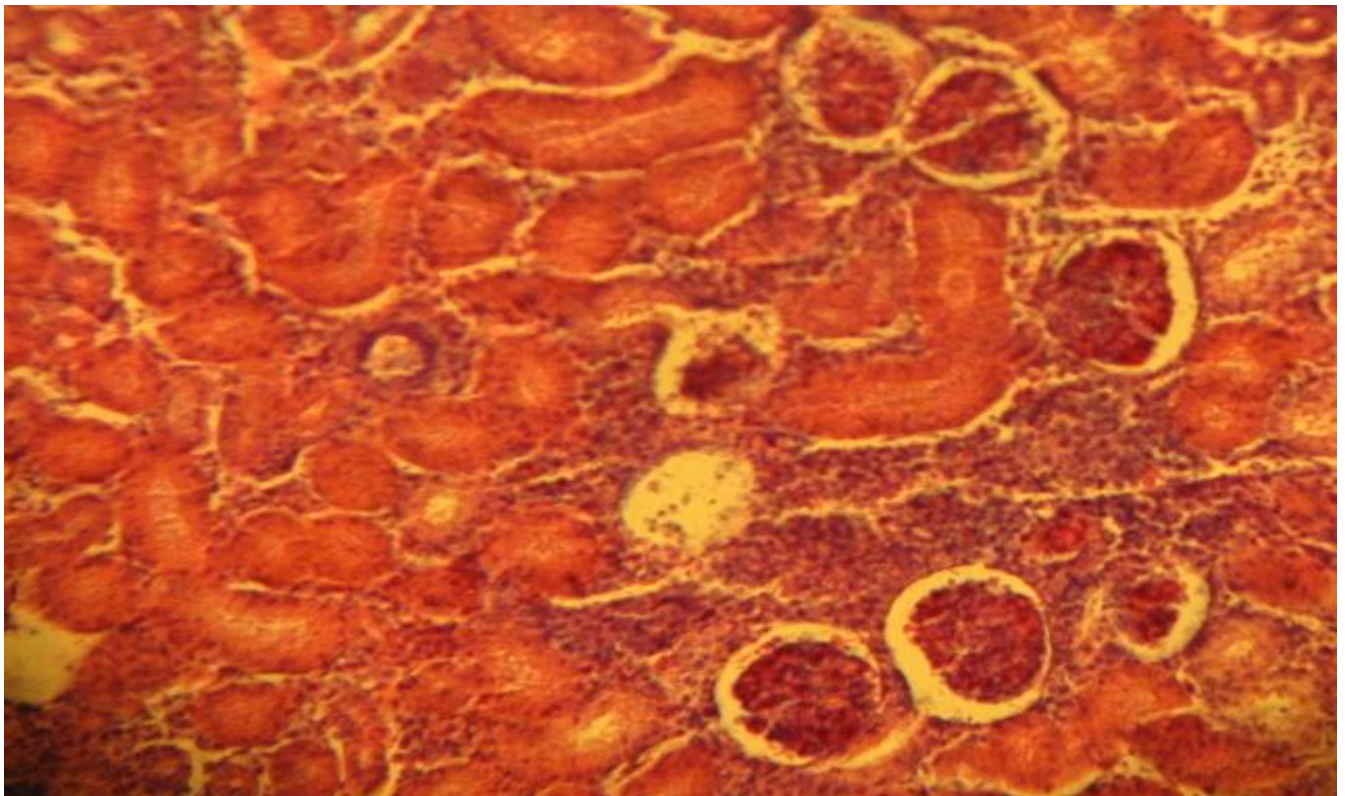


Рисунок 13. Почки. Г.Э.х400.

Печень. Гепатоциты округлой формы, цитоплазма при окраске гематоксилин-эозином розового цвета, просветленная. Ядра округлые, в большинстве клеток расположены на их периферии. Хроматин в ядрах расположен участками в центре и по краям. Печеночные вены четко контурированы. В кровеносных сосудах отмечали скопление эритроцитов по краям сосуда (Рисунок 14).

Тонкий кишечник. На гистологических срезах тонкого кишечника рисунок ворсинок хорошо выражен. Бокаловидные клетки равномерно распределены в эпителии ворсинок. Тинкториальные свойства тканей не нарушены. Оболочки

стенки кишечника четко контурированы. Лимфоцитарная инфильтрация, десквамация эпителия отсутствует. Отмечали гиперемию кровеносных сосудов. В собственной пластинке слизистой оболочки и в мышечном слое небольшие отеки (Рисунок 15).

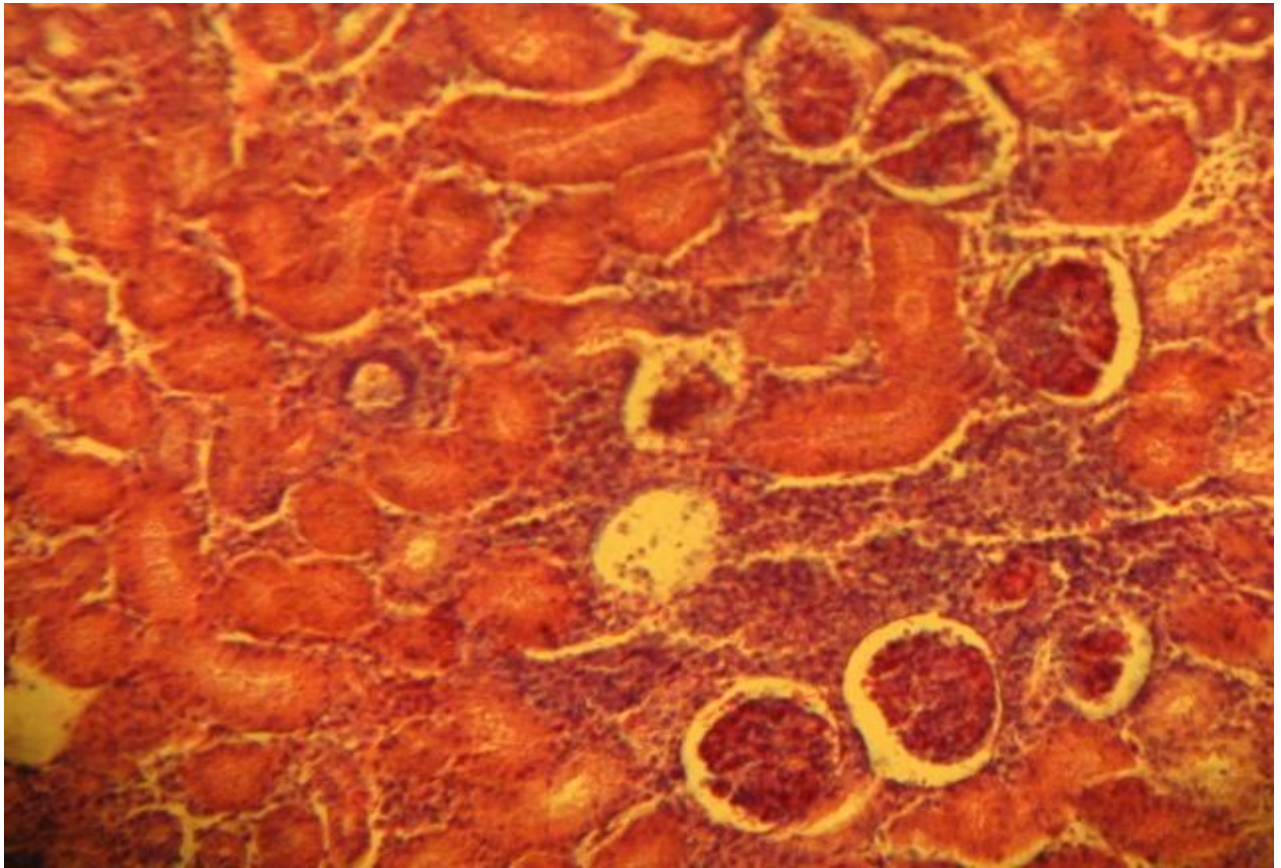


Рисунок 14. Печень. Г.Э.х400.

Толстый кишечник. Тинкториальные свойства тканей не нарушены. Оболочки стенки кишечника и ворсинки четко контурированы. Бокаловидные клетки равномерно распределены в эпителии ворсинок. Отмечали гиперемию кровеносных сосудов (Рисунок 16).

Полученные данные свидетельствуют о том, что скармливанию ленскому осетру повышенных доз йода в составе гранулированного комбикорма не оказывают отрицательного влияния на гистологическое состояние внутренних органов.



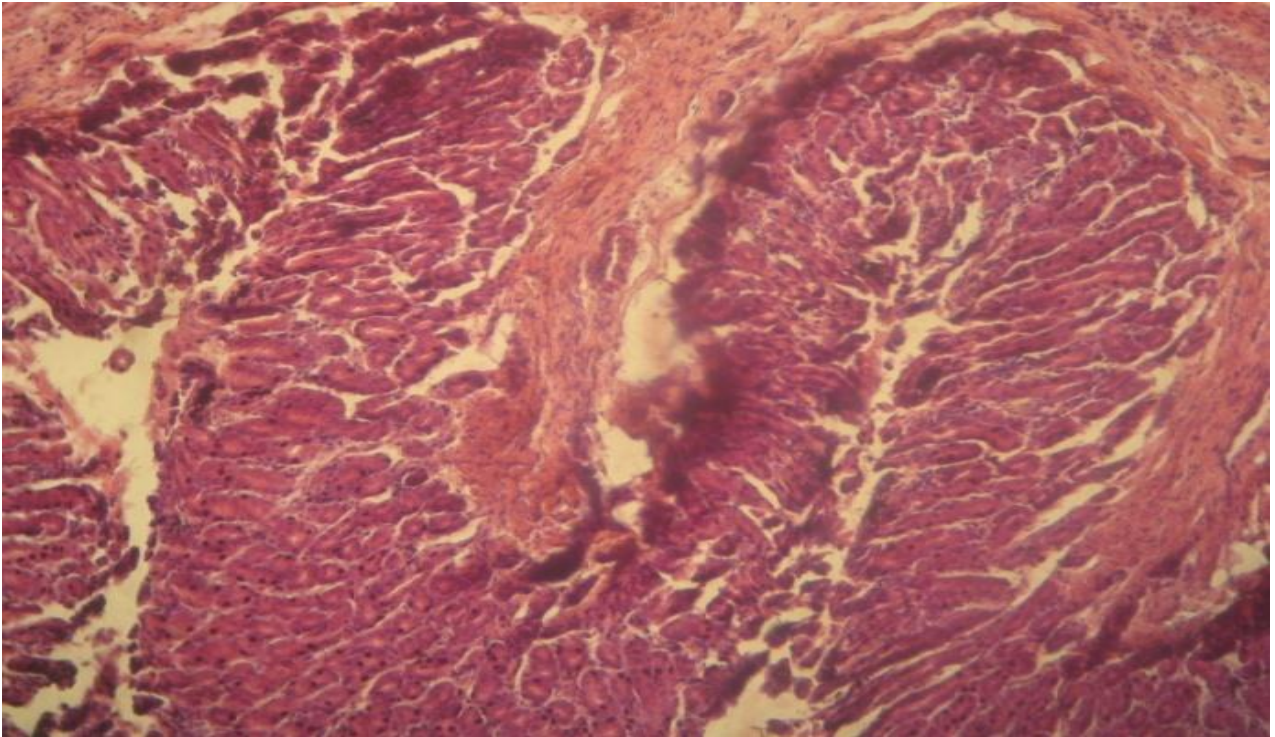


Рисунок 15. Тонкий кишечник.

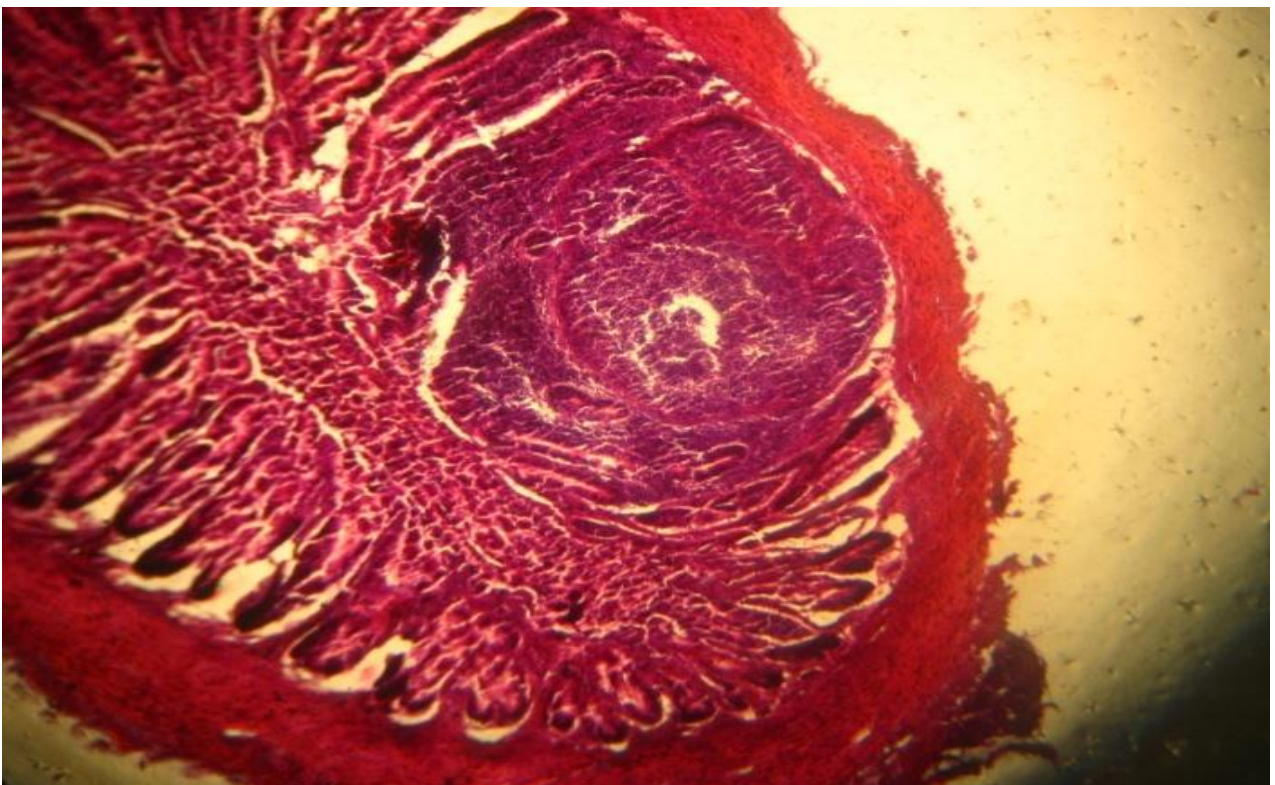


Рисунок 16. Толстый кишечник.

### **3.1.5. Экономическая эффективность использования повышенных доз йода**

Обеспечение высокой рыбопродуктивности и повышение экономической эффективности рыбохозяйственного комплекса напрямую зависит от системы кормления рыб. В связи с чем, встает вопрос о полноценном кормлении рыбы, которое обеспечит повышение эффективности специализированных кормов.

При профилактике йоддефицита важна рационализация питания. При этом большое значение имеет содержание в пище белка с оптимальным составом аминокислот, т.к. они необходимы для усвоения жирных кислот, которые присоединяют к себе йод и переносят его через стенки кишечника. Для высвобождения йода требуется аминокислота метионин. Дрожжи имеют в своем составе высокий уровень метионина и цистина. Также они являются источником триптофана - фактора животного белка, что так необходимо для роста мышечной ткани.

Результаты, представленные в таблице 16, показывают, что во 2 – и 3 – опытной группе валовый прирост рыбы превышал прирост рыбы из контрольной группы на 124 и 187 г соответственно. Что свидетельствует о положительном влиянии йодированных дрожжей с концентрацией йода 200 мкг и 300 мкг на 1 кг рыбы. Наибольшая прибыль была получена от реализации рыбы в 3-й опытной группе.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что при выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения экономически эффективно использовать в составе комбикормов йодированные дрожжи, содержащие 200 и 300 мкг йода на 1 кг массы рыбы.

Таблица 16 - Экономическая эффективность применения добавки.

Показатели	Группа					
	контрольная	1 - опытная	2 – опытная	3 - опытная	4 - опытная	5 – опытная
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00
Скормлено комбикорма на группу, г	1772,04	1856,64	1960,57	1911,14	1862,60	2034,94
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	129,36	135,54	143,12	139,51	135,97	148,55
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
Скормлено добавки, г	-	0,93	1,96	2,87	3,73	5,09
Стоимость скормленной добавки, руб.	-	0,10	0,22	0,32	0,41	0,56
Стоимость скормленного комбикорма с добавкой, руб.	117,00	135,64	143,34	139,83	136,38	149,11
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Валовый прирост массы рыбы, г	770,00	857,00	894,00	957,00	781,00	637,00
Выручка от реализации прироста рыбы, руб.	462,00	514,20	536,40	574,20	468,60	382,20
Прибыль от реализации рыбы, руб.	274,80	297,18	307,06	350,47	250,39	143,62
Дополнительно полученная прибыль, руб.	-	22,38	32,26	75,67	-	-

## **3.2. Результаты научно – хозяйственного опыта**

### **3.2.1. Физико-химические показатели воды в водоеме**

Эффективность выращивания водных организмов, прежде всего, определяется физико-химическими свойствами воды. Рыбы, являясь пресноводными животными, зависят от состояния воды, ввиду того, что все жизненные функции протекают в водной среде. Таким образом, состав воды в емкостях для выращивания рыбы должен отвечать нормам, что обеспечивают, главным образом, сохранность вида, качество потомства, а также создают условия для проявления потенциальных возможностей роста (Григорьев С.С., Седова Н.А., 2008).

Важными факторами, влияющими на эффективность выращивания рыбы в промышленных условиях являются: температурный режим, кислородный режим, степень аэрации воды, водообмен, активная реакция среды рН.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения проводили в бассейнах диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Продолжительность эксперимента составила 98 дней. Методом аналогов сформировали контрольную и 2 опытных группы по 125 особей в каждой.

Для определения качественной характеристики водной среды была взята проба воды и исследована по основным показателям. В таблице 17 представлены данные физико-химических показателей водной среды бассейнов. Согласно приведенным данным, можно сказать, что физико-химические параметры водной среды находились в границах близких к оптимальным значениям. Так, уровни рН, хлоридов, кальция и общая жесткость были в пределах допустимых норм.

Один из определяющих экологических факторов среды – температура воды был в пределах 21-24 °С, что отвечает нормам выращивания осетровых рыб в установках замкнутого водообеспечения.

**Таблица 17 – Физико-химические параметры водной среды бассейнов**

Показатели	Значения	ОСТ 15–372–87
Кислород, мг/л	6,1	Не менее 6,0
рН	8,92	7,0–8,0
Цветность, градус	20,0	30
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,24	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,003	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,11	1,0
Хлориды, мг/л	28,2	20–35
Железо, мг/л	0,35	0,5
Фосфаты (PO <sub>4</sub> ), мг/л	0,21	0,3
Кальций, мг-экв/л	2,01	1,8–2,1
Жесткость общая, мг-экв/л	3,7	3–4
Температура, °С	21-24	19-23

Таким образом, качество воды в бассейнах соответствовало рыбоводно-биологическим нормам для УЗВ (ОСТ 15–372–87) и она пригодна для выращивания рыбы.

### **3.2.2. Динамика массы и развития ленского осетра**

При промышленном выращивании рыбы рост имеет первостепенное значение, как и условия искусственно созданной среды. Рост рыб обусловлен не только генетическим механизмом, но особенностями кормления. При интенсивном рыбоводстве, весь прирост рыбы возможен только за счет применения специальных комбикормов (Сорвачев К.Ф., 1982).

Для выполнения проверяемого опыта методом аналогов сформировали контрольную и 2 опытных группы по 125 особей в каждой. Среднее значение

массы рыб в начале эксперимента было 644,3 г (Таблица 18). Выращивание рыб проводили в бассейнах диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Продолжительность эксперимента составила 98 дней. Контрольная группа в этот период получала полнорационный гранулированный комбикорм, что использовался в прогнозируемом опыте. Рыбы 1- и 2-опытных групп получали тот же комбикорм с повышенной концентрацией йода в виде органического соединения, поэтому содержание йода в расчете на 1 кг массы рыб было больше соответственно на 0,2 мг и 0,3 мг, по сравнению с контрольной группой.

**Таблица 18 -Динамика массы ленского осетра, г**

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1 - опытная	2 - опытная
Начало опыта	648,7 ± 9,0	644,2 ± 8,5	640,0 ± 8,6
1	685,0 ± 10,0	687,5 ± 10,6	681,0 ± 10,8
2	704,0 ± 10,5	712,8 ± 9,8	702,4 ± 10,2
3	721,3 ± 9,9	753,8 ± 9,8	757,2 ± 9,5
4	740,0 ± 10,3	786,6 ± 10,4*	781,6 ± 11,3
5	757,6 ± 12,0	800,0 ± 12,5	803,0 ± 12,4
6	780,0 ± 12,5	812,4 ± 12,9	834,6 ± 12,6*
7	805,0 ± 13,4	842,0 ± 11,7	856,0 ± 12,2*
8	849,4 ± 13,7	875,0 ± 12,8	881,3 ± 12,2
9	891,6 ± 12,2	902,0 ± 14,0	908,4 ± 13,0
10	916,8 ± 14,5	921,0 ± 13,5	933,0 ± 13,7
11	940,0 ± 15,1	950,0 ± 15,0	967,0 ± 14,5
12	959,3 ± 10,7	965,2 ± 10,2	1002,3 ± 11,3*
13	971,0 ± 11,0	980,0 ± 12,1	1021,0 ± 12,0*
14	991,6 ± 11,1	1011,0 ± 13,0	1036,6 ± 12,0*
Сохранность, %	84,80	90,40	86,40

\*P≥0,95

Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела и температуры воды. Количество кормлений составляло 3 раза в сутки. Для изучения прироста ихтиомассы ленского осетра, проводились контрольные взвешивания каждые семь дней.

При выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения до товарной массы с использованием в кормлении йодированных дрожжей установлено, что за 98 дней опыта наибольший прирост массы был во 2-опытной группе получавшей добавку йода в количестве 300 мкг на 1 кг массы рыбы . (Таблица 19).

**Таблица 19 - Ихтиомасса ленского осетра, кг**

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1 - опытная	2 - опытная
начало опыта	81,09	80,53	80,00
1	84,26	85,25	83,76
2	85,89	87,67	85,69
3	87,28	92,72	92,38
4	88,80	95,97	94,57
5	89,40	96,80	96,36
6	92,04	97,49	99,32
7	93,38	99,36	101,01
8	96,83	101,50	103,11
9	99,86	102,83	103,56
10	102,68	104,07	104,50
11	103,40	107,35	106,37
12	103,60	109,07	108,25
13	103,90	110,74	110,27
14	105,11	114,24	111,95
Прирост за опыт	24,02	33,72	31,95

Результаты опыта, показывают о положительном влиянии йодированных дрожжей на сохранность рыбы, так в 1-опытной и 2-опытной группах она была выше по сравнению с контрольной соответственно на 5,6 и 1,6 %. Наибольшая сохранность рыбы в 1-опытной группе позволила получить самый большой прирост ихтиомассы.

Данные о среднесуточном приросте осетра, представленные в таблице 20, показывают, что в среднем за опыт наибольший показатель отмечен во 2-й опытной группе.

**Таблица 20 - Среднесуточный прирост, г**

Период выращивания нед.	Группа		
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная
1	5,19	6,19	5,86
2	2,71	3,61	3,06
3	2,47	5,86	7,83
4	2,67	4,69	3,49
5	2,51	1,91	3,06
6	3,20	1,77	4,51
7	3,57	4,23	3,06
8	6,34	4,71	3,61
9	6,03	3,86	3,87
10	3,60	2,71	3,51
11	3,31	4,14	4,86
12	2,76	2,17	5,04
13	1,67	2,11	2,67
14	2,94	4,43	2,23
В среднем за период	3,49	3,74	4,04

Также отмечено влияние йода на абсолютный прирост массы ленского осетра (Таблица 21). Так, во 2 - опытной группе, получавшей в рационе



дополнительно 300 мкг йода, повысился абсолютный прирост и по отношению к контрольной группе и по отношению к 1-й опытной группе и составил 396,6 г. В результате, относительный прирост во 2 - опытной группе был выше на 12,3 % в сравнении с контрольной группой и на 6,6 % с 1 - опытной группой, соответственно (Таблица 22).

**Таблица 21 - Абсолютный прирост, г**

Период выращивания нед.	Группа		
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная
1	36,3	43,3	41,0
2	19,0	25,3	21,4
3	17,3	41,0	54,8
4	18,7	32,8	24,4
5	17,6	13,4	21,4
6	22,4	12,4	31,6
7	25,0	29,6	21,4
8	44,4	33,0	25,3
9	42,2	27,0	27,1
10	25,2	19,0	24,6
11	23,2	29,0	34,0
12	19,3	15,2	35,3
13	11,7	14,8	18,7
14	20,6	31,0	15,6
Итого за опыт	342,9	366,8	396,6

Полагаясь на полученные данные в ходе эксперимента по определению влияния бетаина и йода на рост радужной форели, проведенного Л.Я. Штерманом и В.Р. Слободским, в котором установлена связь между повышением уровня йода в комбикорме и приростом веса рыбы, можно сделать следующий вывод: при повышении дозировки йода во 2 – опытной группе в количестве 300

мкг/кг корма, показатель бутанол-экстрагируемого йода уменьшается, ввиду чего снижается активность щитовидной железы, снижается интенсивность окислительных процессов и основного обмена веществ. Последнее обуславливает наблюдаемый прирост веса.

**Таблица 22 - Относительный прирост, %**

Период выращивания нед.	Группа		
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная
1	5,60	6,73	6,41
2	2,77	3,68	3,14
3	2,46	5,75	7,80
4	2,59	4,35	3,22
5	2,38	1,70	2,74
6	2,96	1,55	3,94
7	3,21	3,64	2,56
8	5,52	3,92	2,96
9	4,97	3,09	3,08
10	2,83	2,11	2,71
11	2,53	3,15	3,64
12	2,05	1,60	3,65
13	1,22	1,53	1,87
14	2,12	3,16	1,53
Итого за опыт	43,21	45,96	49,25

### **3.2.3. Кормление ленского осетра и эффективность использования комбикормов**

Высокая продуктивность рыб достигается в том случае, если рыбы обеспечены необходимым количеством питательных веществ, а именно: протеином, жиром, углеводами, минеральными веществами и витаминами. Также быстрый рост рыб обеспечивает комбикорм с достаточным количеством энергии для осуществления жизненных функций (Абросимова Н.А., 1997). В условиях индустриального рыбоводства особое значение имеет использование сбалансированных комбикормов, как основа питания культивируемых рыб. Эффективность комбикорма зависит от уровня протеина, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов, сбалансированности состава аминокислот и жирных кислот.

Результаты опыта показывают, что затраты кормов увеличиваются в соответствии с увеличением массы рыбы. Наибольшие затраты корма на 1 кг прироста отмечены в контрольной группе, а наименьшие в 1 - опытной группе (Таблица 23).

По мнению И.Н. Остроумовой (2001), в качестве основной энергии рыбы используют белки и жиры пищи. При этом, будучи холоднокровными животными, они не нуждаются в расходовании энергии для поддержания постоянно высокой температуры тела. Отсюда затраты корма на прирост у рыб ниже, чем у сельскохозяйственных животных и птиц. Высокий уровень протеина — основная особенность полноценного питания рыб. При этом потребность в белке снижается с возрастом и с понижением температуры воды.

Для проведения анализа полноценности затраченного корма, мы изучили затраты сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста массы ленского осетра (Таблица 24, 25).

**Таблица 23 - Затраты корма на 1 кг прироста, кг**

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1 - опытная	2 - опытная
1	0,81	0,59	0,74
2	1,48	1,23	1,52
3	1,79	0,61	0,45
4	1,65	1,00	1,47
5	4,28	4,02	1,84
6	0,98	4,93	1,14
7	1,99	1,84	2,07
8	0,78	1,63	1,68
9	0,92	2,69	8,09
10	1,03	2,90	3,88
11	4,14	1,11	1,96
12	14,73	2,20	1,98
13	10,29	2,28	1,87
14	2,51	1,11	2,29
В среднем за опыт, кг	1,59	1,43	1,50

Результаты исследований показывают, что затраты сырого протеина на 1 кг прироста массы осетра были весьма различными. Так, в среднем за опыт, они были самыми большими в контрольной группе и самыми низкими в 1 – опытной группе.

Подвергая анализу данные таблицы, можно сказать, что затраты энергии на 1 кг прироста массы осетра были наибольшими также в контрольной группе, а наименьшими в 1 – опытной группе, что на 2,86 МДж, 1,27 МДж меньше, чем в контрольной и 2 – опытной группе.

**Таблица 24 - Затраты протеина на 1 кг прироста, г**

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1 - опытная	2 - опытная
1	379,12	278,52	349,72
2	695,07	576,74	716,03
3	840,68	287,05	211,60
4	777,83	471,04	689,41
5	2012,15	1891,71	865,60
6	460,54	2319,26	533,98
7	932,99	863,01	973,03
8	366,97	767,26	789,63
9	434,67	1263,48	3803,25
10	483,75	1360,92	1823,10
11	1946,34	522,06	921,69
12	6921,23	1034,35	928,29
13	4834,93	1072,14	879,68
14	1180,23	521,25	1074,01
В среднем за опыт	747,79	670,33	704,79

Анализируя эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра можно отметить, что обогащение комбикорма йодом в количестве 200 мкг/кг и 300 мкг/кг массы рыбы, значительно снижает затраты комбикорма.

**Таблица 25 - Затраты энергии на 1 кг прироста, МДж**

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1 - опытная	2 - опытная
1	14,04	10,31	12,95
2	25,73	21,35	26,51
3	31,12	10,63	7,83
4	28,80	17,44	25,52
5	74,49	70,03	32,05
6	17,05	85,86	19,77
7	34,54	31,95	36,02
8	13,59	28,40	29,23
9	16,09	46,78	140,80
10	17,91	50,38	67,49
11	72,06	19,33	34,12
12	256,23	38,29	34,37
13	179,00	39,69	32,57
14	43,69	19,30	39,76
В среднем	27,68	24,82	26,09

### **3.2.4. Биохимические показатели крови ленского осетра**

Для определения уровня гормонов щитовидной железы и тиреотропного гормона гипофиза было осуществлено прижизненное взятие крови у молоди ленского осетра в начале эксперимента при массе тела 640,0-648,7 г, через 54 дня при массе тела 849,4-881,3 г. и в конце опыта при массе тела 991,6-1036,6 г. Уровни ТТГ, Т4 свободного, Т4 общего и Т3 определяли на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа «Chem Well».

Тиреотропный гормон гипофиза регулирует функциональную активность щитовидной железы. Установлено, что у рыб контрольной группы с начала эксперимента до его середины было отмечено увеличение уровня ТТГ с  $2,76 \pm 0,12$  МкЕД/мл до  $3,36 \pm 0,35$  МкЕД/мл, а во второй половине эксперимента уровень ТТГ снизился до показателя  $2,78 \pm 0,37$  МкЕД/мл.

У рыб опытных групп уровень ТТГ был выше, чем у рыб контрольной группы (Таблица 26). Наибольший показатель был отмечен у рыб 2 - опытной группы. Так же, как и у рыб контрольной группы, в крови рыб 1 - опытной группы было установлено повышение данного показателя к середине эксперимента и снижение к его окончанию.

**Таблица 26 - Значения показателей гормонов гипофиза (ТТГ) и щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотки крови ленского осетра**

Наименование группы	Концентрация гормонов			
	Т4 общ. нмоль/л	Т3 нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	ТТГ МкЕД/мл
Начало эксперимента				
Контрольная	$26,26 \pm 3,25$	$0,12 \pm 0,02$	$10,63 \pm 1,99$	$2,76 \pm 0,12$
Середина эксперимента				
Контрольная	$34,13 \pm 5,22$	$0,19 \pm 0,08$	$13,80 \pm 1,60$	$3,36 \pm 0,35$
1 опытная	$39,26 \pm 5,00$	$0,10 \pm 0,03$	$17,20 \pm 1,65$	$4,16 \pm 0,41$
2 опытная	$55,93 \pm 9,9$	$0,15 \pm 0,05$	$26,10 \pm 2,88$	$6,00 \pm 1,80$
Конец эксперимента				
Контрольная	$31,76 \pm 7,95$	$0,07 \pm 0,02$	$13,84 \pm 2,48$	$2,78 \pm 0,37$
1 опытная	$54,36 \pm 3,32$	$0,44 \pm 0,19$	$15,88 \pm 1,48$	$4,04 \pm 0,16$
2 опытная	$66,4 \pm 6,85$	$0,24 \pm 0,04$	$27,58 \pm 3,20$	$5,50 \pm 0,51$

Повышение уровня ТТГ соответственно приводило к возрастанию уровня образования и выведения йодсодержащих гормонов.

Биохимические показатели крови объективно отражают влияние йодсодержащей добавки на организм рыб.

Биохимические показатели крови сыворотки крови ленского осетра при эксперименте представлены в таблице 27.

В сыворотке определение содержания прямого и общего билирубина, общего белка, АСТ, АЛТ, глюкозы, мочевины, холестерина, триглицеридов макро- и микроэлементов (Ca, P, K, Na, Mg, Fe).

Установлено, что содержание общего белка в плазме крови рыб опытных групп было выше, чем у рыб контрольной группы, как в середине, так и по окончании опыта.

Общий и прямой билирубин у рыб контрольной и опытных групп находился практически на одном уровне.

Отмечено, что наибольший уровень мочевины зафиксирован в крови рыб 2 – опытной группы в середине эксперимента  $9,46 \pm 1,09$  ммоль/л. У рыб контрольной и 1 - опытной группы показатели уровня мочевины были сопоставимы в середине и окончании эксперимента. При этом у рыб всех групп отмечалось повышение уровня мочевины к середине эксперимента и снижение к его окончанию.

Уровень глюкозы в крови рыб контрольной и опытных групп находился в пределах 5,20-5,86 ммоль/л. У рыб 2 опытной группы было отмечено повышение уровня глюкозы до  $7,06 \pm 0,33$  ммоль/л.

Наибольший показатель АЛТ зафиксирован в крови организма рыб 1 - опытной группы в середине эксперимента –  $43,23 \pm 2,9$  ед./л. У рыб контрольной и 2 - опытной группы АЛТ в середине опыта находился на уровне  $32,63 \pm 2,9$  ед./л. и  $31,33 \pm 7,14$  ед./л. соответственно. Так же отмечено, что уровень АЛТ увеличивается у рыб всех групп к середине эксперимента и снижается к его окончанию.



Наибольший показатель АСТ был отмечен в крови рыб 2 - опытной группы в середине эксперимента -  $79,73 \pm 2,69$  ед./л. Показатель АСТ у рыб контрольной группы составил  $46,43 \pm 8,57$  ед./л.

**Таблица 27 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови  
ленского осетра**

Показатель	Единицы измерения	Группа					
		контрольная		1 - опытная		2 - опытная	
		середине	конец	середине	конец	середине	конец
Белок общ.	г/л	65,60 $\pm 6,0$	71,08 $\pm 7,1$	70,50 $\pm 4,52$	76,34 $\pm 12,14$	73,66 $\pm 3,41$	92,14 $\pm 8,35$
Билирубин общ	мкмоль/л	5,50 $\pm 0,41$	4,12 $\pm 0,65$	5,30 $\pm 0,43$	4,72 $\pm 0,72$	5,83 $\pm 0,74$	5,86 $\pm 0,28$
Билирубин прямой	мкмоль/л	2,73 $\pm 0,18$	1,28 $\pm 0,22$	2,43 $\pm 0,35$	2,34 $\pm 0,64$	2,53 $\pm 0,73$	2,74 $\pm 0,70$
АСТ	Ед./л	60,70 $\pm 2,81$	47,44 $\pm 8,73$	79,73 $\pm 2,69$	55,56 $\pm 6,36$	62,42 $\pm 6,4$	49,44 $\pm 8,55$
АЛТ	Ед./л	32,63 $\pm 2,9$	16,90 $\pm 1,27$	43,23 $\pm 2,9$	27,86 $\pm 4,42$	31,33 $\pm 7,14$	22,38 $\pm 2,87$
Мочевина	ммоль/л	7,33 $\pm 0,73$	5,36 $\pm 0,64$	7,49 $\pm 1,38$	5,88 $\pm 0,62$	9,46 $\pm 1,09$	8,08 $\pm 0,21$
Глюкоза	ммоль/л	5,46 $\pm 0,29$	5,32 $\pm 0,77$	5,30 $\pm 0,24$	5,86 $\pm 0,76$	5,20 $\pm 0,24$	7,06 $\pm 0,33$
Кальций	ммоль/л	3,60 $\pm 0,25$	2,84 $\pm 0,07$	3,46 $\pm 0,30$	3,08 $\pm 0,32$	4,10 $\pm 0,25$	2,90 $\pm 0,13$
Фосфор	ммоль/л	2,33 $\pm 0,47$	2,24 $\pm 0,12$	2,36 $\pm 0,37$	2,48 $\pm 0,28$	2,63 $\pm 0,14$	2,60 $\pm 0,19$

Повышение уровня АЛТ и АСТ в сыворотке крови рыб контрольной и опытной групп свидетельствует о возрастании их ферментативной активности.

Уровень холестерина в крови контрольной и 1 - опытной группы находился на одном уровне 3,2ммоль/л и  $3,27 \pm$ ммоль/л соответственно, а во 2 - опытной группе – 2,3 ммоль/л.

При анализе макро- и микроэлементов установлено, что

- уровень фосфора, магния был выше в крови рыб контрольной группы;
- уровень натрия был выше у рыб опытных групп.

Результаты исследования крови позволили установить, что уровень тиреотропного гормона и гормонов щитовидной железы опытных групп выше, чем у контрольных, что может быть причиной более интенсивного роста рыб опытных групп.

При этом биохимические показатели крови рыб опытных и контрольной группы не имели существенных отличий, что может свидетельствовать об отсутствии отрицательного влияния различных доз йода на организм рыб.

### **3.2.5. Товарные качества ленского осетра**

Рыба ценный и незаменимый продукт в питании. Рыба по калорийности и содержанию полезных веществ не уступает мясу, а по легкости усвоения даже превосходит его и это наиболее существенное достоинство продукта.

Биологическая полноценность рыбы характеризуется химическими веществами, что обеспечивают формирование пластического резерва организма человека. К таким веществам относятся белки, жиры, минеральные вещества. Мышечная ткань рыбы на 93-95 % состоит из полноценного белка, содержащего все незаменимые аминокислоты, которые организм человека самостоятельно не вырабатывает и они должны поступать вместе с пищей. Хорошая усвояемость белков рыбы основывается отсутствием эластина, легкой развариваемостью и глютинизацией коллагена. Наряду с белками, усвояемость жиров также очень высока и составляет 96-97 %. Рыбий жир содержит 80 % непредельных жирных

кислот от общего их числа. Мясо рыбы в своем составе не имеет грубой клетчатки, пленок соединительной ткани в сравнении с мясом теплокровных животных. Минеральные вещества мяса рыбы, за счет своего богатейшего набора ставят его в ряды продуктов, которые наилучшим образом обеспечивают обмен веществ в организме человека.

Важно знать особенности анатомического строения рыбы и морфологический состав тканей для установки пищевой ценности рыбы, которая зависит от выхода съедобных частей и их химического состава. В связи с этим, имеют значения следующие показатели: размер головы, количество внутренних органов, плавников, хрящевой и костной ткани (Репников Б.Т., 2007). Выход съедобной части у большинства рыб составляет 45-60 %, а у осетровых рыб – до 85 % (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007).

Ленский осетр характеризуется как жирная рыба. Его жир легкоусвояемый, благотворно влияет на снижение уровня холестерина в крови. Регулярное употребление его мяса способствует снижению риска развития заболеваний сердца и сосудов (Потапова Н., 2012).

В нашем эксперименте ленский осетр при выращивании в бассейнах с замкнутым циклом водоснабжения и использованием гранулированных комбикормов достиг массы в контрольной группе  $991,6 \pm 11,1$  г, в 1 – опытной  $1011,0 \pm 13,0$  г и во 2 – опытной  $1036,6 \pm 12,0$  г. Для контрольного убоя были отобраны особи с одинаковой массой 990- 1030 г и биологической длиной 65-67 см (Таблица 28).

При сравнительно одинаковой массе ленского осетра выход съедобных частей был выше у особей опытных, получавших йод в количестве 200 мкг/кг и 300 мкг/кг корма на 0,7 % и 0,53 % в сравнении с контрольной группой. Выход несъедобных частей в опытных группах не превышает 24,0 %. Данные результаты свидетельствуют о повышении убойного выхода рыбы, получавшей йод в составе йодированных дрожжей.

Таблица 28 - Результаты убоя ленского осетра

Показатель	Группа					
	контрольная		1 - опытная		2 - опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Масса до убоя, г	996,00 ± 12,2	100	1008,00 ± 11,1	100	1024,00 ± 13,1	100
Масса кожи, г	144,75 ± 3,0	14,53	142,60 ± 3,7	14,15	142,19 ± 2,9	13,89
Масса головы и плавников, г	237,27 ± 5,4	23,82	242,45 ± 5,9	24,05	258,72 ± 3,4	25,27
Масса хрящевой ткани, г	67,48 ± 2,7	6,78	68,58 ± 2,2	6,80	71,75 ± 1,7	7,01
Масса мышечной ткани, г	422,63 ± 4,1	42,43	429,60 ± 2,0	42,62	424,87 ± 1,8	41,49
Сердце, г	1,41 ± 0,4	0,14	1,99 ± 0,5	0,20	1,89 ± 0,5	0,18
Печень, г	29,76 ± 1,2	2,99	30,98 ± 2,0	3,07	30,32 ± 1,2	2,96
Желудок, г	8,56 ± 0,9	0,86	6,90 ± 0,6	0,68	6,39 ± 0,8	0,62
Спиральный клапан, г	7,73 ± 0,9	0,78	7,94 ± 0,6	0,79	6,79 ± 1,1	0,66
Кишечник, г	7,87 ± 0,3	0,79	7,23 ± 0,7	0,72	8,02 ± 1,1	0,78
Масса жабр, слизи, крови и др.	68,53 ± 4,4	6,88	69,74 ± 3,5	6,92	73,08 ± 3,0	7,14
Масса съедобных частей, г	452,39 ± 1,4	45,42	460,58 ± 1,1**	45,69	455,19 ± 1,7	44,45
Масса условно съедобных частей, г	304,75 ± 2,6	30,60	311,03 ± 2,1	30,86	330,46 ± 2,9**	32,27
Сумма съедобных и условно съедобных	757,14 ± 3,0	76,02	771,60 ± 1,6**	76,55	785,65 ± 2,8**	76,72
Масса несъедобных частей, г	238,85 ± 1,5	23,98	236,40 ± 0,8	23,45	238,35 ± 1,6	23,28

\*P ≥ 0,9; \*\*P ≥ 0,99

### 3.2.6. Развитие внутренних органов

При разделке ленского осетра были осмотрены внутренние органы (Таблица 29). При этом установили, что поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкулиризованная. Это свидетельствует о том, что они богаты кровеносными сосудами. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

При вскрытии у ленского осетра видно сообщение плавательного пузыря с пищеводом воздушным потоком. Плавательный пузырь в виде мешка молочно-серебристого цвета, расположен между позвоночником и кишечником. Патологий в его развитии не обнаружено. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

При исследовании кровеносной системы отмечено, что сердце имеет относительно небольшие размеры. Патологий в развитии сердца не обнаружено. Масса сердца в 1-опытной группе была на 0,06 % выше, чем в контрольной и на 0,02 %, чем во 2-опытной группе. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

Пищеварительная система ленского осетра относится к желудочным рыбам. Пищеварительный тракт у него состоит из пищевода, желудка, переднего и заднего отдела кишки, спирального клапана в заднем отделе средней кишки и органов, участвующих в пищеварении – селезенка, поджелудочная железа. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта бледно-розового цвета (естественного для ленского осетра). Патологий при осмотре желудочно-кишечного тракта не обнаружено. Желудок был лучше развит в контрольной группе, его масса составила 0,86 г. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

При разделке осетров была исследована их выделительная система. Почки были темно-красного цвета. Располагались в полости тела под позвоночником по обе стороны спинной артерии. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий

в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

**Таблица 29 - Масса внутренних органов**

Показатели	Группа					
	контрольная		1-опытная		2-опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	1,41 ± 0,4	0,14	1,99 ± 0,5	0,20	1,89 ± 0,5	0,18
Печень	29,76 ± 1,2	2,99	30,98 ± 2,0	3,07	30,32 ± 1,2	2,96
Желудок	8,56 ± 0,9	0,86	6,90 ± 0,6	0,68	6,39 ± 0,8	0,62
Спиральный клапан	7,73 ± 0,9	0,78	7,94 ± 0,6	0,79	6,79 ± 1,1	0,66
Кишечник	7,87 ± 0,3	0,79	7,23 ± 0,7	0,72	8,02 ± 1,1	0,78

Результаты наших исследований показали, что включение в рацион ленского осетра йодированных дрожжей с повышенным уровнем йода не оказало достоверного влияния на развитие внутренних органов рыбы.

### **3.2.7. Химический состав мышечной ткани**

Пищевая ценность рыбы зависит не только от соотношения в ее теле съедобных и несъедобных частей и органов, но и от химического состава. Химический состав мяса рыбы в свою очередь существенно зависит от ее вида и физиологического состояния, от вида кормов, от возраста, пола, места обитания.

Мышечная ткань рыбы содержит значительное количество воды и белковых веществ в сравнении с другими частями тела. Также колеблется содержание липидов в мясе рыбы: от 2 % до 20 % и более.

Различия в химическом составе мяса рыбы четко выражено в зависимости от условий выращивания, а именно от вида кормов. Та рыба, которую кормят искусственными кормами, отличается от рыбы, питающейся естественной пищей, более высоким содержанием углеводов в печени и мышцах, а также такая рыба содержит больше жира (Сафронова Т.М., 1991).

Для определения качественного состава мышечной ткани выращиваемого осетра мы определили ее химический состав (Таблица 30).

**Таблица 30 - Химический состав воздушно-сухого вещества мышечной ткани ленского осетра, %**

Вещества	Группа		
	контрольная	1-опытная	2-опытная
Гигроскопическая влажность	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,2	4,7 ± 0,7
Сырой протеин	54,6 ± 1,4	55,5 ± 1,4	54,4 ± 1,5
Сырой жир	31,7 ± 0,8	30,8 ± 1,3	33,1 ± 1,5
Зола	3,5 ± 0,5	3,6 ± 0,4	3,8 ± 0,5
БЭВ	5,2 ± 0,1	5,1 ± 0,2	4,0 ± 0,3*
Кальций	0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,2	1,6 ± 0,1**
Фосфор	0,3 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1

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

Анализируя данные можно отметить, что по содержанию сырого протеина и жира в мышечной ткани у особей контрольной группы было выше, чем в опытных группах. Однако по содержанию неорганических веществ, опытные группы значительно превосходят контрольную группу, по количеству кальция на 0,4 % и 1,2 %, и фосфора на 0,3 %. Повышенное содержание минеральных веществ, предположительно, можно объяснить благоприятным воздействием йода на обмен кальция и фосфора. Так, количество усвоенного кальция и фосфора возрастает с повышением уровня йода в корме.

### 3.2.8. Результаты органолептической оценки мышечной ткани ленского осетра

Основными гастрономическими показателями рыбной продукции являются вкус и запах. Вкус и запах рыбы, определяется в зависимости от содержания жира, белка, экстрактивных и минеральных веществ.

С целью изучения влияния йодированных дрожжей при кормлении ленского осетра на вкусовые качества рыбы была проведена органолептическая оценка мышечной ткани и бульона подопытной рыбы на кафедре «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова». Каждый из образцов подвергался трём различным видам тепловой обработки: припускание, варка и жарка. Полученные после приготовления образцы были предоставлены комиссии на органолептическую экспертизу. Готовое рыбное мясо оценивали по следующим критериям: вкус, запах, цвет, консистенция и послевкусие. Образцы оценивались по пятибалльной шкале (Рисунок 17, 18, 19) (Таблица 31, 32, 33).

**Таблица 31 - Среднеарифметические результаты тепловой обработки -  
припускание**

Наименование показателей	Образцы		
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная
Вкус	4,5	4,4	4,3
Цвет	4,7	4,7	4,6
Запах	4,5	4,6	4,7
Консистенция	4,7	4,4	4,3
Послевкусие	5,0	4,7	4,8



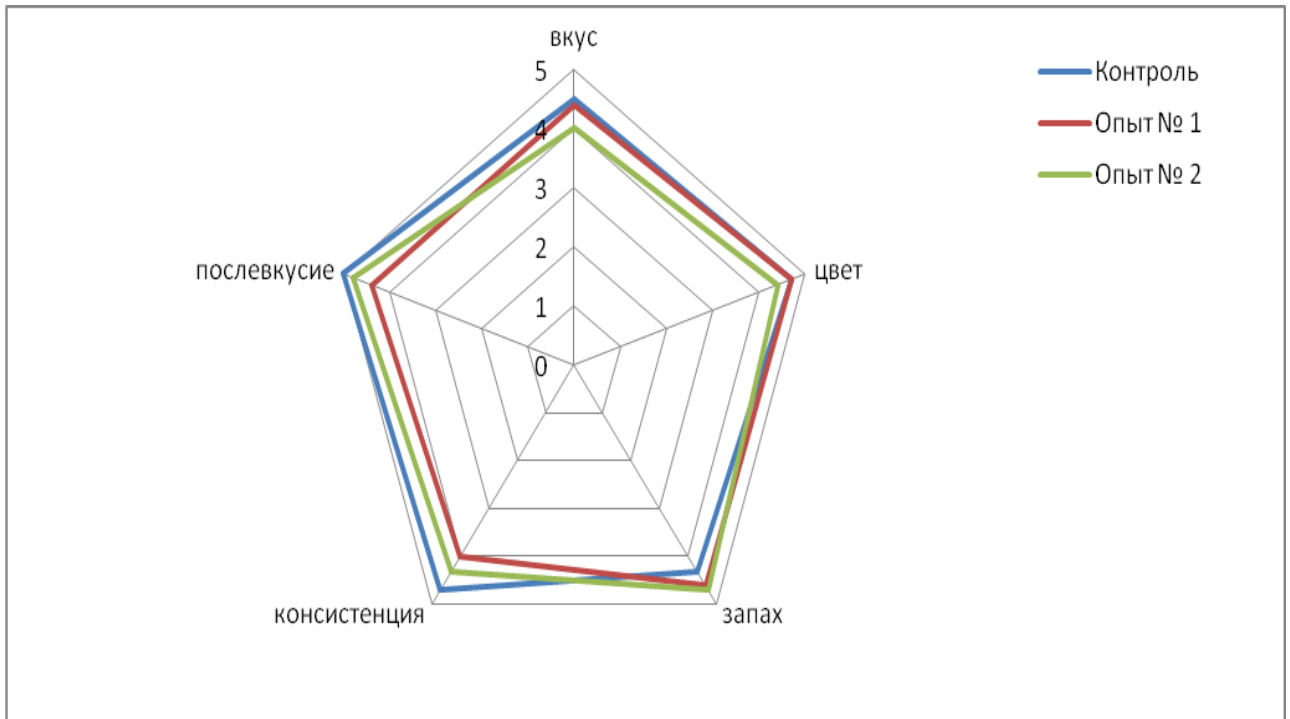


Рисунок 17. Профилограмма образцов припущенного обычным способом ленского осетра.

Результаты тепловой обработки - припускание.

Контрольная группа:

Вкус – свойственный припущенной рыбе, с привкусом пряностей.

Цвет – на разрезе белый.

Запах - свойственный припущенной рыбе, с запахом пряностей.

Консистенция – сочная, упругая.

Послевкусие – приятное, без посторонних привкусов.

1 – опытная группа:

Вкус – свойственный припущенной рыбе, с привкусом пряностей.

Цвет – на разрезе белый.

Запах - свойственный припущенной рыбе, с запахом пряностей.

Консистенция – сочная, упругая.

Послевкусие – приятное, без посторонних привкусов.

2 – опытная группа:

Вкус – свойственный припущенной рыбе, с привкусом пряностей.

Цвет – на разрезе белый с желтоватыми прожилками жира.

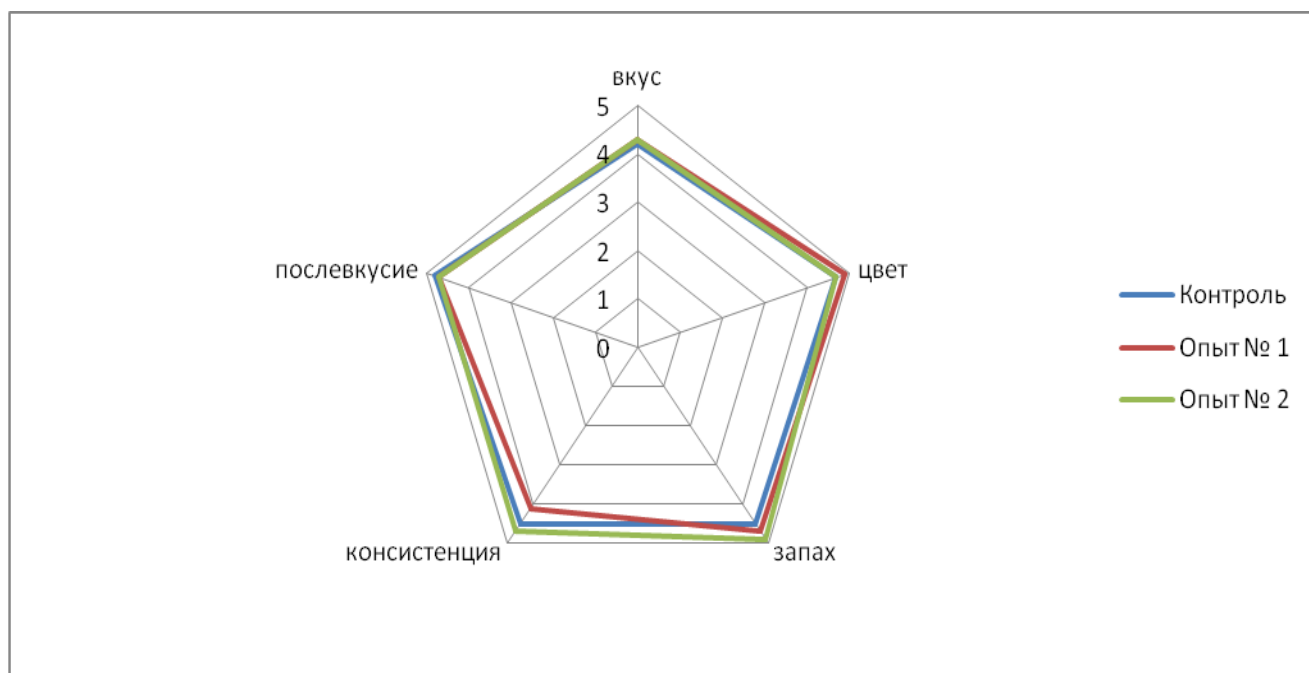
Запах – ярко выраженный рыбный запах, с запахом пряностей.

Консистенция – мягкая, рыхлая.

Послевкусие – с привкусом металла.

**Таблица 32 - Среднеарифметические результаты тепловой обработки - варка**

Наименование показателей	Образцы		
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная
Вкус	4,2	4,3	4,3
Цвет	4,7	4,9	4,7
Запах	4,5	4,7	4,9
Консистенция	4,5	4,5	4,7
Послевкусие	4,8	4,7	4,7



**Рисунок 18. Профилограмма образцов варёного обычным способом ленского осетра.**

Результаты тепловой обработки - варка.

Контрольная группа:

Вкус – свойственный варёной рыбе, без посторонних привкусов.

Цвет – на разрезе белый.

Запах - свойственный варёной рыбе.

Консистенция – нежная, рыхлая.

Послевкусие – приятное, без посторонних привкусов.

1- опытная группа:

Вкус – свойственный варёной рыбе, без посторонних привкусов.

Цвет – на разрезе белый.

Запах - свойственный варёной рыбе.

Консистенция – нежная, рыхлая.

Послевкусие – приятное, без посторонних привкусов.

2 – опытная группа:

Вкус – свойственный варёной рыбе, без посторонних привкусов.

Цвет – на разрезе белый с желтоватыми прожилками жира.

Запах – ярко выраженный рыбный запах.

Консистенция – мягкая, рыхлая.

Послевкусие – с привкусом металла.

**Таблица 33 - Среднеарифметические результаты тепловой обработки - жарка**

Наименование показателей	Образцы		
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная
Вкус	4,7	4,8	4,6
Цвет	4,8	5,0	4,9
Запах	4,7	4,8	4,6
Консистенция	4,9	4,5	4,7

Послевкусие	5,0	4,7	4,7
-------------	-----	-----	-----

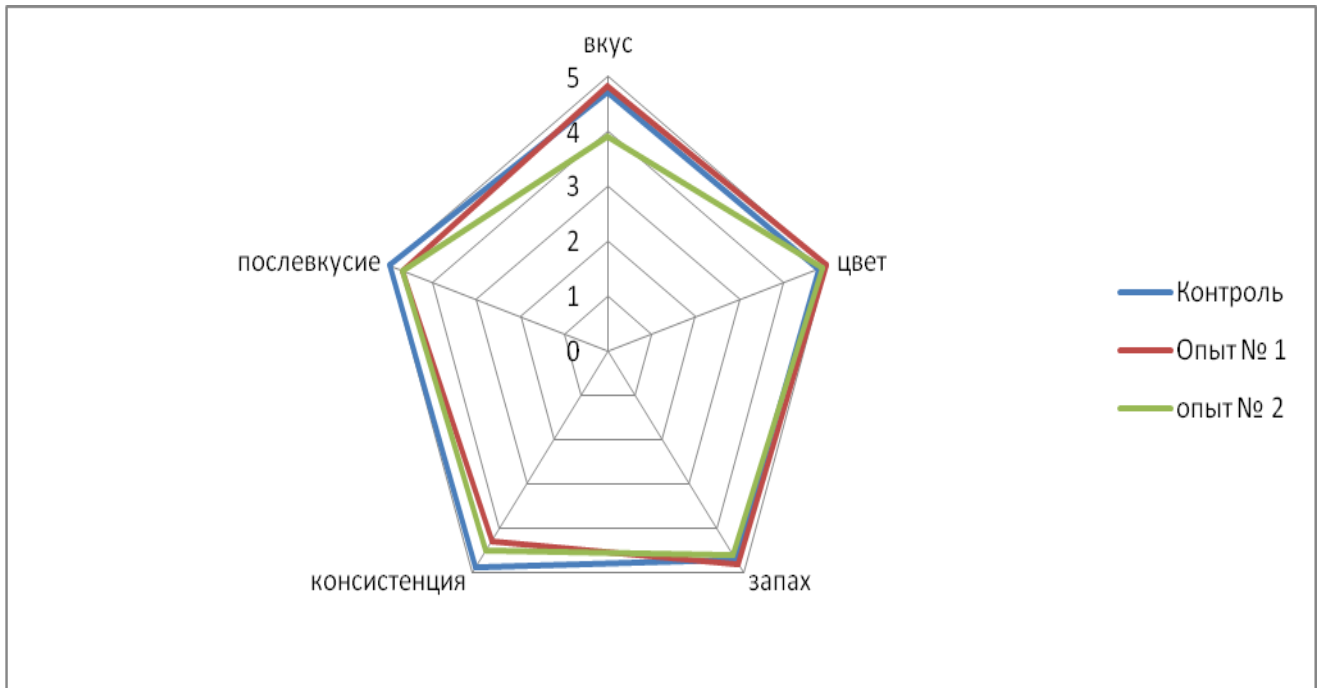


Рисунок 19. Профилограмма образцов жареного обычным способом ленского осетра.

#### Результаты тепловой обработки - жарка.

Контрольная группа:

Вкус – свойственный жареной рыбе, умеренно солёный, без посторонних привкусов.

Цвет – золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы.

Запах – стойкий, свойственный жареной рыбе.

Консистенция – сочная, упругая.

Послевкусие – приятное, без посторонних привкусов.

1 – опытная группа:

Вкус – свойственный жареной рыбе, умеренно солёный, с привкусом масла.

Цвет – золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы.

Запах – стойкий, свойственный жареной рыбе.

Консистенция – более жёсткая, резинообразная.

Послевкусие – с лёгким привкусом металла.

2 – опытная группа:

Вкус – свойственный жареной рыбе, умеренно солёный, с привкусом металла.

Цвет – золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы.

Запах – стойкий, свойственный жареной рыбе.

Консистенция – мягкая, ломкая, кусок при жарке деформировался.

Послевкусие – с ярко выраженным привкусом металла.

Результаты оценки мяса ленского осетра показывают на высокое качество мяса. В контрольном образце не выявлено никаких изменений. Все органолептические показатели при припускании, варке и жарке соответствуют стандартным для осетровой рыбы.

В 1 – опытной группе все органолептические показатели при припускании и варке соответствуют стандартным. При жарке во вкусе появляется стойкий привкус масла. Консистенция становится более жёсткая, резинообразная. В послевкусии появился незначительный привкус металла.

Во 2 – опытной группе в органолептических показателях появились более значительные изменения. При припускании к белому цвету добавились желтоватые прожилки жира. Консистенция стала мягкой и рыбной. Послевкусие с ярко выраженным вкусом металла. При варке так же к белому цвету добавились желтоватые прожилки жира. Консистенция стала мягкой и рыбной. Послевкусие с ярко выраженным вкусом металла. При жарке во вкусе появился привкус металла. Существенно изменилась консистенция. Кусок сильно деформировался, стал мягким и ломким. Послевкусие уже с ярко выраженным вкусом металла.

Немало важным является способ обработки рыбы. Так, максимальные потери йода при варке могут составить 48,3 %, а при жарке достигают 65,6 % (Мищенко В.М., 1956, Гуревич Г.П., 1965). Таким образом, для сокращения потерь йода, наилучшим способом термической обработки является припускание, т.е. приготовление продукта в малом количестве жидкости.

### 3.2.9. Экономическая эффективность

Базой современного рыбоводства считается по праву рациональное кормление рыбы. А ввиду интенсификации рыбоводных процессов, роль кормления неуклонно возрастает. В индустриальном хозяйстве до 100 % продукции можно получить именно за счет кормления, при этом затраты на комбикорма при выращивании рыб составляют не менее половины общих затрат, поэтому одной из задач наших исследований было установление экономической эффективности использования повышенных доз йода в кормлении ленского осетра. Полученные нами результаты, представленные в таблице 34.

**Таблица 34 - Структура затрат выращивания ленского осетра в УЗВ**

Показатель	Группа					
	Контрольная		1 - опытная		2 - опытная	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Стоимость рыбопосадочного материала	56,76	85,19	56,37	84,12	56,00	84,02
Стоимость корма	2,79	4,19	3,56	5,32	3,58	5,37
Стоимость электроэнергии	0,66	0,99	0,66	0,99	0,66	0,99
Стоимость водопотребление	0,43	0,64	0,43	0,64	0,43	0,64
Зарплата	2,02	3,04	2,02	3,02	2,02	3,03
Амортизация	1,91	2,86	1,91	2,84	1,91	2,86
Накладные затраты	1,13	1,69	1,13	1,68	1,13	1,69
Непредвиденные расходы	0,93	1,40	0,93	1,39	0,93	1,40
Себестоимость рыбы	66,63	100,00	67,01	100,00	66,65	100,00

Данные таблицы 35 свидетельствуют о том, что основные затраты при выращивании ленского осетра в бассейнах с замкнутым циклом водоснабжения приходятся на посадочный материал и корма, они в свою очередь составляют чуть

Таблица 35 - Экономическая эффективность

Показатель	Группа		
	контроль- ная	1 - опытная	2 - опытная
Масса в начале, кг	81,09	80,53	80,00
Масса в конце, кг	105,11	114,24	111,95
Прирост, кг	24,02	33,72	31,95
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	0,70	0,70	0,70
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	56,76	56,37	56,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	73,00	73,00	73,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	38,22	48,09	47,92
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	2,79	3,51	3,50
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	110,00	110,00
Скормлено добавки, г	-	48,09	71,87
Стоимость скормленной добавки, руб.	-	5,29	7,91
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб.	2,79	3,56	3,58
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,59	1,43	1,50
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	680,00	680,00	680,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	71,47	77,69	76,13
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	66,63	67,01	66,65
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	633,90	586,55	595,38
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	4,85	10,68	9,47
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	46,10	93,45	84,62
Дополнительно полученная прибыль от реализации, тыс. руб.		5,83	4,63
Рентабельность, %	7,27	15,93	14,21

более 60 % от общих затрат. Наибольшие затраты отмечены в 2 – опытной группе, это связано с высокой стоимостью скормленного комбикорма в данной группе. Прочие затраты во всех группах были практически одинаковыми.

Данные таблицы 35 показывают, что наибольший экономический эффект можно получить при кормлении осетра комбикормом, обогащенным йодированными дрожжами с дозировкой йода 200 мкг/кг корма.

Расчет экономической эффективности выращивания ленского осетра показывает возможность производства рыбной продукции с рентабельностью производства до 15,93 %.



#### 4. ВЫВОДЫ

Анализ и обобщение экспериментальных материалов, полученных в наших исследованиях по изучению эффективности использования повышенных доз йода в кормлении ленского осетра при его выращивании в установке замкнутого водоснабжения, позволяют сделать следующие теоретические и практические выводы:

1. Добавка йода в гранулированный комбикорм для ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения из расчета 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы является оптимальным количеством.

2. Увеличение уровня йода в рационах ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения из расчета 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы снижает затраты и стоимость кормов на 1 кг прироста ихтиомассы, по сравнению с контрольной группой соответственно на 0,16 кг и 12,06 руб.

3. Скармливание ленскому осетру комбикормов с повышенными дозами йода повышает продуктивность на 6,9 %, выживаемость особей на 5,6 % и товарные качества рыбной продукции, по сравнению с контрольной группой.

4. Кормление ленского осетра гранулированными комбикормами с повышенными дозами йода поддерживает биохимические показатели крови в оптимальных физиологических границах и не оказывает отрицательного влияния на гистологическое состояние внутренних органов.

5. Повышение уровня йода, в кормлении ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения, увеличивает уровень рентабельности на 8,66 %, по сравнению с контролем.

## **5. Предложения производству**

В целях повышения продуктивности и товарных качеств ленского осетра, снижения затрат кормов на единицу прироста массы рыбы и себестоимости рыбной продукции, при выращивании в установках замкнутого водоснабжения, рекомендуем добавлять в гранулированный комбикорм йод в составе йодированных дрожжей из расчета 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы.

## 6. Список использованных источников

1. Абакумов, В.А. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. / В.А. Абакумов, А.П. Андрияшев и др. – М. : Просвещение, 1971. – 710 с.
2. Абросимова, Н.А. Корма и кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / Н.А. Абросимова. - М. : ВНИИПРХ, 1997. – 76 с.
3. Авдосьева, Н.В. Результаты экспериментального внесения препарата йода в пруды / Н.В. Авдосьева // Рыбное хозяйство. - 1970. - № 12. - С. 23-25.
4. Авдосьева, Н.В. Содержание йода в прудах и уровень его накопления при экспериментальном внесении / Н.В. Авдосьева // Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ. - М. : ВНИИПРХ, 1971. – 364 с.
5. Агротехиздат. «Химический состав пищевых продуктов», 2-е изд., М., 1987.
6. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – 385 с.
7. Алиев, А.А. Особенности метаболизма йода у коров и телят при разной обеспеченности организма этим элементом: автореф. дис. канд. биол. наук. / Алиев А.А. - Боровск, 1993. – 28 с.
8. Аминева, В.А. Физиология рыб / В.А. Аминева., А.А. Иванов. – М.: Легкая промышленность, 1984. – 200 с.
9. 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.
10. Антонова, М.С. Борьба с йод-дефицитом: история и современность / М.С. Антонова // Исследовано в России. - 2004. - С. 2190-2198.
11. Аси, А.А. Экспериментальная рециркуляционная установка «Биорек» для выращивания форели / А.А. Аси // Рыбное хозяйство. - 1980.– № 2. – С. 30-31.
12. 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.
13. Баранникова, И.А. Функциональные основы миграций рыб / И.А. Баранникова - Л.: Наука, 1975. - 210 с.
14. Берзинь, Я.М. Микроэлементы в животноводстве / Я.М. Берзинь, В.Т. Самохин. – М.: Знание, 1968. – 32 с.
15. 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.
16. 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.
17. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. // Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. – Копенгаген: Еврофиш, 2010. – 70 с.
18. Брыткова, А.Д. Возрастные изменения содержания микроэлементов в органах и тканях животных / А.Д. Брыткова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – №2. - С. 124-128.
19. Брянская, И.В. Методы определения содержания йода в пищевом сырье и

- продуктах питания / И.В. Брянская, С.Ю. Лескова. - Улан-Удэ, 2006. - 31 с.
20. 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.
21. Вилутис, О.Е. Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / О.Е. Вилутис, А.А. Васильев, И.В. Поддубная, А.А. Васильев, П.С. Тарасов // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2014. – С. 163-166.
22. Вилутис, О. Е. Изучение действия йодсодержащего препарата на продуктивность ленского осетра / О.Е. Вилутис, А.А. Васильев А.А. Васильев, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная, П.С. Тарасов // Лапшинские чтения - 2013: Материалы IX Международной научно-практической конференции в двух частях – Саранск изд-во Мордовского университета. – 2013. - часть 1. - С. 58 – 60.
23. Вилутис, О.Е. Эффективность йодированных кормов, используемых в кормлении рыбы / О.Е. Вилутис, А.А. Васильев, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная, П.С. Тарасов // Научно-теоретический и практический журнал. Серия: Сельское хозяйство, география и геология. - 2014. - № 26, (105). - С. 10-17.
24. Вилутис, О.Е. Эффективность йодированных кормов, используемых в кормлении рыбы «Оралдың ғылым жаршысы» / О.Е. Вилутис, А.А. Васильев, И.В. Поддубная, И.В. Акчурина, П.С. Тарасов // Materials of the I International scientific and practical conference, «Science and Education». - 2014. – V. 12. - P. 77-83.
25. Вилутис, О.Е. Влияние йодсодержащей кормовой добавки на функциональное состояние щитовидной железы молоди ленского осетра /

- О.Е. Вилутис, А.А. Васильев, И.В. Поддубная И.В., Акчурина, П.С. Тарасов //Материалы X Международной научно-практической конференции посвященной памяти проф. С.А. Лапшина «Ресурсосберегающие экологически безопасные производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та. - 2014. - Ч. 1. - С. 54-57.
- 26.Войнар, А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А.И. Войнар. – М.: Высшая школа,1983. – 544 с.
- 27.Воробьев, В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В.И. Воробьев. – М.: Наука, 1993. – 255 с.
- 28.Воробьев, В.И. Биогеохимия и рыбоводство / В.И. Воробьев. – Саратов: МП «Литера», 1998. – 224 с.
- 29.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.
- 30.Георгиевский, В.И. Минеральное питание животных / В.И. Георгиевский, Б.И. Анников, В.Т. Самохин. – М. : Колос, 1979. – 471 с.
- 31.Григорьев, С.С. Индустриальное рыбоводство / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 186 с.
- 32.Гриневский, Э.В. Установка «Штелерматик» / Э.В. Гриневский // Рыбоводство и рыболовство. - 1977– № 5. – С. 17-18.
- 33.Грищенко, Л.Н. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л.Н. Грищенко, М.Ш. Акбаев, Г.В. Васильков – М. : Колос, 1999. – 456с.
- 34.Грозеску, Ю.Н. Выращивание ценных видов рыб в УЗВ / Ю.Н. Грозеску, С.В. Пономарев. - Астрахань: Издание АГТУ, 2006. – 189 с.
- 35.Гуревич, Г.П. Содержание йода в различно обработанной морской рыбе / Г.П. Гуревич // Вопросы питания. - 1965.- № 5. - С. 72-73.
- 36.Дормидонтов, А.С. Рыбохозяйственное использование р. Лены / А.С. Дормидонтов // Осетровое хозяйство в водоемах СССР. – 1963. - С. 182-187.
- 37.Дума, Л.Н. Эффективность включения микроэлементов селена и йода в

- корма для сеголетков карпа / Л.Н. Дума // Сборник научных трудов. – М. : ВНИИПРХ. –1987. - Вып. 52. - 205 с.
38. Жигин, А.В. Замкнутые системы в аквакультуре / А.В. Жигин. – М. : РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 664 с.
39. 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.
40. Иванов, А.А. Физиология рыб / А.А. Иванов. – М.: Мир. -2003, 214 с.
41. 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.
42. Ивойлов, А.А. Технология содержания и воспроизводства маточного стада тилапии. Рыбоводно-биологические нормативы по выращиванию тилапии в установках с замкнутым циклом водообеспечения / А.А. Ивойлов, А.В. Ширяев, А.Ю. Киселев и др. – М. : ВНИИПРХ. - 1995. – 10 с.
43. Каган, Р.С. О профилактике эндемического зоба / Р.С. Каган, Р.Я. Казначей. // Врач. Дело, – 1951, 4. - 305 с.
44. Канидьев, А.Н. Методика нормирования суточных рационов, размер гранул и частоты раздачи корма молоди лососевых рыб / А.Н. Канидьев, Е.Н. Гамыгин // Биологические основы рационального кормления рыб: Сб. Науч. тр. М. : ВНИИПРХ. – 1980. - Вып. 27. - С. 16-32.
45. Канидьев, А.Н. Основные направления и перспективы развития индустриального форелеводства / А.Н. Канидьев и др. // Биологические ресурсы развития водоемов СССР. – М.: Пищ. пром-сть. - 1979. – С. 85-94.
46. Кашин, В.К. Биогеохимия, физиология и агрохимия йода / В.К. Кашин - Л.: Наука, 1987. – 290 с.
47. 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.
48. 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 2007г.: материалы и доклады. - Астрахань: Изд-во АГТУ. - 2007. – С. 404-407.
49. Киселев, А.Ю. Технология выращивания пресноводной креветки *Macrobranchium rosenbergii* в установках с замкнутым циклом водообеспечения / А.Ю. Киселев, А.Ю. Илясов, В.И. Филатов, Л.А. Богданова . – М. : ВНИИПРХ. – 1995 – 19 с.
50. 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.
51. Ковалевский, В.В. Геохимическая экология / В.В. Ковалевский – М. : Наука, 1974. – 297 с.
52. Козлов, В. И. Товарное осетроводство / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М. : Росагропромиздат, 1986 – 117 с.
53. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров, А. Л. Бородин. – М. : МГУТУБ, 2004. – 347 с.
54. Козлов, В. И. Справочник рыбовода / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. - М.: Росагропромиздат, 1991. – 238 с.
55. Козлов, В. И. Справочник фермера-рыбовода / В. И. Козлов. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. - 447 с.
56. Койшибаева, С.К. Рекомендации по технологии выращивания осетровых рыб в прудах в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана / С.К. Койшибаева, Н.С. Бадрызлова, Е.В. Федоров. – Астана, 2011. – 41 с.
57. 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.



58. Кудерский, Л.А. Рыбное хозяйство внутренних водоемов России: индустриальное рыбоводство / Л.А. Кудерский // Рыбное хозяйство. – 1999. – Вып. 1. - С. 51-56.
59. Кудряшева, А.А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А.А. Кудряшева, Л.Ю. Савватеева, Е.В. Савватеев. – М. : Колос, 2007. – 304 с.
60. 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.
61. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин // - М.: Высшая школа, 1990. – 253 с.
62. Лебедев, П.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П.Т. Лебедев, А.Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 712 с.
63. 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.
64. Лопарев, И.В. Аэрозоль йодистого кадмия аммония при респираторных болезнях свиней / И.В. Лопарев, А.Г. Шахов // Ветеринария. – 1977. – №2. – С. 51-53.
65. Магомедов, М.Ш. Изучение потребности коров в йоде / М.Ш. Магомедов // Бюл. Науч. работ. – ВИЖ. – 1986. - Т. 84. – С. 22-24.
66. Малютин, В. Ленский осетр и его возможности / В. Малютин, Л. Соколов, И. Смольянов // Рыбоводство и рыболовство. - 1978. - № 4. - С. 10-11.
67. Матишов, Г.Г. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры / Г.Г. Матишов, С.В. Пономарев. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. – 368 с.
68. 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.
69. Матишов, Г.Г. Перспективы создания индустриальных рыбоводных комплексов для осетровых рыб / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева // Рыбоводные ресурсы. - 2006. - № 3. – С. 46-47.
70. Матусевич, В.Ф. Модифицированная схема определения опсонофагоцитарной реакции и оактерицидной активности крови / В.Ф. Матусевич // Ветеринария. – 1964. - №4. – С. 105-108.
71. 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.
72. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – М. : Колос, 1970. – 422 с.
73. 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.
74. Мищенко, В.М. Содержание йода в пищевых продуктах Закарпатской области и его потери при кулинарной обработке / В.М. Мищенко, Г.П. Гуревич, З.М. Межвинская // Врачебное дело. - 1956. - № 6. - С. 633-639.
75. Мохнач, В.О. Теоретические основы биологического действия галоидных соединений / В.О. Мохнач - Л.: Наука, 1968. – 320 с.
76. Мохнач, В.О. Йод и проблемы жизни / В.О. Мохнач - Л.: Наука, 1974. – 283 с.
77. 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.
78. Никоноров, С.И. Аквакультура. Формирование современной научно-правовой базы в Российской Федерации / С.И. Никоноров. - М. : Экономика

- и информатика, 2006. – 216 с.
- 79.Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. - Санкт-Петербург, 2001. – 372 с.
- 80.Остроумова, И.Н. Высококачественные корма — условия эффективного воспроизводства / И.Н. Остроумова. - Рыбоводство и рыболовство. - 1996. - №2. - С. 22-23.
- 81.Петрова, Т.Г. Воспроизводства ленского осетра в условиях Конаковского тепловодного хозяйства / Т.Г. Петрова, Н.А. Козовкова, И.И. Смольянов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. - 1985. - С. 16-18.
- 82.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.
- 83.Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Д.И. Иванов. – М. : Колос, 2009. – 312 с.
- 84.Пономарев, С.В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева. – Астрахань: АГТУ, 2003. – 256 с.
- 85.Постановление главного санитарного врача РФ от 11.07.2000 №5 «О коррекции качества питьевой воды по содержанию биогенных элементов.
- 86.Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И.В. Проскуренко. – М.: ВНИРО, 2003. – 152 с.
- 87.Проскуренко, И.В. Проектирование замкнутых рыбоводных установок / И.В. Проскуренко // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. - 2006. - № 11. – СПб. – С. 29-33.
- 88.Постникова, А.В. Химизация в отраслях АПК / А.В. Постникова. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 223 с.
- 89.Потапова, Н.В. Рыба и морепродукты / Н.В. Потапова – СПб.: Амфора, 2012. - 47 с.

90. Радченков, В.П. Эндокринная регуляция роста и продуктивности сельскохозяйственных животных / В.П. Радченков, В.А. Матвеев, Е.В. Бутров, Е.И. Буркова. – М. : Агропромиздат, 1991. – 160 с.
91. 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.
92. Репников, Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров / Б.Т. Репников, 2007. – 146 с.
93. Родина, Т.Г. Товароведение и экспертиза товаров и морепродуктов / Родина Т.Г. - М.: Академия, 2007. – 400 с.
94. 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.
95. Ряпосова, М.В. Влияние коррекции йодной недостаточности на репродуктивную функцию коров в условиях Среднего Урала: автореф. дис. канд. вет. наук / М.В. Ряпосова. - Воронеж, 2003. – 22 с .
96. Сафронова, Т.М. Сырье и материалы рыбной промышленности / Т.М. Сафронова - М.: Агропромиздат, 1991. – 191 с.
97. Свириденко, Н.Ю. Микроэлемент интеллекта / Н.Ю. Свириденко // Наука и жизнь. - 2003. - №10. - С. 66-70.
98. Сергеева, Н.Т. Биохимия витаминов и минеральных элементов. Калининград. гос. тех. ун-т, 1998. – 122 с.
99. Серпунин, Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. автореф. канд.биол. наук / Г.Г. Серпунин. - Калининград, 2002. - 49 с.
100. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М. : Изд. дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. –

- 216 с.
101. Смольянов, И.И. Ленский осетр / И.И. Смольянов // Рыбоводство. – 1987. - № 6. - С. 12-13.
  102. 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.
  103. Скляр, В. Я. Кормление рыб. Справочник / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжов. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 116 с.
  104. Спиридонов, А.А. Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / А.А. Спиридонов, Е.В. Мурашова. - Санкт-Петербург, 2010. – 96 с.
  105. Сухина, С.Ю. Йод и его значение в питании человека / С.Ю. Сухина, Г.И. Бондарев, В.М. Позняковский // Вопросы питания. - 1995. - № 3. - 12 с.
  106. Тимофеев, М.М. Промышленное разведение осетровых / М.М. Тимофеев. – М. : «АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2005. – 138 с.
  107. 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.
  108. 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.
  109. 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.
  110. Хрусталева, Е.И. Технология комбинированного выращивания

- камбалы, форели и налима в установках с замкнутым циклом водообеспечения и открытых солоноватых системах / Е.И. Хрусталева, А.Ю. Киселев., А.Ю. Илясов и др. // Комитет РФ по рыболовству. – М. : «Аквакультура-сервис». – 1995. – 13 с.
111. Чебанов, М.С. руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.С. Галич, Ю.Н. Чмырь // М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 136 с.
112. 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.
113. 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.
114. Щеплягина, Л.А. Проблема йодного дефицита / Л.А. Щеплягина // Русский медицинский журнал. – 1999. - № 11. - С. 523-527.
115. Anke, M.K. Trace elements intake and balance of adults in Central Europe / M.K. Anke // ТЕМА – 10П. Evian. 3-7 of May, 1999. – P. 33.
116. 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 VerlagGmbH, 2004. – P.101-126.
117. 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.
118. Baggerman, B. On the endocrine control of background of stickleback behavior / B.Baggerman // Arch. Neerl. Zool., 1964. – P. 64-68.
119. Evans, L.T. A effect of hormones upon the activity of young turtles in light darkness / Evans, L.T. // Anat. Res., 1940. – 32 p.
120. Huang, L. Effect of triiodothyronine on stomach formation and

- pigmentation of larval striped bass, *Moronesaxatilis* / L. Huang, S. Miwa, D.A. Bengtson, J.L. Specker, J. Exp // Zool. 1998. V. 280. P. 231-237.
121. 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.
122. Kanana, L. Studies on the mode of action of the antibacterial agent diethylen dichloride of E. Coli / L. Kanana, A. Sijpesteijn // J. of Microbiol and Scrol, 1967. - № 33.P. 437.
123. Kaufmann, S. Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in hunnans / S. Kaufmann, G.Wolfam, F. Delange, W. A. Rambeck // Ernahrungswiss, 1998. – 37p.
124. Kroupova, V. Iodine content in consumer her eggs / V. Kroupova, J. Travnicek, I. Herzig, J. Kursa // VeterinarniMedicina, 51. – 2006.–P. 56-59.
125. Lovell, R.T. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. Trans. Amer. Fish Soc., 1978, v. 107, №4: P 617-621.
126. Marine, D.J. Further observation and experiments on goitre (so called thyroid carinoma) in brook trout (*Salvelinusfontinalis*) / D.J.Marine // III Its prevention and cure. J. Exper. Med., 8, 1914. –P. 46-54.
127. Meske, Ch. Die Wirkung der Umweltfartoren auf das WachstumbeimKarpfem und Ausblick auf einemoderneFischhaltung / Ch.Meske// In: VortragsveranstaltungueberneueMethoden der Fischzuchtung und – halting am Februar 1967. Veranstaltet von der BundesforschungsanstaltfuerFischerei und dem Max-Planck – InstitutfuerKulturpflanzenzuechtung in Hamburg. 1967.– P. 30-90.
128. Pedersen, T.Morphological changes during metamorphosis in cod *Gadusmorhua* 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.
129. Reichle, G. Stroere in Deutschland und Russland / G.Reichle // Fischer &Teichwirt. – 1996.№ 1. – P. 178-181.

130. 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.
131. 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.
132. 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.
133. 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: 361-367.
134. Watanabe, T. Trace minerals in fish nutrition / T. Watanabe, V.Kiron, S. Satoh // *Aquaculture*. – 1997. – V. 151, №1. – P. 185-207.



## **7. Приложения**

**УТВЕЖДАЮ**

Директор ООО «Центр  
индустриального рыбоводства»

Кандидат с.-х. наук

Ю. А. Гусева

2014 г.



**АКТ**

**внедрения результатов научно-исследовательской работы**

Мы, ниже подписавшиеся в составе: заведующий кафедрой «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», доктор с.-х. наук, профессор Васильев А. А., аспирант ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Зименс Ю. Н., рыбовод ООО «Центр индустриального рыбоводства» Мухаметшин С.С. составили настоящий акт о том, что в 2013-2014 гг. нами были проведены опыты по разработке оптимальной нормы скармливания повышенных норм йода, в составе йодированных дрожжей, при выращивании в ленского осетра.

Для проведения экспериментов использовался гранулированный комбикорм, состоящий из: рыбной муки – 17,0 %, соевой муки – 17,0 %, пшеничного глютена – 16,7 %, пшеничной муки – 12,0 %, рапсовой муки – 10,0 %, рыбьего жира – 8,0 %, пшеницы – 8,3 %, экструдированной сои – 10,0 % и премикса – 1,0 %. Питательность комбикорма приведена в таблице 1.

Состав комбикормов между группами отличался только за счет дополнительного внесения в комбикорм опытных групп йода, в составе йодированных дрожжей. Для 1-опытной группы в 1 кг комбикорма добавляли 1,0 г йодированных дрожжей содержащих 20,0 мг йода, а для 2-опытной группы в 1 кг комбикорма добавляли 1,5 г йодированных дрожжей содержащих 30,0 мг йода.

Для приготовления йодированной кормосмеси, на основе гранулированного комбикорма, брали чистую воду в количестве 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, а затем скармливался рыбам.

Таблица 1 – Химический состав и питательность 1 кг комбикорма

Показатель	Количество
Обменная энергия, МДЖ	17,4
Сырой протеин, %	47,0
Сырая клетчатка, %	2,8
Сырой жир, %	13,0
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,0
Железо, мг	60,0
Цинк, мг	120,0
Марганец, мг	60,0
Йод, мг	1,20
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,0
Пропилгаллат, мг	12,0
Витамин Е, мг	240,0
Витамин D <sub>3</sub> , МЕ	2100,0
Витамин А, МЕ	12000,0
Витамин С, мг	250,0

В ходе совместной научно-исследовательской работы установлено, что добавление йода, в составе йодированных дрожжей, в комбикорм для

ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения, в количестве 200,0 мкг йода на 1 кг массы рыбы снижает затраты корма на 1 кг прироста рыбы на 0,16 кг, повышает прирост на 6,9 %, выживаемость особей на 5,6 % и уровень рентабельности на 8,75 %.

На основании результатов исследований рекомендуем для повышения продуктивности и товарных качеств ленского осетра, снижения затрат кормов на единицу прироста массы рыбы и себестоимости рыбной продукции, при выращивании в установках замкнутого водоснабжения, рекомендуем добавлять в гранулированный комбикорм йод в составе йодированных дрожжей из расчета 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы.

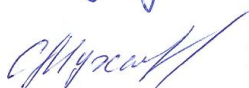
Результаты научно-исследовательской работы внедрены в практику ООО «Центр индустриального рыбоводства» и йодированные дрожжи используются в кормлении ленского осетра.



Васильев А. А.



Зименс Ю. Н.



Мухаметшин С. С.