

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

На правах рукописи

Поддубная Ирина Васильевна

**Научно-практическое обоснование использования йодсодержащих кормовых
добавок в товарном рыбоводстве**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

Диссертация на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант – Васильев Алексей Алексеевич,
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор

САРАТОВ - 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	15
1.1 Потребность рыб в питательных веществах	15
1.2 Значение минеральных веществ в кормлении рыб	24
1.3 Роль йода в жизнедеятельности рыб	43
1.4 Проблема йоддефицитных состояний и пути их решения	50
1.5 Применение йодсодержащих препаратов в животноводстве	60
1.6 Использование йода в рыбоводстве	73
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	77
2.1 Общая схема и условия проведения исследований	77
2.2 Химические и биохимические исследования	94
2.3 Контрольный убой рыбы	95
2.4 Гистологические исследования	96
2.5 Определение йода в мышечной ткани	96
2.6 Товароведная экспертиза и органолептические исследования	98
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	100
3.1 Влияние биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на продуктивность ленского осетра	100
3.1.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» для ленского осетра	100
3.1.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры среды	100
3.1.1.2 Рост и развитие ленского осетра	102
3.1.1.3 Эффективность использования кормов	105
3.1.1.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	107
3.1.1.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	110
3.1.1.6 Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра	115
3.1.1.7 Контрольный убой ленского осетра	116
3.1.1.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	120

3.1.1.9 Экономическая эффективность выращивания ленского осетра с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»	121
3.1.2 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра в условиях установки замкнутого водоснабжения	123
3.1.2.1 Физико-химические параметры водной среды в УЗВ	124
3.1.2.2 Рост и развитие ленского осетра	125
3.1.2.3 Эффективность использования кормов	128
3.1.2.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	129
3.1.2.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	133
3.1.2.6 Химический состав мышечной ткани	137
3.1.2.7 Товарные качества ленского осетра	139
3.1.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	139
3.1.2.9 Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в УЗВ с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»	142
3.1.3 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра в условиях садкового выращивания	145
3.1.3.1 Физико-химические параметры водной среды	145
3.1.3.2 Рост и развитие ленского осетра	147
3.1.3.3 Эффективность использования кормов	149
3.1.3.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	150
3.1.3.5 Развитие и гистологическое структура внутренних органов	153
3.1.3.6 Химический состав мышечной ткани	156
3.1.3.7 Товарные качества ленского осетра	159
3.1.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	160
3.1.3.9 Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в садках с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»	163
3.2 Влияние биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на продуктивность карпа	166
3.2.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» для карпа	166

3.2.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры среды	167
3.2.1.2 Рост и развитие карпа	168
3.2.1.3 Эффективность использования кормов карпом	169
3.2.1.4 Экономическая эффективность использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении карпа	170
3.2.2 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении двухлеток карпа в условиях садкового выращивания	172
3.2.2.1 Физико-химические параметры водной среды	173
3.2.2.2 Рост и развитие двухлеток карпа	174
3.2.2.3 Эффективность использования кормов	176
3.2.2.4 Функциональное состояние морфологических и биохимических показателей крови	177
3.2.2.5 Масса внутренних органов	180
3.2.2.6 Товарные качества двухлеток карпа	181
3.2.2.7 Химический состав мышечной ткани	182
3.2.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	184
3.2.2.9 Экономическая эффективность выращивания двухлеток карпа с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»	186
3.2.3 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении трехлеток карпа в условиях садкового выращивания	187
3.2.3.1 Физико-химические параметры водной среды	188
3.2.3.2 Рост и развитие трехлеток карпа	189
3.2.3.3 Эффективность использования кормов	191
3.2.3.4 Функциональное состояние морфологических и биохимических показателей крови	192
3.2.3.5 Масса внутренних органов	195
3.2.3.6 Товарные качества двухлеток карпа	196
3.2.3.7 Химический состав мышечной ткани	197
3.2.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	199

3.2.3.9 Экономическая эффективность выращивания трехлеток карпа с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»	200
3.3 Влияние биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на продуктивность ленского осетра	203
3.3.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» для ленского осетра	203
3.3.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры среды	203
3.3.1.2 Рост и развитие ленского осетра	204
3.3.1.3 Эффективность использования кормов	207
3.3.1.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	207
3.3.1.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	211
3.3.1.6 Определение йода в мышечной ткани ленского осетра	214
3.3.1.7 Экономическая эффективность использования в кормлении молоди ленского осетра биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»	215
3.3.2 Использование добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра в условиях установки замкнутого водоснабжения	216
3.3.2.1 Физико-химические параметры водной среды в УЗВ	218
3.3.2.2 Рост и развитие ленского осетра	219
3.3.2.3 Эффективность использования кормов	221
3.3.2.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	222
3.3.2.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	225
3.3.2.6 Химический состав мышечной ткани	228
3.3.2.7 Товарные качества ленского осетра	229
3.3.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	231
3.3.2.9 Экономическая эффективность товарного выращивания ленского осетра в УЗВ с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»	233
3.3.3 Использование добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра в условиях садкового выращивания	235
3.3.3.1 Физико-химические параметры водной среды	236
3.3.3.2 Рост и развитие ленского осетра	237

3.3.3.3 Эффективность использования кормов	239
3.3.3.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	240
3.3.3.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	243
3.3.3.6 Химический состав мышечной ткани	246
3.3.3.7 Товарные качества ленского осетра	248
3.3.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	250
3.3.3.9 Экономическая эффективность садкового выращивания товарного ленского осетра при использовании кормовой добавки «ОМЭК-Ј»	254
3.4 Влияние биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на продуктивность радужной форели	256
3.4.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» для радужной форели	256
3.4.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры среды	257
3.4.1.2 Рост и развитие радужной форели	258
3.4.1.3 Эффективность использования кормов	260
3.4.1.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	261
3.4.1.5 Химический состав мышечной ткани радужной форели	264
3.4.1.6 Развитие и состояние внутренних органов	265
3.4.1.7 Товарные качества радужной форели	265
3.4.1.8 Экономическая эффективность выращивания радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»	270
3.4.2 Использование добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении молоди радужной форели в условиях лоткового выращивания	271
3.4.2.1 Физико-химические параметры водной среды	272
3.4.2.2 Рост и развитие радужной форели	273
3.4.2.3 Эффективность использования кормов	276
3.4.2.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	277
3.4.2.5 Химический состав мышечной ткани	280
3.4.5.6 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	280

3.4.2.7 Экономическая эффективность выращивания молоди радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»	283
3.4.3 Использование добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании радужной форели до товарной массы	285
3.4.3.1 Физико-химические параметры водной среды	286
3.4.3.2 Рост и развитие радужной форели	287
3.4.3.3 Эффективность использования кормов	289
3.4.3.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови	290
3.4.3.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов	292
3.4.3.6 Химический состав мышечной ткани	295
3.4.3.7 Товарные качества радужной форели	297
3.4.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	297
3.4.3.9 Экономическая эффективность выращивания товарной радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»	300
4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	303
4.1 Обсуждение полученных результатов	303
4.1 Выводы	315
4.2 Предложения производству	318
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	319
ПРИЛОЖЕНИЯ	365

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. В настоящее время под влиянием антропогенного прессинга наблюдается тенденция к снижению промысловых запасов ценных видов рыб. Резервом и одним из возможных выходов увеличения производства пищевой рыбной продукции является индустриальное рыбоводство, продукция которого быстро увеличивает свои объемы на мировом рынке.

Для увеличения скорости роста, развития, повышения выживаемости и в конечном итоге рыбопродуктивности в кормлении рыб в индустриальном рыбоводстве применяют биологически активные добавки, включающие в себя микроэлементы, аминокислоты и витамины в легкоусвояемой форме.

Одним из важнейших микроэлементов, играющего большую роль в нормальном протекании основных обменных процессов, повышении устойчивости к возбудителям заболеваний, жизнестойкости животного организма является йод. Йод - обязательный структурный компонент гормонов щитовидной железы и, если его поступление в организм недостаточно, то уменьшается интенсивность биосинтеза тиреоидных гормонов [223; 63; 45; 5; 337; 454; 464; 402]. Недостаток гормонов приводит к угнетению роста, искривлению формы тела, недоразвитию плавников еще до появления признаков гипертрофии щитовидной железы [221; 457]. Йод, являясь эссенциальным элементом, поступает в организм рыб из воды через жабры и извлекается из кормов в пищеварительном тракте. Пресная вода содержит йод в десятки раз меньше, чем морская вода, поэтому пресноводные рыбы зависят от источника йода в корме.

Некоторые научные исследования показывают, что йод, поступающий в организм рыб, способен накапливаться, оказывая положительное влияние на рост, развитие, биохимические показатели крови и функциональную деятельность щитовидной железы [142; 70; 361; 352]. Ликвидируя дефицит йода у самих животных, можно повысить эффективность производства и качество сельскохозяйственной продукции с высокими функциональными свойствами [269;

44; 115]. Для населения одним из основных источников йода является продукция животноводства, обогащенная йодом за счет использования йодсодержащих добавок в рационах животных.

Несмотря на проведенные исследования в этом направлении, роль йода в организме рыб, вопросы его нормирования в рационах с учетом вида, возраста, типа кормления и внешних условий среды до настоящего времени остаются слабо изученными и продолжают оставаться актуальной проблемой. Научнообоснованные данные по использованию йода в кормлении многих видов рыб при товарном выращивании отсутствуют. Поэтому работа по исследованию йодсодержащих добавок в кормлении рыб в индустриальном рыбоводстве актуальна, своевременна и является ещё одним важным шагом для решения проблемы йоддефицита у населения России.

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

Степень разработанности темы исследования. В последние годы в мире активно стали проводиться исследования по использованию неорганических и органических йодсодержащих добавок для повышения рыбопродуктивности [439; 372; 420; 430]. Использование учеными неорганических соединений йода в форме солей йодидов и йодатов в кормлении карповых и лососевых рыб оказало положительное воздействие на состояние щитовидной железы, увеличение темпов роста и развития, повышение стрессоустойчивости и улучшение физиологических показателей организма рыб [195; 255; 400; 327; 410]. Применение неорганических соединений йода не всегда оправдано в связи с их неустойчивостью, сложностью нормирования, возможной передозировкой минеральных соединений йода вначале использования добавок и недостатком йода в конце их использования. На современном этапе отечественными и зарубежными учеными был проведен ряд исследований по введению в рационы рыб органического йода как в составе морских водорослей, кормовых искусственных добавок, так и в виде обогащенных йодом живых кормовых объектов [340; 439; 373; 431; 421]. Было установлено, что

органические соединения йода проявляют высокую химическую стабильность, т.к. органический йод ковалентно связан с аминокислотами, не вступает в химические реакции с органическими веществами, и организм получает ровно столько йода, сколько ему нужно. Йод в органических соединениях лучше усваивается, под его воздействием увеличивается скорость роста, выживаемость, содержание тиреоидных гормонов в крови и йода в тканях рыб.

Большинство вопросов, поднятых учеными в этом направлении ранее, остаются открытыми до настоящего момента и требуют дальнейших исследований. В связи с этим, возникла необходимость в комплексном и научно-обоснованном подходе к изучению влияния йодсодержащих органических соединений на метаболические процессы организма рыб при товарном выращивании.

Цель и задачи исследований. Цель работы – повышение эффективности товарного рыбоводства за счет введения в рационы рыб биологически активных добавок, содержащих йод.

Поставленная нами цель, решалась следующими задачами:

- определить оптимальные дозы органического йода, скармливаемого в составе добавок «Абиопептид с йодом» и «ОМЭК-Ј» для ленского осетра, карпа и радужной форели;
- изучить влияние органического йода на динамику массы и сохранность рыб;
- установить затраты и стоимость комбикормов на единицу прироста массы рыб при скармливании органического йода;
- выявить влияние органического йода на биохимические показатели крови, функциональное и гистологическое состояние внутренних органов;
- определить химический состав мышечной ткани рыб;
- изучить влияние органического йода на товарные качества рыбной продукции;
- дать экономическое обоснование товарного выращивания рыб с использованием в кормлении добавок, содержащих органический йод.

Научная новизна исследований. Впервые установлены дозы органического йода в составе биологически активных добавок «Абиопептид с йодом» и «ОМЭК-Ј», скармливаемые с комбикормами рыбе при выращивании в индустриальных

условиях. Изучено влияние органического йода на динамику живой массы, сохранность, товарные качества рыбной продукции и содержание йода в мышечной ткани рыб. Определены затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы рыбы. Дано экономическое обоснование введения в рационы органического йода в составе биологически активных добавок в условиях индустриального выращивания товарной рыбы.

Теоретическая и практическая значимость. Дано научное обоснование и экспериментально подтверждено положительное влияние органического йода в составе кормовых добавок на продуктивность рыбы и качество рыбной продукции. Полученные результаты углубляют и расширяют знания о влиянии йода на функциональное состояние всех систем организма рыб. Введение в рационы рыб органического йода позволяет снизить затраты комбикорма на единицу прироста, увеличить продуктивность и показатели выживаемости, получить дополнительную прибыль при реализации рыбной продукции и повысить уровень рентабельности выращивания товарной рыбы.

Методология и методы исследований. В работе использованы эмпирические и теоретические методы исследований. Решение задач базируется на основе экспериментальных данных и известных теоретических положений по технологиям подготовки кормов к скармливанию и кормлению объектов аквакультуры. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается достаточно большим объемом экспериментальных исследований и использованием апробированных методик для проведения учета и анализа, применением математических методов обработки экспериментальных данных.

Положения, выносимые на защиту.

- оптимальная доза органического йода для ленского осетра и карпа в составе «Абиопептид с йодом» 200,0 мкг, для ленского осетра и радужной форели в составе «ОМЭК-Ј» 200,0 и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы;
- введение в рацион рыб оптимального количества органического йода в составе биологически активных добавок повышает их продуктивность и выживаемость;

- применение в кормлении рыб оптимального количества органического йода в составе биологически активных добавок снижает затраты и стоимость кормов на единицу прироста их массы;
- скармливание рыбам комбикормов с добавками, содержащими оптимальное количество органического йода, поддерживает морфологические и биохимические показатели крови в пределах физиологической нормы и не оказывает негативное влияние на развитие и гистологическое состояние внутренних органов;
- выращивание товарной рыбы с использованием в кормлении оптимальных дозировок органического йода позволяет поддерживать химический состав мышечной ткани на оптимальном уровне и аккумулировать йод в мышечной ткани рыб;
- введение в рацион рыб оптимального количества органического йода в составе биологически активных добавок повышает товарные качества рыбной продукции;
- использование в кормлении рыб оптимальных дозировок органического йода при выращивании в индустриальных условиях повышает уровень рентабельности производства товарной рыбной продукции.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены: на Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» (Саратов, 2013, 2014); на IX Международной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саранск, 2013); на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях» (Саратов, 2014); на X Международной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саранск, 2014); 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 Международной научно-практической конференции «Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии» (Саратов, 2014); на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий» (Саратов, 2015, 2016); на XI Международной научной конференции «Бъдещите изследвания» (София, 2015); на II Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы сельскохозяйственных наук в современных условиях развития страны» (Санкт-Петербург, 2015); на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Экологическая стабилизация аграрного производства. Научные аспекты решения проблемы» (Саратов, 2015); на Международной научно-практической конференции «Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны» (Саратов, 2015); на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии и аквакультуры» (Саратов, 2016); на Международной научно-практической конференции «Аграрная наука: поиск, проблемы, решения» (Волгоград, 2015); на Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбководства» (Саратов, 2017); на конференции «Современные проблемы и тенденции развития сельского хозяйства, экономики и управления на международном уровне» (Германия, Нинбург, 2017); на расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ (Саратов, 2017).

Научные положения и выводы обоснованы и базируются на теоретических и экспериментальных данных. Результаты научных исследований обработаны

методами вариационной статистики. Уровень достоверности отличий между группами по ряду признаков устанавливался с помощью критерия Стьюдента.

Полученные в исследованиях данные легли в основу рекомендаций по товарному выращиванию осетровых рыб с применением в кормлении органического йода, рассмотренных и утвержденных НТС МСХ РФ. Результаты исследований используются в практике рыбоводных хозяйств Саратовской области.

На 17-й Российской агропромышленной выставке «Золотая Осень» разработанная нами «Технология выращивания пресноводной йодированной рыбы в садках» была удостоена серебряной медали и диплома II степени.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований используются в практике рыбоводных хозяйств ФГУП «Тепловский рыбопитомник» Новобурасского района и ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области, в ООО Фирма «А-БИО», г. Пушкино, Московской области и ООО «Биоамид» г. Саратов.

Публикации результатов исследований. Основные материалы диссертации изложены в 47 научных публикациях, в том числе 15 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 2 статьи в журналах, индексируемых в Международной базе цитирования Scopus. По материалам исследований получен патент РФ и свидетельство на электронную базу данных РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 377 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, методологии и методики исследований, основной части, заключения и приложения. Содержит 123 таблицы и 65 рисунков. Список использованной литературы включает в себя 464 источника, в том числе 138 на иностранных языках.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Потребность рыб в питательных веществах

Рыбы, как и другие живые организмы, для обеспечения слаженной работы всех обменных процессов, роста и развития нуждаются в ряде питательных веществ, которые в основном попадают в организм с пищей. Естественные и искусственные корма и их энергия должны регулярно в определенных количествах поступать рыбам. Усвоение питательных веществ пищи зависит от условий обитания, индивидуальных особенностей метаболических процессов, возраста и сочетания в нем пищевых компонентов.

Окружающая водная среда с ее многообразием различных факторов достаточно сильно влияет на пищевые потребности рыб. Одними из важнейших факторов, оказывающих непосредственное влияние на количество потребляемой пищи, процессы пищеварения и усвоения питательных веществ, в конечном итоге на рост, развитие и жизнестойкость рыб, являются температура воды и содержание растворенного в воде кислорода [96].

Для каждого вида рыб есть свой температурный оптимум, при котором происходит наиболее интенсивное питание и рост. Потребность в корме, питательных веществах и энергии также зависит от растворенного в воде кислорода. Для каждого вида рыб существуют границы содержания в воде кислорода, в пределах которых рыба активно питается, в норме проходят все пищеварительные процессы. Снижение количества растворенного в воде кислорода за минимальные пределы приводит к нарушениям в питании и обменных процессах рыб.

Возраст рыб влияет на размер пищевых объектов, количество потребляемой пищи, а также качественный состав по отдельным питательным веществам. С возрастом потребность в пище уменьшается, а размер кормовых объектов увеличивается.

С кормом поступают органические и минеральные вещества, которые находятся в различных соединениях и это определяет требования к их количеству в период кормления разновозрастных групп рыб. Потребность в количестве корма во многом также зависит от его питательности, чем корм питательнее и энергитически богаче, тем меньше его требуется рыбе. В природных условиях основной пищей рыб являются в основном живые корма, в составе которых содержатся все необходимые питательные и ростостимулирующие вещества для нормального темпа роста [324].

В настоящее время, следуя политике импортозамещения, наметились тенденции быстрого развития индустриальной аквакультуры для обеспечения населения рыбной продукцией высокого качества. Выращивание рыбы в индустриальных условиях, в садках и бассейнах при концентрированной посадке, высокой скорости обмена воды, требует использования сбалансированных по всем питательным веществам кормов для культивируемых видов рыб [222]. В России появляются новые, весьма питательные кормовые компоненты растительного и животного происхождения, содержащие легкоусвояемый протеин, ценные углеводы и другие эссенциальные вещества [56; 109; 317]. Разработка и изучение питательности нового высокобелкового кормового сырья позволяет решать проблему создания новых эффективных стартовых и продукционных комбикормов, организовать выращивание молоди и товарной рыбы на интенсивной основе [65; 108; 236].

Основной составной частью живой материи является протеин, образующий большую часть органического вещества рыбы, именно протеин играет главную роль в процессе обмена веществ [321; 219; 135]. Потребность рыб в протеине существенно выше, чем у высших позвоночных. Он составляет до 40–55 % от состава корма и зависит от их видовой принадлежности, возраста, температуры и солености воды, происхождения белков и их концентрации в пище [221; 347]. Чем моложе возрастная группа культивируемых рыб, тем выше потребность в протеине. Немаловажным для молоди рыб является строение белковых молекул корма. Значительная доля белковых структур зоопланктона (35–75 %) находится в

растворимом состоянии [143; 163]. Важное место среди них занимают соединения с легкоусвояемым азотом. Таким образом, большое количество веществ белковой природы, не требующих мощной ферментативной обработки, личинки рыб получают, питаясь зоопланктоном [221; 2]. Физиологическая полноценность кормов для ранней молоди определяется свободными аминокислотами, ди-, олиго- и полипептидами, а также низкомолекулярными растворимыми белками в соотношениях, близких к белкам планктонных организмов, что делает доступность протеина для переваривания собственными ферментами [122; 1; 50; 234; 235; 238].

Степень усвоения протеина напрямую зависит от основного источника энергии, поступающего с пищей. Если это жир, то количество протеина, идущего на построение организма и энергетические нужды, тратится меньше, если это углеводы, то больше. Кроме этого, смеси протеинов разного происхождения с различным строением усваиваются рыбами лучше, чем каждый в отдельности.

С возрастом меняется потребность в протеине. Оптимальный уровень белков в кормах для молоди лососевых рыб 40-55 %, а для взрослой рыбы 35-40 %. Для молоди карпа массой от 1 мг до 1 г суточное содержание белка должно составлять 13-59 г на 1 кг молоди. Потребность в белке карпа массой более 1 г составляет 4-7 г на 1 кг массы рыбы. Уменьшение этой величины снижает потенцию роста, а увеличение приводит к повышению расхода азота на энергетические нужды. Стартовые кормосмеси для молоди всех видов рыб должны быть насыщены белком в максимальной степени 50-55 %. Уровень протеина в кормах для сеголеток карпа должен находиться на уровне 40-50 %, для годовиков – 30-40 %.

Большую роль в усвоении протеина играет термический режим водной среды. С повышением температуры воды увеличивается потребность в протеине, как в основном структурном материале организма. Так при температуре 8 °С корм для радужной форели должен содержать 40-42 % протеина, а при 15 °С-52-55 % [446; 406; 216; 217; 108; 256].

Потребность рыб в протеине имеет видоспецифичность. В зависимости от вида рыбам во взрослом состоянии требуется различное количество протеина. Для лососевых и осетровых рыб уровень протеина в продукционных кормах должен

быть на уровне 34-47 %, для канального сома и угря – 30-40 %, для карпа - 30-38 %. Некоторые авторы указывают на необходимость увеличения протеиновой составляющей в гранулированных комбикормах для лососевых рыб до уровня 40-60 % [369; 214; 215; 218; 348; 133; 134].

В пищеварительном тракте протеин, входящий в состав кормов, под действием гидролитических ферментов протеиназ (пепсина, трипсина, химотрипсина и др.) и полипептидаз кишечного сока расщепляется до пептидов и аминокислот, которые через слизистую оболочку кишечника поступают в кровь.

Биологическая ценность протеина кормов определяется в первую очередь наличием в нем незаменимых аминокислот, которые в организме рыб не синтезируются, а поступают в организм только с пищей. Для рыб, как и для теплокровных животных, незаменимыми считаются те же 10 аминокислот: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, лизин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин [370; 447; 154; 236]. Сбалансированный по аминокислотному составу комбикорм имеет решающее значение для роста рыб. Недостаток или отсутствие одной из аминокислот ведет к нарушению обменных процессов, а это вызывает замедление роста рыбы, повышаются затраты корма на прирост массы выращиваемой рыбы, увеличивается предрасположенность к заболеваниям [371; 405].

Недостаток незаменимых аминокислот в рационе ведет к повышенному потреблению белка и, следовательно, к значительному увеличению затрат корма на единицу прироста. Причем дефицит лишь одной из незаменимых аминокислот ограничивает эффективность использования всех других аминокислот и белка в целом. В отличие от углеводов и жиров аминокислоты не резервируются в организме, но могут принимать участие в синтезе других соединений и в энергетическом обмене. Некоторые из незаменимых аминокислот участвуют в образовании заменимых аминокислот. Так цистин позволяет сократить потребность в метионине. Тирозин способен на 30-50 % удовлетворить потребность рыб в фенилаланине. Усвоение изолейцина зависит от уровня лейцина, содержание которого в кормах не должно превышать 3-5%.

Жиры, как источник энергии, незаменимых ненасыщенных жирных кислот, витаминов должны быть обязательными компонентами в рационах культивируемых рыб. При расщеплении жиров в организме рыб происходит высвобождение большого количества энергии, которое вдвое больше по сравнению с энергией, освобождающейся при расщеплении белков. В организме рыбы жиры гидролизуются липазами и фосфолипазами и используются на энергетические нужды или присоединяются в тканях к фосфолипидам. Физиологическое значение жиров не ограничивается только поставкой энергии в организме, они являются структурными и рецепторными компонентами клеточных оболочек, а также являются передатчиками биологических сигналов.

Процессы синтеза и распада жиров происходят непрерывно. Синтез осуществляется в цитоплазме клеток, распад - в митохондриях с освобождением энергии. Липиды пищи всасываются в пищеварительном тракте двумя основными путями: первый - после полного предварительного расщепления (липолиза), второй - без него. При липолизе жир распадается на глицерин и жирные кислоты. Жирные кислоты с короткой углеродной цепью активным путем транспортируются через слизистую оболочку кишечника в кровь и далее поступают в воротную вену и печень. Здесь в цитоплазме рабочих клеток печени - гепатоцитах - они используются для синтеза тканевых липидов или текущих метаболических потребностей. Кислоты с длинными углеродными цепями, превращаясь в триглицериды, вместе с холестерином и фосфолипидами образуют микроскопические капельки, заключенные в белковые глобулиновые оболочки, так называемые "хиломикроны". Последние переходят в лимфу, а затем в кровь, переносящую их к печени. В тканях печени жирные кислоты либо используются для синтеза собственных структурных липидов, либо вновь поступают в кровь и разносятся по организму, где могут депонироваться в форме триглицеридов [324].

Огромную роль в обменных механизмах играют фосфолипиды. Они в виде протеолипидных комплексов входят в состав оболочек и протоплазмы клеток. Вместе с другими липидами они образуют периферическую мембрану клеток и их органелл, позволяют регулировать проницаемость клеточных оболочек.

Фосфолипиды поддерживают работу таких клеточных механизмов, как ионный обмен, дыхание, биологическое окисление [364; 450]. Они влияют на процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях, где их содержание достигает 30 %. Из-за недостатка в организме рыб фосфолипидов нарушается жировой обмен, что вызывает жировое перерождение печени, нередко приводящее к патологическим изменениям этого органа. Поддерживая постоянство внутренней среды и межклеточный обмен, фосфолипиды способствуют адаптации организма к изменяющимся условиям. Входя в состав липопротеинов — транспортной формы жиров — фосфолипиды принимают непосредственное участие в передвижении липидов из кишечника, печени в организме рыб. Триацилглицерины и фосфолипиды постоянно синтезируются в клетках из образующихся там и, поступающих в процессе питания веществ, среди которых к незаменимым (эссенциальным) относятся высоконепредельные (полиненасыщенные) жирные кислоты.

Потребность в незаменимых жирных кислотах зависит от видовой принадлежности рыб, температурных условий их обитания и солености воды. Пресноводные холодноводные рыбы в основном нуждаются в кислотах линоленового ряда ($\omega 3$): линоленовой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой. В то же время, форель способна путем десатурации (образования двойных связей) легко преобразовывать линоленовую кислоту в докозагексаеновую кислоту с пятью и шестью связями. У морских рыб эта способность ограничена, и пища их должна в достаточном количестве содержать десатурированные кислоты [221; 222].

Для карпа отношение линоленовой, линолевой и арахидоновой кислот должно составлять 1:1:1.

Типичными признаками дефицита незаменимых жирных кислот являются: снижение аппетита, замедление роста, заболевания кожи, повреждение хлоридных клеток жабр, осуществляющих осморегуляцию, повышается восприимчивость рыб к инфекциям. У плавников нарушается пигментация с последующим некрозом, появляется ломкость лучей хвостового плавника. Повышается отложение жира в

печени и на внутренних органах. Большинство нарушений наблюдается у производителей до и после нереста, у ранней молодежи при голодании или недостаточно полноценном питании [324, 456].

Форель может усваивать до 25 % жира при условии, что он доброкачественный, содержащий высокий процент жирных кислот. В продукционных кормах для лососевых рыб жира содержится 10-14 %, для осетровых – 12 %, для канального сома и карпа – 6-9 % [21; 22]. При содержании липидов в комбикормах для карпа менее 2,5 % нарушается обмен веществ, что приводит к снижению эффективности использования протеина корма [321]. Вместе с тем, этот уровень может колебаться от величины содержания в комбикорме протеина: чем выше уровень протеина в комбикорме, тем больше в нем должно быть жира.

Однако, в 50-60-е года прошлого столетия рядом авторов предлагалось уменьшить количество жира в составе пастообразных лососевых кормов до 3-5 % [424; 425], т. к. в то время было распространено заболевание радужной форели с циррозными проявлениями в печени, что приводило к большому отходу рыбы. Это связывали с чрезмерным использованием жиров в рационе. Позже было выяснено, что виной этому было скармливание форели окисленных жиров, которые вызывали интоксикацию в организме рыб [213; 193].

Исследования группой ученых ГосНИОРХа под руководством проф. Т. И. Привольнева [282] установили, что включение 10 % подсолнечных фосфатидов в пастообразный рацион форели предохраняет рыб от жировой дегенерации печени и анемии. Рыба имела минимальный отход, лучше росла, количество жира в печени снижалось более чем в 2 раза при повышении общей жирности рыб, содержание гемоглобина и эритроцитов нормализовалось.

Жиры, как источник энергии обладают свойством сохранности белка в организме рыб для использования его на энергетические нужды. Японские рыбоводы при выращивании карпа в промышленных условиях увеличивали в комбикормах доброкачественные жиры до 18 %, а количество белка снижали с 45 до 29 % без ухудшения продукционных качеств. У форели сходный эффект

наблюдали при увеличении жира с 15 до 20 % и, соответственно, снижении протеина с 48 до 35 % [417].

Углеводы в питании рыб не имеют большого значения по сравнению с теплокровными животными. Рыбы не способны утилизировать большое количество углеводов. За счет низкого продуцирования инсулина углеводный обмен у многих видов рыб, особенно у хищников, носит характер диабетического, и если рыба получает избыток углеводов, развивается симптом перегрузки печени гликогеном, водянка брюшной полости, увеличение смертности. Размер печени может увеличиваться в 1,5-2 раза и более. Этот процесс усугубляется с понижением температуры воды. Важную роль у рыб играет процесс глюконеогенеза — образование глюкозы из неуглеводных предшественников (особенно из аминокислот). Подобное можно наблюдать и у высших теплокровных животных, но у беспозвоночных и рыб он играет ведущую роль.

В ходе исследований углеводного обмена рыб учеными в 80-е годы прошлого столетия был обнаружен фермент глюкокиназа, которая наряду с гексокиназой катализирует превращения углеводов в печени [229; 376]. Кроме того, доказана способность форели переваривать и усваивать полисахариды.

Степень переваримости углеводов у рыб зависит от сложности их строения и молекулярной массы. Углеводы делят на две большие группы: клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества. Клетчатка состоит преимущественно из жестких полисахаридов — целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, пектина, и др. [324]. Подавляющее большинство рыб не имеют ферментов, расщепляющих жесткие структуры клетчатки. Ее частичное переваривание у карпа, линя и растительноядных рыб осуществляется ферментами микрофлоры, населяющей пищеварительный тракт. В кишечнике растительноядных рыб (белый амур) обнаружены специфические виды микроорганизмов, интенсивно разлагающих клетчатку. Наибольшее количество микроорганизмов обнаружено в кишечниках рыб, обитающих при высокой температуре [257].

К безазотистым экстрактивным веществам относятся легкогидролизуемые углеводы, крахмал и различные сахара. Простые сахара - моносахариды (глюкоза,

галактоза и др.) - всасываются почти полностью у радужной форели, гольца, карпа, белого осетра и других видов рыб [321; 324]. Дисахариды, которые сначала подвергаются расщеплению, всасываются менее интенсивно, кроме мальтозы. Ее переваримость, например, у форели и осетра, составляет 92 %. Сахароза переваривается в среднем на 52-73 %, лактоза у форели – на 60 %, у осетра – на 36 %. Крахмал, подвергнутый сильной декстринизации, хорошо переваривается всеми видами рыб. В пищеварительном соке туловищной кишки обнаружены амилаза, хольтаза, сахараза, лактаза. Наибольшую активность проявляют ферменты, действующие на дисахара. Из них самая высокая активность характерна для мальтазы, самая низкая - для лактазы.

Оптимальный уровень углеводов в кормах для прудового карпа составляет 40-50 %, для осетровых - 14-18 %, для канального сома и угря - 40 % и выше, для тилапии – до 44 %, у лососевых рыб углеводы усваиваются в среднем на 40 %. Клетчатка лососевыми практически не переваривается [322; 274; 216; 270; 364].

Основными источниками углеводов в кормах для рыб являются растительные компоненты: зерно злаков, бобовых культур, отходы переработки масличных культур [240]. В исходном состоянии они малодоступны для большинства рыб. С появлением новой технологии - экструдирования, при которой переваримость растительных компонентов существенно повышается, этот процесс позволяет повысить доступность для рыб питательных веществ корма. В основе экструдирования используется три процесса: температурная обработка комбикормов или компонентов под давлением, механическое деформирование продукта, «взрыв» продукта во фронте ударного разрежения. При этом происходит глубокая термическая обработка (120-200 °С) под давлением (3—5 МПа). После такой обработки из экструдера выходит вспученный, пористый продукт, который легче воды. Кроме этого, происходят изменения в питательных веществах: крахмал расщепляется до декстринов и сахаров, протеины подвергаются денатурации. В связи с этим, значительно возрастает переваримость углеводов и протеина кормов, снижаются кормовые затраты и уменьшается загрязнение воды экскрементами [60; 110; 237; 300; 319; 323; 220; 334; 423].

1.2 Значение минеральных веществ в кормлении рыб

Для жизнедеятельности рыб, нормального прохождения всех обменных процессов необходимы те же минеральные вещества, в которых нуждаются и высшие животные: фосфор, кальций, магний, натрий, калий, сера, хлор, железо, медь, марганец, кобальт, цинк, молибден, селен, йод, хром, олово и др. Минеральные вещества поступают в организм рыб не только с пищей, но и непосредственно из воды путем абсорбции через жабры и кожу [249; 392; 361; 442; 48]. И. Н. Остроумова [221] отмечает, что многие растворенные в воде ионы элементов, попадая через жабры в кровеносное русло, быстрее и эффективнее усваиваются рыбой, чем полученные через пищеварительную систему. Поэтому, важным моментом в выращивании рыб является минерализация воды водоема. Так, фосфор, кальций, кобальт, магний, натрий, калий, сера и хлор активнее поглощаются из воды, чем усваиваются из корма [311; 139]. Элементы, концентрация которых в воде обычно невелика, должны поступать в организм с пищей [150]. Обычно к ним относят фосфор, цинк, йод, марганец, кобальт, селен и др. Минеральные вещества, содержащиеся в кормах, усваиваются рыбами в зависимости от формы, в которой они находятся, и сопутствующих веществ, с которыми они поступают к рыбам, а также степени обеспеченности рациона другими питательными веществами (белками, жирами, углеводами), необходимыми для полноценного обмена веществ [151]. Кроме того, потребность в минеральных элементах зависит от температуры. Чем выше температура среды, тем активнее все обменные процессы в организме рыбы, тем больше потребность в минеральных веществах [324].

Минеральные вещества по количественному содержанию в живых организмах делятся на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относят кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор, сера. Их количество в организме рыб колеблется в широких пределах, составляя более 100 мг/кг. К микроэлементам

относят железо, медь, марганец, цинк, кобальт, селен, йод и другие (содержание в пределах 0,01-90 мг/кг).

Минеральные вещества выполняют в организме рыб не только структурные функции, но и активно участвуют в метаболизме, являясь катализаторами или ингибиторами биохимических процессов. Они играют важную роль в поддержании коллоидного состояния белков и кислотно-щелочного равновесия тканевых жидкостей, обеспечивают осмотическое давление, активизируют работу ферментов, гормонов, витаминов, тесно взаимодействуют между собой [246]. Фосфор объединяет воедино белковый, углеводный, липидный, минеральный и энергетический обмены. Восемьдесят процентов фосфора находится в скелете, он вместе с кальцием входит в минеральный остов кости (кристаллы гидроксиапатита). Фосфор входит в состав разнообразных органических соединений (нуклеопротеидов, ферментов, коферментов, АТФ, АДФ, фосфолипидов), принимает участие в передаче наследственной информации, т. к. является одним из составных элементов нуклеиновых кислот. При недостатке этого элемента в корме у молоди замедляется развитие скелета, происходит деформация костей, укорачивается тело, замедляется рост. Такие же симптомы проявляются и при недостатке кальция. Если наблюдается недостаток фосфора, то нарушается кальциевый обмен. В норме соотношение кальция к фосфору в зависимости от вида рыб варьирует от 1:1 до 1:2 [377; 388]; при этом фосфор должен находиться в доступной для организма рыб форме. Количество фосфора в рационах рыб в норме должно составлять 0,6-0,7 % от массы суточного рациона. Одним из характерных признаков дефицита фосфора является задержка в росте и повышение содержания жира в теле рыб, причина этого: снижение окислительного фосфорилирования, затруднение использования липидов в качестве источника энергии и, как следствие, активизация глюконеогенеза и синтеза жирных кислот из аминокислот [416; 419].

Фосфор из кормов усваивается всего на 15 %, это связано с низкой доступностью для переваривания компонентов комбикормов, в которых он находится. Так, в рыбной муке фосфор входит в состав малорастворимых

гидроксиапатитов скелетных тканей. В зернах злаковых, бобовых и масличных культур фосфор в количестве 60-70 % содержится в малодоступных солях фитиновой кислоты (фитатах). Фосфор из фитатов не может усваиваться рыбами, т.к. у них отсутствует фермент фитаза. Наиболее эффективно фосфор усваивается (до 20 %) из неорганических соединений, однозамещенных фосфатов натрия, кальция, калия.

Большую роль в физиологических процессах организма рыб играет кальций, особенно на ранних стадиях развития. При недостатке кальция задерживается рост и развитие молоди рыб. Максимальная относительная потребность в кальции у молоди форели отмечена при достижении массы 1 г, а у молоди карпа массой около 100 мг, что совпадает с периодом усиленного окостенения скелета и развития чешуи. Низкое содержание кальция в воде снижает у рыб устойчивость к высокой температуре, изменению рН, понижается порог токсичного действия солей тяжелых металлов.

При достаточном содержании в корме фосфора и дефиците в нем кальция, это минеральное вещество может компенсироваться до 90 % за счет осмотического поступления из воды через жабры. Опыты с радиоактивными изотопами показали, что при содержании кальция в воде, равном 30 мг/л потребность в нем полностью может удовлетворяться осмотическим путем [139]. Если же вода мало минерализована, и существует дефицит кальция, то его необходимо вводить с кормами.

Мел является самым распространенным источником кальция, вводимом в рационы прудовых рыб в количестве 1-2 %. Причем положительное влияние наблюдается только при концентрации кальция до 40 мг/л и жесткости воды, не превышающей 10 °dH [324]. При более высоких дозах кальция в воде добавки мела вызывают резкое торможение роста рыб [126]. У канального сома при концентрации кальция в воде 100 мг/л отмечалось торможение роста и снижение эффективности кормления [365]. Исследования, проводимые в установках замкнутого водоснабжения, показали, что кальций в кормах в количестве 2-3 г/кг

оказывает ростостимулирующее действие независимо от содержания его в воде [254].

Магний вместе с фосфором и кальцием также играет немаловажную роль структурного элемента (фосфорнокислого магния) костей и покровных тканей рыб. Он выполняет функции катализатора окислительного фосфорилирования, цикла Кребса и входит в состав некоторых ферментов. Участвует в обмене нуклеиновых кислот, осморегуляции и образовании антител. Количество магния в теле рыб составляет около 0,3 %, причем до 40 % его находится в мягких тканях. Основная часть магния, необходимая рыбам, поступает осмотическим путем через жабры. Если в воде магния растворено менее 5 мг/л, то его необходимо дополнительно вводить в рацион. Поступление магния из воды в организм осмотическим путем напрямую связано с количеством растворенного кальция. Соотношение кальция и магния в воде должно быть 3,7:1,0 [139]. Если нарушена эта пропорция и кальция в воде больше, то магний перестает усваиваться рыбами.

Рыбам для нормального роста и жизнедеятельности необходимо магния в количестве 400-700 мг/кг корма. Потребность в магнии молоди карпа массой до 1 г в период формирования скелета составляет 0,6-0,7 г/кг корма. При дальнейшем росте молоди от 1 до 10 г потребность рыб в магнии уменьшается до 0,3-0,4 г на 1 кг корма, при массе от 10 до 100 г и более - до 0,2 г/кг [324]. Количество вводимого с пищей магния напрямую зависит от количества кальция и фосфора, чем больше в кормах этих элементов, тем больше необходимо вводить магния для нормального формирования скелета [415].

Магний животных компонентов кормов, содержащих много костей, усваивается всего на 26 %, т.к. находится в труднодоступной форме гидроксиапатитов. В растительных кормах магний находится в форме фитатов и его доступность варьирует достаточно в широких пределах, например, у форели от 35 до 87 % [448]. Дефицит этого элемента ведет за собой ряд патологических состояний: потеря аппетита, замедление роста, деформация скелета, вялость, судороги и высокая смертность.

Ионы натрия, калия и хлора выполняют основные функции по созданию и регуляции осмотического давления, играют важную роль в водном, белковом и жировом обмене. У всех животных организмов они сосредоточены преимущественно в биологических жидкостях и мягких тканях (плазме крови, межклеточных жидкостях, соке поджелудочной железы и т.п.). Натрий является главным катионом, который нейтрализует кислоты и вместе с хлором и калием является главным компонентом, определяющим осмотическое давление.

Хлористый натрий является материалом для образования желудочного сока, активизирует фермент амилазу, ускоряет всасывание глюкозы в кишечнике. Совместно с калием натрий создает трансмембранный потенциал клетки и обеспечивает возбудимость клеточной мембраны. Входит также в состав натрий-калиевого насоса, особого белка (порового комплекса), пронизывающего всю толщу мембраны. Внеклеточная концентрация ионов натрия всегда выше, чем внутриклеточная, за счет чего градиент концентрации этих ионов направлен внутрь клетки, обеспечивая активный транспорт веществ в клетку [37]. Ионы натрия не только не могут заменить ионы калия "но являются антагонистами, ингибируя работу белоксинтезирующей системы" [268].

Ионы калия, сосредоточенные в основном в клетках в виде хлоридов и белковых соединений, повышают скорость аэробного и угнетают анаэробное окисление углеводов. Вместе с ионами натрия они участвуют в процессе передачи нервного возбуждения с нерва на иннервируемый орган, а также между нейронами. Калий активизирует некоторые ферменты, участвующие в углеводном обмене.

Для сохранения солевого гомеостаза рыбы постоянно извлекают натрий, калий и хлор из воды. Морские рыбы пьют солёную воду, соли натрия всасываются из кишечника в кровь, а из крови хлоридные клетки в жабрах удаляют концентрированные жидкости, опресняя кровь и поддерживая постоянный, более низкий, чем в море, уровень концентрации солей в крови [196]. У пресноводных рыб хлоридные клетки служат для извлечения ионов натрия, калия и хлора из воды. Этот процесс сопряжен с затратами энергии, так как происходит против градиента. Энергия обеспечивается участием натрия и калия, создающих возможность

постоянного восполнения солей у пресноводных рыб с высокой эффективностью. Пресноводные рыбы способны через жабры извлекать из воды ионы натрия и хлора с миллимолярной и даже более низкой концентрацией.

Кроме водной среды, откуда поглощаются ионы натрия и хлора, источником этих элементов для рыб является поваренная соль NaCl, которая вводится в комбикорма от 0,5 до 1 % в зависимости от возраста рыбы. Соль повышает аппетит у рыб, улучшает всасываемость, стимулирует рост. У молоди проходных рыб она используется для подготовки к морскому периоду жизни. Калий вводится в комбикорма в количестве 1,6 г/кг корма [258].

Сера в организме животных представлена преимущественно в виде восстановленной сульфидной серы в составе аминокислот и большинства белков и распространена практически повсеместно в тканях и органах рыб. Сера входит в состав серосодержащих аминокислот метионина и цистина, которые принимают участие в образовании белка и других необходимых для жизни соединений (глутатион, инсулин и др.). Она участвует в окислительно-восстановительных процессах, энергетическом метаболизме и реакциях детоксикации, активизирует ферменты [37]. Некоторое количество серы поглощается рыбой через жабры из воды, но основное поступление серы в организм происходит с белками пищи и витаминами: тиамином, биотином [258].

Кроме макроэлементов во всех обменных процессах организма рыб участвуют и микроэлементы. Такие микроэлементы, как железо, медь, марганец, йод, цинк, кобальт, селен и некоторые другие являются очень важными в питании рыб [58; 136; 315; 144; 359]. Микроэлементы содержатся в живом организме в минимальных количествах, но они абсолютно необходимы для роста, дыхания, кроветворения, размножения и других жизненно важных функций. Микроэлементы участвуют в образовании скелета, в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия, активизируют ферментативную и гормональную деятельность [135; 59; 57; 144; 236; 128; 358; 326; 341].

Если эти элементы в недостаточном количестве присутствуют в тканях, системах организма, то это приводит к дефицитным состояниям,

характеризующимся особыми клиническими и гистологическими признаками. Оптимальное количество микроэлементов в кормах и в воде обеспечивает эффективность потребления кормов рыбами, индивидуальный прирост и устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

Железо относится к жизненно необходимым микроэлементам. Оно входит в состав белка крови, гемоглобина, заключенного в эритроциты, и играет важную роль в переносе кислорода к тканям. Находится в организме в виде сложных форм, соединенных с белками: миоглобин мышц, ферменты биологического окисления — цитохромоксидазы, трансферазы, каталазы, пероксидазы [324; 184]. Уровень сывороточного железа изменяется в зависимости от пола, сезона года и других факторов. У рыб резервное железо находится в печени и селезенке в виде сложных железобелковых комплексов ферритина (от 9 до 30 % железа) и гемосидерина (от 8,99 до 12,9 % железа) и расходуется, прежде всего, на образование пигмента крови [187]. Железо рыбы получают в основном с кормом. Всасывание железа происходит в основном в двенадцатиперстной кишке и верхних отделах тощей кишки, однако небольшие его количества могут усваиваться и в желудке, подвздошной и прямой кишке. Усвоение железа регулируется энтероцитами слизистой оболочки [362] и печеночным пептидом гепцидином [413]. Потребность рыб в железе колеблется в широком диапазоне — от 30 мг/кг корма у канального сома до 200—300 мг/кг у карпа и форели. Доступность железа для организма рыб зависит от формы его солей, двухвалентное железо абсорбируется значительно полнее трехвалентного [394]. В присутствии органических носителей, таких как аскорбиновая, лимонная кислоты или аминокислоты, комплексы железа становятся доступными для усвоения. В отсутствие органических носителей железо образует оксиды и гидроксиды и становится в значительной мере недоступным для усвоения [204]. Дефицит железа вызывает анемию, что ведет к изменениям в крови, уменьшается количество гемоглобина и эритроцитов, снижается аппетит и эффективность использования кормов, тормозится рост. При введении в 1 кг корма 15-20 мг железа в виде хлоридов может предотвратить развитие заболеваний [433]. Железо комбикормов мало доступно для рыб, т.к. входит в состав

труднорасщепляемых в кишечнике фитатов. Всасывание железа у рыб может тормозить также и присутствие в корме легкорастворимых солей фосфора [448]. Большие концентрации железа вызывают нарушение проницаемости биологических мембран, снижают активность пищеварительных ферментов, способствуя перекисному окислению липидов [171; 255]. Оно катализирует образование гидроперекисей и пероксидов. Введение железа в корм в виде сернокислой соли может способствовать активизации этих процессов, особенно при наличии больших количеств полиненасыщенных жирных кислот рыбьего жира и вызвать разрушение витамина С [457].

Медь относится к микроэлементам, которые, находясь в структуре ферментов, активно принимают участие в клеточном дыхании [26]. В больших количествах медь находится в органах и тканях рыб с активным метаболизмом – в глазах, печени, мозгу и сердце. Рыбы получают медь из воды и корма. Дефицит меди приводит к торможению роста, нарушению работы сердца и печени, развитию катаракты. Ее основным депо в организме является печень. По уровню концентрации меди в этом органе судят об обеспеченности рыб этим элементом. Между железом и медью имеются определенные взаимоотношения. Медь способствует всасыванию железа, необходимого для синтеза гемоглобина. Потребности карпа и форели в меди составляют около 3 мг/кг корма, атлантического лосося — 5 мг/кг [324]. Переизбыток меди может привести к некрозу печени и почек, к нарушению структуры жаберных лепестков, к снижению в печени количества витамина А, торможению роста [210; 221]. При избытке меди и недостатке в корме витаминов С, Е - естественных антиоксидантов, происходят патологические изменения в клеточных мембранах клеток печени и крови, и нарушение функции тканей. В итоге происходит гемолиз эритроцитов [369, 370]. В современных используемых кормах для рыб недостатка меди нет.

Марганец принимает участие в белковом, липидном, фосфорно-кальциевом обмене, тканевом дыхании, регулирует окислительно-восстановительные процессы, способствует образованию половых продуктов. Он входит в состав большинства ферментных систем. Стимулирует синтез и депонирование

аскорбиновой кислоты в тканях, усвоение и расход витаминов А, Е, К [308]. Марганец поступает в организм рыб в основном с кормами. Всасывается не менее 5 % марганца, содержащегося в рационе, на этот процесс влияет источник углеводов, присутствие фитата и животного белка, содержание в рационе других микроэлементов [191]. Поглощенный марганец быстро переносится в печень, появляется в желчи и экстретируется с фекалиями. Основным депо марганца является скелет, где он присутствует преимущественно в виде неорганических соединений. Даже небольшое повышение марганца в корме с 17 до 22 мг/кг снижает его расход из скелета на 66 % [240]. Марганец обладает липотропным действием, являясь активатором супероксидисмутаза – ферментов, обезвреживающих продукты перекисного окисления липидов. Дефицит марганца может привести к жировому перерождению печени.

Потребность в марганце от 2-3 (канальный сомик) до 12-13 мг/кг (карп, форель, угорь). Дефицит марганца проявляется в снижении аппетита и эффективности кормления, дистрофии печени, короткотелости, аномальном развитии скелета, задержке роста, в увеличении смертности, низком выклеве эмбрионов лососевых из икры [398; 416]. Одной из патологий, встречающихся при дефиците марганца у рыб, является развитие катаракты глаз. Это заболевание вызывается не столько недостатком марганца, сколько взаимосвязанностью его обмена с другими элементами, в данном случае с цинком.

Цинк также играет важную роль в работе многих органов и систем организма рыб. Является структурным элементом инсулина, фермента поджелудочной железы и участвует в углеводном обмене. Много цинка в половых железах – поэтому он влияет на воспроизводительные функции рыб. Цинк входит в состав эритроцитов, органов зрения, дыхательного фермента карбоангидразы, которая ускоряет диссоциацию угольной кислоты на воду и угольный ангидрид и, таким образом, обеспечивает выделение CO_2 из организма, усиливает действие адреналина. Недостаток цинка приводит к торможению роста, к таким патологическим состояниям, как воспаление, эрозия плавников и кожи, уменьшение содержания цинка в костях и к повышению смертности. Этот

микроэлемент поступает в организм рыб через жабры из воды и с кормами. По данным Н. Ю. Евтушенко [105] содержание цинка в мышцах, печени и других органах изменяется у карпа в одинаковой степени как при поступлении его перорально с кормами, так и через жабры, что свидетельствует о равном значении этих путей поступления микроэлемента в организм рыб. Потребность в пищевом цинке для карпа, форели, канального сомика и тилляпии составляет 15-30 мг/кг [324]. Доступность цинка из кормов варьирует в пределах 22-72 %. Цинк, как и марганец, плохо усваивается из некоторых видов рыбной муки (особенно из белой, содержащей много костей), что обусловлено высоким содержанием кальция и фосфора в составе гидроксиапатитов костной ткани [258]. В связи с разным количеством рыбной муки, содержащейся в рационах, рекомендуется вводить дополнительно серноокислый цинк в корма для карпа и форели из расчета 20 мг на 1 кг корма [437; 438].

Кобальт является одним из составных элементов гормонов, витаминов, выполняет важную биологическую функцию в формировании ретикулоцитов и увеличивает интенсивность созревания эритроцитов в костном мозге [165]. Кобальт принимает участие в синтезе жирорастворимых витаминов А, D, E, витаминов группы В и аскорбиновой кислоты, увеличивает усвоение железа, подавляет развитие кишечной палочки и других патогенных микроорганизмов [186]. Кобальт входит в структуру витамина В₁₂ и составляет 4,5 % его молекулы. Большинство животных, в том числе и рыбы, нуждаются в кобальте для обеспечения синтеза витамина В₁₂ кишечной микрофлорой. Кобальт поступает в организм рыбы через жабры и с пищей [139]. При недостатке кобальта снижается резистентность организма к возбудителям заболеваний, темп роста, жизнеспособность. С середины прошлого столетия проводились исследования по введению кобальта в водоемы, где выращивалась рыба с целью обогащения рационов рыб этим элементом через трофические цепи, а также введения его непосредственно в комбикорма [271; 302]. При введении в тестообразные комбикорма солей хлористого кобальта, наблюдалась не только стимуляция роста сеголетков карпа, но и улучшалось их физиологическое состояние, повышалась

эффективность использования корма. Потребность форели в кобальте составляет около 0,05 мг/кг корма, карпа — 0,1 мг/кг [255]. Увеличение его содержания до 1,2 мг/кг [418] может стимулировать рост рыб. Избыток кобальта вызывает патологические изменения в крови, а также приводит к замедлению роста рыб [303].

Селен, входя в структуру глутатион-пероксидазы совместно с токоферолом (витамином E), выполняет важную функцию в организме рыб по предотвращению накопления в клетках гидроперекиси и органических перекисей в результате обменных процессов. Поступая из воды через жабры, селен разносится кровью по всему организму и находится в тканях в основном в неорганической форме; поступив в печень, переходит в органическую форму, и в случае его избытка может выводиться из организма. Рыбы обладают выраженной способностью аккумулировать селен из воды и корма. Однако большинство территорий России дефицитны по селену. Его избыток в почвах и в воде обнаружен только в ряде биогеохимических провинций Южного Урала и Тувы, поэтому пища - основной источник селена для рыб. Потребность в селене у различных видов рыб варьирует в пределах 0,15-0,50 мг/кг корма [258]. Потребность радужной форели в селене колеблется в пределах от 0,15 до 1,25 мг/кг корма, карпа — 0,15-0,25 мг. Корма, содержащие около 2 % и более рыбной муки, удовлетворяют потребность рыб в селене. Хороший эффект оказывает введение селена в количестве 0,1 мг/кг в комбикорм для сеголеток карпа [101], где рыбная мука полностью заменена на кормовые дрожжи (паприн), дефицитные по микроэлементам (рецепт ВБС-РЖ-85). Селен, находящийся в комбикорме, снимает отрицательное влияние этой замены на обмен веществ, резистентность и рост рыб, улучшает физиологическое состояние молоди, повышает ее устойчивость к стрессам и выживаемость в зимний период, а также увеличивает скорость роста рыб на втором году жизни. При выращивании в аквакультуре молоди кижуча введение в корм селенита натрия (Na_2Se_3) в количестве 8,6 мг/кг улучшало ее физиологическое состояние по сравнению с состоянием диких форм. Если корма содержат большое количество полиненасыщенных жирных кислот, возникает потребность дополнительного

введения селена и витамина Е для предотвращения токсического воздействия окисленных жиров на организм рыб. Низкий уровень витамина Е усиливают влияние дефицита селена. У атлантического лосося это может привести к возникновению болезни "Хитра" или "острой спины", симптомы которой сходны с признаками недостаточности витамина Е и селена. Это заболевание чаще всего встречается при высоких (около 10 % и более) концентрациях рыбьего жира в кормах [457]. Селен преимущественно накапливается в печени, почках и репродуктивных органах рыб [69]. При дефиците селена и токоферола образующиеся гидроперекиси разрушают двойные связи ненасыщенных жирных кислот фосфолипидов клеточных мембран. В результате происходит нарушение клеточных мембран и органелл. Часто при таких воздействиях гидроперекисей повреждаются гепатоциты печени, что приводит к жировому перерождению печени, происходит разрушение оболочек эритроцитов, ведущих к развитию анемии и смертности [324]. Основными признаками недостаточности селена являются торможение темпа роста рыб, снижение активности глутатион-пероксидазы в плазме крови и печени. Возможно снижение гематокрита, повышение содержания в теле жира и воды, патологические изменения в клетках спинного мозга. У форели наблюдается геморрагический экссудативный диатез, обусловленный нарушением проницаемости клеточных оболочек и гемолизом эритроцитов. При значительном дефиците селена возрастает смертность рыб, в анамнезе которой были признаки анемии. Недостаток токоферола и селена тормозит превращение метионина в цистин, вызывая его дефицит. В настоящее время доказано, что селен участвует в метаболизме тиреоидных гормонов, является компонентом дейодиназ, которые участвуют в конверсии тироксина в трийодтиронин, осуществляя дейодирование наружного кольца тироксина. В 90-е года прошлого столетия было установлено, что один из важных ферментов, ответственных за конверсию тироксина в 3,5,3' - трийодтиронин – 5' - йодтиронин дейодиназа щитовидной железы типа 1 является селеноэнзимом. Это объясняло, почему при селенодефиците нарушалась конверсия тироксина в трийодтиронин, т.е. была определена роль селена в действии тиреоидных гормонов [335].

Селен и его соединения стимулируют синтез белков, в том числе фракцию иммуноглобулинов, повышая иммунный статус организма, улучшают процессы тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования, стимулируют рост организма.

Потребность рыб в макро- и микроэлементах определяется рядом факторов. Прежде всего, это качественное и количественное соотношение минеральных веществ в комбикормах, доступность форм, в которых они находятся. Немаловажное значение имеет количество и процентное соотношение растворенных в воде минеральных солей, а также наличие в рационах других питательных веществ (белков, жиров, углеводов), необходимых для нормального прохождения обменных процессов [324]. Дисбаланс количества минеральных элементов может привести к снижению продуктивности, воспроизводительных способностей, ослаблению иммунного статуса, возникновению заболеваний и даже к гибели животных [257; 316; 411].

Микроэлементы в кормах находятся в составе органических и неорганических соединений и отличаются прочностью связей и эффективностью усвоения их в организме. Многими исследователями отмечено, что неорганические соединения микроэлементов не полностью усваиваются в желудочно-кишечном тракте животных. Большинство минеральных элементов из кормов усваиваются животными лишь на 25-30 % [10; 25; 159].

Введение в рацион микроэлементов в форме неорганических соединений имеет ряд недостатков:

- в организме с трудом всасываются свободные ионы металлов, несущие электрический заряд;
- в присутствии карбонатов, а также в жесткой воде, образуются плохо растворимые, неусваиваемые организмом соединения ионов металлов;
- все соли микроэлементов, используемые в качестве кормовых добавок, гидролизуются с образованием практически нерастворимых гидроксидов, которые выводятся с калом;

- в составе премиксов ионы металлов минеральных солей являются катализаторами окисления витаминов, поэтому ценность премиксов зачастую снижается.

Изучение минерального состава кормовых средств и продуктов животноводства показало, что переходные металлы находятся в них в связанной с белками форме так же, как и селен, который обнаруживается в основном в виде аминокислоты - селенометионина. Включение в рацион животных неорганических микроэлементов восполняет дефицит этих минералов лишь на время. Решение данной проблемы состоит в использовании в кормлении хелатных соединений биогенных элементов с органическими лигандами, которые проявляют разные виды биологической активности в животном организме.

В настоящее время более глубоко изучены молекулярные механизмы действия различных минералов, физиология всасывания микроэлементов в желудочно-кишечном тракте. В частности, доказано, что фитиновая кислота образует комплексы с переходными металлами, включая цинк, медь, железо и марганец, которые с трудом всасываются. Полифенолы, некоторые сахара и клетчатка также способны связывать ионы металлов в пищеварительном тракте животных. Кроме того, антагонистические взаимодействия происходят между самими ионами металлов со схожей электронной структурой и валентностью. Например, железо, марганец и кобальт конкурируют друг с другом в процессе их всасывания. Марганец и кобальт при низком потреблении железа усиленно всасываются, т.к. снижается конкуренция в местах их связывания и адсорбции. Наибольшие потери металлов в желудочно-кишечном тракте происходят в результате реакции гидрокси-полимеризации.

Основные металлы можно разделить на две группы. Первую группу составляют металлы, которые хорошо растворяются при различных величинах pH. Это натрий, кальций, магний и др. Вторая группа – металлы, вступающие в реакции гидрокси-полимеризации, их также называют гидролитическими металлами. К ним относят алюминий, марганец, цинк, медь и железо. Эти металлы легко растворимы в кислотной среде. Однако при подщелачивании среды в тонком кишечнике

молекулы воды, с которыми они связаны, быстро теряют протоны с образованием гидроксид-соединений для поддержания своеобразного равновесия. Это часто приводит к полимеризации металлов, после чего они выпадают в осадок и их всасывание становится невозможным. Таким образом, химические особенности металлов влияют на эффективность их всасывания. Существуют механизмы, еще более усложняющие этот процесс. Так, в ходе пищеварения питательные вещества содержимого кишечника, включая гидролитические металлы, направляются к ворсинкам тонкого кишечника. Для того, чтобы произошло всасывание гидролитических металлов, они должны быть защищены от гидроксид-полимеризации и пройти через два функциональных барьерных слоя, которые на порядок толще, чем липофильная мембрана энтероцитов. Мукозный слой кишечника образуется и секретируется гоблетными клетками в кишечной мукозе, где он действует как защитный барьер и транспортная среда. Мукус состоит из больших значительно гликолизированных белков (муцинов) с молекулярной массой до 20 тыс. дальтон. Муцины также содержат много сульфатных групп (сульфо-муцины) и карбоксилатных групп (сиаломуцины), что создает отрицательный заряд мукозного слоя. Это объясняет его высокую аффинность и способность связывать катионы металлов. Благодаря таким его свойствам, трехвалентные катионы связываются прочнее, чем двухвалентные, а они в свою очередь связываются сильнее, чем одновалентные. Чем выше валентность металла, тем ниже скорость его проникновения через мукозный слой. Прочное связывание с мукусом трехвалентных ионов также объясняет, почему двухвалентное железо всасывается значительно лучше, чем трехвалентное. Несмешивающийся водный слой кишечника расположен в непосредственной близости от мукозного. Вместе они создают своеобразный водородный показатель на уровне семи, среда здесь слегка кислая или нейтральная, которая поддерживается на постоянном уровне. Поскольку pH (кислотность) влияет на заряд и растворимость металлов и металл-лиганд комплексов, кишечный микроклимат регулирует всасывание металлов в тонком кишечнике. Лигандом может стать молекула или ион, содержащие атом с парой электронов, которые могут быть использованы для связи с металлом. Ион

металла в комплексе соединен с лигандом донорной связью, включая атом кислорода, азота или серы. Структура, где лиганд связан с металлом посредством двух или более атомов-доноров, называется гетероциклическим кольцом, а сформировавшиеся продукты – хелатами (слово происходит от греческого «chele» - «клешня краба»). В литературе представлено достаточно доказательств того, что аминокислоты и короткие пептиды – наиболее приемлемые лиганды для хелатирования переходных металлов и защиты их в кишечнике от нежелательных взаимодействий. Когда в роли лигандов выступают отдельные аминокислоты, образуются так называемые «аминокислотные хелаты металлов».

Хелатами называют комплексы микроэлементов с органическими соединениями (с протеином, пептидами, аминокислотами). Они лучше растворяются и легче проникают через мембраны клеток, чем неорганические соединения. Это наиболее оптимальные для организма формы соединений, обеспечивающие лучшую ассимиляцию металлов, чем при введении его в рацион в неорганической или какой-нибудь другой органической форме, что в свою очередь, способствует более высокой продуктивности у животных, расхода корма на единицу прироста и снижению норм микроэлементов. Хелатные комплексные соединения имеют ряд преимуществ перед неорганическими солями: при длительном хранении не слеживаются; не нарушают pH желудочно-кишечного тракта; стирается конкуренция между биометаллами в процессе всасывания; улучшается транспорт биометаллов через стенки желудочно-кишечного тракта. Хелатирование – маскировка заряда иона, нейтральные хелаты позволяют избежать нежелательных реакций в кишечнике, которые зависят от заряда. Это приводит к следующим последствиям: предотвращается гидрокси-полимеризация и металлы эффективно доставляются к мембране энтероцитов; не происходит нежелательных взаимодействий с другими элементами корма, включая фитат и полифенолы; нейтральные комплексы успешнее проходят через заряженный мукозный слой, одинаково заряженные ионы (например, медь и цинк) не конкурируют за места связывания в муцине кишечника.

Избыток комплексных соединений депонируется во внутренних органах и расходуется по мере необходимости. Органическая часть комплексов, после отщепления микроэлементов, вовлекается в процессы обмена и служит источником дополнительной энергии или выводится из организма через выделительную систему. При передозировке такие комплексы не оказывают токсического действия на организм животных. Высокая эффективность применения микроэлементов органических форм, их более полноценная усваиваемость в живом организме позволяет сократить вводимые в рационы дозы хелатов в 3-4 раза при том же биологическом эффекте. В результате такого подхода значительно сокращается их концентрация в побочной продукции животноводства, что существенно снижает загрязнение окружающей среды. В связи с высокими требованиями экологов в странах с развитым животноводством (США, Германия, Франция), активно ведутся работы по введению хелатов в корма животным.

Биологическая активность металлов, их участие во всех важнейших метаболических процессах, в клеточном химизме зависит от их хелатирующей способности. Влияние хелатов на усвоение микроэлементов связано с их константой устойчивости (КУ). При константе устойчивости менее 13 или более 17 хелат малоактивен. Эффективен хелат в том случае, если КУ выше, чем у соединений микроэлементов с компонентами корма (выше 13) и ниже соединений в тканях организма (ниже 17). В этом случае хелатирующий агент захватывает металл из корма, транспортирует через кишечную стенку и «отдаёт» тканям. Многочисленные исследования по использованию комплексонов биометаллов в области животноводства и птицеводства свидетельствуют о целесообразности использования недостающего количества микроэлементов в рационе сельскохозяйственных животных в виде комплексонов, так как активность биометаллов в составе комплексонов, по сравнению с неорганическими солями, намного выше. Кроме того, частично или полностью стирается антагонизм между элементами, ингибируются многочисленные факторы корма, абсорбции биоэлементов, повышается доступность микроэлементов и т.д. [103; 296]. Комплексные соединения металлов оказывают влияние практически на все виды

обмена. По мнению Р. Г. Бинеева и В. В. Логинова [28] механизм положительного действия хелатокомплексных соединений связан с тем, что они имеют меньшую реактивную способность по сравнению с ионами металлов, исключают образование неусваиваемых или малоусваиваемых соединений, более активно включаются в соответствующие биохимические циклы. При использовании хелатных комплексов в кормлении сельскохозяйственных животных была получена более высокая продуктивность, чем от применения солей меди, кобальта или йода [124; 170; 172; 173]. Хелаткомплексные соединения более устойчивы к внешнему воздействию по сравнению с «открытыми» комплексными соединениями. Исследования под руководством Б. Д. Кальницкого [129] и ряда других ученых показали, что биологическая доступность микроэлемента (железа, марганца, меди и кобальта) из аминокислотных солей выше, чем из соответствующих сульфатов. Особый интерес представляют соединения металлов с аминокислотами. При образовании таких соединений наблюдаются изменения их химических и биологических свойств, причем ионы металлов в сочетании с аминокислотами становятся менее токсичными и могут катализировать различные биохимические процессы. Хелаткомплексы меди и кобальта с аминокислотами способны не только активизировать важнейшие ферментные системы, но и оказывать стимулирующее действие на синтез белка [171; 130].

В последнее время в практике рыбоводства стали применять хелатные соединения минеральных веществ. Были проведены исследования по изучению влияния аспарагинатов (соли аспарагиновой кислоты) железа, меди, марганца, цинка и кобальта в составе комбикормов для карпа в количестве 10 % от общепринятой нормы данных микроэлементов на рост, развитие, эффективность использования кормов. Аспарагиновая кислота (аминоянтарная кислота, аспартат) - органическая алифатическая аминокислота, одна из 20 протеиногенных аминокислот организма, встречается во всех организмах в свободном виде и в составе белков. У растений аспарагиновая кислота является носителем микроэлементов от корней к листьям и способствует их накоплению. Такой же эффект происходит и в организме животных. Было доказано, что хелатные

соединения положительно влияют на обменные процессы организма карпа, способствующие повышению рыбопродуктивности. Кормление годовиков карпа, при выращивании в садках, гранулированными комбикормами с аспарагинатами микроэлементов позволило за 1 сезон увеличить их массу с 21,3 г до 990,5 г. При этом повысился прирост на 0,9 % и сохранность на 0,2 % по сравнению с контрольной группой [86]. Оптимальная норма скармливания карпу в составе 1 кг гранулированного комбикорма составила: аспарагинатов железа - 9,35 мг, меди - 1,42 мг, марганца - 6,38 мг, цинка - 14,85 мг и кобальта - 0,14 мг. Это составляет 10,0 % от общепринятой нормы скармливания данных микроэлементов в неорганической форме. При выращивании карпа в садках на 1 кг прироста массы затрачивается гранулированного комбикорма 2,49 кг, обменной энергии 26,9 МДж, сырого протеина 832,16 г, что ниже по сравнению с группой, не получавшей аспарагинаты, соответственно на 0,08 кг, 0,86 МДж и 26,73 г. Скармливание аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта карпу при выращивании в садках, способствуют увеличению интенсивности обменных процессов и выходу съедобных частей тела на 2,21 % [87]. Использование аспарагинатов микроэлементов в кормлении карпа при выращивании в садках снижает себестоимость 1 кг карпа на 4,36 руб. и повышает уровень рентабельности производства рыбной продукции на 8,2 % [88]. Рекомендовано в целях повышения продуктивности и товарных качеств карпа, снижения затрат кормов на единицу прироста массы рыбы и себестоимости рыбной продукции, при выращивании карпа в садках использовать в индустриальном рыбоводстве в составе комбикормов для карпа аспарагинаты железа, в количестве 9,35 мг, аспарагинаты меди - 1,42 мг, аспарагинаты марганца - 6,38 мг и аспарагинаты кобальта- 0,14 мг на 1 кг корма [89].

1.3 Роль йода в жизнедеятельности рыб

Йод является одним из важнейших микроэлементов, который принимает участие практически во всех обменных процессах животного организма [223; 45;

337]. Этот микроэлемент входит в состав молекул гормонов щитовидной железы: тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3), контролирующих энергетический, белковый, липидный и углеводный обмены, а также отвечающих за развитие, нормальное функционирование нервной системы, состояние иммунитета. Недостаточность поступления йода в организм снижает уровень синтеза гормонов щитовидной железы, что приводит к ряду йоддефицитных состояний. Только йоду из всех известных микроэлементов присуще участие в биосинтезе гормонов [278; 245; 290; 380].

Щитовидной железе рыб, как и всех животных организмов, принадлежит главная роль регуляции обмена веществ, дифференциации и развития всех органов и систем организма. Причем это воздействие четко взаимосвязано с другими эндокринными железами — гипофизом, надпочечниками, половыми железами, нервной и иммунной системами. Это позволяет организму адекватно реагировать на постоянно изменяющиеся условия внешней и внутренней среды [15; 178].

В процессе эволюции щитовидная железа претерпела ряд морфологических изменений и усложнялась в своей структуре. Существует гипотеза, что древние организмы для регуляции процессов развития использовали тиреоидные гормоны растительного происхождения, в дальнейшем на основе симбиоза приобрели способность к их самостоятельному синтезу, в дополнение к внешним источникам [375]. Предпосылкой для образования щитовидной железы явилось появление способности живых организмов поглощать неорганический йод в виде йодидов из окружающей среды и путем ферментативного включения концентрировать его в органических соединениях. Личиночная стадия миноги (аммоцет) явилась первым представителем позвоночных, у которой появляется прообраз щитовидной железы, выполняющей ее функции. Эта примитивная щитовидная железа получила термин подглоточная железа. По своей структуре она уже отличалась от органа с эндостилем полухордовых, в которых синтезировалась часть йодсодержащих аминокислот. Обособление подглоточной железы происходило путем выпячивания первичной пищеварительной трубки. Перед метаморфозом, в ходе которого развивается из аммоцета взрослая минога, эндостиль обособляется от глотки,

приобретая вид щитовидной железы с свободно расположенными в ней фолликулами. Повышается синтетическая деятельность, сходная с таковой при образовании тиреоидных гормонов у млекопитающих, протеаза проявляет гидролитическую активность в отношении йодированного белка, что приводит к образованию свободного тироксина и трийодтиронина. В это время концентрация тиреоидных гормонов достигает наивысшего уровня у личинки миноги. К концу метаморфоза активность щитовидной железы стремительно падает с уменьшением в плазме содержания гормонов [156]. Таким образом, прослеживается тесная связь синтетической деятельности щитовидной железы с развитием круглоротых, где тиреоидные гормоны играют ведущую роль в процессе метаморфоза.

У рыбообразных и костистых рыб щитовидная железа представлена фолликулярными клетками, которые не окружены соединительно-тканной капсулой, как у высших позвоночных животных. Фолликулярные клетки расположены в свободном состоянии одиночно или небольшими скоплениями в подглоточной соединительной ткани вдоль вентральной аорты, в структуре головной почки, по ходу кардинальной вены, реже они встречаются около сердца, пищевода и селезенки [261]. Только у хрящевых рыб впервые щитовидная железа в виде компактного органа приобретает собственную соединительную капсулу, окружающую тиреоидные фолликулы. Структурными единицами щитовидной железы являются фолликулы, которые окружены соединительнотканными перегородками. Фолликулы густо оплетены кровеносными сосудами и интенсивно снабжаются кровью. Стенка фолликула представляет собой один слой тиреоцитов, обращённых апикальными концами в полость фолликула, которая заполнена вязким коллоидом. Именно в фолликулах синтезируются и секретируются в кровь дийодтиронин (Т₂), трийодтиронин (Т₃) и тироксин (Т₄), но в большей степени тироксин (Т₄). Функциональное состояние щитовидной железы отражается в высоте тиреоидного эпителия, в размере фолликулов, степени вакуолизации внутрифолликулярного коллоида и других признаках. Когда фолликулы, заполненные коллоидом, крупные, тиреоидный эпителий имеет небольшую высоту, в отдельных участках истончается, происходит разрыв эпителиальной

стенки фолликула, и коллоид выходит в межфолликулярное пространство. В более мелких фолликулах тиреоидный эпителий достаточно высокий. Ядра овальные или округлые, занимают центральное положение или базальную часть эпителиальной клетки. Работа щитовидной железы находится под контролем гипоталамо-гипофизарной системы. При снижении секреции йодсодержащих гормонов в плазме крови повышается содержание тиреотропного гормона (ТТГ) гипофиза. Этот гормон влияет на большинство этапов обмена йода. Синтез и секреция ТТГ, в свою очередь, стимулируется тиреотропин-рилизинг-гормоном гипоталамуса (тиреолиберином). В связи с меняющимися потребностями организма взаимодействие всех этих систем осуществляет регуляцию тиреоидной функции [286; 278; 164; 111].

Экспериментально доказано влияние гормонов щитовидной железы на метаморфоз, развитие органов и рост молоди рыб, изменение характера окраски покровных тканей [33; 35; 381; 306; 384; 422]. Так, под сильным влиянием гормонов щитовидной железы находятся возрастные метаморфозы атлантического палтуса (*Hippoglossus hippoglossus L.*): перемещение глаза, изменение строения тела и окостенение костей [450]. У личинки угря (*Conger myriaster*) и азиатского паралихта (*Paralichthys dentatus*) перед началом метаморфоза повышается уровень тиреоидных гормонов, и метаморфоз не начнется без гормонального сигнала [461; 440; 445; 462]. Повышение гормонального статуса отмечено также и у видов, не имеющих ярко выраженной стадии метаморфоза – молочной рыбы или ханоса (*Chanos chanos*) и групера (*Epinephelus coioides*). У ханоса через две недели после вылупления количество тиреоидных гормонов в организме минимально, но в месячном возрасте их количество резко возрастает во время развития серебристой окраски и началом прибрежных миграций [356; 357].

На основании многочисленных исследований обнаружено, что тиреоидные гормоны у рыб в процессе онтогенеза оказывают свое действие на «общие» метаболические процессы организма, не ограниченные определенной стадией развития и «специфические», морфофункциональные процессы, связанные с так называемыми «критическими» стадиями онтогенеза [404]. В период созревания

ооцитов рыб в них переходит большое количество биологически активных веществ, в том числе и тиреоидные гормоны. Тироксин и трийодтиронин найдены более чем у 30 представителей различных видов как у осетрообразных [29; 30; 33; 441], так и у более организованных костистых рыб [391; 37].

В яйцеклетках пресноводных рыб содержание тироксина превышает содержание трийодтиронина. В период созревания гонад у морских видов содержание трийодтиронина в крови у самок превышает количество тироксина. У пресноводных видов и анадромных мигрантов такое соотношение не наблюдается [396]. В яйцеклетки рыб тиреоидные гормоны попадают с помощью белков-транспортеров. Таким белком является вителлогенин [452; 445]. Поступление тиреоидных гормонов в яйцеклетки совпадает с трофоплазматическим ростом гонад, во время которого наблюдается высокий уровень гормонов в крови [339]. Так, у анадромных видов рыб (лососевых и осетровых) наибольшее поглощение генеративной тканью сывороточных тиреоидных гормонов происходит при переходе с IV к V стадии зрелости гонад [98; 31]. Усиление деятельности щитовидной железы отмечается у половозрелых рыб в преднерестовый период и имеет видовую специфичность [117]. У эмбрионов многих видов рыб общее содержание гормонов меняется, уменьшаясь в период развития и увеличиваясь перед выклевом. У костистых рыб это связано с началом функционирования щитовидной железы зародыша [408; 30; 33]. При переходе в личиночную стадию не у всех видов рыб повышается содержание тиреоидных гормонов. Так, у личинок лососевых рыб зарегистрировано кратковременное повышение тироксина при выходе из нерестового бугра [391; 338]. У личинок осетровых рыб повышение уровня тироксина в тканях происходит волнообразно, причем максимальные значения наблюдаются на стадиях выклева, перехода к экзогенному питанию, а также перед началом малькового периода [29; 441]. Активность щитовидной железы меняется в течение жизни, постепенно падая в процессе старения.

Повышение активности работы щитовидной железы с выработкой тиреоидных гормонов у рыб вызывается весьма разнообразными внешними факторами. Они могут зависеть от времени года, характера питания, изменения

солености воды и т.д. В. Baggerman [331; 332] экспериментально установила, что при переходе молоди лосося из пресной воды в соленую под действием тиреотропного гормона (ТТГ) усиливалась тиреоидная активность щитовидной железы и происходило смещение осмотического оптимума в сторону большей солености воды. Тиреоидные гормоны в дополнение к своей морфогенетической функции, в критический период развития осетровых играют роль адаптогенов, повышающих устойчивость «воспроизведения» онтогенеза в поколениях, что оправдывает и расширяет смысл данного им определения как «благоприятствующих» гормонов [354]. У осетровых рыб жизненный цикл связан с протяженными миграциями, являющимися выражением их значительной адаптационной пластичности, импринтинг химических сигналов среды у них поддерживается тиреоидными гормонами.

Йод, являясь эссенциальным элементом, поступает в организм рыб из воды через жабры и извлекается из кормов в пищеварительном тракте. Морская вода содержит значительное количество йода, поэтому морские рыбы не испытывают дефицит в этом элементе. Богатым источником йода в пище рыб являются морские растения и другие гидробионты. В морских растениях содержание йода бывает очень высоким. Бурые и красные водоросли могут накапливать йод в сотни раз больше, чем его содержится в морской воде [143]. В пресных водах содержание йода может быть в десятки раз меньше, чем в морской воде, поэтому пресноводные рыбы зависят от источника йода в корме. В России существует много биогеохимических районов с дефицитом йода в почвах, воде и растительных кормах. В этих районах количество йода не превышает 0,0002-0,002 мг/л. Поэтому пресноводные рыбы больше зависят от источника йода в пище. По свидетельству разных авторов потребности рыб в йоде могут варьировать в пределах 1,0-4,0 мг/кг. На начальных этапах развития рыбы могут увеличивать содержание йода и статус тиреоидных гормонов в организме за счет кормовых объектов: зоопланктона и зообентоса, которые в свою очередь получают йод из бактерий и фитопланктона. Ткани олигохет, дафний, личинок хирономуса могут содержать от 17 до 100 нг/г тироксина. Эти показатели выше, чем количество Т4 у личинок осетровых рыб на

стадии начального питания (19,5 нг/г). Учитывая, что в первые дни питания личинки потребляют корм до 50 % от массы тела, то очевидно, что в период начального питания идет большое количество гормонов извне в дополнение к общему количеству тиреоидных гормонов, содержащихся в организме личинок рыб [35]. После потребления личинками бестера (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) богатых гормонами личинок мотыля и живых дафний уже через три дня тиреоидный статус изменяется в направлении, свойственном молодежи осетровых рыб с высокой интенсивностью роста [32; 36]. У осетровых рыб высокий тиреоидный статус в раннем онтогенезе обеспечивает их приспособительные реакции, в том числе, поведение, а также определяет развитие и дефинитивное состояние морфологических признаков рыб одного вида при разных режимах онтогенеза [38]. Вовлеченность тиреотропных гормонов в регуляцию онтогенеза рыб экспериментально подтверждена на примере значительного числа видов костистых рыб с разной степенью выраженности метаморфных преобразований. Тиреотропные гормоны оказывают большое влияние и на дефинитивный фенотип, а точнее на сериальные элементы фенотипа (число чешуй в боковой линии, лучей в парных и непарных плавниках, глоточных зубов) и пластические признаки [262; 313; 64; 137]. В дикой природе гормональный дефицит у рыб может иметь серьезные последствия, поскольку такие рыбы окажутся более легкой добычей для хищников [344].

Взаимосвязь между недостаточностью поступления йода с пищей и водой и гипофункцией щитовидной железы впервые была установлена в 1914 году D. Marine [403] на примере озерных форелей. Недостаток йода, поступающий с пищей, приводит к угнетению роста, искривлению формы тела, недоразвитию плавников еще до появления признаков гипертрофии щитовидной железы [457; 221]. На ранних стадиях развития недостаток йода может привести к замедлению резорбции желтка, торможению развития желудочно-кишечного тракта, плавников, хрящей нижней челюсти [399]. У осетровых наблюдаются дефекты развития: несращение обонятельной перегородки, недоразвитие плавников, и спиральной кишки, искривление формы тела [34]. Дефицит йода нарушает

синтетическую активность щитовидной железы, при этом соединительная ткань разрастается, и образуется зуб. Угнетение работы щитовидной железы может происходить и под влиянием радиоактивного йода. Так, при введении соединений радиоактивного йода незрелым форелям они не росли линейно, наблюдалось карликовость, нарушалась координация движения, усиливалась пигментация головы, возникала анемия. Это сопоставимо с кретинизмом у млекопитающих [286; 156].

Йод аккумулируется в тканях рыб. Количество накопленного йода в тканях рыб зависит от вида, возраста и физиологических особенностей рыб [142; 70]. Установлено, что содержание йода в коже может превышать количество йода в мышечной ткани в десятки раз [439; 352]. Накопление йода в рыбе подвержено меж- и внутривидовым колебаниям, которые зависят от популяционной принадлежности рыб из различных акваторий мира. Исследования по определению количества йода в морских и пресноводных рыбах проводятся как за рубежом, так и в России. В 2010 году иранские ученые провели исследования по определению содержания йода в мышцах двух промысловых видов рыб: красного горбыля (*Otolithes ruber*) и индо-тихоокеанской королевской макрели (*Scomberomorus guttatus*), пойманных в Персидском заливе. Среднее значение йода в красном горбыле составляло $195 \pm 108,9$, в индо-тихоокеанской королевской макрели - $179 \pm 93,39$ мкг на кг сухого веса [330]. В Эфиопии учеными также проводились исследования по определению аккумулированного йода в мышцах морских и пресноводных рыб. Было выявлено, что содержание йода в морских видах рыб превышало содержание йода в пресноводной рыбе в 5-10 раз [355].

Наши соотечественники определяли аккумулированный йод в мышцах пресноводных и проходных рыб. Было выявлено, что у щуки (*Esox lucius*) и у судака обыкновенного (*Stizostedion lucioperca*) в верховье Волги йод накапливается в среднем в количестве 557 ± 137 и 470 ± 65 мкг/кг сырой массы. У проходных рыб Каспия наибольшее количество йода было обнаружено у русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) и белуги (*Huso huso*), соответственно, 232 ± 85 и 200 ± 92 мкг/кг сырой массы [142; 70].

1.4 Проблема йоддефицитных состояний и пути их решения

Йод относится к группе незаменимых минеральных веществ, которые постоянно содержатся в живых организмах, включаются в обмен веществ, входят в состав биологически активных соединений [223; 46; 337]. Йод рассеян во всех объектах биосферы, лито- и атмосфере, природных водах и живых организмах. Он не образует самостоятельных месторождений и является исключительно подвижным мигрантом. Основным его резервуаром служит Мировой океан. В природе йод находится в различных соединениях - органических и неорганических, значительная его часть представлена йодидами и йодатами. Концентрация йодида в морской воде составляет 50–60 мкг/л, а в воздухе - около 0,7 мкг/м³. Ионы йодида под воздействием солнечного света окисляются в элементарный йод (I₂). Соединения йода, растворенные в каплях морской воды, попадают в атмосферу и переносятся ветрами на сушу. Содержание йода в почвах различных регионов земного шара имеет значительные колебания (от 0,1 до 40 мкг/кг), но в некоторых прибрежных областях Японского моря содержание йода может достигать до 135 мкг/кг [141; 123]. Как правило, горные районы из-за своей удаленности от моря оказываются бедными по содержанию йода в воздухе, воде и почве. Однако дефицит йода может встречаться и в областях, расположенных ниже уровня моря, если они удалены от океана, например, в центральных областях Африки [414] или (в меньшей степени) Европы и даже таких прибрежных районах Европы, как Нидерланды, Финляндия и Греция [329; 453]. В Российской Федерации наиболее тяжелая обстановка сложилась на обширных территориях Среднего и Верхнего Поволжья, Северного Кавказа, Урала, Западной и Восточной Сибири, в частности в Магаданской области [72]. В этих регионах частота йоддефицитных заболеваний от 25 до 40 % (в Республике Тыва — от 64 до 80 %). В областях России, пострадавших от радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС, выявлена йодная недостаточность и многочисленные заболевания щитовидной железы. На фоне йоддефицита влияние радиации

способствовало злокачественному перерождению уже измененной ткани щитовидной железы [252].

Биологические свойства йода многообразны. Основная функция его как микробиоэлемента - проявление биологической активности через тиреоидные гормоны щитовидной железы на важные физиологические функции организма – рост, развитие, скорость метаболизма, обмен веществ [127].

Значение йода для человека, как и для всех высших животных, определяется тем, что этот элемент является обязательным структурным компонентом гормонов щитовидной железы — тироксина (Т4), содержащего 4 атома йода, и трийодтиронина (Т3), в состав которого входят 3 атома йода [27]. Поступление йода в организм является необходимым для физиологического синтеза и секреции тиреоидных гормонов, отвечающих за поддержание основного обмена и регуляция тканевого дыхания: они повышают общий метаболизм, расход кислорода и теплообразование в тканях. Без гормонов щитовидной железы или при их дефиците невозможно нормальное развитие ни одной функциональной системы организма. Многочисленные исследования показали, что йод незаменимый и специфический компонент тиреоидных гормонов. 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 тяжелых нарушений гормональной функции щитовидной железы. Это доказывает независимость и специфичность йода как незаменимого микробиоэлемента. Нарушение функции тиреоидной системы приводит к целому ряду патологических состояний и заболеваний, которые в 1980-е гг. австралийским ученым Б. Гетзелем (1983) были объединены под понятием «йоддефицитные заболевания». К ним, он отнес большую группу психических и соматических расстройств: умственную отсталость, кретинизм, врожденные аномалии, диффузный зоб, перинатальные и постнатальные патологические состояния, задержку физического развития у детей, снижение иммунитета, а также нарушения когнитивной функции у взрослых. Новый термин быстро завоевал международное признание. Официально его статус был подтвержден ВОЗ созданием Международного совета по контролю за

йоддефицитными заболеваниями [67]. По мнению Генерального директора ВОЗ Гро Харлем Брундтланд, «ликвидация йоддефицитных заболеваний станет таким же триумфом здравоохранения, как ликвидация натуральной оспы и полиомиелита...» [197].

От недостатка этого микроэлемента человечество страдало более 36 веков. Йоддефицит и связанные с ним состояния были настолько распространены, что это не считалось болезнью. И все-таки медики прошедших эпох связывали наличие зоба с другими патологическими состояниями организма и искали способы избавления от него. Было замечено, что наличие зоба влияет на интеллект людей. Б. Наполеон во время Отечественной войны 1812 года отмечал, что новобранцы, имеющие зоб, плохо понимают команды, невнимательны, слабоумны и непригодны к военной службе. В первой половине XIX в. врачи стали использовать препараты йода в качестве лекарственного средства. Англичанин Уильям Прут в 1816 г. предложил использовать действие KIO_3 для лечения зоба, предварительно проверив его на себе. В 1819 г. его опыт был успешно повторен Джоном Эллиотсоном в лондонской больнице св. Томаса. В начале 20-х годов в центре внимания оказались работы женеvского врача Ж. Франсуа Куанде, который для лечения зоба использовал спиртовой раствор йода. При трехкратном ежедневном приеме по 10 капель в течение 7 - 8 дней опухоль шеи у больных значительно уменьшалась, при более длительном сроке лечения наблюдалось ее полное исчезновение. Однако прием йода вызывал побочные токсические симптомы, связанные с передозировкой или непереносимостью. Ж. Куанде первым описал симптомы токсического действия йода и рекомендовал немедленно прекращать лечение при появлении его первых симптомов. Таким образом, опасаясь токсического поражения организма, врачи были вынуждены сокращать сроки лечения зоба, что приводило к рецидивам болезни и не способствовало лечению. Тем не менее, поиски средств борьбы с зобом не прекращались. В 1833 г. идея применить обогащенную йодом соль для лечения и профилактики зоба появилась у французского горного инженера и агрохимика Ж. Батиста Боссино, который продолжительное время работал на рудниках Южной Америки. Наблюдения за

жителями предгорий Анд, где зоб был массовым явлением, и населением низменных районов океанического побережья (не страдавших зобом), употреблявшим богатую йодом природную соль из соляных шахт, привели его к мысли использовать йодированную соль в борьбе против зоба [434]. В 1854 году французский химик Г. Шатен (1850) провел исследования и сделал вывод, что причина возникновения зоба – недостаточное поступление йода в организм с водой, воздухом и продуктами питания. Изучение экологических причин развития зоба привело Г. Шатена к идее «обогащения» йодом воды в целях профилактики. А в 1896 году немецкий биохимик Е. Бауман экспериментально подкрепил гипотезу взаимосвязи недостаточного количества йода в щитовидной железе с умственными способностями человека [252]. Попытки лечения зоба применялись неоднократно – как медикаментозно различными дозировками неорганического йода, так и хирургическими операциями. И уже к началу XX столетия создались все предпосылки для перехода к массовой профилактике зоба. Первые широкомасштабные профилактические мероприятия с использованием йодированной соли были выполнены в 1916-1920 гг. Марином и Кимбаллом в Акроне (США). В нашей стране также к этому времени началась борьба с зобной болезнью и кретинизмом. Началась подготовка к проведению массовой профилактики зоба йодированной солью. За период с 1930 по 1970 гг. практически во всех эндемичных территориях СССР произошло многократное снижение заболеваемости зобом, полная ликвидация кретинизма, тяжелых форм микседемы и узловых форм зоба больших размеров. В начале 1970-х годов йодная профилактика в стране была повсеместно прекращена, а мониторинг эндемического зоба на общесоюзном и республиканском уровнях остановлен. Начался спад и в производстве йодированной соли. Прекращение профилактической работы привело к возобновлению зобной эндемии практически на всей территории СССР. В последние годы в нашей стране в соответствии с рекомендациями ВОЗ и принятыми постановлениями основное внимание в борьбе с йоддефицитными заболеваниями было уделено массовой профилактике йодированной солью, поскольку лишь незначительная часть населения имеет

возможность регулярно употреблять богатые йодом продукты. Однако из-за неустойчивости неорганических соединений йода (KI , NaI), а также неравномерного распределения йода в соли, качество йодированной соли часто бывает низким, а зачастую с нулевым содержанием йода [13]. В Российской Федерации заболеваниями щитовидной железы различных форм страдает более 50 миллионов человек, как взрослые, так и дети. В 65 % случаев причиной заболеваний щитовидной железы у взрослых и 95 % у детей является недостаточное поступление йода с продуктами питания.

Основное количество йода потребляется с пищей, так как в питьевой воде этого микроэлемента содержится мало. Поступающий в организм неорганический йод в виде йодидов и йодатов всасывается в верхнем отделе тонкого кишечника и депонируется в различных органах, главным образом в щитовидной железе. Выделение йода из организма осуществляется в основном (до 70—80 %) почками. В норме щитовидная железа аккумулирует примерно 15-20 % поступающего в организм йода, остальное его количество выводится с мочой [63]. Тиреоидный эпителий обладает свойством активно накапливать йодиды против градиента концентраций. С помощью активного процесса («йодидного насоса»), фолликулярные клетки накапливают йодид против химического и электрического градиентов: внутриклеточная концентрация этого иона обычно в 25-50 раз превышает его концентрацию в плазме крови. Этот процесс называют «захватом йода» [111]. Поступивший в щитовидную железу йод (в основном в виде йодида) включается в состав белков щитовидной железы и в том числе в основной белок щитовидной железы - тиреоглобулин - «органифицируется» [383]. Органификация необходима для связывания и удержания йода, т.к. он в таком виде уже не может покинуть железу. Тиреоглобулин содержит 115 остатков тирозина, которые потенциально могут вступать во взаимодействие с йодом. В ходе реакции I^- переводится в I^+ , который затем замещает в присутствии пероксидазы атом водорода в третьем положении ароматического кольца в тирозине с образованием монойодтирозина, затем в пятом, с образованием дийодтирозина.

Объединение двух остатков дийодтирозина (фаза конденсации) приводит к образованию одной молекулы тироксина (Т4), из одной молекулы дийодтирозина и одной молекулы монойодтирозина образуется одна молекула трийодтиронина (Т3) [18]. На последнем этапе происходит секреция и поступление гормонов в кровь [62]. Попав в кровь тиреоидные гормоны (Т3 и Т4), разносятся по организму в связанном виде с белками плазмы - тироксинсвязывающим альфа-глобулином, преальбумином и альбумином. Метаболизм гормонов заканчивается дейодированием в почках, печени, селезенке, мышцах, который проходит с участием фермента дейодиназы. Считается, что только 10-15 % циркулирующего в крови Т3 синтезировано в щитовидной железе, тогда как 85-90 % этого гормона представляет собой результат дейодирования тироксина (Т4) в периферических тканях. Причем ведущую роль в процессе дейодирования играют печень и почки, в них же происходит дальнейшая деградация тирозинов. Освободившийся йод может снова включаться в обменные процессы. Физиологические воздействия гормонов щитовидной железы столь многообразны, что их недостаток или избыток сказываются практически на всех системах органов и процессах жизнедеятельности. Гормоны щитовидной железы повышают распад белка, гликогена и усиливают липолиз. Они интенсифицируют основной обмен, увеличивают потребление кислорода тканями, тем самым активизируют окислительные процессы и увеличивают теплопродукцию [272; 299; 150; 203; 325, 283; 228; 343]. Они могут непосредственно воздействовать на процессы в митохондриях и клеточной мембране [444]. Способны совместно с инсулином и адреналином повышать захват кальция клетками, транспортировать через клеточную мембрану аминокислоты и сахара [178; 459; 458]. Большую роль тиреоидные гормоны играют в период внутриутробной и ранней постнатальной жизни. У плода и новорожденного гормоны щитовидной железы абсолютно необходимы для морфологического и функционального развития мозга и организма в целом [382; 351]. Их недостаточность в этот период приводит к недоразвитию межклеточных контактов в мозге, гипоплазии нейронов больших полушарий и задержке миелинизации нервных волокон, что влечет за собой

тяжелые неврологические нарушения, вплоть до развития кретинизма [95]. Эти гормоны обеспечивают формирование скелета, особенно в перинатальном периоде и первые 3 года жизни [267]. У взрослых недостаточность тиреоидных гормонов проявляется замедлением умственных процессов, ослаблением памяти и потерей инициативности [132]. Они участвуют в регуляции сердечно-сосудистой системы, в работе сердечной мышцы, стимулируют эритропоэз и работу желудочно-кишечного тракта, регулируют деятельность дыхательного центра, ускоряют метаболизм и клиренс гормонов, способствуют стабильному состоянию естественного клеточного и гуморального иммунитета [51; 174; 175; 140; 66; 164; 320; 301; 412; 427; 455; 379; 443; 378; 366; 367].

Потребность в йоде зависит от возраста человека и его физиологического состояния. Йод является вторым после железа минералом, признанным жизненно необходимым для человека. Потребность в йоде составляет 50 мкг/сут. у детей 1-го года жизни, 90 мкг/сут. - у детей в возрасте от 1 года до 6 лет, 120 мкг/сут. - в возрасте от 7 до 10 лет и 150—200 мкг/сут. - у подростков в период полового созревания и взрослых. Во время беременности и лактации потребность в йоде возрастает до 200-300 мкг/сут. [18; 23].

При недостатке йода, поступающего в организм, нарушается синтетическая деятельность щитовидной железы, уровень тиреоидных гормонов падает, возникает сбой практически во всех системах организма. Кроме таких йоддефицитных состояний происходит нарушение в самой щитовидной железе, что ведет к развитию заболеваний: гипертиреоза и гипотиреоза.

Гипертиреоз, или тиреотоксикоз характеризуется выработкой большого количества тиреоидных гормонов и значительным содержанием их в крови. Гипертиреоз — состояние, обусловленное избыточной продукцией тиреоидных гормонов. Наиболее часто встречаемой формой гипертиреоза является диффузный токсический зоб. В некоторых случаях гипертиреоз может быть результатом повышенного употребления пищи с высоким содержанием йода или избыточного применения препаратов йода в лечебных целях. Правда, считается, что эта причина реализуется только с наследственной предрасположенностью к тиреоидным

заболеваниям, так как длительный прием йода зачастую становится причиной так называемого йодного гипотиреоза. В больших количествах йод сам по себе подавляет йодирование тиреоглобулина, конденсацию йодтирозинов и образование тиреоидных гормонов. Причиной гипертиреоза может быть слабая связь гормонов с транспортными белками. Так 99,9 % Т4 и 99,6 % Т3 находятся в структуре с тироксинсвязывающим глобулином, остальная часть с тироксинсвязывающим преальбумином и альбумином плазмы, и только свободная фракция обуславливает биологическое действие тиреоидных гормонов. Чрезмерная секреция тиреоидных гормонов вызывает постоянное усиление диссимиляторных процессов. Худоба является типичным признаком гипертиреоза. Активация окислительных процессов ведет к повышению потребления и расхода кислорода, особенно в сердечной мышце, печени, почках. Вследствие усиленного распада гликогена в печени отмечается гипергликемия. Избыток тиреоидных гормонов тормозит переход углеводов в жиры, мобилизует жиры из депо, усиливает окисление жирных кислот, ускоряет распад холестерина. Даже небольшое изменение в уровне тиреоидных гормонов связано со значительными расстройствами психических и когнитивных функций. Наступает снижение памяти и интеллектуальных возможностей, наблюдается потеря прежних навыков, эмоциональная тупость, монотонное благодушие. При тяжелых формах гипертиреоза развивается Базедова болезнь.

Гипотиреоз возникает при недостатке содержания в сыворотке крови гормонов Т3 и Т4. При постоянном недостаточном поступлении йода в организм нарушается функционирование тиреоидной системы, снижается синтез и секреция основного гормона щитовидной железы – тироксина, что по принципу обратной связи дает сигнал гипофизу к выработке ТТГ. Щитовидная железа под действием ТТГ начинает активно захватывать йод из крови и синтезировать в целях экономии большее количество Т3 в кровь [454]. В зависимости от патогенеза различают следующие виды гипотиреоза: первичный (тиреогенный), вторичный (гипофизарный), третичный (гипоталамический) и тканевой (периферический). В подавляющем большинстве случаев гипотиреоз является первичным, то есть

связанным с заболеванием самой щитовидной железы. Врожденные гипотиреозы чаще всего обусловлены недоразвитием железы, ее дис-, гипо- или даже аплазией. Особенно часто аплазия железы наблюдается в очагах с недостаточным содержанием йода в окружающей среде.

Приобретенные формы первичных гипотиреозов возникают главным образом в результате аутоиммунных, воспалительных, опухолевых процессов в щитовидной железе, приводящих к деструктивным или атрофическим изменениям в железе. Поражение фолликулярных клеток щитовидной железы является результатом действия аутоантител как на антигены тиреоглобулина, так и на микросомальный антиген тиреоидной пероксидазы. Встречаются формы гипотиреоза, которые являются следствием травмы, случайного удаления значительной части железы, результатом передозировки радиоактивного йода и других тиреостатических препаратов.

В основе вторичного гипотиреоза лежит нарушение функции аденогипофиза, когда уменьшается выработка ТТГ или он секретируется с низкой биологической активностью. Причиной тому могут быть инфекции, сосудистые расстройства, опухоли, облучение гипофиза.

Третичная форма гипотиреоза обусловлена нарушением синтеза и секреции тиролиберина гипоталамусом. Обнаружена форма гипотиреоза, получившая название периферического, которая обусловлена снижением чувствительности тканей к тиреоидным гормонам. Эта форма гипотиреоза носит наследственный характер. В последние годы удалось получить доказательства, что одной из возможных причин периферического гипотиреоза является мутация гена, ответственного за синтез рецептора к тиреоидным гормонам. Из трех изоформ рецептора к тиреоидным гормонам — α -рецептора, β_1 - и β_2 -рецепторов — в большинстве случаев периферического гипотиреоза наблюдается мутация генов β_1 - и β_2 -рецепторов, что приводит к снижению их чувствительности к гормонам щитовидной железы. Из ведущих симптомов гипотиреоза нужно отметить сниженный аппетит, плохую прибавку массы тела, мышечную гипотонию, задержку физического развития. Недостаточность гормонов щитовидной железы

приводит к снижению физической активности, вялости, увеличению фолликулов щитовидной железы, формированию зоба. Под зобом или струмой понимают стойкое увеличение размеров щитовидной железы, которое является результатом ее гиперплазии [15; 63; 333; 350; 435; 454; 402; 460; 464; 363].

Для профилактики йодной недостаточности наиболее эффективным и экономически доступным методом является регулярное включение в рацион пищевых продуктов, обогащенных йодом. Большое количество йода содержится в морских гидробионтах: морской рыбе, бурых и красных водорослях, морских губках. Водоросли *Laminaria*, *Fucus* накапливают йод в количестве, которое превышает содержание йода в морской воде в 30 тыс. раз и составляет до 1 % сухого веса [193; 48; 275; 276]. Много этого микроэлемента в спонгине, веществе, из которого состоит скелет губки. Здесь йод соединен с аминокислотой тирозином, т.е. находится в той же форме, что и в щитовидной железе высших животных [13].

Для обогащения пищевых продуктов йодом применяются: йодид калия, йодированные дрожжи, ламинария, йодказеин, «Йоддар», «Монклавит-1» и др. [67; 293; 269]. Продукты животного происхождения являются важным источником йода для человека. В Германии 37 % йода поступает населению этой страны через молоко и молочные продукты. Йод, который жители Дании потребляют с молочными продуктами, достигает 44 % [420].

В настоящее время широко ведутся исследовательские работы по обогащению йодом кормовых рационов сельскохозяйственных животных с целью повышения продуктивности и получения йодированной сельскохозяйственной продукции [176; 269; 198; 121; 285; 109; 152].

1.5 Применение йодсодержащих препаратов в животноводстве

В организме позвоночных животных, в том числе и сельскохозяйственных, йод выполняет те же функции, что и в организме человека. Он также ответственен за нормальное прохождение всех обменных процессов, состояния иммунитета и жизнеспособности. Недостаток йода приводит к торможению синтеза тиреоидных

гормонов в щитовидной железе, вследствие чего снижается уровень окислительно-восстановительных процессов в клетках, нарушаются белковый и углеводный обмены, процессы газообмена, сдвиги половых циклов у взрослых животных, снижается рождаемость и качество потомства, продуктивность животных [263; 13; 226; 146; 190; 397; 111; 177; 429; 360; 436; 449; 454; 432; 353].

Животным йод поступает из пищи, воды и воздуха. Многочисленные соединения йода, которые служат источником этого микроэлемента для организма, можно разделить на три группы:

- препараты, действующие свободным (молекулярным) йодом;
- вещества, диссоциирующие с образованием йодид- и йодат-ионов;
- органические соединения йода.

Всасывается поступивший с кормом йод в проксимальной трети тонкого отдела кишечника и в значительной степени в желудке [39; 97; 208; 129]. Неорганический йод преобразуется в йодиды и йодаты. Йодиды всасываются быстрее, чем йод, связанный с аминокислотами. Йодистые гормональные соединения всасываются без расщепления. Органические формы йода - йодированные аминокислоты, включая йодтиронины, хорошо усваиваются в пищеварительном тракте с образованием йодидов и в таком состоянии поступают в кровь, хотя и с меньшей скоростью. Некоторая часть связанного ими йода может быть обнаружена в кале, в составе органических метаболитов [247; 46; 125; 71; 407; 398; 395].

Содержание йода в организме сельскохозяйственных животных зависит от количества йода в рационе и в среднем находится в пределах от 50 до 200 мкг/кг массы. У мелких животных и молодняка концентрация йода в теле более высокая в связи с интенсивным обменом веществ. С возрастом происходит некоторое уменьшение концентрации йода в теле, что обусловлено снижением функциональной активности щитовидной железы [289; 233]. Йод аккумулируется в органах животных при обычном режиме кормления следующим образом: в щитовидной железе – 70 – 80 %, в мышцах – 10- 12 %, в коже – 3,4 %, в скелете – 3 %, и других органах от 5 до 10 % [61]. К числу других органов, быстро

накапливающих йод, относятся молочная железа, железы желудка, тонкий отдел кишечника, плацента, яичники, кожа и волосы. Поглощение йода щитовидной железой, выменем и отчасти яичниками сопровождается окислением йодидов и связыванием этого элемента с тирозином. В. П. Дребицкас и др. [100] установили несколько иной порядок распределения йода в организме животных в порядке убывания: щитовидная железа, кожа, волосы, мышцы, печень, почки, кровь, легкие. В тканях органов йод представлен неорганическим йодидом и органически связанным йодом с аминокислотами и белками [349].

Лактирующие животные много выводят его с молоком, отчего в их теле меньше йода, чем у нелактирующих [99]. Е. И. Смирнова [264; 266] установила зависимость между функциональной активностью щитовидной железы и удоями молока, чем выше удои, тем выше синтетическая деятельность щитовидной железы. Количество йода в молоке у лактирующих коров весьма различно, зависит от количества потребляемого йода и находится в пределах 16-144 мкг/л [25]. В норме содержание йода в молоке коров колеблется от 80 до 130 мкг/л, при недостаточности йода в рационе – только 30-80 мкг/л. Считается, что содержание йода в волосе коров и телят в количестве 1,7-3,2 мкг/кг служит показателем обеспеченности йодом организма. Активность щитовидной железы увеличивается с повышением сроков стельности. Существует прямая зависимость обеспеченности йодом стельных коров и концентрацией этого элемента в волосяном покрове новорожденного потомства [98; 309; 345].

Чтобы предотвратить дефицит йода, патологические состояния и заболевания, связанные с ним, в рационы сельскохозяйственных животных вводятся йодсодержащие добавки непосредственно в корм и питьевую воду или через растительные компоненты комбикормов, обогащенные йодом. В растениеводстве применяется ряд агрохимических приемов по применению йодистых микроудобрений, способствующих существенному увеличению йода в выращиваемой продукции. Эффект от внесения йодистых микроудобрений достигнут на овощных и зерновых культурах [314; 141; 205; 111].

Многочисленные зарубежные и отечественные исследования по использованию йода в кормлении сельскохозяйственных животных показали, что животным ежедневно необходимо 0,0025 мг йода на 1 кг живой массы. У беременных животных потребность в йоде возрастает до 0,005 мг/кг массы [279]. Йодные подкормки способствуют увеличению скорости роста и развития. Согласно данным К. П. Коновалова [149] и А. А. Алиева [9] йодная подкормка коров в эндемических районах в 3-4 раза повышает оплодотворяемость, на 20-25 % сокращает сервис-период, удои увеличиваются на 5,2-19,0 %, содержание в молоке жира - на 7-14 %, повышается резистентность новорожденных телят.

А. П. Дмитроченко [97] на основании результатов своих исследований рекомендовал вводить взрослым свиньям 0,2 мг йода на 1 кг сухого вещества корма, поросятам до 20 кг – 0,05 мг/кг сухого вещества. Такие же концентрации йода для рационов свиней рекомендовали Я. М. Берзинь и И. Т. Самохин [24]. Другие авторы утверждают, что потребность в йоде у свиней больше и с возрастом она увеличивается. Так, А. П. Онегов [209] считает, что потребность взрослых свиней живой массой 100 кг обеспечивается 1,5-2 мг йода в сутки, потребность поросят на одну голову – 0,2-0,3 мг в сутки. М. Ф. Томмэ [277] рекомендует свиньям массой 90-100 кг на голову в сутки вводить йод в дозе 0,3-0,6 мг/кг сухого вещества корма.

Введение соединений йода в рационы дойных коров повышает молочную продуктивность и жирность молока на 10-20 % [181; 244]. Потребность в йоде у молочных коров и овцематок различна и колеблется от 0,1 до 0,8 мг на 1 кг сухого вещества корма. Рекомендовано лактирующим животным давать 0,4 мг йода на 1 кг сухого вещества корма [52, 12, 102]. При кормлении растениями семейства крестоцветных следует увеличить йод до 0,8 мг на 1 кг сухого вещества корма. Крестоцветные в своем составе содержат вещество гойтрин – блокатор усвоения йода щитовидной железой.

Много исследований по применению в кормлении йодсодержащих добавок проведено в птицеводстве. По данным Я. М. Берзиня и В. Т. Самохина [24], общая потребность птицы в йоде составляет 0,58 мг на 1 кг сухого вещества рациона.

С. И. Вишняков [49] считает достаточным количеством йода для нормального роста и функции щитовидной железы у цыплят (0,3-0,4) мг на 1 кг корма. А. Хенниг [289] и В. И. Георгиевский с соавторами [61] определили, что содержание йода в кормах для удовлетворения физиологических потребностей птицы должно быть (0,3-1,0) мг/кг сухого вещества корма.

Исследования, проведенные на цыплятах-бройлерах, показали, что введенный в корма порошкообразный йодит калия, в количестве 3 мг/кг корма, снизил затраты корма на 1 кг прироста на 0,55 %, повысил живую массу на 9,2 %, увеличил среднесуточный прирост на 9,38 % и сохранность поголовья на 3 %. При скормливании курам-несушкам йодида калия в количестве 1,4 мг/кг корма было выявлено положительное влияние этого нутриента на яйценоскость и сохранность птицы. Яйценоскость увеличилась на 25,10 %, масса яиц на 9,7 % и сохранность птицы на 8,0 % [288].

За рубежом также проводятся опыты по изучению эффективности использования йода в кормлении сельскохозяйственной птицы. Чешский исследователь V. Кроурова [393] в своей работе выявила сезонную зависимость содержания йода в яйцах. Осенью и зимой курам скормливались комбикорма, обогащённые микроэлементами, в том числе йодом, вследствие чего содержание йода в яйцах увеличилось на 10-60 % по сравнению с результатами весеннего и летнего периодов. В Германии немецкие ученые вводили в комбикорма курам-несушкам йодсодержащие добавки. Ими была проведена прямая корреляция между накоплением йода в яйцах и длительностью проведения йодирования. На протяжении 4 недель наблюдалось увеличение содержания йода в яйцах. Это подтвердило предположение о стабилизации йода в процессе йодирования [386; 368]. Использование в кормлении кур йодат калия позволило проследить зависимость содержания йода в различных типах мышечных тканей кур от уровня йодирования корма. Так, при введении в комбикорма йодата калия в количестве 10 мг/кг корма, содержание йода в грудных мышцах составляло 385 мкг/кг, в печени - 525 мкг/кг, а в сердце - 295 мкг/кг.

Многими исследователями установлено, что йод не только увеличивает яйценоскость, но и повышает приросты при откорме птицы, благоприятно влияет на быстроту линьки и на скорость отрастания перьев [153; 312].

В настоящее время в животноводстве разработана и широко применяется профилактика йоддефицитных состояний несколькими путями: введением в рационы неорганических и органических йодированных добавок и парентерально: аэрозольным путем и с помощью инъекций. Хороший эффект профилактики йодной недостаточности дает применение йодированной поваренной соли. Ее применяют в виде свободной минеральной подкормки в виде брикетов-лизунцов или скармливают в количествах, соответствующих нормам обычной поваренной соли [304; 73]. Йод в поваренную соль вводят, руководствуясь стандартом в количестве 40 ± 15 мг йода на 1 кг соли в виде стабильной соли – йодата калия. Однако Г. П. Гуревичем [91] установлено, что в течение трех месяцев хранения йодированной соли, потери йода составили 65-100 %. Еще быстрее испарение йода происходит при нахождении йодированной соли в кормушках животных.

Используются также добавки калия йодид, калия йодноватокислого (KJO_3), йодистого кобальта, исходя из суточной потребности животных в этом элементе. Соли йода добавляют в премиксы, приготовленные промышленным способом [279; 260; 328; 336]. Калия йодид, содержащий около 75 % йода, в различных природно-климатических зонах и в зависимости от физиологического состояния и продуктивности применяется в животноводстве в качестве профилактики в дозах: от 1,5 до 8 мг - для взрослого крупного рогатого скота; от 0,5 до 5 мг – для молодняка крупного рогатого скота старше 6 мес.; от 0,2 до 1,5 мг – для телят до 6 мес. возраста; от 0,2 до 0,9 мг - для взрослых овец и коз; от 0,1 до 0,4 мг – для ягнят и козлят; от 0,05 до 0,2 мг – для поросят подсосных. Для высокопродуктивных и стельных коров дозы увеличивают на 50 %. Для профилактики йоддефицита у кур на птицефабриках применяют калия йодид в виде аэрозолей [281]. Лечебные дозы должны быть в 2 раза выше профилактических [265; 266; 167; 147]. В. А. Аликаев [9] рекомендует применять калия йодид только в сочетании с препаратами кальция. В этом случае его можно

добавлять в количестве 30 г на 130 кг кормовой смеси. Однако они являются нестабильными соединениями и разлагаются в процессе приготовления и хранения премиксов и комбикормов [342; 129]. Окисление йодидов катализируют соединения железа, меди и марганца, кислоты, свет и высокая влажность [172; 363]. Выделяющийся йод разрушает некоторые витамины, добавляемые в премиксы [227]. В связи с высокой летучестью йода его содержание в корме снижается в течение двух месяцев на 59 %, а в течение пяти месяцев на 78 % [168].

Широко используются препараты йода в стабилизированной форме – «Кайод» и йодид натрия [149]. Йод в добавке «Кайод» стабилизирован натрием гидрокарбоната в поваренной соли калия йодида. Выпускаются они в виде таблеток массой от 0,25 до 1,0 г, в которых йод составляет от 2,0 до 6,0 мг. Разработаны нормы введения таблеток для кормления крупного рогатого скота и овец различных регионов России. Таблетка, содержащая 3 мг йода, соответствует одной профилактической однодневной дозе для крупного рогатого скота [280]. Добавление «Кайод» в рацион цыплят и кур в дозе 5 мг на 1 кг комбикорма повышает яйценоскость кур, оплодотворяемость яиц, выход здоровых цыплят и среднесуточный прирост живой массы, а также естественную резистентность птицы. Этот препарат рекомендуется использовать ежедневно с первого дня жизни до 330-дневного возраста [93].

Калия йодид, стабилизированный цеолитами – Цейод – также дает высокий эффект для профилактики йоддефицита. Его вводят в рационы коровам в количестве 0,5-0,7 мг/кг корма и телятам 0,3 мг/кг корма в сутки. Это способствует повышению молочной продуктивности на 2,8 %, жирности молока - на 0,11 %, снижает сервис-период на 12 суток [8]. В опытах с телятами хорошие результаты показало соединение йода на основе цеолитов, которое в дозе 1 г/кг живой массы вводилось в корма в течение 30 дней. Это способствовало повышению резистентности животных и не оказывало негативного воздействия на показатели крови [155].

В. О. Мохнач [193] для профилактики дефицита йода разработал йодиол и амилойдол. Йодиол представляет собой раствор кристаллического йода или

йодида калия в поливиниловом спирте. При разбавлении водой, молоком, обратом, он растворяется и не оказывает раздражающего действия на слизистые оболочки. Н. А. Остапенко [212] при изучении влияния йодиола на убойные и товарные качества мяса индеек кросса ВIG-6 выявила, что при внесении в корма индеек йодиола в количестве 0,4 г на голову в сутки повышает мясные качества птицы, выход съедобных частей, улучшает химические показатели мышечной ткани. Отмечено, что количество йода, накопившегося в мышечной ткани на 11,1 % больше, чем в группе, не получавшей йод. Аналогичные исследования этот автор провел на перепелах, которым вводился в корма йодиол в количестве 0,1 г на голову в сутки. Было изучено влияние йодиола на клинические и биохимические показатели крови. Улучшились морфологические показатели крови, произошло повышение бактерицидной активности сыворотки крови молодняка перепелов опытных групп - на 8,12 %, лизоцимной - на 6,45 %, фагоцитарной активности крови - на 1,59 - 7,14 % по сравнению с контрольной группой [211].

Амилойодин - это йод, стабилизированный крахмалом. В 1 г амилойодина содержится 100 мг йода. Амилойодин характеризуется также высокой антибактериальной активностью и меньшей в сравнении с элементарным йодом токсичностью [104]. У жвачных животных йод хорошо усваивается из амилойодина, его рекомендуют вводить в рацион в количестве 0,1 г/кг корма [147].

«Монклавит-1» - препарат йода, представляет собой водно-полимерную систему на основе йода в форме комплекса поли-N-виниламидациклосульфойодида. Йод, содержащийся в «Монклавит-1» в полимерной форме, усиливает процессы белкового обмена веществ, способствует усвоению организмом животного фосфора и кальция, участвует в синтезе белковых соединений железа, кобальта, цинка, меди и других металлов, способствует усилению защитной реакции организма сельскохозяйственных животных. «Монклавит-1» позволяет получать обогащенную йодом сельскохозяйственную продукцию. Содержание йода в препарате составляет не менее 2,5 мг/мл. Этот препарат может применяться в качестве пищевой добавки и аэрозолей. Для обеспечения физиологических потребностей в йоде телятам и сухостойным

коровам рекомендуется вводить в рационы 0,24 мл/сутки, ремонтному молодняку 0,4 мл/сутки, коровам в период лактации 0,6 мл/сутки на 100 кг веса, для получения концентрации йода в молоке - 20 мкг/л. Для получения йодированного молока с содержанием йода 200 мкг/л дозу препарата увеличивают в десять раз. Для обеспечения физиологических потребностей в йоде кур несушек и бройлеров рекомендуется вводить в рацион 0,025–0,05 мл/сутки на голову. Для производства йодированных яиц с содержанием йода 50 мкг/яйцо - 0,175 мл/сутки. При аэрозольном распылении «Монклавит-1» в коровниках, где содержатся лактирующие коровы, позволяет получить молоко с содержанием йода от 30 до 93 мкг/л и более высокой жирностью [269]. А. В. Варюхин [42] считает, что применение «Монклавит-1» в виде аэрозоля в птичниках позволит снизить затраты и повысить эффективность птицеводства, в том числе увеличить выпуск экологически чистой продукции, обогащенной йодом.

Изучено действие йодистого крахмала на физиологические показатели цыплят-бройлеров и кур-несушек. Йодистый крахмал вводили в виде инъекций в различных дозировках под кожу птицы. Отмечено положительное влияние препарата в количестве 2-4 мг/на голову на продуктивность. Это позволило получить дополнительный привес у цыплят-бройлеров за счет интенсивного роста, снизить затраты кормов на единицу прироста. При введении йодистого крахмала в дозе 3 мг/на голову курам-несушкам повысилась яйценоскость, размер яиц, увеличился выход жизнестойких цыплят. Введение препарата положительно сказалось на химическом составе мышечной ткани и биохимических показателях крови [41; 54; 55].

Однако, применение неорганических соединений йода не всегда оправдано в связи с их неустойчивостью, в течение трёх месяцев такие комплексы разрушаются, а йод становится недоступен организму животного. Поэтому количество неорганического йода очень сложно нормировать, возможна и передозировка минеральных соединений йода. При поступлении большого количества неорганического йода, он накапливается в щитовидной железе, оказывая токсическое действие на тиреоциты, запуская тем самым аутоиммунную

реакцию, приводящую к появлению токсического зоба. Окисленный свободный йод может действовать аналогично свободным радикалам, приводя к окислению липидов, нарушению цельности клеток щитовидной железы. Ограничение использования йодата калия связано с его токсичностью. Эти соединения несовместимы также с органическими кислотами и солями многих металлов (меди, марганца, цинка, железа). Так, калия йодид в подкормках нельзя применять вместе с медью сернокислой, т.к. образуется нерастворимая в воде йодистая медь - неусвояемая для организма животных форма [253; 160; 292].

В настоящее время появилась возможность включать в рационы сельскохозяйственных животных органические соединения йода. Они проявляют высокую химическую стабильность, т.к. органический йод ковалентно связан с аминокислотами, не вступает в химические реакции с органическими веществами, присутствующими в организме. Количество органического йода, поступающего извне, контролируется через систему гомеостаза, и его расщепление протекает строго индивидуально: организм получает ровно столько йода, сколько ему нужно. Связанный йод, поступая из пищеварительного тракта в печень, под действием ферментов (дейодиназ) отщепляется от аминокислот (тирозин, гистидин) и используется для синтеза гормонов щитовидной железы. Лишний органический йод, не востребованный щитовидной железой, с метаболитами выводится из организма. Органическая форма йода уменьшает опасность его передозировки и служит гарантом нормированного потребления нутриента [295; 291; 40; 307].

Среди органических соединений особое положение занимают йодсодержащие белки. В 40-50-е годы XX века за рубежом и в СССР были проведены многочисленные исследования по использованию йодированных белков в медицине, фармацевтической и пищевой промышленности, а также сельском хозяйстве. Несмотря на полученные положительные результаты, это не нашло дальнейшего практического применения по следующим основным причинам:

- сильный разброс массового содержания органического йода, а также наличие в йодированных белках больших остаточных количеств неорганического

йода (в форме йодидов и молекулярного йода) не позволяли обеспечить нормирование органического йода при обогащении продуктов питания;

- использование химических методов йодирования белков приводило к их изменению и загрязнению молекулярным йодом и хлорорганическими соединениями, которые являлись продуктами реакции, что вызывало многочисленные побочные эффекты при их применении;

- отсутствие промышленного биотехнологического оборудования и разработанных процессов ультра- и наночистоты, сублимации, хроматографии, что не позволяло обеспечить физико-химические свойства и чистоту получаемых йодированных белков, тем более в промышленных масштабах.

В настоящее время появилась возможность получать максимально защищенные от вредных примесей и безопасные органические соединения йода.

«Йодказеин» - пищевая добавка, в которой йод прочно связан с аминокислотами остатка молочного белка казеина. Массовое содержание йода составляет 7-9 % и содержанием свободного йода не более 0,5 %. Препарат вносят в корма животных и птиц на комбикормовых заводах или кормоцехах хозяйств. Так, по данным О. С. Цыгановой [292] использование в кормлении цыплят-бройлеров йодказеина в количестве 0,7 г/т комбикорма повышает скорость роста, уменьшает расход кормов на единицу прироста, улучшает товарные качества птицы. Е. В. Шацких [307; 308] подтверждает положительное влияние «Йодказеина» на обменные процессы цыплят-бройлеров. Использование «Йодказеина» в рационе цыплят-бройлеров в количестве 0,7 мг/кг корма оказывает направленное положительное влияние на физиологические функции организма цыплят, характеризующиеся морфологической зрелостью щитовидной железы, с увеличением уровня тироксина, нормализацией активности иммунной системы организма, повышением переваримости основных питательных веществ рациона, интенсификацией роста цыплят.

Л. А. Никанова [202] в своих исследованиях на хряках-производителях использует в кормлении препарат «Прост», который содержит органический йод, связанный с аминокислотами тирозином и гистидином сывороточных белков

молока, в количестве 200 мг на голову в день. Было отмечено повышение содержания йода в крови, щетине, улучшение показателей красной крови, повышение количества тироксина, что говорит о положительном влиянии кормовой добавки «Прост» на метаболические процессы организма животных.

Проведены эксперименты по внесению в корма цыплятам-бройлерам препарата «Йоддар», где йод также находится в органической форме. При скармливании дозы 2,0 г/т корма были достигнуты наилучшие зоотехнические показатели роста и развития цыплят, снижены затраты корма на единицу прироста. Включение в комбикорма органической формы йода позволило получить мясо цыплят-бройлеров, обогащенное этим элементом [283; 284; 285; 107]. М. И. Дуниным [96] были проведены исследования по изучению влияния препарата «Йоддар» на физиологическое состояние сухостойных коров. У коров, получавших йодсодержащий препарат в количестве 300 мг в день, отмечено сокращение продолжительности сервис-периода и уменьшение заболеваемости эндометритом, улучшились биохимические показатели крови.

«ОМЭК-Ј» - биологически активная кормовая добавка, содержащая органический йод, связанный с аминокислотой тирозином остатков белковых молекул кормовых дрожжей. Исследования влияния органического йода в составе «ОМЭК-Ј» на продуктивность лактирующих коров проведены А. П. Коробовым с соавторами [152]. Было отмечено положительное влияние органического йода на молочную продуктивность коров. Анализ гормонального скрининга крови опытных коров показал положительную корреляционную связь содержания гормонов щитовидной железы трийодтиронина и тироксина в крови с содержанием йода в молоке. Было доказано, что скармливание коровам кормов с добавлением йода в органической форме в составе «ОМЭК-Ј» стимулирует поступление йода в молоко.

В последнее годы часто используются соединения йода с жирами с целью повышения биологической доступности йода у сельскохозяйственных животных и птицы [407; 129; 161]. Так чешским исследователем I. Herzig [373] был замечен йодирующий эффект препарата «Липоидол», где йод находится в форме эфиров

жирных кислот, при выпаивании его коровам и внутримышечном введении. Препарат в дозе 480 мг в 1 мл масла вводился посредством внутримышечных инъекций для профилактики йоддефицита у животных.

Как источник органического йода в кормлении животных используют бурые и красные морские водоросли, способные накапливать йод. Ламинария является доступным источником йода для животных. Водоросли используют в форме муки. В 1 кг муки из ламинарии содержится до 1000 мг йода [11; 387]. Многие исследователи рекомендуют добавлять ламинарию в корма цыплят-бройлеров, кур-несушек с целью повышения скорости роста, продуктивности, резистентности к заболеваниям [118; 119; 120; 121; 198]. В. А. Афанасьев с соавторами [225] предложил в кормлении сельскохозяйственной птицы использовать премикс, где в качестве наполнителя использовали высушенную японскую ламинарию с отрубями при следующем соотношении компонентов, мас. %: японская ламинария 50-55, углеводно-белковый растительный компонент 45-50. Курам-несушкам и цыплятам-бройлерам вводили премикс в комбикорм из расчета 1 % от массы комбикорма. Скармливание премикса курам-несушкам проводили циклами по 14-30 дней с перерывом 7-14 дней или непрерывно, цыплятам-бройлерам - непрерывно. Введение в рационы бурых водорослей позволило получить яйцо или мясо птицы с заданным повышенным содержанием в них йода при одновременном увеличении продуктивности и сохранности птицы, а также снижении затрат кормов.

По данным Р. Л. Шарвадзе [304; 305] и Е. В. Окуловой [207] ламинария в смеси с крошкой ракушки и другими морепродуктами положительно влияет на продуктивность цыплят и кур. При её скармливании живая масса цыплят увеличивается на 4,6 %, сохранность – на 2,3 %, а расход кормов на кг прироста снижается на 7,7 %. Ламинария оказала положительное влияние и на гематологические показатели крови цыплят. Введение морепродуктов в состав рационов кур родительского стада положительно повлияло не только на продуктивность, но и на инкубационные качества яиц. По данным Н. В. Евхутича

[106] можно увеличить содержание йода в яйцах, скармливая курам-несушкам японскую ламинарию, как дополнительный источник йода.

Хорошие результаты дает применение бурых водорослей и в кормлении крупного рогатого скота. Органический йод в составе ламинарии японской повышает продуктивность, физиологические качества сухостойных и лактирующих коров [199; 200].

1.6 Использование йода в рыбоводстве

Использование йодсодержащих препаратов в рыбоводстве в целях профилактики йоддефицита, повышения рыбопродуктивности и улучшения качества рыбной продукции уже давно интересует исследователей как в нашей стране, так и за рубежом. Еще в советское время ученые пытались путем внесения в водоем и в корма минеральных солей йода повысить рыбопродуктивность за счет накопления этого элемента в звеньях пищевой цепи водоема и аккумулировать йод в тканях прудовых рыб. Так, Н. В. Авдосьева [3; 4] провела опыты в прудовых хозяйствах, находящихся в йоддефицитных районах. В первом опыте йодистый калий вносился в пруды с сеголетками карпа двух- и трехкратно с интервалами в 15, 30 и 40 дней с нарастающими концентрациями йода, достигшими уровня 50 и 100 мкг/л. Во втором опыте рыбам, находящимся в садках, скармливали йодистый калий с комбикормами в дозе от 0,025 до 0,4 мг йода и бурые водоросли (ламинарию) с количеством йода 4,5-13,5 мг на 1 кг массы рыбы. Были получены положительные результаты. Внесение в пруды йода способствовало развитию естественной кормовой базы. У сеголеток карпа в обогащенных йодом прудах улучшились гематологические показатели, повысился уровень белкового, жирового и фосфорного обменов, что привело в конечном итоге к увеличению скорости роста и жизнестойкости. Поступление йода в организм рыб с кормами улучшило состояние щитовидной железы, красной крови, повысило уровень белкового и жирового обменов, стимулировало рост рыб. Добавление ламинарии в корма способствовало более высокой степени роста и накоплению йода в тканях по

сравнению с рыбами, которым скармливали неорганический йод. Это связано с органической формой йода в структуре водорослей, которая усваивается лучше организмом и активнее задерживается щитовидной железой.

По данным Л. Я. Штермана и В. Р. Слободского [318], использовавших в кормлении радужной форели бетазин и раствор Люголя, повышался уровень общего йода в организме рыб, что свидетельствует о его кумуляции. Физиологические показатели форели находились в пределах нормы, увеличивалось количество йода в плазме крови. Отмечалось увеличение массы тела рыб опытных групп и уменьшение затрат кормов на единицу прироста.

R. T. Lovell [400] для повышения скорости роста, обменных процессов предложил вводить в корма рыбам йод в количестве 2,8 мг/кг корма.

Л. Н. Дума [102] установил положительное влияние селена и йода, вводимых в корма, на физиологические показатели сеголетков карпа.

Л. Д. Назаренко с соавторами [195] исследовал гистоструктуру органов и тканей рыб под воздействием различных дозировок калия йодида, вводимых в аквариумы, в которых находились годовички сазана. На основании полученных результатов ученые установили концентрацию йода - 0,25 г, которая еще не вызывает нарушений в структуре органов и высокие дозы от 2 до 5 г, вызывающие глубокие изменения в органах.

В своей работе Н. Т. Сергеева [255], установила, что потребность лососевых рыб в йоде составляет 3,5 – 4,0 мг/кг сухого корма.

Ahmed Mustafa [327] проведя опыты по использованию в кормлении молоди радужной форели йодида калия в количестве 20 мг/кг корма, выявил увеличение скорости роста рыбы, активацию работы щитовидной железы, повышение стрессоустойчивости.

В. С. Зензеров [113] выявил стимулирующую роль тироксина в ускорении темпов весового роста горбуши. Молодь горбуши помещалась в ванны с тироксином с возрастающей концентрацией. По истечении двух месяцев, когда была достигнута суммарная концентрация тироксина 20-50 мг, установлено, что поступление извне искусственного тироксина тормозит функцию щитовидной

железы и количество собственных гормонов снижается. Вместе с тем наблюдалось увеличение линейного, весового роста и упитанности опытных рыб в 2,5-3 раза по сравнению с контрольными особями, не содержащихся в тироксиновых ваннах. В данном случае явно прослеживался механизм обратной связи между аденогипофизом и щитовидной железой.

Группа немецких ученых в своих исследованиях на протяжении девяти месяцев включала в рационы гольцов (*Salvelinus sp.*) бурые водоросли (*Laminaria digitata*) с количеством йода 539 ± 86 мкг/кг массы рыбы. Было отмечено увеличение в 4 раза содержания йода в рыбе, которая получала водоросли с кормом. Кроме того, самое большое содержание йода было обнаружено в коже рыб [439].

Многими исследованиями подтвержден тот факт, что органический йод в составе кормовых организмов лучше усваивается рыбами, моментально включается через гормоны во все метаболические процессы организма рыб.

D. D. Brown [340] обратил внимание, что последствия йоддефицита могут быть устранены с добавлением в рацион рыб достаточного количества соединений органического йода. Так, у личинок данио рерио, поедающих обогащенную йодом артемию, отмечались более высокие показатели выживаемости ($61,5 \pm 8,8$ %) по сравнению с личинками, у которых не было в рационе обогащенной йодом артемии ($49,8 \pm 8,7$ %).

К. Hamre [372] установил, что у личинок атлантической трески (*Gadus morhua*), питающихся коловратками, обогащенными через воду селеном и йодидом натрия с дозировкой 200 мг /л, повысилась выживаемость. Аналогичные исследования провел A. R. Ribeiro [430, 431] с личинками сенегальской солеи (*Solea senegalensis*), которой скармливал артемию, обогащенную йодидом натрия. Было отмечено увеличение скорости роста.

В 2011 году M. Hawkyard [373] подтверждает положительные результаты предшествующих исследований по кормлению обогащенными йодом кормовыми организмами молоди рыбок данио (*Danio rerio*). В данном эксперименте использовали в кормлении личинок данио науплии артемии, обогащенные калия йодидом в комплексе эмульгированного пчелиного воска. Количество йода,

получаемое личинками, составляло 1 мкг на 1 г живой массы рыбки. Отмечена повышенная выживаемость, увеличение содержания в крови тиреоидных гормонов и йода в тканях личинок.

По данным S. Penglase [421] оптимальным содержанием йода в коловратках, которых скармливали молоди атлантической трески для нормальной жизнедеятельности является 3,5 мг/кг сухого вещества зоопланктона.

М. Mogen с соавторами [410] установили повышение общего уровня йода в организме личинок палтуса, при введении в рацион личинок артемии, обогащенной Липоидолом, где йод связан с эфирами жирных кислот. Однако, повышения скорости роста и выживаемости личинок палтуса не было выявлено. По-видимому, это было связано с ограниченной биодоступностью йода, связанного с липидами.

Несмотря на проведенные в данном направлении исследования, роль йода в организме рыб, вопросы его нормирования в рационах с учетом вида, возраста, типа кормления и внешних условий среды до настоящего времени остаются слабо изученными и продолжают оставаться актуальной проблемой. Научно-обоснованные данные по использованию йода в кормлении осетровых отсутствуют. Следовательно, работа по применению йодсодержащих добавок в кормлении ценных видов рыб является перспективной и требует дальнейших исследований.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая схема и условия проведения исследований

Для достижения поставленной цели и решения задач в период с 2011 по 2017 годы проведены исследования по применению йодсодержащих препаратов в кормлении ленского осетра, карпа и радужной форели в аквариальных условиях; в установке замкнутого водоснабжения на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ; в условиях садкового выращивания выращивания в ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области и на базе ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области; в условиях лоткового выращивания на базе ФГУП «Тепловский рыбопитомник» Новобурасского района Саратовской области; на базе учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции; межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь»; на базе кафедр: морфологии, патологии животных и биологии, технологии продуктов питания ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ; 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.

В соответствии с общей схемой исследований, представленной на рисунке 1 было проведено 4 предварительных, 8 научно-хозяйственных опытов, в разрезе которых выполнено 143 гидрохимических анализа, 1809 анализов крови, 392 химических анализа мышечной ткани и 60 анализов по определению йода в мышечной ткани рыб, 84 зоотехнических анализа кормов. Осуществлены контрольные убои, морфологические и гистологические исследования внутренних органов 90 рыб. Дана органолептическая оценка качества 125 образцов рыбной продукции.

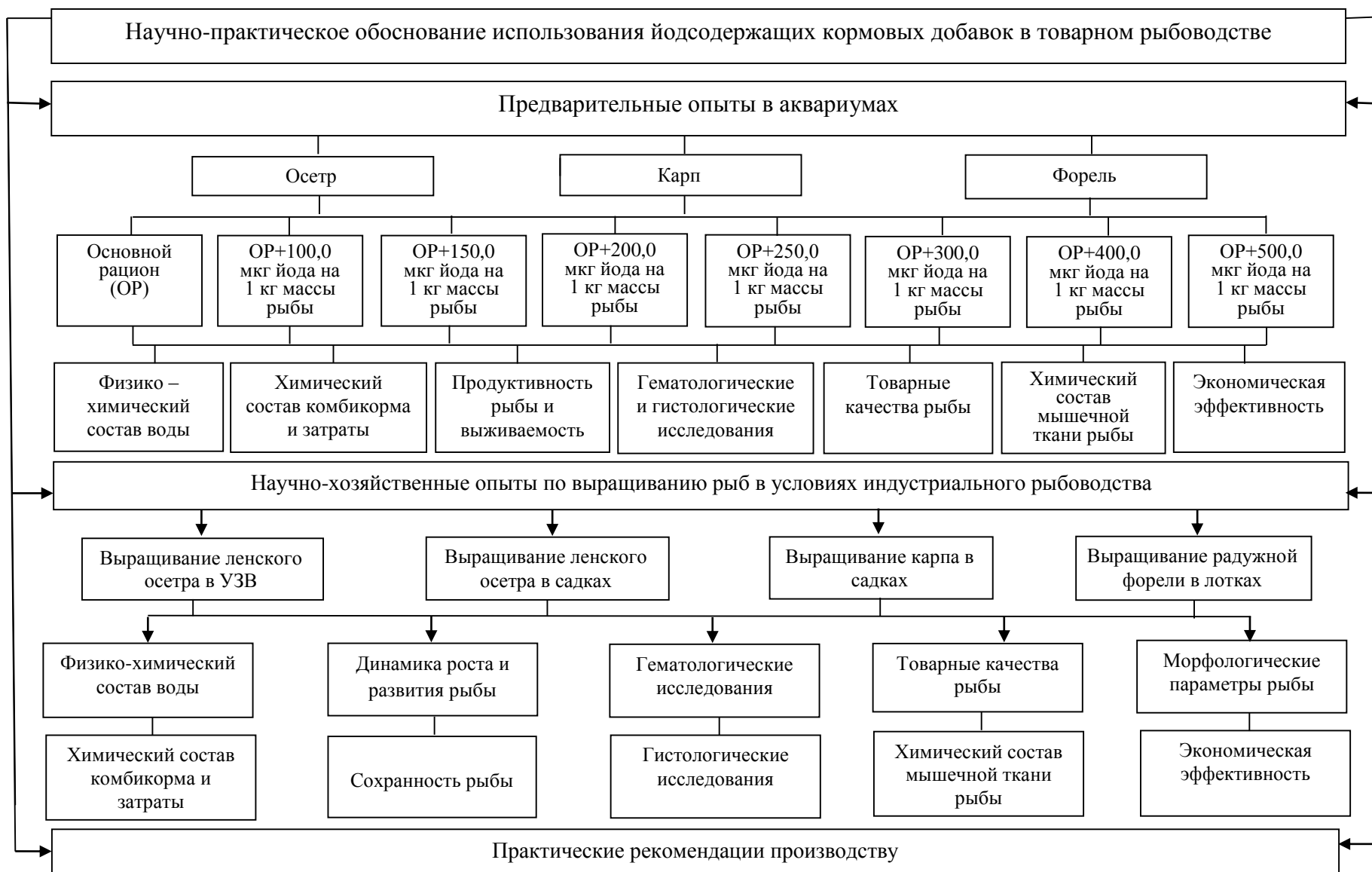


Рисунок 1 - Общая схема исследований

Объектами исследований явились: ленский осетр - *Acipenser baerii stenorrhynchus* (Nikolsky, 1896), карп – *Ciprinus carpio* (Linnaeus, 1758) украинской и парской породы, радужная форель – *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).

Предварительные опыты проводились в аквариумной установке [224] на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура». Аквариумная установка состоит из 12 аквариумов, каждый объемом 250 л.

Научно-хозяйственные опыты были проведены в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ), садках и лотках. В УЗВ научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, объемом 35 м³, для выращивания ленского осетра использовали бассейны диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Садки для выращивания ленского осетра размером 2,0×2,2×2,0 м, изготовленные из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10 мм и дна - 3 мм, находились в естественном водоеме на территории Красноярского муниципального округа, Энгельсского района, Саратовской области на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства». Садки из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×2,8 м для выращивания двухлеток карпа находились в естественном водоеме на базе ООО «Энгельсский рыбоводник» Саратовской области, а для выращивания трехлеток карпа садки размером 2,0×2,2×2,0 м были изготовлены из безузловой латексированной дели и установлены в естественном водоеме на территории Красноярского муниципального округа, Энгельсского района, Саратовской области на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства». Радужная форель выращивалась в лотках размером 3,0×0,7×1,0 м на территории ФГУП «Тепловский рыбоводник» Новобурасского района Саратовской области.

Для проведения экспериментов методом аналогов формировали опытные группы с учетом массы рыбы. Плотность посадки ленского осетра, карпа и радужной форели в рыбоводные емкости соответствовала рекомендуемым нормам [237; 297; 180; 238; 50].

В научных исследованиях по изучению влияния органического йода на рост и развитие рыб, повышение рыбопродуктивности, на коррекцию йодной недостаточности и накопление йода в тканях были использованы две биологически активные добавки: «Абиопептид с йодом» синтезируемый в ООО Фирма «А-БИО», г. Пущино, Московской области и «ОМЭК-Ј», выпускаемый в ООО «Биоамид» г. Саратов.

«Абиопептид с йодом» является продуктом глубокого ферментативного расщепления соевого белка. Включает в себя полный комплекс незаменимых аминокислот и коротких пептидов, которые быстро всасываются в желудочно-кишечном тракте без расщепления, и йода в виде органического соединения. Панкреатический гидролизат соевого белка увеличивает содержание общего белка и его гамма-глобулиновых фракций, бактерицидную активность, активность лизоцима в сыворотке крови, концентрацию гемоглобина и другие гематологические показатели, что свидетельствует об интенсификации обменных процессов и повышении резистентности. Йод в добавке находится в наиболее доступной для усвоения и безвредной органической форме, в виде устойчивого комплекса с аминокислотой – тирозином в составе йодогоргоновой кислоты (Iodogorgonic acid: $C_9H_9I_2NO_3$). Йод вводился в препарат в процессе производства в концентрациях от 100,0 мкг до 500,0 мкг на 1 мл.

«ОМЭК-Ј» - органический микроэлементный комплексный препарат йода, где йод ковалентно связан с молекулами белка кормовых дрожжей.

Дрожжи (сахаромицеты) - одноклеточные грибы класса сумчатых грибов, широко распространены в природе. При сравнении аминокислотного состава традиционных кормовых добавок дрожжи по уровню концентрации лизина и суммарной концентрации метионина и цистина превосходят все указанные кормовые средства и уступают только рыбной муке. Дрожжи - превосходный источник триптофана - фактора животного белка, крайне необходимого для роста мышечной ткани. В результате дрожжевую добавку к рационам можно считать средством регуляции роста тканей и развития животного организма.

Йодированные дрожжи хорошо защищены 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. В йодированных дрожжах йод сорбируется преимущественно в цитоплазме или на оболочке дрожжевых клеток. В результате воздействия на йодированные дрожжи происходит перераспределение ионов йода. Йод встраивается в молекулы белка, образуя устойчивые соединения, хорошо усваиваемые организмом. Йодированные белки при воздействии температур не теряют стабильность [48].

Йодированные дрожжи представляют собой желтый порошок, с характерным запахом дрожжей. Йод в йодированных дрожжах содержится в количестве 2,0 %.

Исследования по влиянию кормовой добавки «Абиопептид с йодом» на рост, развитие и товарные качества ленского осетра проводились по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 - Схема исследований добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра

Этап	Тип кормления	Группа	Продолжительность опыта, нед.
1	2	3	4
Предварительный опыт	Комбикорм с добавкой «Абиопептид» (ОР), из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы	Контрольная	8
	ОР + 100,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 150,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
	ОР + 200,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	3-я опытная	
	ОР + 250,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	4-я опытная	
	ОР + 500,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	5-я опытная	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Научно-хозяйственный опыт в УЗВ	Гранулированный комбикорм (ОР) с добавкой «Абиопептид», из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы	Контрольная	47
	ОР + 100,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 200,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
	ОР + 500,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	3-я опытная	
Научно-хозяйственный опыт в садках	Гранулированный комбикорм (ОР)	Контрольная	16
	ОР + 200,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	Опытная	

Кормление рыб на протяжении исследований осуществлялось вручную 2 раза в день сбалансированным по питательным веществам гранулированным комбикормом, который включал в себя: рыбную муку – 20,3 %, концентрат соевого белка – 10,0 %, кукурузный глютен – 16,7 %, пшеницу - 8,3 %, соевую муку – 17,0 %, рыбий жир – 8,0 %, рапсовую муку - 10,0 %, прессованную сою 8,7 % и премикс – 1,0 %. Диаметр гранул комбикорма равнялся 4 мм, что соответствовало данному периоду выращивания рыбы. Химический состав и питательность комбикорма, используемого в кормление ленского осетра представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и питательность 1,0 кг комбикорма, используемого в кормлении ленского осетра

Показатель	Количество
1	2
Обменная энергия, МДж	17,40
Сырой протеин, %	47,00
Сырая клетчатка, %	2,80

Продолжение таблицы 2

1	2
Сырой жир, %	13,00
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,00
Железо, мг	60,00
Цинк, мг	120,00
Марганец, мг	60,00
Йод, мкг	1200,00
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,00
Пропилгаллат, мг	12,00
Витамин Е, мг	240,00
Витамин D ₃ , МЕ	2100,00
Витамин А, МЕ	12000,00

Опыты по использованию в кормлении карпа добавки «Абиопептид с йодом» проведены по схеме, представленной в таблице 3.

Кормление карпа проводилось 3 раза в светлое время суток.

Кормление осуществлялось через равные промежутки времени полнорационным комбикормом, состоящим из: пшеницы - 5,5 %, ячменя – 4,8 %, сорго – 12,5 %, рыбной муки – 10,0 %, дрожжей – 34,0 %, шрота подсолнечного – 30,5 %, растительного жира – 0,7 %, мела - 1,0 %, фосфата неорганического – 1,0 %, метионина – 0,5 %, премикса – 1,0 %. Диаметр гранул комбикорма в зависимости от массы рыбы равнялся 3-4 мм, а состав и питательность соответствовали данному периоду выращивания рыбы.

Таблица 3 - Схема исследований добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении карпа

Этап	Тип кормления	Группа	Продолжительность опыта, нед.
Предварительный опыт	Комбикорм (ОР) с добавкой «Абиопептид», из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы	Контрольная	6
	ОР + 100,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 150,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
	ОР + 200,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	3-я опытная	
	ОР + 500,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	4-я опытная	
Первый научно-хозяйственный опыт в садках	Гранулированный комбикорм (ОР) с добавкой «Абиопептид», из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы	Контрольная	18
	ОР + 200,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 500,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
Второй научно-хозяйственный опыт в садках	Гранулированный комбикорм (ОР) с добавкой «Абиопептид», из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы	Контрольная	16
	ОР + 200,0 мкг йода в 1 мл добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы	Опытная	

Химический состав и питательность комбикорма представлены в таблице 4. Для внесения в комбикорм добавки «Абиопептид с йодом» использовали дистиллированную воду в соотношении комбикорма и воды 1:1. В воду добавляли необходимое количество «Абиопептида с йодом» (соответствующее массе рыб) и размешивали.

Таблица 4 – Химический состав и питательность 1 кг комбикорма, используемого в кормлении карпа

Компонент	Содержание
ЭЖЕ	0,92
Обменная энергия, МДж	10,20
Сухое вещество, %	85,73
Сырой протеин, %	33,50
Сырой жир, %	3,20
Сырая клетчатка, %	6,26
БЭВ, %	27,40
Кальций, %	1,94
Фосфор, %	1,63
Железо, мг	9,35
Медь, мг	1,42
Цинк, мг	14,85
Кобальт, мг	0,14
Марганец, мг	6,38
Йод, мкг	51,00

Корм замачивался в растворе на 10-15 минут до полного его впитывания, после чего скармливался рыбе.

Схема исследований добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра представлена в таблице 5.

Кормили ленского осетра в период предварительного опыта 3 раза в день, в светлое время суток, через равные промежутки времени экструдированным комбикормом, состоящим 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 %, пресованной сои - 8,7 % и премикса – 1,0 %.

Таблица 5 - Схема исследований добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра

Этап	Тип кормления	Группа	Продолжительность опыта, нед.
Предварительный опыт	Экструдированный комбикорм (ОР)	Контрольная	10
	ОР + 100,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 200,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
	ОР + 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	3-я опытная	
	ОР + 400,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	4-я опытная	
	ОР + 500,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	5-я опытная	
Научно-хозяйственный опыт в УЗВ	Гранулированный комбикорм (ОР)	Контрольная	14
	ОР + 200,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
Научно-хозяйственный опыт в садках	Гранулированный комбикорм (ОР)	Контрольная	16
	ОР + 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	Опытная	

Диаметр гранул комбикорма равнялся 4 мм, а состав и питательность соответствовали данному периоду выращивания рыбы. Химический состав и питательность комбикорма представлены в таблице 6.

В научно-хозяйственном опыте рыбы получали полнорационный 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 %. Диаметр гранул составлял 5 мм.

Таблица 6 – Химический состав и питательность 1 кг комбикорма, используемого в кормлении ленского осетра при определении оптимальной дозы йода в составе добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Количество
Обменная энергия, МДЖ	17,40
Сырой протеин, %	47,00
Сырая клетчатка, %	2,80
Сырой жир, %	13,00
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,00
Железо, мг	60,00
Цинк, мг	120,00
Марганец, мг	60,00
Йод, мкг	1200,00
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,00
Пропилгаллат, мг	12,00
Витамин Е, мг	240,00
Витамин D ₃ , МЕ	2100,00
Витамин А, МЕ	12000,00
Витамин С, мг	250,00

Химический состав и питательность комбикорма представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Химический состав и питательность 1 кг гранулированного комбикорма для ленского осетра при введении в рацион добавки «ОМЭК-Ј» в научно-хозяйственном опыте

Показатель	Количество
1	2
Обменная энергия, МДж	17,40
Сырой протеин, %	47,00
Сырая клетчатка, %	2,00

Продолжение таблицы 7

1	2
Сырой жир, %	13,00
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,65
Натрий, %	0,42
Медь, мг	4,00
Железо, мг	60,00
Цинк, мг	120,00
Марганец, мг	60,00
Йод, мкг	1200,00
Кальция сульфат дигидрат, мг	35,00
Пропилгаллат, мг	12,00
Витамин Е, мг	240,00
Витамин D ₃ , МЕ	2100,00
Витамин А, МЕ	12000,00
Витамин С, мг	250,00

Эксперимент по применению в кормлении радужной форели добавки «ОМЭК-Ј» проводился по схеме, представленной в таблице 8.

Таблица 8 - Схема исследований добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении радужной форели

Этап	Тип кормления	Группа	Продолжительность опыта, нед.
1	2	3	4
Предварительный опыт	Экструдированный комбикорм (ОР)	Контрольная	7
	ОР + 200,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 250,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	
	ОР + 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	3-я опытная	

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Первый научно-хозяйственный опыт в лотках	Экструдированный комбикорм (ОР)	Контрольная	24
	ОР + 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	Опытная	
Второй научно-хозяйственный опыт в лотках	Экструдированный комбикорм (ОР)	Контрольная	21
	ОР + 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	1-я опытная	
	ОР + 350,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы	2-я опытная	

Рыбы опытных и контрольной групп в предварительном опыте получали сбалансированный по питательным веществам продукционный полностью экструдированный комбикорм, содержащий рыбную муку – 25,0 %, концентрат соевого белка – 10,0 %, пшеницу – 11,0 %, соевую муку – 10,0 %, рыбий жир – 13,5 %, соевое масло – 6,0 %, кукурузный глютен – 12,0 %, рапсовую муку – 4,0 %, прессованную сою – 9,0 %, премикс – 1,0 %.

Химический состав и питательность комбикорма, используемого в предварительном опыте по выращиванию радужной форели представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Химический состав и питательность 1 кг экструдированного комбикорма

Показатель	Количество
1	2
Обменная энергия, МДж	16,60
Сырой протеин, %	42,50
Сырая клетчатка, %	5,60
Сырой жир, %	19,00

Продолжение таблицы 9

1	2
Зола, %	4,80
БЭВ, %	20,60
Фосфор, %	1,20
Кальций, %	1,70
Йод, мкг	68,00
Витамин Е, мг	200,00
Витамин D ₃ , МЕ	1750,00
Витамин А, МЕ	10000,00
Витамин С, мг	150,00
Жирные кислоты, %	
ω3	16,70
ω6	25,00

В первом научно-хозяйственном опыте по мере роста рыбам контрольной и опытной групп скармливали сбалансированные по всем питательным веществам экструдированные комбикорма в зависимости от возраста и массы тела: стартовый и продукционные с соответствующим диаметром гранул 1,5-3 мм.

Кормление радужной форели в период научно-хозяйственного опыта проводилось вручную 6-8 раз через равные промежутки в дневное время суток.

Состав стартового комбикорма: рыбная мука – 48,0 %, мука пшеничная – 2,0 %, пшеничный глютен – 10,0 %, рыбий жир – 18,0 %, мука кровяная – 5,0 %, шрот соевый – 16,0 %, премикс – 1,0 %.

Состав малькового комбикорма: рыбная мука – 46,0 %, мука пшеничная – 5,0 %, пшеничный глютен – 9,7 %, рыбий жир – 13,3 %, мука кровяная – 3,0 %, шрот соевый – 22,0 %, премикс – 1,0 %.

Состав продукционного комбикорма: рыбная мука – 45,0 %, мука пшеничная – 10,0 %, пшеничный глютен – 17,0 %, рыбий жир – 12,0 %, мука кровяная – 3,0 %, мука соевая – 1,0 %, премикс – 1,0 %.

шрот соевый – 12,0 %, премикс - 1,0 %. Химический состав и питательность комбикормов представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Химический состав и питательность 1 кг комбикормов для молоди радужной форели в научно-хозяйственном опыте

Показатель	Количество		
	Стартовый	Мальковый	Производственный
Обменная энергия, МДж	16,60	15,37	15,50
Сырой протеин, %	50,00	45,00	46,00
Сырая клетчатка, %	0,60	1,70	2,00
Сырой жир, %	20,00	18,00	16,00
Зола, %	7,60	7,60	7,30
Фосфор, %	1,40	1,00	1,00
Кальций, %	2,20	1,70	1,60
Йод, мкг	119,00	116,00	112,00
Витамин Е, мг	240,00	200,00	200,00
Витамин D ₃ , МЕ	2500,00	3000,00	2000,00
Витамин А, МЕ	12000,00	10000,00	10000,00
Витамин С, мг	300,00	150,00	150,00

Во втором научно-хозяйственном опыте в кормлении радужной форели использовался экструдированный комбикорм с диаметром гранул 3,0 мм. В состав комбикорма входили: рыбная мука – 45,0 %, мука пшеничная – 10,0 %, пшеничный глютен – 17,0 %, рыбий жир – 12,0 %, мука кровяная – 3,0 %, шрот соевый – 12,0 %, премикс -1,0 %.

Кормление радужной форели проводилось вручную 6 раз через равные промежутки в дневное время суток. Химический состав и питательность комбикорма, используемого при выращивании товарной радужной форели представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Химический состав и питательность 1 кг экструдированного комбикорма, используемого при выращивании товарной радужной форели

Показатель	Содержание
Обменная энергия, МДж	15,50
Сырой протеин, %	46,00
Сырой жир, %	16,00
Сырая клетчатка, %	2,00
Зола, %	7,30
Фосфор, %	1,00
Кальций, %	1,60
Йод, мкг	112,00
Витамин А, МЕ	10000,00
Витамин Д ₃ МЕ	2000,00
Витамин Е, мг	200,00
Витамин С, мг	150,00

Йодированная кормосмесь с добавкой «ОМЭК-Ј» готовилась непосредственно перед скармливанием путем смешивания воды, в количестве 10 % от массы корма, и определенной дозы йодированной добавки. Этим раствором увлажнялся корм и просушивался в течении 6-12 часов в защищенном от света месте, на непьющей влагу поверхности.

Кормовые смеси готовилась еженедельно в соответствии с результатами определений средней массы тела рыб, температуры воды в водоеме или рыбоводной емкости, норм кормления по кормовым таблицам. По мере роста рыб количество исследуемых добавок в комбикормах увеличивалось, но неизменно оставалось определенное содержание органического йода на 1 кг рыбы, заданное в начале научных исследований для каждой опытной группы.

Условия кормления рыб соответствовали рекомендациям М. А. Щербина и Е. А. Гамыгина [324] и ГОСТ Р52346-2005 [74].

Диаметр гранул комбикорма и питательность соответствовали данному периоду выращивания рыбы. Состав рационов контрольных и опытных групп рыб отличался введенным в комбикорма различным количеством йода в составе кормовых добавок.

Динамика роста изучалась на основании контрольных взвешиваний на электронных весах, которые проводились не реже 1 раза в неделю трехкратной случайной выборкой по 10 экземпляров. Взвешивание выполняли согласно рекомендациям И. Ф. Правдина [242] и ГОСТ 1368-2003 [82].

Абсолютный прирост – рассчитывался по разности между начальной и конечной массой рыб, а среднесуточный прирост (г) рассчитывали путем деления абсолютного прироста на продолжительность опыта (сут.).

Относительный прирост, характеризующий интенсивность роста в сравнении с начальной массой, выражался в процентах:

$$\Delta M = \frac{M_t - M_0}{M_0} 100\%, \quad (1)$$

где ΔM – относительный прирост;

M_0 – средняя масса рыбы в начале эксперимента;

M_t – средняя масса рыбы в конце эксперимента.

Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле Г. Г. Виндберга [47]:

$$C_n = \frac{2(W_n - W_0)}{n(W_n + W_0)} * 100, \quad (2)$$

где C – среднесуточный прирост, %;

W_0 – начальная масса;

W_n – конечная масса;

n – количество суток.

Выживаемость рыб выражалась в процентах от общего числа наблюдаемых особей.

Затраты корма рассчитывали в целом за опыт по формуле, как отношение количества корма внесенного в рыбоводную емкость к единице прироста массы

$$З = \frac{E_B}{R}, \quad (3)$$

где Z – затраты корма;

E_b – количество вносимого корма, кг;

R – полученная продукция, кг [324].

Коэффициент упитанности рассчитывался по формуле Т. Фультона [364]:

$$K_y = \frac{M}{L^3} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где M – масса рыбы, г;

L – длина рыбы, см.

2.2 Химические и биохимические исследования

Гидрохимические показатели воды определяли в начале и в конце эксперимента по общепринятым методикам [6; 7]. Температуру воды, pH, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно.

Химический состав корма определяли методами, применяемыми в зооанализе [169] и согласно ГОСТ:

- первоначальную влагу – высушиванием навески корма при температуре 60-65 °С до постоянного веса [77];
- гигроскопическую влагу – высушиванием воздушно-сухого вещества при температуре 100 – 105 °С до постоянной массы [77];
- сырую золу – сжиганием навески корма в муфельной печи [79];
- кальций – оксалатным методом [80];
- фосфор – колориметрическим методом [81];
- сырой жир – экстрагированием с помощью авиационного бензина в аппарате Сокслета [75];
- сырой протеин – методом Къельдаля [78];
- сырую клетчатку - методом Геннеберга и Штомана [76];
- безазотистые экстрактивные вещества – расчетным путем.

Другие макро – и микроэлементы, а также витамины учитывались согласно сертификату качества комбикорма.

Анализ химического состава мышечной ткани рыб выполняли согласно методикам [310] и ГОСТ 7636-85 [84]:

- 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;

- общий азот по методу Кьельдаля. Для пересчета на сырой протеин мышечной ткани использовали коэффициент 6,25;

- сырой жир – методом Сокслета;

- золу – путем сжигания навески в муфельной печи.

Забор крови для морфологического и биохимического анализов осуществляли из сердца 3 особей из каждой подопытной группы согласно методическим указаниям гематологического обследования рыб, утвержденным Минсельхозпрод России в 1999 г. Морфологические показатели крови определяли в начале и в конце опыта с использованием гематологического анализатора автоматического типа PSE 90 VET. Биохимические показатели крови определяли в начале и конце предварительного эксперимента, а в научно-хозяйственном опыте еще и в середине. При оценке гормонального статуса щитовидной железы определяли уровни тиреотропного гормона (ТТГ), тироксина (Т4) свободного, Т4 общего и трийодтиронина (Т3). Уровень тиреоидных гормонов в крови рыб определяли на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа Chem Well 2009 (Т).

2.3 Контрольный убой рыбы

По завершению опытов были проведены контрольные убои рыб, дана оценка состоянию и разитию внутренних органов, определены соотношения съедобных и несъедобных частей тела по принятой в рыбоводстве методике [157; 158] и ГОСТ 7631-2008 [85].

Для контрольного убоя были отобраны по 3-5 рыб из каждой группы с примерно одинаковой массой тела и морфологическими показателями. Рыба умерщвлялась путем декапитации. Разрезалось брюшко от калтычка до анального отверстия и аккуратно извлекались все внутренности, икра и молоки, стараясь не повредить при этом желчный пузырь. Отделялась голова, удалялись плечевые кости и грудной плавник вместе с его основанием. Кожа снималась с мышечной ткани. Органы отделялись, осматривались и взвешивались на аналитических весах с погрешностью до $\pm 0,0001$ г. Были взяты образцы тканей органов для гистологических исследований.

2.4 Гистологические исследования

Гистологические исследования внутренних органов проводились по общепринятым методикам [248]. Ткани внутренних органов для гистологических исследований в конце опытов фиксировались в жидкости Карнуа с дальнейшей проводкой через серию спиртов с возрастающей крепостью и заливкой в парафин [185]. Гистологические срезы толщиной 4–7 мкм, полученные на микротоме «Mikrom HM450» из парафиновых блоков, окрашивались гематоксилин - эозином по методике Эрлиха.

2.5 Определение йода в мышечной ткани

Определение содержания йода проводили по методу измерения массовой концентрации йода в пищевых продуктах, продовольственном сырье, пищевых и биологически-активных добавках методом постоянноточковой инверсионной вольтамперометрии с углеродным электродом на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА».

Методика аттестована и зарегистрирована под № 001-110-01 - ГОСТ Р 52689-2006 Продукты пищевые [83]. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода. Утвержден и введен в действие

приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2006 г. Принцип определения йода основан на электрохимическом окислении йодид-ионов до молекулярного йода, осаждении малорастворимого комплексного соединения, включающего в свой состав молекулу йода, на поверхности рабочего углеродного электрода с последующим растворением осадка при линейной развертке потенциала. Измеряя величину катодного тока, протекающего при растворении осадка, рассчитывали исходную концентрацию йода в растворе. Этапы подготовки образцов для исследования:

- озоление образца мышечной ткани рыбы в муфельной печи при температуре (550 ± 50) °C в течение 2—4 ч.,
- приготовление минерализата с последующим центрифугированием при скорости 1500 об./мин. в течении 20 минут,
- приготовление фонового раствора, анализируемого раствора пробы и пробы с добавкой стандартного раствора иодида калия.

Измерения выполнялись методом инверсионной постоянноточковой вольтамперометрии по 3 электродной схеме на импрегнированном графитовом электроде. Результат анализа выводится автоматически на экране компьютера.

Массовую концентрацию йодид-ионов (см, мг/дм³) в анализируемом растворе пробы (C_M) рассчитывали по формуле:

$$C_M = \frac{(S_x - S_\phi) \cdot C_D \cdot V_D}{(S - S_x) \cdot V + S \cdot V_D}, \quad (4)$$

где S_x - площадь пика йода на вольтамперограмме (полярограмме) анализируемого раствора пробы;

S_ϕ - площадь пика йода на вольтамперограмме (полярограмме) фонового раствора;

S - площадь пика йода на вольтамперограмме (полярограмме) анализируемого раствора с добавкой градуировочного раствора йодид-ионов;

V - общий объем анализируемого раствора пробы в ячейке до внесения добавки, см³;

V_d – объем добавки градуировочного раствора йодид-ионов, см^3 ;

C_d – концентрация йодид-ионов в градуировочном растворе, мг/дм^3 .

Массовую концентрацию йода (C , мг/кг) рассчитывали по следующей формуле:

$$C = \left[\frac{C_m \cdot V - V_t}{V_p \cdot m} \right] - \frac{\delta}{K} \quad (5)$$

где C_m - массовая концентрация йодид-ионов (мг/дм^3);

V – общий объем анализируемого раствора пробы в ячейке до внесения добавки, см^3 ;

V_t - объем раствора пробы, приготовленный из навески пробы, см^3 ;

V_p - объем раствора пробы, внесенный в анализируемый раствор, см^3 ;

m – масса навески пробы, взятой для приготовления раствора пробы, г;

δ – систематическая погрешность электрода;

K – коэффициент пересчета.

2.6 Товароведная экспертиза и органолептические исследования

Знание анатомического строения позволяет установить пищевую ценность рыбы, которая зависит от выхода съедобных частей и их химического состава. Поэтому имеют значение такие показатели, как размер и масса головы, внутренних органов, плавников, чешуи, костной ткани. К съедобным частям относятся: мускулатура, печень, икра, молоки. К несъедобным: кожа, сердце, чешуя, жабры, пищевой тракт, почки, плавательный пузырь. Существуют также условно съедобные части, т.е. становятся съедобными после тепловой обработки. К ним относятся: голова, кости, плавники, хрящи. Они используются для варки ухи и заливного [157; 158].

Органолептическая оценка заключалась в выявлении качественных отличий или в определении общего или частичного качества пищевых продуктов с

помощью органов чувств. Вкус и запах рыбы зависели от содержания жира, белка, экстрактивных и минеральных веществ [247].

Образцы мышечной ткани рыб каждой опытной группы подвергались трём различным видам тепловой обработки: припускание, варка и жарка. Полученные после приготовления образцы мышечной ткани и бульон были предоставлены комиссии на органолептическую экспертизу. Готовое рыбное мясо оценивали по следующим критериям: вкус, запах, цвет, консистенция и послевкусие. Рыбный бульон – по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира [250; 251]. Образцы оценивались по пятибалльной шкале.

Исследования проводились в двойной повторности. Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке общепринятыми методами [183; 166], с использованием программного пакета MS Excel 2007. При этом определяли: объем выборки, среднее арифметическое (M), статистическую ошибку (m), критерий достоверности Стьюдента.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Влияние биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на продуктивность ленского осетра

3.1.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» для ленского осетра

Для определения оптимальной дозы йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» была отобрана молодежь ленского осетра, средней массой около 280,0 г и распределена по 11 особей в контрольную и 5 опытных групп. Контрольная группа получала полнорационный комбикорм с добавкой «Абиопептид» (ОР), а опытные группы получали ОР с биологически-активной добавкой «Абиопептид с йодом» содержащей в 1,0 мл соответственно: 100,0 мкг; 150,0 мкг; 200,0 мкг; 250,0 мкг и 500,0 мкг йода. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 1200,0 мкг на 1 кг, содержание йода в рационах контрольной и опытных групп, соответственно, составило 1,08 мкг, 101,08 мкг, 151,08 мкг, 201,08 мкг, 251,08 мкг и 501,08 мкг на 1 кг массы рыбы. Эксперимент продолжался в течение 8 недель.

3.1.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры водной среды

Эффективность выращивания водных организмов, прежде всего, определяется физико-химическими свойствами воды. Рыбы, являясь первичноводными животными, зависят от качества водной среды, т.к. все жизненные функции протекают в воде. Состав воды в рыбоводных емкостях должен отвечать технологическим нормам выращивания рыбы, что обеспечивает, главным образом, сохранность, потенциальные возможности роста, продуктивность рыбы, улучшение качества потомства.

Осетровые, в отличие от других видов рыб, наиболее требовательны к качеству воды [145; 258].

Температура воды, количество растворенного в воде кислорода, активная реакция среды (рН) – это абиотические факторы, оказывающие большое влияние на жизненные физиологические процессы рыб, определяющие ее рост и развитие. Оптимальный температурный режим обеспечивает продуктивное использование кормов, что является основой технологии выращивания в промышленных условиях. Резкие изменения температуры, выход температурных значений за пределы оптимума влияют на потребление кислорода, скорость роста и развития, кормление и переваривание пищи [179].

Физико-химические параметры воды в аквариумной установке исследовали в начале и конце опыта, температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно в 12:00 ч. Температура воды на протяжении всего периода исследований находилась на уровне 20 °С, что соответствует оптимальным физиологическим нормам.

На основании данных, отраженных в таблице 12 можно отметить, что вода в аквариумах отвечала требованиям ГОСТ 15.372.87 для выращивания осетровых рыб.

Таблица 12 - Гидрохимический состав воды в аквариумах

Показатель	Полученные данные	Требования ГОСТ 15.372.87
рН	7,50	7,0-8,00
Кислород, O ₂ мг/л	6,70-10,20	Не менее 6,00
Цветность, градусы	20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,02
Азот нитратов, мг/л	1,00	1,00
Фосфаты, мг/л	0,30	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,00	3,80-4,20
Хлориды, мг/л	0,25	20,00-35,00
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,20	0,50

3.1.1.2 Рост и развитие ленского осетра

Рост организма - это процесс увеличения размеров, массы тела животного, изменение пропорций тела, происходящих за счет синтетических, белковообразующих процессов самого организма. Рост любого животного находится под влиянием многих эндогенных и экзогенных факторов. Одним из важнейших эндогенных факторов является наследственность, т.е. наследственно обусловленные возможности роста и развития данного животного. Кроме того, к эндогенным факторам необходимо отнести физиологическое состояние животного организма на фоне слаженной работы нейрогуморальной системы. Изменения роста рыб могут обуславливаться различными экзогенными факторами. Прежде всего это кислородный режим, температура, гидрологический и гидрохимический режим, достаточное количество потребляемого корма, сбалансированного по всем питательным веществам.

Основным показателем, отражающим физиологическое состояние рыбы, является весовой рост, на который оказывают влияние условия кормления и содержания, в которых рыба выращивается.

При проведении исследований нами было выявлено положительное влияние кормовой добавки «Абиопептид с йодом» на продуктивность ленского осетра [44]. Отмечено более быстрое, достоверное увеличение средней массы рыб, получавших йодированную добавку по сравнению с рыбами контрольной группы. Наибольший прирост за 8 недель эксперимента 154,5 г получен в 3-й опытной группе, где содержание йода в рационе было 201,08 мкг в расчете на 1 кг массы рыбы, это больше на 11,1 % по сравнению с контрольной группой (таблица 13).

Было установлено положительное влияние биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на прирост ленского осетра. Полученные данные свидетельствуют, о том, что абсолютный прирост массы в опытных группах был выше по сравнению с контролем (таблица 14).

Таблица 13 - Динамика массы ленского осетра, г

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

*P≥0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

Относительный прирост, характеризующий напряженность роста рыбы, в 3-й опытной группе, получавшей йод в количестве 201,08 мкг/кг. был выше не только по сравнению с контролем, но и с другими опытными группами на 10,4 %, 11,8 %, 2,3 % и 1,3 %, соответственно.

Наибольшие значения по среднесуточному приросту 2,8 г отмечены в 3-й опытной группе, получавшей йод 201,08 мкг/кг. В 4-й и 5-й опытных группах, где молодь осетра получала дозировку йода 251,08 и 501,08 мкг/кг массы рыбы, среднесуточный прирост был ниже на 0,1 г. Самый низкий суточный прирост наблюдался во 2-й опытной и контрольной группах.

На основании результатов опыта можно сделать вывод, что органический йод в дозировке 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» способствует повышению продуктивности ленского осетра.

3.1.1.3 Эффективность использования кормов

Суточную норму корма рассчитывали исходя из значений массы рыбы, температуры воды и содержания в воде растворенного кислорода. Кормление осуществлялось вручную 2 раза в день. В период кормления следили за поедаемостью корма. Результаты ежедневного контроля показали, что кормовой коэффициент в контрольной группе был на 0,1 ниже по сравнению с опытными группами. Наименьшие затраты корма, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы рыбы наблюдались в 3-й и 5-й опытных группах, получавших 201,08 и 501,08 мкг/кг йода. По сравнению с контрольной группой рыб затраты корма в этих опытных группах были меньше, соответственно, на 0,04 кг, затраты обменной энергии меньше на 0,59 и 0,60 МДж, затраты сырого протеина меньше на 16,17 и 16,43 г сырого протеина (таблица 15). Расход добавки «Абиопептид с йодом» в 5-й опытной группе оказался минимальным по сравнению с другими опытными группами.

Таблица 15 - Показатели эффективности использования кормов ленским осетром при введении в рацион биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Нормы кормления	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,18	1,23	1,27	1,14	1,15	1,14
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	20,46	21,46	22,15	19,87	20,02	19,86
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	552,79	579,79	598,18	536,62	540,64	536,36
Затраты добавки «Абиопептид с йодом», мл	-	184,94	185,17	181,96	181,50	175,71

На основании результатов исследований по определению оптимальной дозировки органического йода в составе препарата «Абиопептид с йодом» было выявлено, что ленский осетр в 3 опытной группе, получавший йод в количестве 201,08 мкг йода на 1 кг массы рыбы, имел большую скорость роста при наименьших затратах корма на 1 кг прироста по сравнению с рыбами контрольной и других опытных групп.

3.1.1.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Чувствительным и информативным индикатором состояния организма является кровь, быстро реагирующая на изменения экзогенных и эндогенных факторов [131]. Кровь рыб специфична по многим показателям. Ее состав, физико-химические свойства варьируют в довольно широких пределах в зависимости от условий внешней среды конкретного водоема, в котором находится рыба. Динамика биохимических показателей может определять состояние организма рыб, характеризовать качество и количество питания, плотность заселения, адаптивные способности рыб и ее стрессоустойчивость [90]. Для определения биохимических показателей крови и гормонального статуса в конце эксперимента был осуществлен забор крови из сердца. Было определено содержание прямого и общего билирубина, общего белка, глюкозы, мочевины и минеральных веществ: кальция и фосфора (таблица 16). Белки крови выполняют множество функций в организме животных: структурную, транспортную, иммунномодулирующую. Общий белок крови - это суммарная концентрация всех белков плазмы крови, является важнейшим компонентом белкового обмена в организме. Количество общего белка в опытных группах возрастало с увеличением количества вводимого йода в рацион рыбы и было отмечено максимальное значение $74,15 \pm 1,70$ г/л в группе рыб, получавших йод в количестве 201,08 мкг/кг, что свидетельствует об активных пластических процессах в организме рыб под действием йода.

Таблица 16 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра при использовании в кормлении добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Единицы измерения	Группа					
		контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Билирубин общ	мкмоль/л	3,84±0,22	3,88±0,14	3,92±0,36	4,30±0,22	4,40±0,22	5,27±0,33*
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,62±0,04	1,60±0,06	1,62±0,07	1,68±0,10	1,70±0,13	2,21±0,20*
Белок общ.	г/л	68,52±2,19	70,98±1,20	71,79±1,12	74,15±1,70	72,72±1,03	62,66±1,64
Мочевина	ммоль/л	5,86±0,32	5,26±0,24	5,42±0,20	5,10±0,18	5,54±0,13	6,07±0,39
Глюкоза	ммоль/л	5,27±0,43	5,07±0,21	5,10±0,17	5,88±0,40	5,36±0,28	4,45±0,20
Кальций	ммоль/л	3,50±0,16	3,97±0,35	3,85±0,17	3,94±0,26	3,76±0,14	3,28±0,21
Фосфор	ммоль/л	3,46±0,21	3,49±0,15	3,35±0,22	3,61±0,16	3,53±0,21	3,12±0,12

* $P \geq 0,95$

В 5-й опытной группе общий белок был ниже значений этого показателя у контрольных рыб, что, по-видимому, свидетельствует о негативном влиянии больших доз йода на белковый обмен.

Билирубин – продукт переработки в печени старых эритроцитов. По его количеству определяется работа печени. Билирубин у рыб контрольной и опытных групп был примерно на одном уровне за исключением группы, получавшей йод 501,08 мкг/кг, здесь наблюдалось достоверное повышение билирубина.

Мочевина является критерием работы почек, это продукт расщепления белков. Количество мочевины в плазме крови рыб контрольной и опытных групп достоверно не отличалось.

Глюкоза - основной показатель углеводного обмена. Относительно стабильный уровень глюкозы в организме поддерживается гормонально. Уровень глюкозы у рыб контрольной и опытных групп был примерно одинаковым. Лишь у рыб 5-й опытной группы значения этого показателя были несколько снижены.

Количество минеральных веществ у рыб контрольной и опытных групп было примерно на одном уровне и достоверно не отличалось.

При введении в рационы органического йода наблюдалось повышение тиреоидных гормонов в плазме крови (рисунок 2).

Основным гормоном, вырабатываемым клетками щитовидной железы рыб, является тироксин. Большая часть выделенного Т4 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 Т4 не всегда точно отражает функциональное состояние щитовидной железы и метаболический статус организма, так как на уровень общего Т4 влияют изменения концентраций белков, связывающих тиреоидные гормоны.

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

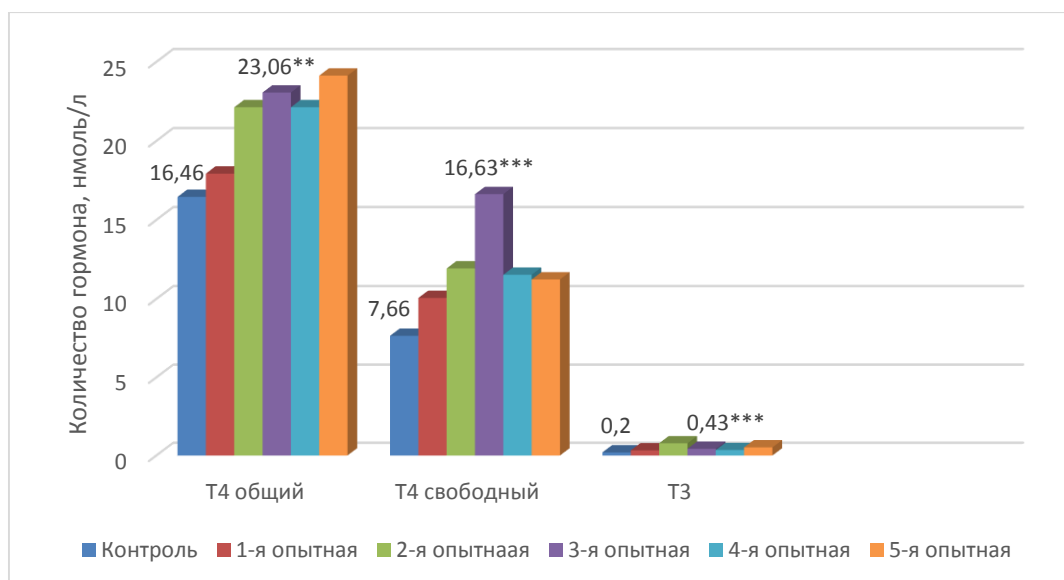


Рисунок 2 – Содержание тиреоидных гормонов в крови ленского осетра

Наибольшего значения $16,63 \pm 0,78$ нмоль/л ($P \geq 0,999$) свободный тироксин достиг в группе, получавшей йод в количестве 201,08 мкг на 1 кг массы, что свидетельствует о положительном влиянии этой дозировки йода на функциональную активность щитовидной железы.

Трийодтиронин синтезируется щитовидной железой в значительно меньших количествах. Основное количество Т3, у рыб образуется в периферических тканях под действием дейодиназ путем 5'-монодейодирования внешнего фенольного кольца. Периферические ткани регулируют интенсивность образования Т3 из Т4 изменяя активность дейодиназ [451]. Уровень трийодтиронина в 3-й опытной группе был также выше на 0,23 нмоль/л ($P \geq 0,999$) по сравнению со значением этого гормона в крови рыб контрольной группы.

3.1.1.5 Развитие и гистологическое состояние внутренних органов

При вскрытии рыбы в полостях постороннее содержимое отсутствовало, положение органов было анатомически правильное.

Сердце у особей ленского осетра было от светло до темно-розового цвета, блестящее. Масса сердца в 3-й опытной группе была на 0,1 % выше, чем в контрольной и остальных опытных группах (таблица 17).

Таблица 17 – Масса внутренних органов (n=5)

Показатель	Группа											
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная		4-я опытная		5-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце, г	0,8±0,5	0,2	0,8±0,2	0,2	0,7±0,2	0,2	1,2±0,3	0,3	0,8±0,2	0,2	0,8±0,5	0,2
Печень, г	13,5 ±0,5	3,9	13,0 ±0,4	3,8	10,4 ±0,5**	2,9	11,8 ±0,4*	3,3	10,4 ±0,5**	3,0	12,1 ±0,3*	3,5
Желудок, г	5,3 ±0,7	1,5	4,6 ±0,8	1,3	5,2 ±0,6	1,5	5,2 ±0,8	1,5	4,6 ±0,8	1,6	9,8 ±0,8**	2,9
Спиральный клапан, г	4,6±0,4	1,3	3,2±0,7*	0,9	3,4±0,6*	0,9	3,1±0,3*	0,9	4,0±0,6	1,2	2,8 ±0,2**	0,8
Кишечник, г	9,2±0,6	2,7	6,4±0,7*	1,9	8,0±0,2	2,2	6,9±0,6	1,9	7,4±0,6*	2,2	6,4±0,6*	1,9

*P≥0,95; ** P≥0,99; ***P≥0,999

Поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкулированная. Патологии в их развитии не обнаружено. Слизистые оболочки глотки, пищевода, тонкого и толстого отделов кишечника у ленского осетра были гладкие, блестящие и без кровоизлияний.

Желчный пузырь у ленского осетра заполнен прозрачной, зеленовато - желтоватой желчью, края острые, цвет розово - серый. Селезенка ленского осетра темно красного цвета, упругая, края острые.

Наибольшая масса кишечника была в контрольной группе и составила 9,2 г, это на 14,1 % выше, чем в 3-й опытной группе и на 30,4 % выше, чем в 1, 4 и 5-й опытных группах ($P \geq 0,95$). Во 2-й опытной группе разница массы кишечника с контрольной группой составила 10,9 % ($P \geq 0,95$).

Печень рыб, получавших в рационе 501,08 мкг йода на 1 кг массы рыбы, была красного цвета, сосуды кровенаполнены. У остальных рыб состояние печени было в норме.

Проведенные гистологические исследования печени рыб 3-й опытной группы показали, что гепатоциты многоугольной формы, увеличены в объеме (рисунок 3).

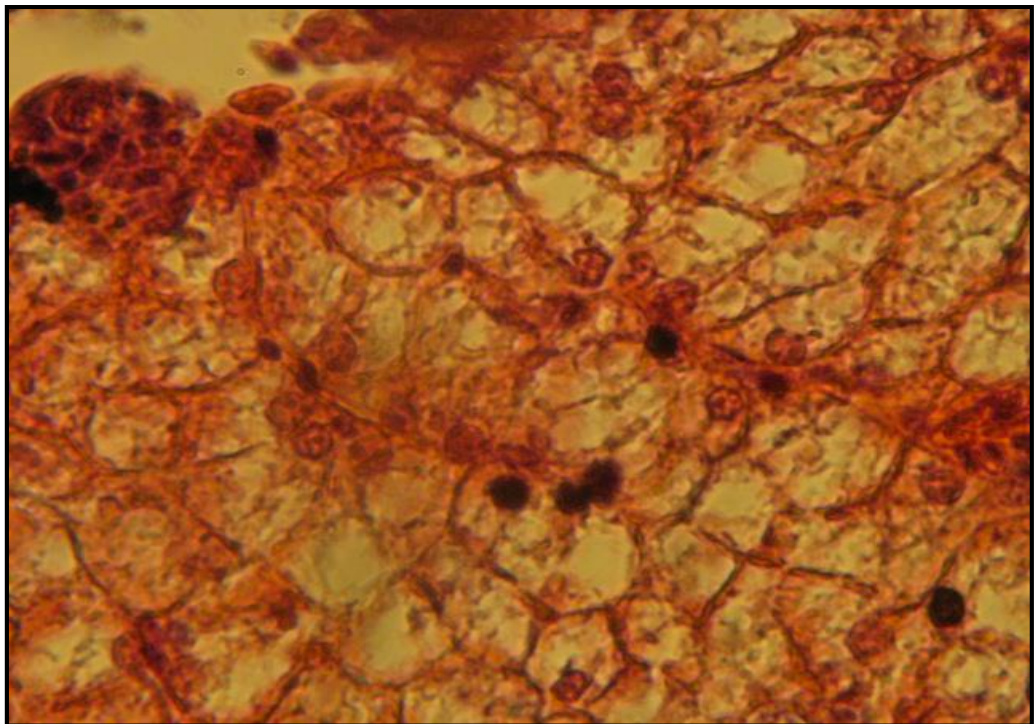


Рисунок 3 – Гистологический срез печени ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. х400

Ядра смещены к периферии клетки, цитоплазма прозрачная и содержит значительных размеров светлые полости, печеночные вены четко контурированные.

У особей 5-й опытной группы выявлено в структуре ткани печени расширение просвета кровеносных сосудов с наличием форменных элементов крови в них, небольшую инфильтрацию лимфоцитов вокруг центральных печеночных вен (рисунок 4).

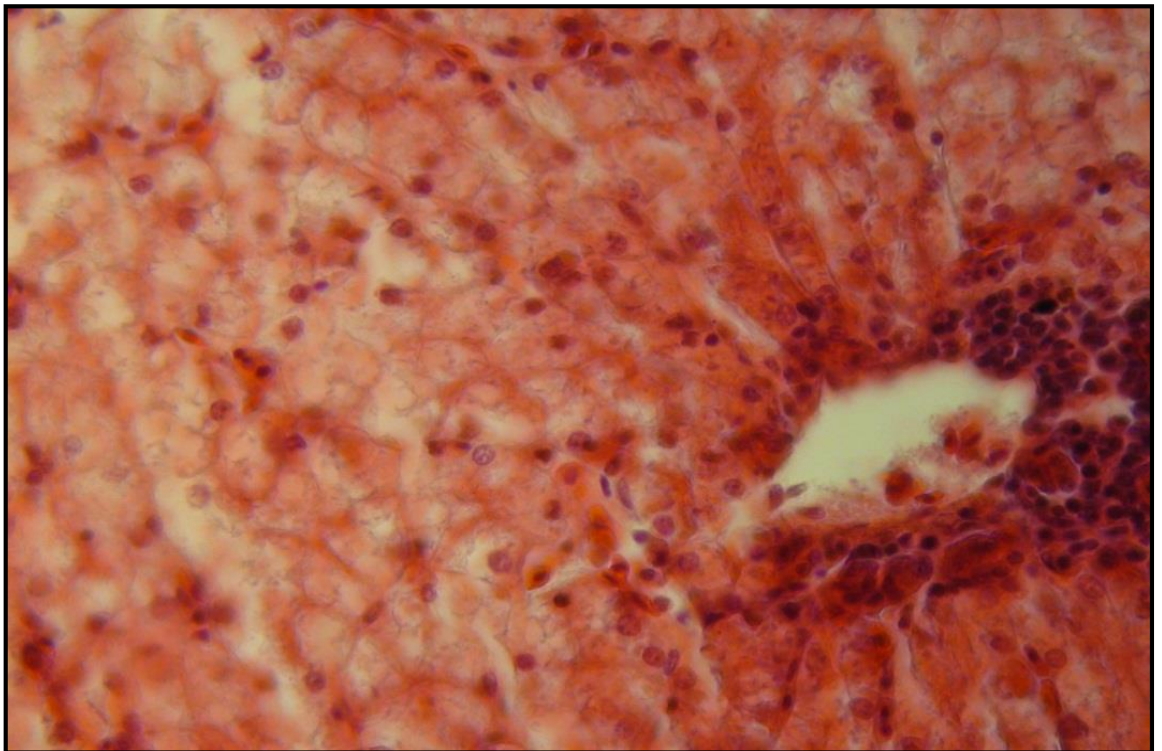


Рисунок 4 – Гистологический срез печени ленского осетра 5-й опытной группы. Инфильтрация лимфоцитов вокруг печеночной артерии. Г.Э. x100

Структура нефронов в почках всех исследованных рыб почти не отличалась. Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное полнокровие сосудистых петель. Капсулы клубочков были без патологий (рисунок 5).

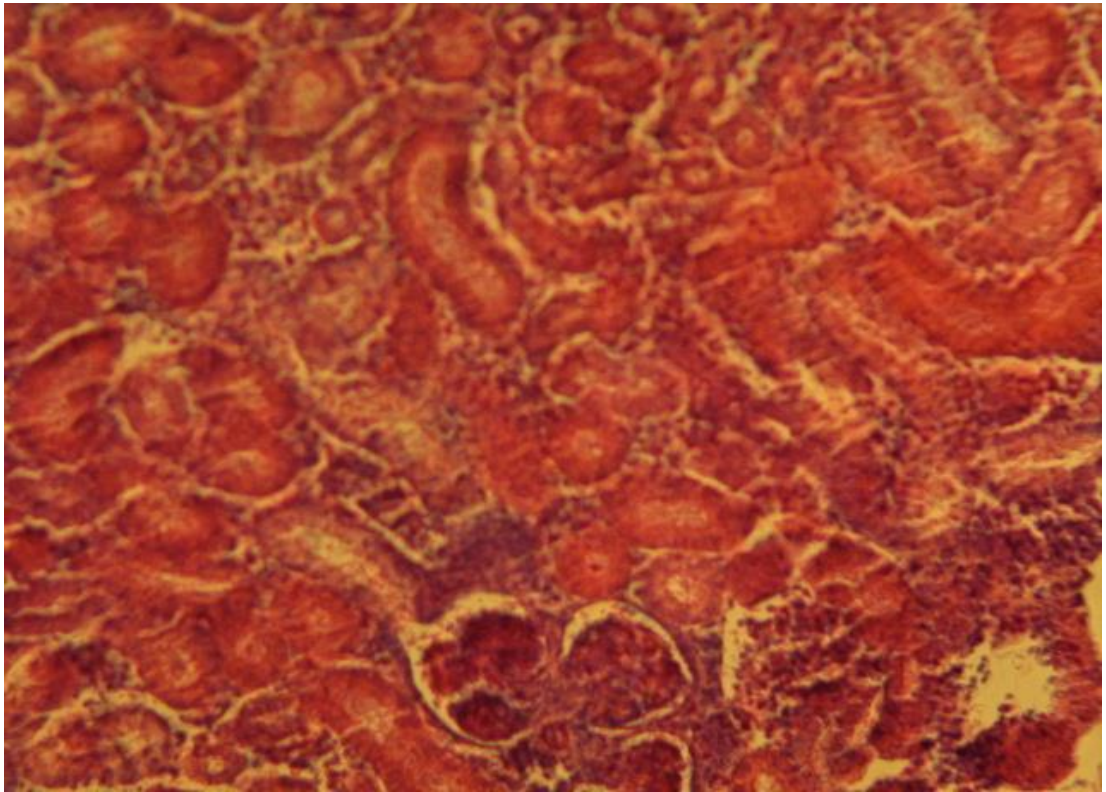


Рисунок 5 – Гистологический срез почек ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

Была отмечена незначительная инфильтрация лимфоцитов в паренхиматозной ткани почек. В почечных канальцах изменения не выявлены, эпителий канальцев имел четкие границы.

В тонком кишечнике тинкториальные свойства тканей не нарушены. Оболочки стенки кишечника четко контурированы. Ворсинки слизистой оболочки хорошо выражены. В собственной пластинке слизистой оболочки и в мышечном слое небольшие отеки. Такая гистологическая картина наблюдалась и в контрольной и в опытных группах. В толстом отделе кишечника ткани не нарушены. Оболочки стенки кишечника четко контурированы (рисунок 6).

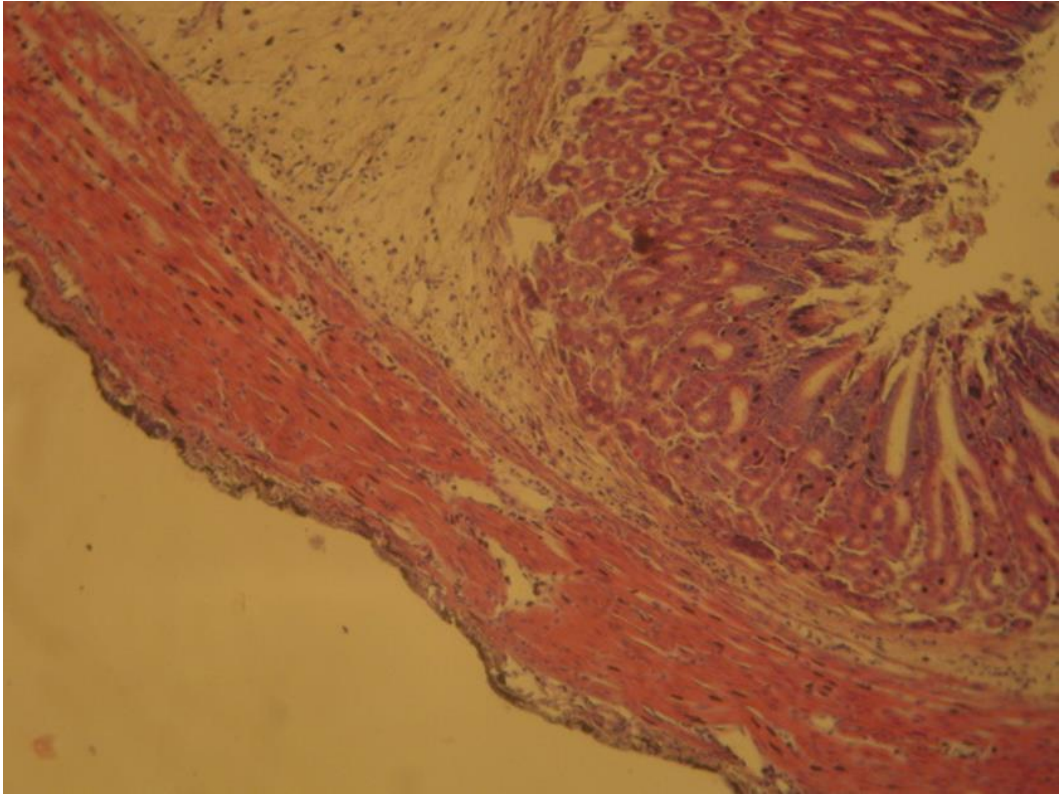


Рисунок 6 – Гистологический срез толстого кишечника ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

Результаты исследований показали, что органический йод в составе биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказывает негативного влияния на развитие и гистологическое состояние внутренних органов.

3.1.1.6 Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра

Накопление йода в мышечной ткани пресноводной рыбы является одним из эффективных путей обеспечения этим микроэлементом населения. Одной из задач представленных исследований является анализ процесса накопления йода в мышечной ткани рыбы. Содержание йода определяли методом постоянноточковой инверсионной вольтамперометрии с углеродным электродом, на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА», путём выполнения измерений массовой концентрации йода в продовольственных продуктах.

Во всех опытных группах за исключением 5-й, фиксировалось достоверное увеличение содержания йода в мышечной ткани. Самое высокое содержание йода наблюдалась в мышечной ткани рыб 3-й опытной группы, где в состав рациона входило 201,08 мкг йода и составило 77,6 мкг/кг, это на 36,6 % выше, чем в контрольной группе (таблица 18).

Таблица 18 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра, мкг/кг

Группа	Количество
Контрольная	56,8±0,92
1-я опытная	65,7±0,79***
2-я опытная	76,6±0,61***
3-я опытная	77,6±0,49***
4-я опытная	75,6±0,46***
5-я опытная	45,6±0,66***

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

Вводимый в рацион с комбикормом органический йод в дозировке 200,0 мкг/кг, по – видимому, тот оптимум, при котором он не оказывает токсического влияния на организм ленского осетра и откладывается в мышечной ткани. У всех животных существует порог до которого поступающий из внешней среды йод в различных соединениях может усваиваться. Выше этого порога излишний йод выводится организмом почками с мочой или с фекалиями. Так в 5-й опытной группе количество ассимилированного йода было наименьшим и составило 45,6 мкг/кг, что подтверждает исследования, проведенные И. В. Брянской, С. Ю. Лесковой [40], Е. В. Шацких и О. С. Цыгановой [307].

3.1.1.7 Контрольный убой ленского осетра

Мясо осетров является в гастрономическом отношении деликатесом. Оно имеет белый цвет и жировые прослойки от ярко-желтого до оранжевого цвета. Жир осетров легкоусвояемый, что благотворно влияет на снижение уровня холестерина в крови. Регулярное употребление его мяса способствует снижению риска развития

заболеваний сердца и сосудов [241]. По калорийности и содержанию полезных веществ не уступает мясу теплокровных, по легкости усвояемости его превосходит. Ленский осетр, в своем теле имеет небольшое количество несъедобных частей благодаря тому, что хрящи, из которых состоят голова и скелет, а также позвоночная струна, используются в пищу. Отваренные хрящи добавляют в рассольники, солянки, а из хорды - спинной струны - готовят визигу (спинная струна без внутренней хрящевой массы, перерезанная вдоль и высушенная), которую используют как начинку для пирогов, расстегаев и кулебяк.

Для контрольного убоя были отобраны особи ленского осетра с массой около 348 г. Рыба была взвешена и определена ее промысловая длина. По формуле, предложенной в 1902 году Фультоном, был рассчитан коэффициент упитанности ленского осетра. Упитанность характеризует как содержание жира в организме и физиологическое состояние рыбы, так и ее потребительскую ценность. Применение в кормлении органического йода положительно влияет на массонакопление и увеличение количества жира в теле ленского осетра. Наивысших значений коэффициент упитанности отмечен в группе рыб, получавших в рационе йод в дозировке 201,08 мкг на 1 кг массы рыбы.

При сравнительно равной массе рыб выход съедобных частей был выше у особей 3-й опытной группы, получавших йод в количестве 201,08 мкг на 1 кг массы, что на 1,8 % выше чем в контрольной группе и на 3,9 % чем в группе, получавшей 501,08 мкг/кг йода. Наименьший выход несъедобных частей наблюдался в 3 опытной группе и не превышал 17,6 % (таблица 19).

Таблица 19 – Результаты убоя ленского осетра (n=5)

Показатель	Группа											
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная		4-я опытная		5-я опытная	
	коли чество	% от массы	коли чество	% от массы	коли чество	% от массы	коли чество	% от массы	коли чество	% от массы	коли чество	% от массы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Масса рыбы, г	346,4 ±8,5	100,0	344,0 ±6,1	100,0	359,5 ±7,3	100,0	355,2 ±9,0	100,0	342,4 ±6,5	100,0	342,4 ±7,5	100,0
Масса головы и плавников, г	110,0 ±5,9	31,8	113,0 ±8,6	32,9	114,5 ±6,9	31,8	113,7 ±7,1	32,0	113,3 ±5,3	33,1	113,3 ±8,3	33,1
Масса кожи, г	35,0 ±2,7	10,1	40,0 ±3,0	11,6	41,0 ±2,9	11,4	32,6 ±2,4	9,2	38,0 ±2,6	11,1	37,0 ±2,2	10,8
Масса хрящевой ткани, г	28,0 ±2,3	8,1	27,0 ±2,6	7,9	27,0 ±3,5	7,5	27,3 ±3,8	7,7	27,0 ±2,1	7,9	27,0 ±2,4	7,9
Масса мышечной ткани, г	128,0 ±5,8	37,0	126,0 ±4,3	36,6	135,3 ±6,2	31,8	140 ±8,5	39,4	122,3 ±4,6	35,7	120,6 ±5,6	35,2
Масса жабр, слизи, крови, жидкости, г	12,0 ±3,8	3,5	10,0 ±4,5	2,9	14,0 ±4,3	3,9	13,4 ±5,8	3,8	13,6 ±5,4	4,0	12,6 ±6,4	3,7

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Масса съедобных частей, г	141,5 ±4,1	40,9	139,0 ±5,3	40,4	145,7 ±6,1	40,5	151,8 ±4,2	42,7	131,0 ±5,8	38,3	132,7 ±7,8	38,8
Масса несъедобных частей, г	66,9 ±4,6	19,3	65,0 ±4,5	18,9	72,3 ±5,3	20,1	62,4 ±6,8	17,6	69,4 ±4,5	20,3	69,4 ±5,5	20,3
Масса съедобных и условно съедобных частей, г	279,5 ±8,3	80,7	279,0 ±6,8	81,1	287,2 ±7,3	79,9	292,8 ±5,5*	82,4	273,0 ±4,7	79,7	273,0 ±6,7	79,7
Длина рыбы, см (l)	36,6 ±0,5		36,2 ±0,4		36,3 ±0,4		36,2 ±0,2		35,3 ±0,7		35,8 ±0,3	
Коэффициент упитанности по Фультону (Ky)	0,71		0,73		0,75		0,75		0,78		0,74	

*P≥0,95

3.1.1.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Органолептическая оценка позволяет выявить качественные отличия, определить общее или частичное качество пищевого продукта с помощью органов чувств и является окончательным и решающим фактором при определении качества продукта, в том числе и рыбы. Для определения влияния йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» на вкусовые качества ленского осетра была проведена органолептическая оценка качества отварной мышечной ткани и бульона рыб контрольной и опытных групп. Готовый продукт (бульон и отварное мясо) оценивался по ряду свойств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на основе научных принципов. Отварное мясо оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету; рыбный бульон – по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира. Образцы оценивались по пятибалльной шкале (рисунок 7).

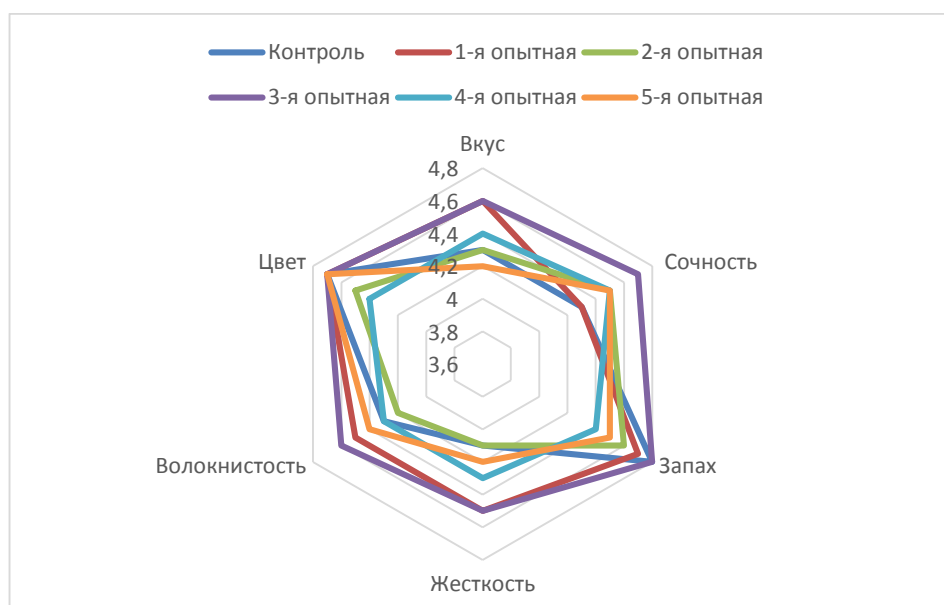


Рисунок 7 - Профилограмма образцов отварного мяса ленского осетра

Качество мяса рыб 1-й и 3-й опытных групп отличалось высокими вкусовыми свойствами, сочностью и мягкостью от мяса рыб контрольной и других опытных групп. У 5-й опытной группы почти по всем показателям была снижена бальность качества отварного мяса.

Оценка дегустации бульона, приведенная на рисунке 8 показывает, что бульон, полученный при варке мяса рыб опытных и контрольной группы, по большинству показателей отличался незначительно.



Рисунок 8 - Профилограмма образцов бульона

Результаты дегустации показали, что йод в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказал достоверного влияния на качество отварного мяса ленского осетра и бульона. Однако, необходимо отметить улучшение качества отварного мяса и бульона рыб, которым скармливался органический йод в количестве 201,08 мкг на 1 кг массы рыбы, и снижение качества по многим показателям у рыб 5-й опытной группы.

3.1.1.9 Экономическая эффективность выращивания ленского осетра с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»

По окончании исследований была рассчитана экономическая эффективность включения в рацион биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» (таблица 20). Валовый прирост ленского осетра опытных групп превысил прирост рыбы из контрольной группы.

Таблица 20 – Экономическая эффективность выращивания ленского осетра с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Валовый прирост массы рыбы, кг	1,51	1,59	1,54	1,70	1,68	1,64
Скормлено комбикорма на группу, кг	1,78	1,96	1,96	1,94	1,93	1,88
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	106,80	117,60	117,60	116,40	115,80	112,80
Стоимость 1 л препарата, руб.	212,50	212,60	212,65	212,70	212,75	213,00
Скормлено препарата, мл	198,09	218,36	218,18	215,69	212,60	208,40
Стоимость скормленного препарата, руб.	42,09	46,42	46,40	45,88	45,23	44,39
Стоимость скормленного комбикорма с препаратом, руб.	148,89	164,02	164,00	162,28	161,03	157,19
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Прибыль от реализации, руб.	757,11	789,98	760,00	857,72	846,97	826,81
Дополнительно полученная прибыль, руб.		32,87	2,89	100,61	89,86	69,70

В 3-й опытной группе он достиг наивысших значений и составил 1,70 кг.

С учетом одинаковой реализационной цены рыбы 600,0 руб. за 1,0 кг, наибольшая прибыль была получена от реализации рыбы, получавшей йод в дозировке 201,08 мкг/кг массы рыбы. Это свидетельствует о положительном влиянии органического йода на продуктивность ленского осетра и целесообразности использования в кормлении ленского осетра добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 200,0 мкг йода в 1,0 мл.

3.1.2 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра в условиях установки замкнутого водоснабжения

Природные популяции осетровых рыб в настоящее время находятся на грани исчезновения. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) позволяют выращивать товарных осетровых рыб независимо от условий внешней среды и времени года [239]. В УЗВ время выращивания рыбы сокращается в 3 раза по сравнению с традиционными формами аквакультуры [43]. Эффективность выращивания осетровых рыб в УЗВ предусматривает соблюдение ряда очень важных технологических требований. Прежде всего это оптимальные плотности посадки рыбы в рыбоводные бассейны, контроль за гидрологическим и гидрохимическим режимами в УЗВ, выполнение комплексов санитарных мероприятий, обеспечивающих хорошее физиологическое состояние и сохранность выращиваемой рыбы, а также использование в кормление сбалансированных по всем питательным веществам комбикормов. Для выращивания рыбы в УЗВ рекомендуется использовать только сухие комбикорма в форме гранул различного размера, соответствующих возрастным категориям рыб. Помимо полноценного состава комбикорма должны хорошо усваиваться рыбой, что сводится к минимуму выделяемых метаболитов и остатков корма в систему очистки воды, что снижает нагрузку на УЗВ в целом. Успешное выращивание рыбы в УЗВ обеспечивает использование кормов с содержанием

сырого протеина 35-60 %, жира 10-22 %, клетчатки не более 8 %, лизина, не менее 2,1 %, кальция не более 2 %.

Для проведения научно-хозяйственного опыта молодь ленского осетра со средней навеской 130,5 г методом аналогов была распределена на 4 группы, контрольную и 3 опытных, по 150 особей в каждую группу. Для выращивания рыбы использовали бассейны, диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Продолжительность эксперимента составила 329 дней. Контрольная группа получала полнорационный комбикорм с диаметром гранул 4 мм и «Абиопептид» не содержащий йод (OP), а молодь 1-й, 2-й и 3-й опытных групп получала с комбикормом дополнительно йод в составе биологически активной добавкой «Абиопептид с йодом», дозировкой 100,0 мкг, 200,0 мкг и 500,0 мкг на 1 кг массы рыбы, соответственно. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 1200 мкг на 1 кг, содержание йода в рационах контрольной и опытных групп составило: 0,84 мкг, 100,84 мкг, 200,84 мкг и 500,84 мкг на 1 кг массы рыбы.

Плотность посадки рыбы 150 особей на 1,7 м² площади дна бассейна соответствовала нормам, что также является важным условием для успешного выращивания осетровых.

3.1.2.1 Физико-химические параметры водной среды в УЗВ

Базовыми условиями для содержания осетровых в УЗВ, являются физико-химические свойства воды и плотность посадки. Эти факторы обуславливают высокую скорость роста и сохранность рыбы. Используемая вода не должна содержать примесей и вредных веществ и отвечать требованиям, предъявляемым к физико-химическим характеристикам воды при разведении и выращивании осетровых [298]. Большую роль, при выращивании осетровых, играет температурный режим. При оптимальной температуре 20-23 °С повышается эффективность использования кормов, что является важным фактором при выращивании рыбы в УЗВ. Если происходят резкие температурные колебания, то

снижается потребление кислорода, задерживается скорость роста и развития рыбы, а также снижается потребление и переваримость корма [180; 181].

Во время проведения научно-хозяйственного опыта температура соответствовала технологическим нормам и колебалась в пределах от 19 до 24 °С.

Растворенный кислород находился на уровне 6,20-7,30 мг/л, показатели рН колебались в пределах от 7,00 до 8,00 (таблица 21).

Таблица 21 –Химический состав воды в бассейнах

Показатель	Значение	ОСТ 15–372–87
Кислород O ₂ , мг/л	6,20-7,30	Не менее 6,00
рН	7,00-8,00	7,00–8,00
Цветность, градус	18,00-20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,20-0,27	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,006-0,012	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,17-0,34	1,00
Хлориды, мг/л	22,40-26,50	20,00–35,00
Железо, мг/л	0,25-0,38	0,50
Фосфаты (PO ₄), мг/л	0,15-0,23	0,30
Кальций (Ca ⁺⁺), мг-экв/л	1,30-2,10	1,80–2,10
Жесткость общая, мг-экв/л	2,90-3,50	3,00–4,00

Значения показателей гидрохимического состава воды в бассейнах соответствовали технологическим нормам (ОСТ 15–372–87), и она пригодна для выращивания осетровых.

3.1.2.2 Рост и развитие ленского осетра

Основным критерием оценки влияния биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» является изучение ее влияния на рост и развитие рыбы, характеризующейся динамикой живой массы, среднесуточным, абсолютным и относительным приростом. Анализируя результаты исследований, представленных

в таблице 22, видно, что за период эксперимента, лучшие результаты были получены во 2-й опытной группе, где дозировка йода составляла 200,84 мкг на 1 кг массы рыбы [273].

Таблица 22 - Динамика массы ленского осетра, г

Период опыта, месяц	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Начало опыта	131,20±1,99	128,50±1,47	132,10±2,13	130,50±2,36
1	181,30±5,93	184,60±4,03	194,10±3,27	189,60±4,43
2	254,00±15,14	261,30±4,74	278,00±6,65	271,30±24,39
3	341,30±13,54	344,60±16,21	364,60±14,73	351,00±20,80
4	398,00±13,20	398,60±16,36	454,80±18,91	436,00±10,39
5	524,00±15,94	521,00±6,65	565,00±12,16	528,00±9,53
6	612,40±19,92	622,30±14,61	642,10±35,28	636,60±21,87
7	678,70±5,94	689,50±14,06	720,00±2,88**	711,40±11,04
8	746,20±6,85	752,00±5,29	789,40±8,47*	779,20±8,22*
9	808,50±7,28	823,00±6,42	857,30±6,10**	848,50±11,16*
10	872,20±10,9	885,20±6,71	922,20±13,53*	912,50±10,87
11	951,6±6,06	970,26±2,51*	1004,30±5,48**	975,20±5,68*
Прирост за весь период	820,4	841,8	872,2	844,7

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

К концу опыта средняя масса рыбы во 2-й опытной группе достоверно превышала среднюю массу рыбы контрольной группы на 52,7 г. В 1-й и 3-й опытных группах, дополнительно получавших йод дозировками 100,0 и 500,0 мкг на 1 кг массы рыбы, средний прирост 1 особи был также выше по сравнению с контрольной группой.

Под действием органического йода во всех опытных группах ихтиомасса в конце эксперимента была выше по сравнению с контролем. Наиболее высокие значения ихтиомассы были получены в 1-й и 2-й опытных группах и составили 136,81 и 143,61 кг соответственно. В 3-й опытной группе темп массонакопления был ниже по сравнению с другими опытными группами, ихтиомасса к концу опыта достигла 135,56 кг. Очевидно, что дозировка йода 200,84 мкг/кг является физиологически оптимальной для развития рыбы, йод в количестве 500,84 мкг/кг имеет тенденцию угнетения роста рыбы. Среднесуточный прирост за весь опыт был выше во 2-й опытной группе на 10,5 % по сравнению с контрольной группой (таблица 23).

Таблица 23 - Показатели прироста и выживаемости ленского осетра в УЗВ

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Абсолютный прирост, г	820,40	841,76	872,20	844,70
Относительный прирост, %	625,30	655,10	660,26	647,28
Среднесуточный прирост, г	2,49	2,56	2,65	2,56
Выживаемость, %	92,00	94,00	95,33	92,67

Также во 2-й опытной группе были отмечены более высокие значения относительного прироста и самая высокая сохранность поголовья рыбы – превышающая сохранность рыб в контрольной группе на 3,33 %.

На основании полученных результатов очевидно, что присутствие йода в рационах рыб опытных групп даёт улучшение показателей роста по сравнению с контролем.

3.1.2.3 Эффективность использования кормов

В период научно-хозяйственного опыта кормление ленского осетра осуществлялось вручную 2 раза в сутки, утром около 8 часов и вечером до 17 часов. В таблице 24 отражена эффективность использования кормов ленским осетром при выращивании в УЗВ.

Таблица 24 - Показатели эффективности использования кормов ленским осетром

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	172,54	174,52	185,38	176,83
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,55	1,49	1,50	1,52
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	26,97	25,93	26,10	26,45
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	728,5	700,3	705,0	714,4
Затраты добавки «Абипептид с йодом», л	-	26,54	28,30	27,19

Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы в 1-й и 2-й опытных группах были ниже по сравнению с контрольной, соответственно, на 0,06 и 0,05 кг. Наименьшие затраты сырого протеина и энергии на 1 кг прироста отмечены во 2-й опытной группе.

Полученные результаты свидетельствуют, что оптимальной дозировкой йода в составе кормовой добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении осетровых при выращивании в УЗВ следует считать 200,0 мкг/мл на 1 кг массы рыбы.

3.1.2.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Для определения биохимических показателей крови и гормонального статуса была взята кровь из сердца рыб в начале опыта при средней массе тела рыбы 130,5 г, через 23 недели при средней массе тела 554,3 г и в конце эксперимента при средней массе тела 975,3 г. Было определено в сыворотке крови содержание прямого и общего билирубина, общего белка, АЛТ, АСТ, глюкозы, мочевины и минеральных веществ: кальция и фосфора (таблица 25).

Количество свободного и общего билирубина как в контрольной, так и в опытных группах к середине эксперимента увеличилось, что по-видимому связано с адаптационными механизмами печени к новым добавкам в кормах. К концу опыта количество билирубина нормализовалось у рыб контрольной группы. В опытных группах отмечались повышенные значения этого показателя крови.

Белки крови участвуют в регуляции осмотического давления, под их контролем находятся буферные свойства крови, участвуют в обмене белков всего организма. Рост, развитие, продуктивность и многие обменные процессы находятся в прямой зависимости от интенсивности белкового обмена. Введение в рационы подопытных рыб добавки «Абиопептид» в середине опыта стимулировало рост плазменного белка. При длительном поступлении с кормами этой добавки к концу опыта количество общего белка снизилось в крови контрольной, 1-й и 2-й опытных групп.

Таблица 25 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра при выращивании в УЗВ с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Группа	Показатель								
	Билирубин общий, мкмоль/л	Билирубин прямой, мкмоль/л	Белок общий, г/л	АСТ, ед/л	АЛТ, ед/л	Мочевина, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л	Кальций, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л
Начало опыта									
Исходная	4,07±0,07	1,76±0,06	65,27±3,4	27,23±1,43	26,07±2,25	11,20±1,68	6,00±0,57	2,93±0,26	2,54±0,46
Середина опыта									
Контрольная	5,73±0,80	2,77±0,60	85,50±5,70	41,57±14,2	21,23±5,48	6,53±1,32	5,50±0,68	3,05±0,27	1,67±0,15
1-я опытная	5,93±0,90	3,07±0,74	64,93±10,60	43,40±9,64	21,10±4,30	9,73±1,40	5,17±1,02	2,83±0,16	1,94±1,17
2-я опытная	6,03±1,20	3,70±0,80	73,80±16,05	42,63±14,4	37,13±11,55	8,03±2,62	5,77±1,12	2,9±0,41	1,73±0,20
3-я опытная	4,73±1,38	2,48±0,38	62,60±5,34	24,80±1,70	22,67±3,14	8,97±2,08	5,73±0,70	2,93±0,4	1,76±0,34
Конец опыта									
Контрольная	4,03±0,09	2,30±0,15	56,50±7,02	33,40±6,10	22,80±1,40	4,80±0,70	3,6±3,10	2,14±0,16	1,23±0,19
1-я опытная	6,10±0,50*	2,80±0,14	33,70±5,20	29,60±2,56	23,90±2,20	8,10±1,20	4,3±0,83	2,62±0,47	1,82±0,43
2-я опытная	6,90±0,20 ***	2,76±0,11	62,23±14,80	38,63±1,62	24,50±0,47	6,30±0,55	5,9±0,45*	4,53±0,49 **	2,57±0,24 *
3-я опытная	5,0±0,75	2,2±0,30	103,03±46,4	33,31±6,63	32,43±7,62	3,86±0,70	4,07±0,42	2,31±0,08	1,33±0,05

*P≥0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

Аланинаминотрансфераза (АЛТ) – фермент печени, участвующий в обмене аминокислот. АЛТ считается индикаторным ферментом или маркером нарушений функций печени любой природы. Аспартатаминотрансфераза (АСТ) – клеточный фермент, участвующий в обмене аминокислот. В гепатоцитах большая часть АСТ (80 % активности) обнаруживается в митохондриях, остальное – в цитозольной фракции. АЛТ и АСТ являются маркерами, свидетельствующими о нарушениях и повреждениях мышц, печени и других внутренних органов.

По соотношению АСТ/АЛТ (коэффициент Де Ритиса) можно судить о тяжести поражения органов. В норме коэффициент Де Ритиса равен 1,3–1,75. Рост отношения АСТ/АЛТ (коэффициент де Ритиса больше 2 свидетельствует о поражении сердца. Коэффициент де Ритиса меньше 1 говорит о поражении печени. Показатели коэффициента Де Ритиса у хищных рыб выше по сравнению с таковыми у мирных.

Возможно, это связано с тем, что хищные рыбы в большей степени, чем мирные, подвержены патологическим процессам, в результате которых происходит высвобождение аминотрансфераз из органов, в частности из печени, в кровь [90].

Показатели АСТ к середине опыта у рыб контрольной, 1-й и 2-й опытной групп повысились, а значения АЛТ стали ниже за исключением 2-й опытной группы, что связано, по-видимому, с реакцией печени на введение в корм органического йода с препаратом «Абиопептид». К концу опыта показатели АЛТ и АСТ снизились в контроле и двух первых опытных группах. Несмотря на то что наблюдалось повышение значений печеночных ферментов, коэффициент де Ритиса не выходил за грани нормы и варьировал от 1 до 2, что говорит о достаточно благополучном состоянии печени и сердца у рыб контрольной и опытных групп.

Количество мочевины снизилось у всех рыб подопытных групп по сравнению с началом опыта, но было выше в опытных группах по сравнению с контролем.

Количество глюкозы у рыб опытных групп было выше по сравнению с контролем, что говорит о положительном влиянии йода на углеводный обмен, хотя у рыб 3-й опытной группы, получавших йод из расчета 500,84 мкг/кг, количество

глюкозы к концу опыта уменьшилось, здесь явное угнетение углеводного обмена большой дозой йода. Количество минеральных веществ у рыб контрольной и опытных групп было примерно на одном уровне и достоверно не отличалось.

При введении в рационы органического йода наблюдалось повышение содержания тироксина как общего, так и свободного у рыб опытных групп к середине опыта (таблица 26).

Таблица 26 – Содержание тиреоидных гормонов в крови ленского осетра при выращивании в УЗВ

Группа	Гормон		
	T4 общ. нмоль/л	T4 своб. нмоль/л	T3 нмоль/л
Начало опыта			
Исходная	25,14±3,63	10,58±1,96	0,13±0,015
Середина опыта			
Контрольная	21,43±3,32	12,73±1,17	0,11±0,04
1-я опытная	26,30±3,06	14,90±1,71	0,07±0,01
2-я опытная	26,43±1,03	13,80±1,68	0,08±0,02
3-я опытная	39,73±4,33*	18,13±1,03*	0,17±0,027
Конец опыта			
Контрольная	26,83±3,20	10,20±1,70	0,12±0,01
1-я опытная	39,75±5,90	14,03±1,90	0,26±0,01*
2-я опытная	45,78±1,80**	15,23±2,60	0,21±0,05
3-я опытная	31,20±4,90	11,10±4,10	0,19±0,04

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

Максимальных значений T4 общ. и T4 своб. достигли в 3-й опытной группе, что указывает на накопление большого количества йода в крови и увеличение синтетической деятельности щитовидной железы.

Однако к концу опыта в этой группе количество тиреоидных гормонов снизилось, сработал механизм защиты и избыток йода вывелся почками и печенью с метаболитами, в результате снизилось количество тиреоидных гормонов в крови.

Во второй опытной группе, получавшей с кормом йод в количестве 200,84 мкг/кг происходило постепенное нарастание содержания Т4, и его количество достигло максимальных значений в конце опыта. Трийодтиронин к концу эксперимента в опытных группах имел тенденцию к возрастанию и достиг максимальных значений в 1-й и 2-й опытных группах, что говорит о положительном влиянии органического йода в дозировках 100,0 и 200,0 мкг/кг на деятельность щитовидной железы и процессы дейодирования.

3.1.2.5 Развитие и гистологическое состояние внутренних органов

В научно-хозяйственном опыте по выращиванию ленского осетра в УЗВ с использованием в кормлении биологически активной добавки рыба достигла массы 951,6-1004,0 г. Для контрольного убоя были взяты по 3 особи из каждой группы.

При исследовании внутренних органов были осмотрены жабры, сердце, плавательный пузырь, система пищеварения, почки. Патологических изменений в их развитии не обнаружено.

Введение в рацион ленского осетра биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» привело к достоверному изменению желудочно-кишечного тракта рыб (таблица 27).

Было отмечено уменьшение массы желудка в 1-й, 2-й и 3-й опытных группах, соответственно, на 1,2, на 2,6 и 1,4 г по сравнению с контролем.

Таблица 27 – Масса внутренних органов (n=5)

Показатель	Группа							
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	1,4±0,1	0,1	1,8±0,1	0,32	2,2±0,2*	0,2	1,7±0,3	0,2
Печень	37,6±1,6	4,0	35,4±1,1	3,7	38,2±1,5	3,8	41,8±0,7*	2,9
Желудок	8,8±0,2	0,9	7,6±0,2**	0,8	6,2±0,4***	0,6	7,4±0,8*	0,8
Спиральный клапан	8,9±0,2	0,9	7,2±0,2***	0,7	6,4±0,2***	0,6	7,1±0,2***	0,7
Кишечник	10,4±0,5	1,1	9,4±0,3	1,0	8,0±0,1***	0,8	8,9±0,1*	0,9

*P>0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

Спиральный клапан также достоверно был меньше в опытных группах (P≥0,999) на 1,7; 2,5 и 1,8 г по сравнению с контрольными значениями. Кишечник наименьшего размера наблюдался во 2-й опытной группе, его масса была на 2,4 г меньше массы кишечника рыб контрольной группы.

Уменьшение массы желудка и кишечника, по-видимому, связано с длительным использованием в кормлении йодсодержащей протеиновой добавки, которая способствовала интенсивному усвоению питательных веществ корма и сокращению периода переваривания пищи.

Гистологические методы исследования позволяют дать более полную картину физиологического состояния той или иной системы организма или органа и дополняют объем всесторонних исследований влияния на организм факторов внешней среды. При введении в кормление рыб тех или иных компонентов в первую очередь гистологическому исследованию подвергаются органы пищеварения и выделительная система. Клетки печени - гепатоциты у рыб подопытных групп увеличены в объеме, цитоплазма прозрачная, содержит светлые полости значительных размеров, ядра смещены к периферии клетки (рисунок 9).

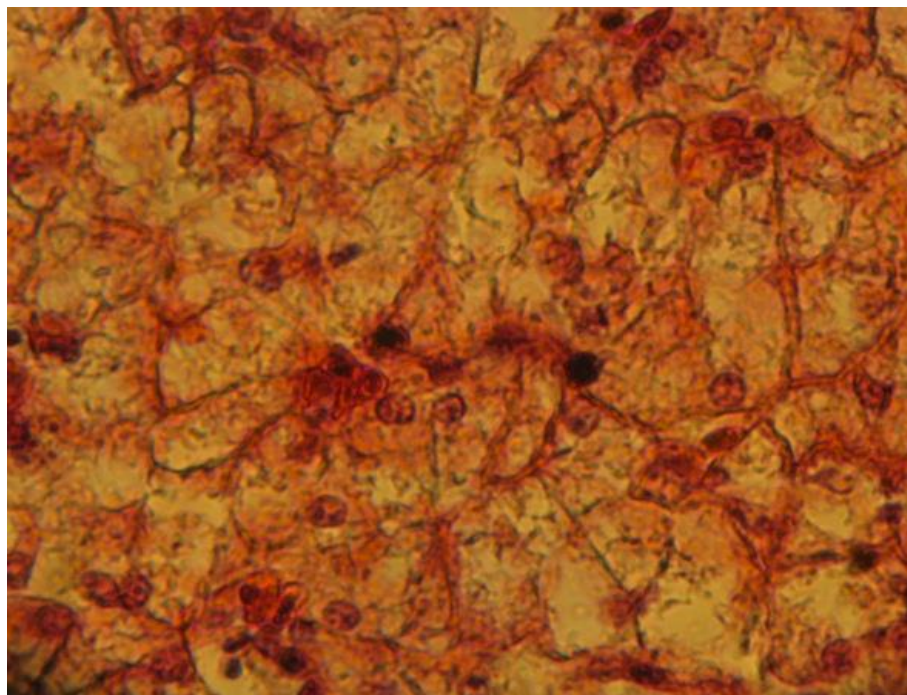


Рисунок 9 - Гистологический срез печени ленского осетра 2-й опытной группы. Г.Э. x400

У рыб 3-й опытной группы в печени выявлено расширение просвета кровеносных сосудов с наличием форменных элементов крови в них, небольшая инфильтрация лимфоцитов вокруг центральных печеночных вен (рисунок 10).

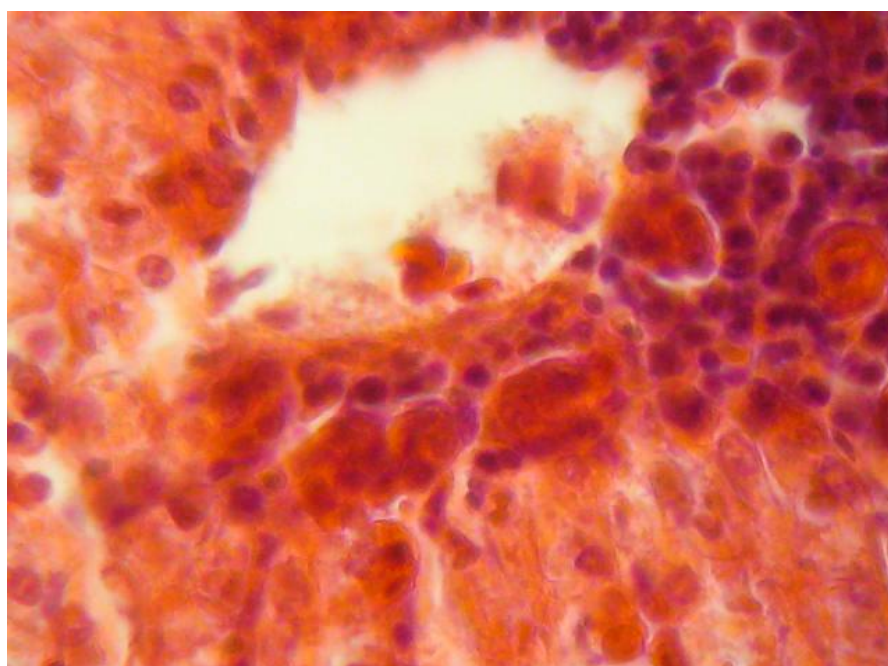


Рисунок 10 - Гистологический срез печени ленского осетра 5-й опытной группы. Инфильтрация лимфоцитов вокруг печеночной артерии. Г.Э. x100

В тонком и толстом отделах кишечника тинкториальные свойства тканей не нарушены. Оболочки стенки кишечника были четко контурированы. В пластинке слизистой оболочки и в мышечном слое наблюдались небольшие отеки. Подобная гистологическая картина наблюдалась во всех группах (рисунок 11).

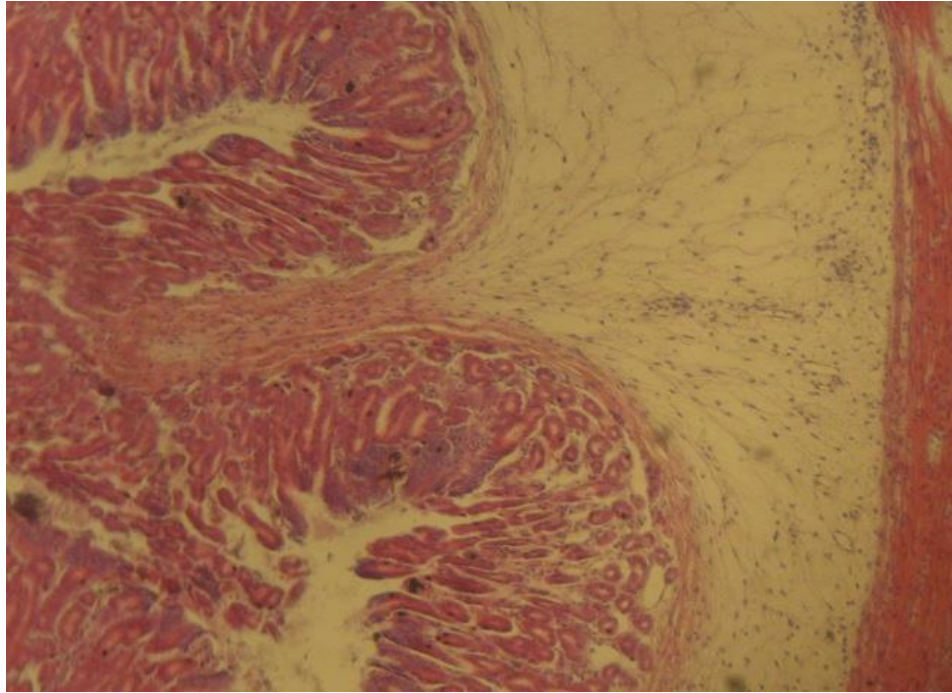


Рисунок 11 - Гистологический срез толстого кишечника ленского осетра 2-й опытной группы. Г.Э. x100

В почках структура нефронов у всех исследованных рыб почти не отличалась. Почечные тельца широко варьировали в размерах: от очень мелких с небольшими капиллярными клубочками до крупных, больших в объеме телец. Дистрофические и некробиотические изменения тканей почек не выявлены.

Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное полнокровие сосудистых петель. Капсулы клубочков были без патологий. Отмечена незначительная инфильтрация лимфоцитов в паренхиматозные ткани почек.

В почечных канальцах изменения не выявлены, эпителий канальцев имел четкие границы (рисунок 12).

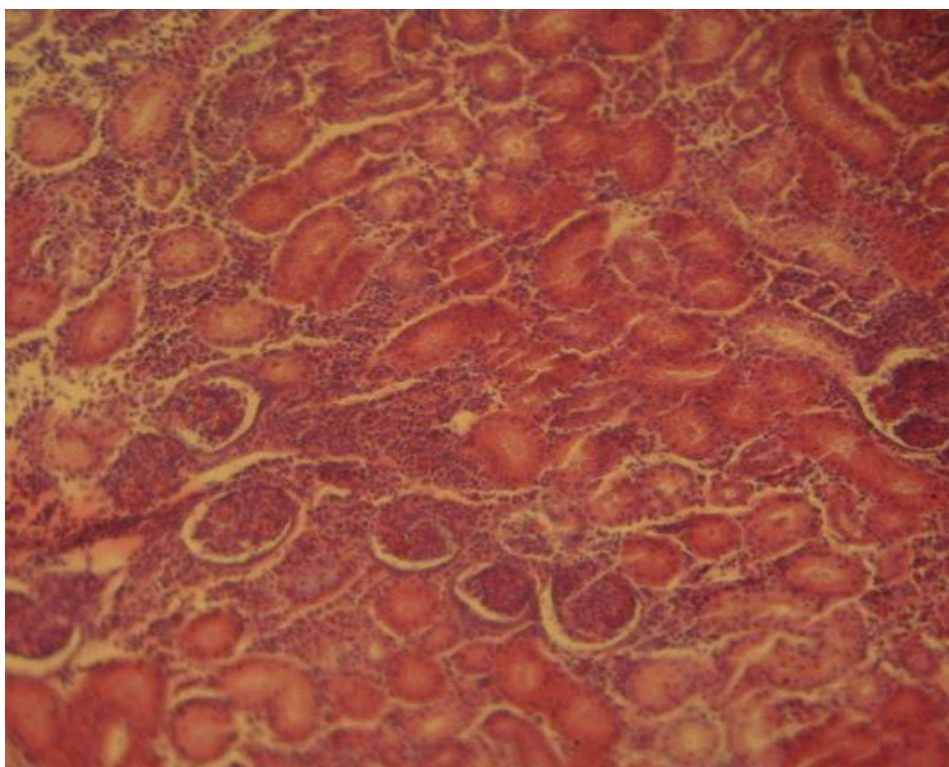


Рисунок 12 - Гистологический срез почек ленского осетра 2-й опытной группы. Г.Э. x100

По результатам исследований можно заключить, что использование в кормлении ленского осетра органического йода в количестве 100,0 и 200,0 мкг/кг в составе препарата «Абиопептид с йодом» не оказывает отрицательного влияния на развитие внутренних органов.

3.1.2.6 Химический состав мышечной ткани

Наряду с оценкой рыбной продукции по выходу съедобных и несъедобных частей немаловажное значение имеет определение химических показателей мышечной ткани рыбы. Количество протеина и жира в мышечной ткани у рыб подопытных групп достоверно не отличалось (таблица 28).

Содержание кальция и фосфора во 2-й опытной группе достоверно выше по сравнению с контрольной группой, на 0,49 % и на 0,17 % соответственно.

Таблица 28 - Химический состав мышечной ткани ленского осетра

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Вода, %	70,27±1,3	70,33±0,14	70,43±0,06	70,25±0,24
Сухое вещество, %	29,73±0,08	29,67±0,05	29,57±0,17	29,75±0,23
Протеин, %	17,39±0,04	17,58±0,08	17,44±0,07	17,39±0,17
Жир, %	10,51±0,15	10,30±0,07	10,36±0,11	10,38±0,19
Зола, %	1,21±0,009	1,26±0,007*	1,41±0,05*	1,37±0,03**
БЭВ, %	0,62±0,03	0,53±0,02	0,36±0,03**	0,61±0,02
Кальций, %	0,32±0,02	0,51±0,03**	0,81±0,01***	0,39±0,02
Фосфор, %	0,32±0,01	0,39±0,03	0,49±0,01***	0,43±0,04*

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

Количество йода в мышечной ткани ленского осетра представлено на Рисунке 13.

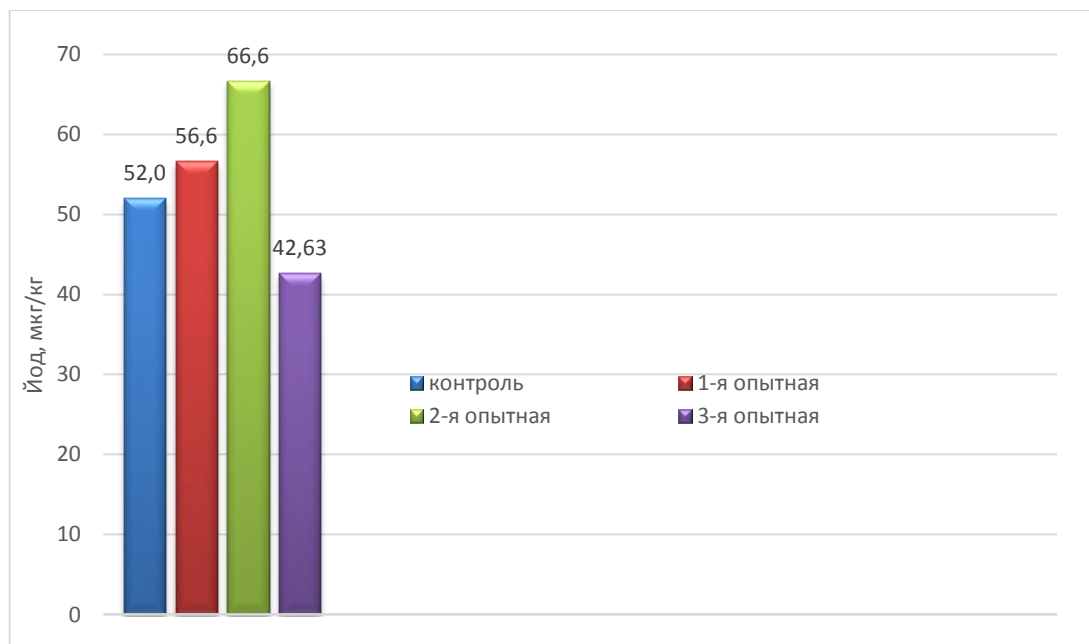


Рисунок 13 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра

Самое высокое содержание йода в мышечной ткани ленского осетра отмечено во 2-й опытной группе ($P \geq 0,999$), получавшей йод дозировкой 200,84 мкг/кг, это на 14,6 мкг/кг больше, чем в контрольной группе.

3.1.2.7 Товарные качества ленского осетра

Одним из источников увеличения производства рыбной продукции является повышение убойного выхода съедобных и условно съедобных частей рыбы, которые зависят от вида или породы рыбы, возраста, физиологического состояния.

С целью изучения влияния органического йода на убойный выход рыбной продукции был проведен в конце научно-хозяйственного опыта контрольный убой ленского осетра подопытных групп. Для проведения контрольного убоя были отобраны рыбы с примерно одинаковой массой 950,0-1000,0 г и биологической длиной в пределах 65 см (таблица 29).

У ленского осетра 2-й опытной группы убойный выход съедобных частей был выше на 1,8 % по сравнению с контролем. Масса съедобных и условно съедобных частей в группе, получавшей в рационе йод в дозировке 200,84 мкг/кг была также выше по сравнению с контролем и другими опытными группами и составила $819,3 \pm 10,45$ г. Выход несъедобных частей в контроле и опытных группах достоверно не отличался и не превышал 19,7 %.

3.1.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Влияние органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на качество мяса ленского осетра, оценивалось с помощью органолептической экспертизы. Были приготовлены бульон и отварное мясо. Экспертной группой была проведена органолептическая оценка по пятибальной шкале образцов отварного мяса и бульона, приготовленных из рыбы, участвовавшей в опыте.

Таблица 29 – Результаты убоя ленского осетра при выращивании в УЗВ

Показатель	Группа							
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	951,6±6,06	100,0	970,3±1,95*	100,0	1004,0±5,48**	100,0	975,2±5,68*	100,0
Масса головы и плавников	302,9±7,16	31,8	309,1±6,82	31,9	324,3±5,50	32,3	318,9±2,90	32,7
Масса кожи	96,2±1,59	10,1	102,4±0,97	10,6	111,3±1,88**	11,1	114,1±1,43**	11,7
Масса хрящевой ткани	75,9±4,07	8,0	79,9±3,50	8,2	83,3±1,80	8,3	69,2±2,02	7,1
Масса мышечной ткани	350,9±12,82	36,9	358,6±8,68	37,0	373,5±1,93	37,2	347,3±4,6	35,6
Масса жабр, слизи, крови, полостной жидкости	58,7±2,13	6,2	58,9±1,16	6,1	51,2±1,72	5,1	58,8±1,74	6,02
Масса съедобных частей	388,5±10,45	40,8	394,0±4,03	40,6	411,7±6,40*	41,0	389,1±7,93	39,9
Масса несъедобных частей	184,3±6,19	19,4	187,3±1,20	19,3	184,7±4,27	18,4	198,3±1,45	20,3
Масса съедобных и условно съедобных частей	767,3±9,03	80,6	783,0±3,1	80,7	819,3±10,45**	81,6	777,2±5,18	79,7

*P≥0,95; **P≥0,99

Отварное мясо оценивалось по цвету, вкусу, запаху, сочности и жесткости (рисунке 14).

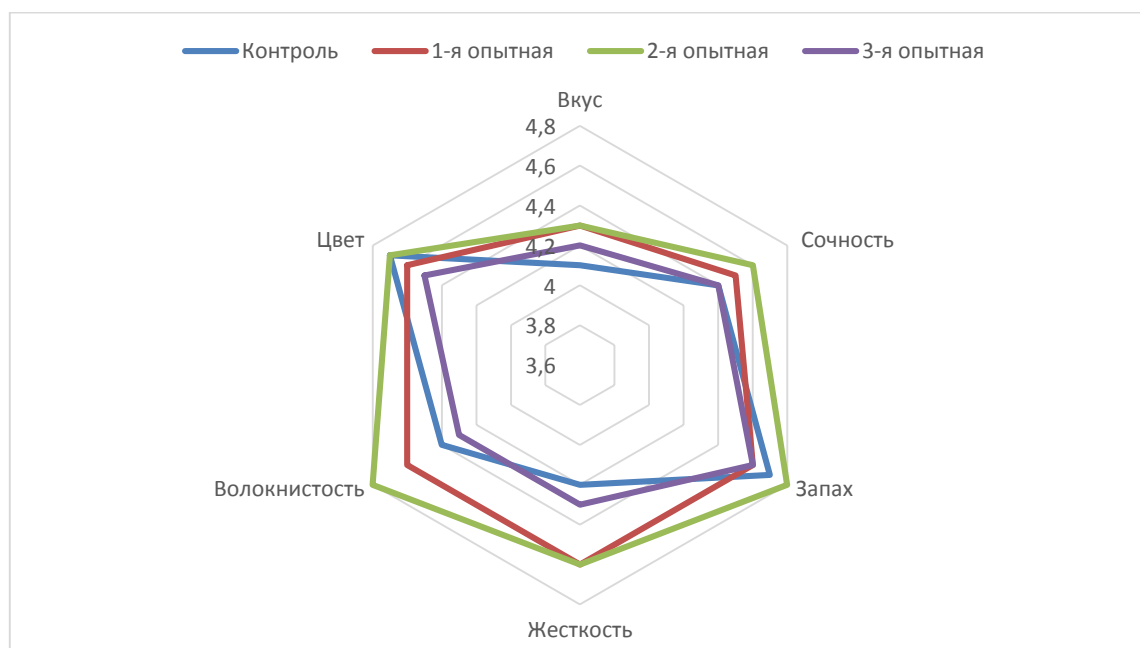


Рисунок 14 - Профилограмма образцов отварного мяса ленского осетра

Все органолептические параметры образцов отварного мяса ленского осетра 2-й опытной группы получили более высокие оценки по сравнению с контролем и другими опытными группами.

Бульон оценивался по следующим показателям: цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (рисунке 15).

Оценка дегустации бульона показала, что почти все органолептические параметры во второй опытной группе имели более высокие баллы, по сравнению с контролем, 1-й и 3-й опытными группами.

Такие качества бульона, как аромат, наваристость, прозрачность, количество капелек жира и цвет набрали наибольшее количество баллов даже по сравнению с результатами оценки этих показателей в контрольной группе.

На основании полученных дегустационных оценок можно заключить, что качество отварного мяса и бульона рыб, которым скармливался йод в количестве 200,84 мкг на 1 кг массы рыбы, достаточно высокое.



Рисунок 15 - Профилограмма образцов бульона

У рыб, получавших в рационе йод дозировкой 500,84 мкг на 1 кг массы рыбы, наблюдалось снижение качества отварного мяса и бульона по многим показателям.

3.1.2.9 Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в УЗВ с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»

Для оценки перспективности выращивания товарного ленского осетра при использовании в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» целесообразно рассчитать экономическую эффективность. Одним из ключевых звеньев эффективности выращивания рыбы является ее себестоимость. Структура себестоимости рыбной продукции представлена на рисунке 16.

Большая часть затрат, входящих в себестоимость рыбы, приходится на рыбопосадочный материал и корма, а меньшая на водопотребление.

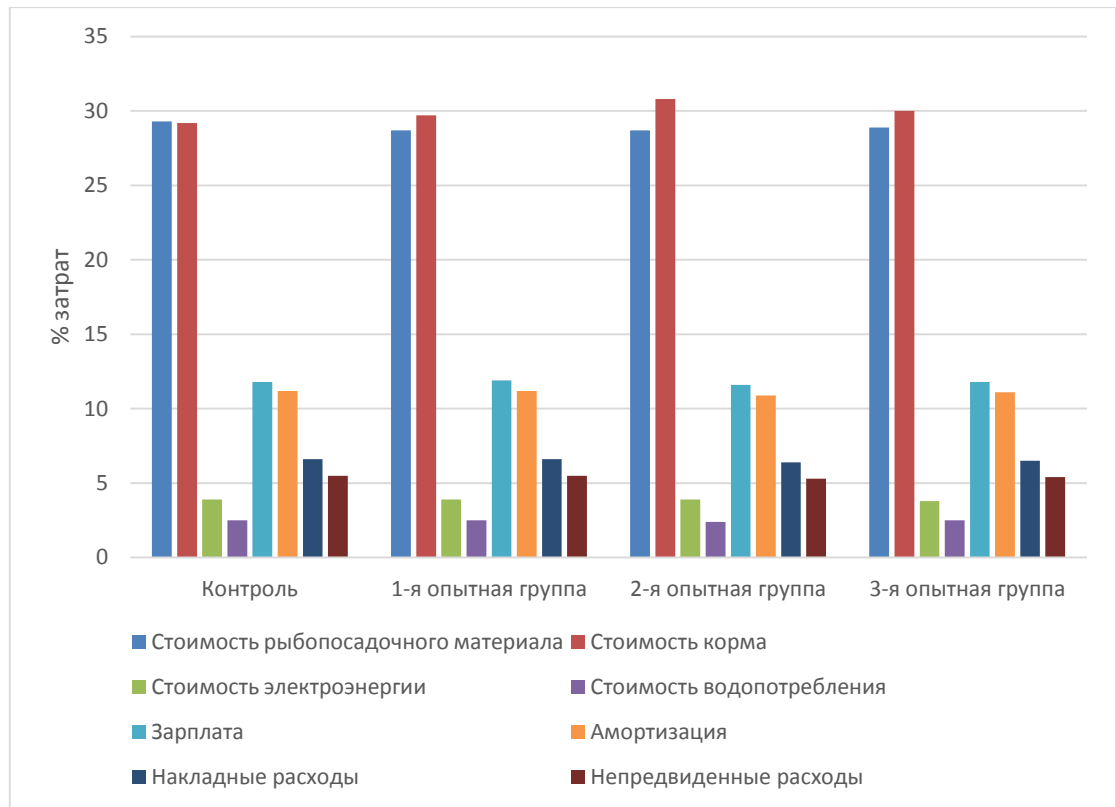


Рисунок 16 - Структура себестоимости рыбной продукции

Расчет экономической эффективности, представленный в таблице 30, отражает положительное влияние добавки «Абиопептид с йодом» на прирост икhtiомассы во всех опытных группах.

Таблица 30 - Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в УЗВ с использованием в кормлении органического йода

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
1	2	3	4	5
Икhtiомасса в начале опыта, кг	19,68	19,28	19,82	19,58
Икhtiомасса в конце опыта, кг	131,32	136,81	143,61	135,56
Прирост ленского осетра, кг	111,64	117,53	123,79	115,98
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	0,85	0,85	0,85	0,85

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	16,73	16,38	16,84	16,64
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,00	65,00	65,00	65,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	172,54	174,52	185,38	176,83
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	11,2	11,3	12,05	11,5
Стоимость 1 л добавки, руб.	212,60	212,66	212,69	212,75
Скормлено добавки, л	25,63	26,54	28,30	27,19
Стоимость скормленной добавки, тыс. руб.	5,40	5,60	6,02	5,80
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб.	16,6	16,9	18,07	17,3
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,55	1,48	1,50	1,52
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	680,00	680,00	680,00	680,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	89,31	93,02	97,63	92,17
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	57,14	57,10	58,65	57,65
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	435,10	417,40	408,50	425,30
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	32,17	35,92	39,00	34,52
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	244,97	262,55	271,56	254,72
Дополнительно полученная прибыль, тыс. руб.	-	3,75	6,83	2,36
Уровень рентабельности, %	56,30	62,90	66,50	59,90

Наибольший прирост ихтиомассы был отмечен во 2-й опытной группе, он превышал этот показатель в контрольной группе на 12,11 кг. При использовании дозировки йода 500,0 мкг/мл в составе добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра, происходит снижение показателей продуктивности по сравнению

с 1-й и 2-й опытными группами, получавшими дополнительно 100,0 мкг/мл и 200,0 мкг/мл на 1 кг массы рыбы, на основании чего можно предположить, что дальнейшее увеличение дозировок йода приведёт к более значительному снижению показателей продуктивности.

Использование биологически активной добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 200,0 мкг/мл, в кормлении ленского осетра в условиях УЗВ наиболее оптимально и позволит заметно повысить уровень рентабельности производства рыбы.

3.1.3 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра в условиях садкового выращивания

Для научно-хозяйственного опыта методом аналогов отобрали годовиков ленского осетра средней массой 370,0 – 374,0 г и сформировали контрольную и опытную группы по 105 особей в каждой. Контрольная группа получала сбалансированный экструдированный комбикорм (ОР), а опытная группа с ОР получала дополнительно 200,0 мкг йода в 1 мл биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 1200,0 мкг на 1 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытной группы составило, соответственно, 1,32 мкг и 201,32 мкг на 1 кг массы рыбы.

Выращивание рыб проводили в садках размером 2,0x2,2x2,0 м. Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения садков составляла 3,0 м.

3.1.3.1 Физико-химические показатели среды в водоеме

Физико-химические свойства воды определяют эффективность выращивания рыб, так как все жизненные функции зависят от состояния водной среды. Водная среда должна отвечать нормам ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы». Осетровые наиболее

требовательны к качеству воды, в отличие от других видов рыб. Одними из важных показателей являются температура, растворенный в воде кислород, активная среда (рН), минерализация воды и растворенные органические и неорганические соединения.

Для эффективного выращивания осетровых рыб количество растворенного в воде кислорода должно быть не меньше 6 мг/л. Окисляемость в прудовых хозяйствах должна быть на уровне до 20 мг O₂ на 1 литр воды. Осетровые переносят широкие колебания показателей рН, оптимальными значениями для рыбоводных прудов считаются 7-8,5. С грунтовыми водами в водоем приносятся обычно закисные соли железа, которые при наличии кислорода переходят в окисленное состояние. Допустимое количество железа для летних рыбоводных прудов 1,5-2 мг/л, а для зимовальных не более 1 мг/л. Содержание в воде азотных соединений: аммонийного азота, свободного аммиака, нитритов и нитратов зависит от рН и температуры среды [136; 243].

Научно-хозяйственный опыт проводился в садках в естественном водоеме на территории Красноярского муниципального округа Энгельсского района Саратовской области. Колебания температуры воздуха и воды на дне садка в течение опыта представлены на рисунке 17.

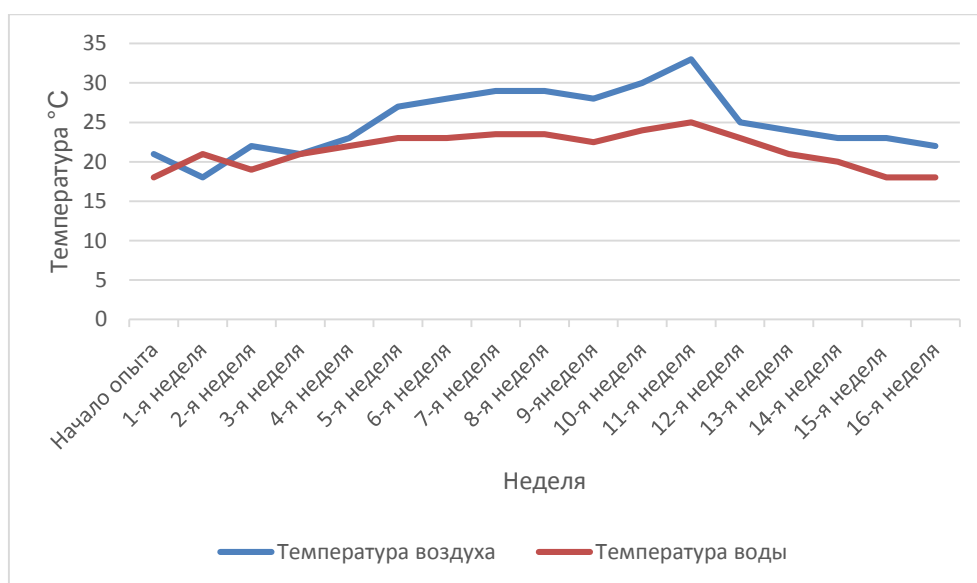


Рисунок 17 - Значения температуры воздуха и воды на дне садка

Вода в водоем поступала из скважины глубиной 33 метра, подпитка водоема осуществлялась со скоростью 20 м³/час. Температура воздуха в период научно-хозяйственного опыта колебалась в диапазоне от 19,0 до 32,5 °С и в среднем составила 25,3 °С. Температура воды на дне садков была в диапазоне от 17,1 до 24,5 °С и в среднем не превышала 20,7 °С. Содержание растворенного в воде кислорода и величина водородного показателя находились в пределах нормы (таблица 31).

Таблица 31 - Химические показатели водной среды

Показатель	Фактические данные	Требования ОСТ 15.372.87
Кислород, мг/л	6,50-9,50	Не менее 6,00
рН	7,80-8,00	7,00-8,00
Цветность, градус	20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0	0,50
Азот нитритов, мг/л	0	0,02
Азот нитратов, мг/л	0	1,00
Фосфаты (PO ₄), мг/л	0	0,30
Хлориды, мг/л	16,50	20,00-35,00
Железо, мг/л	0,50	0,50
Жесткость общая, мг-экв/л	3,50	3,80-4,20

На основании полученных данных по гидрохимии воды можно заключить, что она пригодна для выращивания осетровых, т.к. соответствует рыбоводно-биологическим нормам (ОСТ 15–372–87).

3.1.3.2 Рост и развитие ленского осетра

Использование добавки «Абиопептид с йодом» в рационе ленского осетра достоверно повышает рост рыбы уже с первой недели кормления (таблица 32). К концу опыта средняя масса рыбы в опытной группе достигает 1014,1±18,82 г.

Конечная средняя масса товарной рыбы в опытном варианте была на 7,5 % выше, чем в контроле (при P≥0,95).

Таблица 32 - Динамика массы ленского осетра (г) при выращивании в садках с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Период опыта, нед.	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Начало опыта	374,3±7,49	370,1±7,18
1	477,1±7,14	490,2±7,36
2	538,6±9,43	559,2±9,32
3	564,8±10,45	592,1±9,77
4	622,1±9,71	647,7±10,26
5	665,4±9,35	694,3±9,95
6	681,1±9,69	712,3±10,61
7	699,4±10,49	736,1±10,28*
8	740,1±10,30	789,5±10,52**
9	791,4±11,18	810,3 ±11,00
10	837,8±11,67	842,4 ±11,97
11	859,7±12,33	870,1±11,81
12	873,2±14,53	896,8±14,02
13	889,1±14,65	935,8±14,56*
14	913,7±14,46	972,1±15,03*
15	923,3±16,10	997,8±16,22**
16	938,6±18,72	1014,1±18,82*
Прирост, г	564,30	644,00

*P≥0,95; **P≥0,99

Органический йод в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы оказал положительное влияние на все показатели роста и развития ленского осетра (таблица 33).

Таблица 33 - Показатели прироста и выживаемости товарного ленского осетра при выращивании в садках

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Абсолютный прирост, г	564,30	644,00
Относительный прирост, %	150,8	174,0
Среднесуточный прирост, г	5,03	5,75
Выживаемость, %	95,23	96,19

На основании данных опыта установлено, что при введении в рацион осетрам опытной группы биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» абсолютный прирост массы рыбы вырос на 14,12 %, относительный прирост - на 10,1 %, прирост ихтиомассы увеличился на 8,3 %, повысилась выживаемость рыбы на 0,96 %, по сравнению с контрольной группой [426].

3.1.3.3 Эффективность использования кормов

Питательные вещества, необходимые рыбе для нормального прохождения всех обменных процессов в организме, поступают с кормом. Для повышения эффективности выращивания рыбы в индустриальном рыбоводстве большое внимание уделяется сбалансированности по питательным веществам комбикорма в связи с малой доступностью живых кормовых организмов извне. Потребность рыб в питательных веществах зависит от вида рыбы, возраста, массы, половой зрелости, гидрологических условий (температурного, кислородного режимов) и других абиотических и биотических факторов среды [239].

В таблице 34 отражена эффективность использования кормов ленским осетром при выращивании в садках. Общие затраты кормов в опытной группе оказались выше на 5,2 % по сравнению с затратами кормов в контрольной группе.

Таблица 34 - Показатели эффективности использования кормов ленским осетром при выращивании в садках

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	85,15	89,78
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,56	1,41
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	27,2	24,5
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	733,2	662,7
Затраты добавки «Абипептид с йодом», мл	-	9246,3

Однако, затраты на 1 кг прироста в опытной группе были меньше на 0,15 кг по сравнению с контролем и составили 1,41 кг. Анализируя данные таблицы, можно сказать, что затраты энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы осетра были ниже в опытной группе по сравнению с контролем, соответственно, на 2,6 МДж и 69,6 г. Полученные результаты свидетельствует об эффективности использования биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра при выращивании в садках.

3.1.3.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Кровь как внутренняя среда организма играет важную роль в адаптационных процессах, происходящих в ответ на действие факторов внешней среды. Являясь мобильной и чувствительной, кровь одна из первых функциональных систем организма реагирует на изменения, происходящие в окружающей среде.

Для определения биохимических показателей и количества тиреотропных гормонов у ленского осетра осуществляли забор крови в начале эксперимента при

массе тела 370,1–374,3 г и температуре воды в водоеме 20 °С и в конце опыта при массе тела 938,6–1014,1 г, когда температура воды в водоеме снизилась до 14 °С.

Биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра представлены в таблице 35.

Таблица 35 - Биохимические показатели крови ленского осетра

Показатель	Единицы измерения	Начало опыта	Конец опыта	
			контрольная	опытная
1	2	3	4	5
Билирубин общий	мкмоль/л	4,12±0,65	5,12±0,56	5,72±0,55
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,28±0,22	1,07±0,08	1,50±0,41
Белок общ.	г/л	71,08±7,1	53,60±6,97	87,60±2,61
Мочевина	ммоль/л	5,36±0,64	5,52±0,63	7,17±1,35
Глюкоза	ммоль/л	5,32±0,77	5,45±0,65	6,47±0,78
Кальций	ммоль/л	2,84±0,07	2,43±0,24	2,65±0,18
Фосфор	ммоль/л	2,24±0,12	2,03±0,35	1,73±0,30
Магний	ммоль/л	1,39±0,05	1,31±0,17	1,17±0,12
Натрий	ммоль/л	158,12±6,6	168,57±14,05	183,37±12,47
Калий	ммоль/л	4,46±0,21	4,95±0,57	3,95±0,14
Железо	мкмоль/л	23,78±0,51	24,72±0,69	24,20±1,18

При определении некоторых биохимических показателей крови было отмечено, что значения общего и прямого билирубина, общего сывороточного белка, мочевины и глюкозы в опытной группе к концу опыта были выше по сравнению со значениями этих показателей в контрольной группе рыб.

Общий билирубин как в опытной, так и в контрольной группе к концу эксперимента незначительно повысился, соответственно, на 1,00 и 1,50 мкмоль/л, по сравнению со значениями этого показателя в начале опыта. Прямой билирубин

в опытной группе также к концу опыта был выше на 0,43 мкмоль/л по сравнению с контролем.

Количество общего белка, мочевины и глюкозы повысилось в опытной группе, соответственно, на 34,00 г/л, 1,65 и 0,02 ммоль/л, что свидетельствует об повышении интенсивности обменных процессов под влиянием органического йода.

Гормоны щитовидной железы регулируют белковый обмен. В оптимальных количествах они стимулируют синтез белка и способствуют процессам роста. Установлено, что содержание общего белка в плазме крови рыб опытной группы в конце эксперимента было выше, чем у рыб контрольной группы и показателями в начале опыта. В связи с повышением уровня синтеза белка активировались также процессы утилизации азотистых веществ, с чем связано повышение количества мочевины в опытной группе по отношению к началу опыта на 33,7 % и к контрольной группе на 29,8 %.

У рыб опытной группы отмечено повышение уровня глюкозы на 1,15 ммоль/л, что свидетельствует о влиянии тиреоидных гормонов на углеводный обмен. Тогда как сывороточный уровень глюкозы в контрольной группе в ходе эксперимента практически не изменился.

Сывороточное содержание кальция, фосфора незначительно снизились как в опытной, так и в контрольной группах по отношению к началу эксперимента. Содержание натрия в крови рыб опытной группы увеличилось на 15,9 % по отношению к началу опыта и на 8,7 % к контрольной группе. Содержание железа увеличилось незначительно в подопытных группах.

Количество тиреоидных гормонов в сыворотке крови ленского осетра в условиях садкового выращивания с использованием в кормлении органического йода представлено в таблице 36.

Органический йод в составе пищевой добавки «Абиопептид с йодом», поступивший в организм рыбы оказал стимулирующее влияние на выработку щитовидной железой свободного и общего тироксина.

Таблица 36 - Значения показателей гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотке крови ленского осетра

Наименование группы	Концентрация гормонов		
	Т4 общ. нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	Т3 нмоль/л
Начало эксперимента			
Отобранные для эксперимента рыбы	26,26±3,25	10,63±1,99	0,12±0,02
Конец эксперимента			
Контрольная	18,20±2,87	9,37±1,64	0,07±0,01
Опытная	30,10±3,00*	15,22±0,82*	0,23±0,03

* $P \geq 0,95$

Так в опытной группе отмечено достоверное повышение Т4 по сравнению с контролем и данными, полученными в начале опыта.

Результаты исследования крови позволили установить, что в конце опыта уровень тироксина и трийодтиронина опытной группы был выше, чем у рыб контрольной, что может быть причиной более интенсивного роста рыб опытной группы. Анализируя биохимические показатели крови появилась возможность исключить отрицательное влияние органического йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» на рыб, при выращивании их в садках до товарной массы.

3.1.3.5 Развитие и гистологическое состояние внутренних органов

В научно-хозяйственном опыте при садковом выращивании с использованием в кормлении органического йода ленский осетр достиг массы 938,6-1014,1 г. Для контрольного убоя были отобраны особи с массой 1000-1200 г из каждой подопытной группы.

При вскрытии ленского осетра были осмотрены внутренние органы. Поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкулиризованная, что свидетельствует о насыщении кислородом крови капилляров жаберных лепесточков. Патологий в развитии не обнаружено.

Плавательный пузырь, находящийся между позвоночником и кишечником, в виде мешка молочно-серебристого цвета. Патологий в его развитии не обнаружено.

Сердце имело относительно небольшие размеры. Патологий в развитии сердца не обнаружено.

Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта была бледно-розового цвета. Патологий при осмотре желудочно-кишечного тракта не обнаружено. Оценивая гистологическое состояние толстого кишечника можно сказать, что тинкториальные свойства тканей не нарушены, четко контурированы оболочки стенки кишечника (рисунок 18). Ворсинки слизистой оболочки хорошо просматриваются.

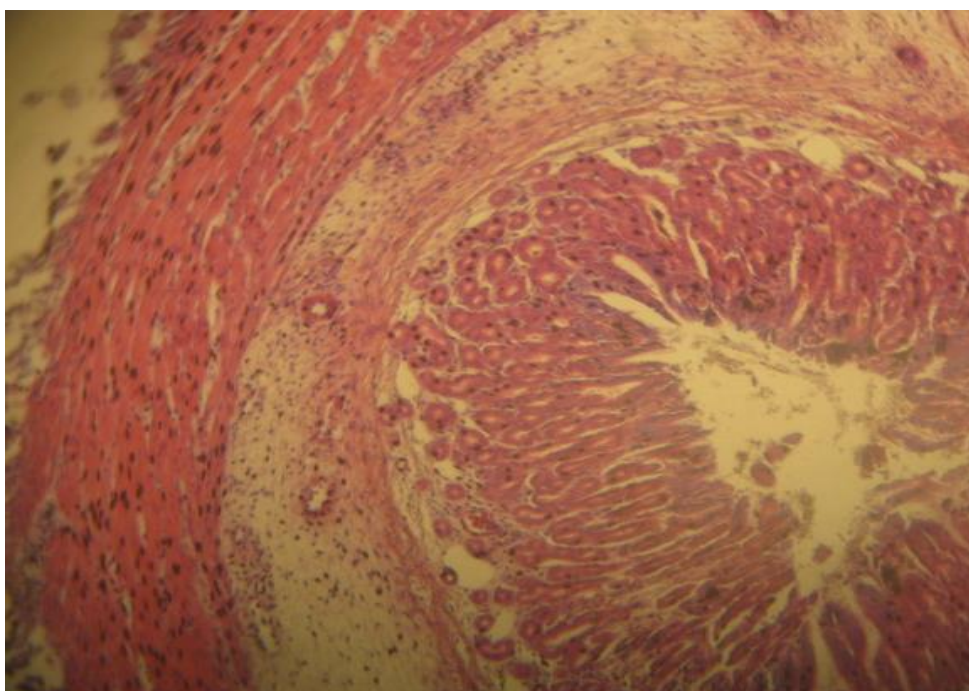


Рисунок 18 - Гистологический срез толстого кишечника ленского осетра опытной группы. Г.Э. x100

В гистологической картине печени изменений не выявлено, гепатоциты имеют многоугольную форму, ядра гепатоцитов центрально расположены, у печеночных вен четкие контуры (рисунок 19).

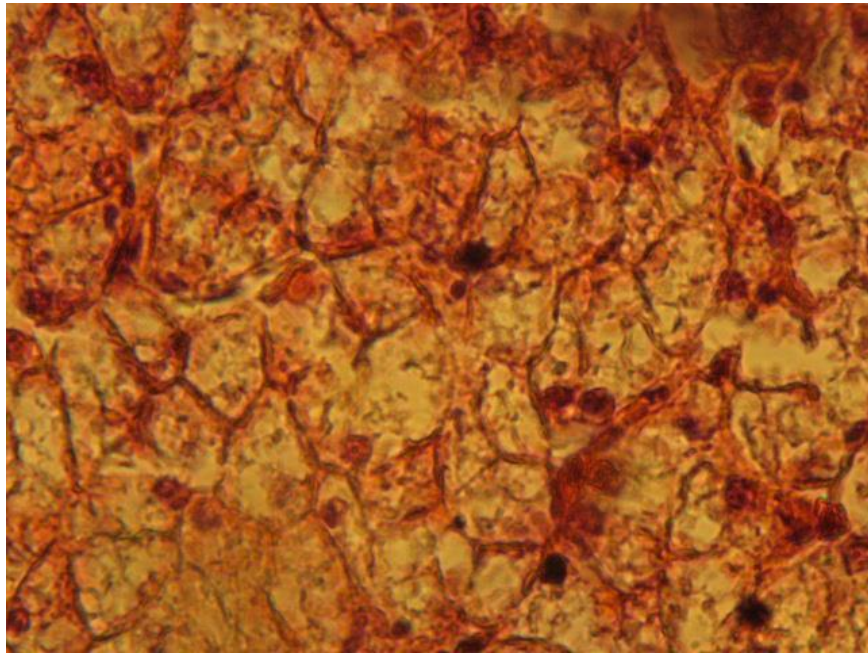


Рисунок 19 – Гистологический срез печени ленского осетра опытной группы. Г.Э. x400

Была исследована выделительная система. Почки темно-красного цвета расположены в полости тела под позвоночником по обе стороны спинной артерии. Патологий в их развитии не обнаружено. Состояние нефронов почек всех исследованных рыб было примерно на одном уровне (рисунок 20).

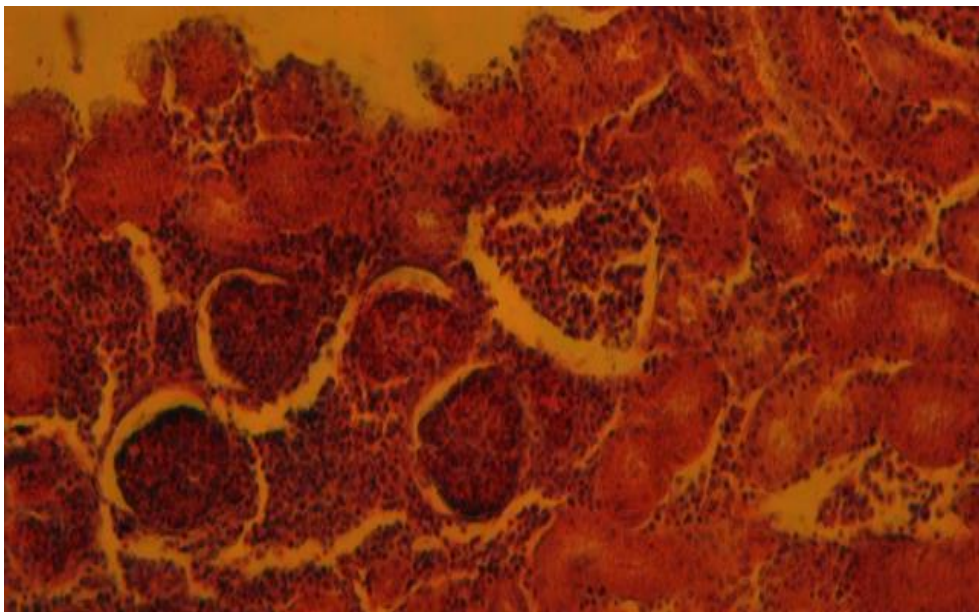


Рисунок 20- Гистологический срез почки ленского осетра опытной группы. Г.Э. x100

Почечные клубочки имели четкие границы, капсулы клубочков без патологических изменений. В почечных канальцах изменения не наблюдались. Масса внутренних органов у рыб контрольной группы была несколько выше, чем у рыб опытной группы (таблица 37). Желудок рыб контрольной группы по массе превосходил таковой показатель у рыб опытной группы на 13,8 %. Масса печени была выше на 11,4 %. Масса кишечника и спирального клапана у рыб опытной группы была меньше массы этих органов контрольной группы на 7,4 и 1,7 %.

Таблица 37 - Масса внутренних органов ленского осетра

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	1,9±0,6	0,2	1,0±0,5	0,1
Желудок	9,4±0,8	1,0	8,1±0,7	0,8
Печень	56,3±0,4	6,0	49,7±0,5	4,9
Кишечник	12,2±0,5	1,3	11,3±0,6	1,1
Спиральный клапан	10,3±0,3	1,1	9,1±0,4	0,9

Результаты исследований показывают, что включение в рацион ленского осетра биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказывает негативное влияние на развитие внутренних органов рыб, при выращивании их до товарной массы.

3.1.3.6 Химический состав мышечной ткани

Потребительская ценность рыбы зависит не только от выхода съедобных и несъедобных частей, но также от химического состава мышечной ткани. Мышечная ткань рыбы содержит значительное количество воды, белковых веществ, а также липиды, которые содержатся в мясе рыбы от 2 до 20 % и более.

Химический состав мяса рыбы зависит от вида рыбы, возраста, пола, физиологического состояния и от места обитания. В условиях аквакультуры большое влияние на химический состав мяса оказывают корма, условия кормления и выращивания. Рыба, выращенная на искусственных кормах, отличается от рыбы, питающейся объектами естественной кормовой базы, более высоким содержанием жира [251; 259].

Химический состав мышечной ткани подопытных групп рыб представлен на рисунке 21.

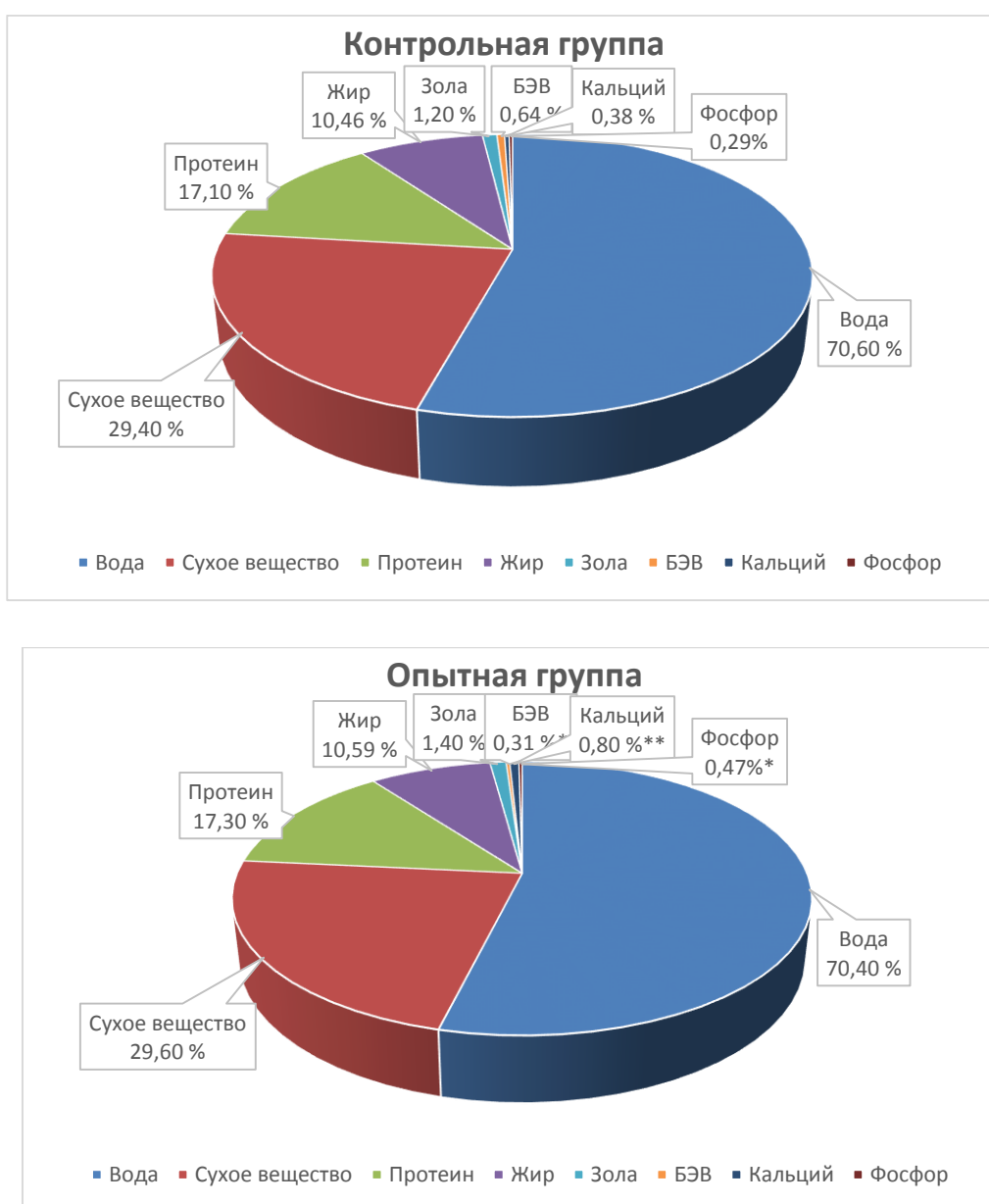


Рисунок 21- Химический состав мышечной ткани ленского осетра при выращивании в садках

Основные показатели химического состава мышечной ткани рыб контрольной и опытной групп были примерно на одном уровне. Лишь значения кальция ($P \geq 0,99$) и фосфора ($P \geq 0,95$) были достоверно выше у осетров опытной группы. БЭВ опытной группы был ниже на 0,33 % по сравнению с контролем ($P \geq 0,95$).

Было определено количество йода в мышечной ткани ленского осетра (рисунок 22).

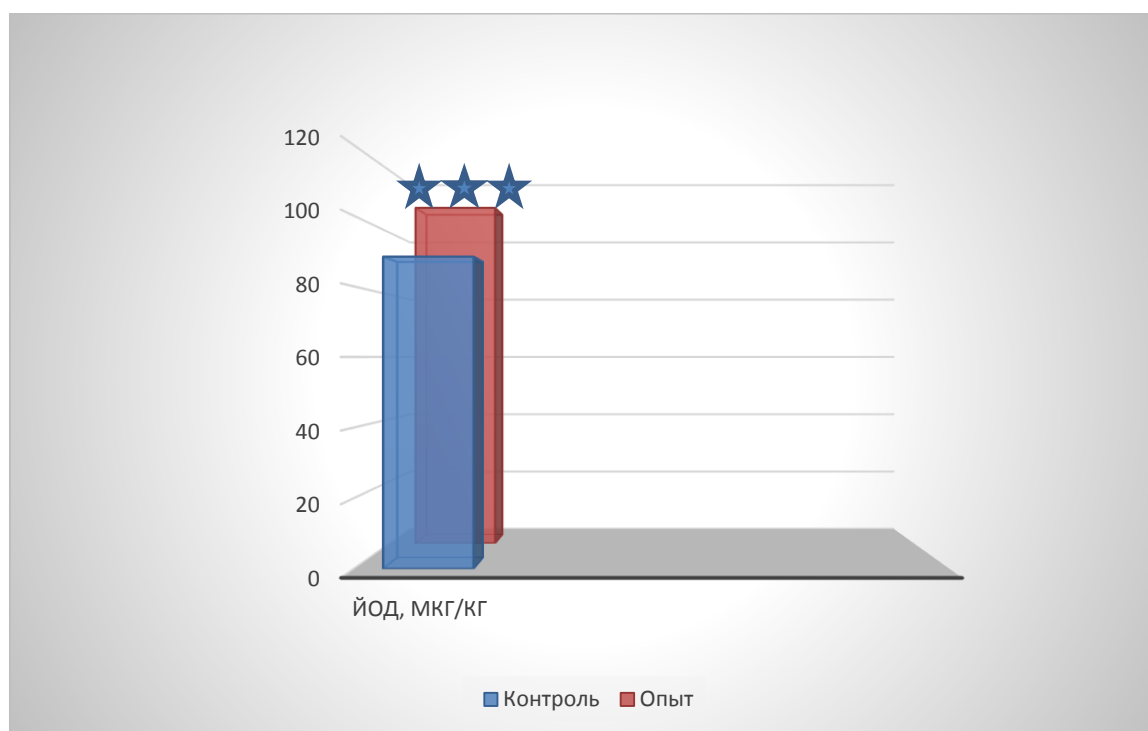


Рисунок 22 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра

У рыб опытной группы содержание йода составило 108,0 мкг/кг ($P \geq 0,999$), что на 22,1 % выше по сравнению с рыбами контрольной группы, у которых содержание йода в мышечной ткани равнялось 88,4 мкг/кг массы рыбы. Это свидетельствует о положительном влиянии добавки на накопление йода в мышечной ткани рыб.

3.1.3.7 Товарные качества ленского осетра

Рыба и рыбные продукты для организма человека являются ценными источниками легко усвояемого белка, водо- и жирорастворимых витаминов, минеральных веществ. По содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот жиры рыб отличаются от жиров наземных животных. В рыбе значительно меньше насыщенных жирных кислот (13—15 %), чем в говяжьем и бараньем жире (до 23—30 % от общего их количества). Жиры рыб отличаются большим содержанием ненасыщенных жирных кислот с крупным молекулярным весом, чем и объясняется высокая потребительская ценность рыбы.

В ходе контрольного убоя рыбы были определены морфометрические показатели, коэффициент упитанности по Фультону (таблица 38) и убойные качества (таблица 39).

Таблица 38 – Морфометрические показатели и коэффициент упитанности ленского осетра при выращивании в садках с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса рыбы, г	938,6±14,0	1014,0±15,0
Длина рыбы, см (L)	56,2±3,2	56,5±3,6
Коэффициент упитанности по Фультону (Ку)	0,53	0,56

По количеству жира в организме рыбы судят о ее физиологическом состоянии, качестве кормов и эффективности их усвоения. Используя органический йод в кормлении ленского осетра было получено более высокое жиронакопление у рыб опытной группы, коэффициент упитанности достиг значения 0,56.

Полученные результаты убоя ленского осетра свидетельствуют о положительном влиянии кормовой добавки «Абиопептид с йодом».

Таблица 39 - Результаты убоя ленского осетра

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Масса головы и плавников	201,8±11,0	21,5	204,8±12,0	20,2
Масса кожи	197,1±10,0	21,0	185,6±11,0	18,3
Масса хрящевой ткани	46,9±6,0	5,0	57,8±7,0	5,7
Масса мышечной ткани	319,1±15,2	34,0	405,6± 14,3*	40,0
Масса жабр, слизи, крови, пол, жидкости	83,6±7,5	8,9	81,0±8,8	8,0
Масса съедобных частей	375,4±13,1	40,0	455,3±14,1*	44,9
Масса несъедобных частей	314,5±6,5	33,5	296,1±7,6	29,3
Масса условно съедобных	248,7±6,3	26,5	262,6±5,1	25,9
Сумма съедобных и условно съедобных частей	624,1±17,5	66,5	717,9±18,3***	70,8

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

Выход съедобных частей у особей опытной группы, получавших органический йод в количестве 200 мкг/кг массы рыбы в составе биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом», был выше на 21,3 % по сравнению с контрольной группой. Выход несъедобных частей в опытной группе не превышал 29,3 %.

3.1.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

С целью изучения влияния биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на вкусовые качества мышечной ткани ленского осетра была проведена органолептическая оценка.

Каждый из образцов мяса рыб контрольной и опытной групп подвергался трем различным видам тепловой обработки: припускание, варка и жарка. Полученные после приготовления образцы были предоставлены комиссии на

органолептическую экспертизу. Готовые рыбные блюда оценивали по следующим критериям: вкус, запах, цвет, консистенция и послевкусие по пятибалльной шкале.

Результаты органолептической оценки тепловой обработки-припускания приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Органолептическая оценка мышечной ткани ленского осетра после тепловой обработки - припускание

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	характеристика	средний балл	характеристика	средний балл
Вкус	с привкусом пряностей	4,5	с привкусом пряностей	4,5
Цвет	на разрезе белый	4,6	на разрезе белый, с прожилками желтого жира	4,7
Запах	с запахом пряностей	4,7	с запахом пряностей	4,7
Консистенция	сочная, упругая	4,8	сочная, упругая	4,8
Послевкусие	приятное, без посторонних привкусов	4,8	приятное, без посторонних привкусов	4,7
Итого		23,4		23,4

Органолептическая оценка образцов мышечной ткани рыб показала, что все критерии тепловой обработки-припускание находятся на уровне стандартов и без отклонений как контрольной, так и опытной группы.

Результаты органолептической оценки тепловой обработки-варки приведены в таблице 41.

Критерии органолептической оценки отварного мяса всех, участвовавших в экспериментах рыб, получили достаточно высокие баллы. Отклонений от стандартов не наблюдалось.

Таблица 41 – Органолептическая оценка оценка мышечной ткани ленского осетра после тепловой обработки - варка

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	характеристика	средний балл	характеристика	средний балл
Вкус	без посторонних привкусов	4,7	без посторонних привкусов	4,7
Цвет	на разрезе белый	4,8	на разрезе белый	4,9
Запах	свойственный вареной рыбе	4,8	свойственный вареной рыбе	4,7
Консистенция	нежная, рыхлая	4,9	нежная, рыхлая	4,8
Послевкусие	приятное, без посторонних привкусов	4,8	приятное, без посторонних привкусов	4,7
Итого		24,1		23,8

Результаты органолептической оценки тепловой обработки-жарки приведены в таблице 42.

Таблица 42 – Органолептическая оценка оценка мышечной ткани ленского осетра после тепловой обработки - жарка

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	характеристика	средний балл	характеристика	средний балл
1	2	3	4	5
Вкус	без посторонних привкусов	4,8	без посторонних привкусов	4,9
Цвет	золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы	4,8	золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы	4,9
Запах	стойкий, свойственный жареной рыбе	4,7	стойкий, свойственный жареной рыбе	4,7

Продолжение таблицы 42

1	2	3	4	5
Консистенция	сочная, упругая	4,8	упругая	4,6
Послевкусие	приятное, без посторонних привкусов	4,7	приятное, без посторонних привкусов	4,7
Итого		23,8		23,8

Все критерии органолептической оценки мышечной ткани ленского осетра, получавшего с кормами йод в количестве 201,32 мкг/кг, после тепловой обработки соответствуют стандартам.

Сохранение достаточного количества йода в рыбной продукции является одним из наиболее важных аспектов ценности пищевого продукта. Поскольку потери йода при варке могут составить 48,3 %, а при жарке они достигают 65,6 %. Наилучшим способом сохранения йода в готовой рыбной продукции является припускание, т.е. термическая обработка продукта в малом количестве жидкости.

3.1.3.9 Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в садках с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

В индустриальном рыбоводстве одними из наиболее важных звеньев технологии выращивания рыбы являются: физиологически полноценный посадочный материал, корма и кормление рыбы. Основные затраты при выращивании ленского осетра в садках в данном эксперименте приходились на посадочный материал и корма (рисунок 23 и рисунок 24).

Общие затраты на выращивание ленского осетра в опытной группе были на 1,94 тыс. руб. больше, чем в контрольной за счет введения в рацион опытных групп кормовой добавки. Произошло увеличение стоимости скормленных комбикормов в опытной группе.



Рисунок 23 - Затраты на выращивание ленского осетра в садках (контрольная группа), %



Рисунок 24 - Затраты на выращивание ленского осетра в садках (опытная группа), %

Расчет экономической эффективности использования биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра представлен в таблице 43.

Таблица 43 – Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в садках с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Ихтиомасса в начале опыта, кг	39,30	38,86
Ихтиомасса в конце опыта, кг	93,86	102,42
Прирост ленского осетра, кг	54,56	63,56
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	0,85	0,85
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	33,41	33,03
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	66,00	66,00
Комбикорм, скормленный группе рыб, кг	85,15	89,78
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	5,62	5,93
Стоимость 1 л добавки, руб.	-	212,60
Скормлено добавки, л	-	9,25
Стоимость скормленной добавки, тыс. руб.	-	1,97
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб.	-	8,37
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	680,00	680,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	63,82	69,65
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	49,98	51,87
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	532,45	506,46
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	13,85	17,77
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	147,55	173,54
Дополнительно полученная прибыль, тыс. руб.	-	3,93
Уровень рентабельности, %	27,71	34,26

При расчете экономической эффективности одним из основных показателей, влияющих на уровень рентабельности, является себестоимость рыбы. На основании полученных результатов себестоимость 1 кг рыбы опытной группы

была ниже по сравнению с себестоимостью 1 кг рыбы контрольной группы и составила 506,46 руб.

Прибыль, полученная от реализации 1 кг ленского осетра, была выше в опытной группе на 25,99 руб., а дополнительно полученная прибыль от продажи всей опытной рыбы составила 3930 руб. Таким образом, выращивание ленского осетра в садках с использованием в кормлении 200,0 мкг йода в 1,0 мл биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» в расчете на 1 кг массы рыбы дает возможность производства рыбной продукции с уровнем рентабельности до 34,26 %.

3.2 Влияние биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на продуктивность карпа

3.2.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» для карпа

Для определения оптимальной дозы биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» были отобраны годовики карпа парской породы со средней массой 50 г. Методом аналогов были сформированы контрольная и 4 опытных группы по 10 особей в каждой. Группы рыб разместили в пять аквариумов объемом 250 л каждый. Контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам комбикорм с добавкой «Абиопептид» (ОР), а опытные группы получали ОР с биологически-активной добавкой «Абиопептид с йодом» содержащей в 1,0 мл, соответственно, 100,0 мкг; 150,0 мкг; 200,0 мкг и 500,0 мкг йода. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 50,0 мкг на 1 кг, содержание йода в рационах контрольной и опытных групп, соответственно, составило 0,51 мкг, 100,51 мкг, 150,51 мкг, 200,51 мкг и 500,51 мкг на 1 кг массы рыбы. В аквариумы поступала вода, прошедшая дихлоратор. Водообмен в каждом аквариуме был на уровне 20 л/ч. Продолжительность эксперимента составила 6 недель.

3.2.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры среды

Для изучения качества водной среды в аквариумах в начале опыта и в конце были взяты пробы на гидрохимический анализ. Температуру воды, активную реакцию среды (рН), содержание растворенного кислорода измеряли ежедневно. В ходе эксперимента температура воды находилась в пределах 18–20 °С. Растворенный кислород и рН были на уровне физиологических норм для карпа (таблица 44).

Таблица 44 - Химический состав воды в аквариумах

Показатель	Полученные данные	Требования ОСТ 15.372.87
рН	6,50	7,00-8,00
Кислород, мг/л	8,20-11,00	Не менее 6,00
Цветность, градусы	20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,02	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,60	1,00
Фосфаты, мг/л	0,10	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,20	3,80-4,20
Хлориды, мг/л	0,60	20,00-35,00
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,20	0,50

На основании полученных данных можно заключить, что водная среда в аквариумной установке отвечает требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания карповых рыб.

3.2.1.2 Рост и развитие карпа

Сбалансированные рационы по питательным веществам дают достаточное количество энергии рыбам для осуществления жизненно важных функций, стимулируют быстрый рост и наращивание массы [221; 240].

Динамика массы представлена в таблице 45.

Таблица 45 - Динамика массы карпа (г) в опыте по определению оптимальной дозы органического йода

Период опыта, нед.	Группа				
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Начало опыта	51,0±2,3	50,0±2,1	49,8±2,0	49,5±2,2	50,5±2,0
1	57,5±3,4	55,4±3,1	55,7±3,3	56,4±3,5	57,4±3,2
2	63,7±4,1	61,7±4,4	61,8±4,3	65,2±4,2	66,1±4,3
3	73,5±4,7	68,5±4,9	69,4±4,6	75,1±4,8	75,7±4,5
4	83,4±5,3	77,7±5,0	78,8±5,1	85,8±5,2	85,5±5,4
5	92,5±6,9	87,7±6,7	88,2±6,8	96,9±6,5	95,9±7,0
6	99,4±8,4	98,0±8,2	98,0±8,5	107,1±8,7	107,0±8,3

Отмечено положительное влияние органического йода в количестве 200,0 мкг и 500,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом». Средняя масса рыбы в 3-й и 4-й опытных группах за период опыта была на 7,8 % и 7,6 % больше средней массы рыб в контрольной группе.

Было установлено положительное влияние биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на прирост карпа (таблица 46).

Таблица 46 - Показатели прироста и выживаемости карпа при введении в рацион биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа				
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Абсолютный прирост, г	48,4	48,0	48,2	57,6	56,5
Среднесуточный прирост, г	1,15	1,14	1,15	1,37	1,35
Выживаемость, %	100	100	100	100	100

Полученные данные свидетельствуют, о том, что абсолютный и среднесуточный прирост массы в 3-й и 4-й опытных группах был выше по сравнению с контролем, соответственно, на 19,0 и 16,1 % и на 19,1 и 17,4 %.

3.2.1.3 Эффективность использования кормов

Кормление осуществлялось вручную 3 раза в день. В период кормления следили за поедаемостью корма. Корм поедался рыбой в течении 4-5 минут с начала кормления. Наименьшие затраты корма, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы рыбы наблюдались в 3-й и 4-й опытных группах, получавших 200,51 мкг и 500,51 мкг/кг йода (таблица 47).

По сравнению с контрольной группой рыб затраты корма на 1 кг прироста в этих опытных группах были меньше на 0,46 и 0,39 кг, затраты обменной энергии - на 4,96 и 4,22 МДж, затраты сырого протеина - на 153,59 и 130,6 г, соответственно.

Таблица 47 - Показатели эффективности использования кормов карпом при введении в рацион биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа				
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	3,39	3,27	3,28	2,93	3,00
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	36,62	35,37	35,41	31,66	32,40
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	1133,21	1094,40	1095,76	979,62	1002,61
Затраты добавки «Абиопептид с йодом», мл	-	35,0	35,0	38,0	38,0

Расход добавки «Абиопептид с йодом» в 1-й и во 2-й опытных группах оказался минимальным по сравнению с контролем и другими опытными группами.

3.2.1.4 Экономическая эффективность использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении карпа

В конце опыта по установлению оптимальной дозировки органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» для использования в кормлении карпа, была рассчитана экономическая эффективность (таблица 48).

Наибольшая прибыль была получена от реализации рыбы, получавшей йод в дозировке 200,51 мкг и 500,51 мкг/кг за счет снижения затрат комбикормов на 1 кг прироста и снижения себестоимости 1 кг рыбы.

Таблица 48 – Экономическая эффективность использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении карпа

Показатель	Группа				
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
1	2	3	4	5	6
Ихтиомасса в начале, кг	0,51	0,50	0,49	0,49	0,51
Ихтиомасса в конце, кг	0,99	0,98	0,98	1,07	1,07
Стоимость 1 кг молоди карпа, руб.	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Стоимость всей молоди карпа, руб.	43,35	42,5	42,33	42,08	42,93
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	18,0	18,1	18,1	18,2	18,3
Скормлено всего комбикорма, кг	1,64	1,57	1,58	1,69	1,70
Стоимость комбикорма, руб.	29,54	28,45	28,60	30,73	31,02
Стоимость скормленной добавки, руб.	7,75	7,43	7,47	7,98	8,01
Стоимость комбикорма с добавкой, руб.	37,29	35,88	36,07	38,71	39,03
Реализационная цена 1 кг карпа, руб.	100	100	100	100	100
Выручка от реализации карпа, руб.	99,4	98	98	107,1	107
Себестоимость рыбы, руб.	80,64	78,38	78,40	80,78	81,95

Продолжение таблицы 48

1	2	3	4	5	6
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	81,13	79,98	80,00	75,43	76,59
Прибыль от реализации, руб.	18,76	19,62	19,60	26,32	25,05
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	18,87	20,02	20,00	24,57	23,41
Дополнительно полученная прибыль, руб.	-	0,87	0,84	7,56	6,29

Это свидетельствует о положительном влиянии органического йода в составе кормовой добавки «Абиопептид с йодом» на продуктивность карпа и целесообразности использования в кормлении карпа добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 200,0 и 500,0 мкг йода в 1,0 мл.

3.2.2 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении двухлеток карпа в условиях садкового выращивания

Для научно-хозяйственного опыта отобрали 1800 годовиков карпа украинской породы средней массой около 21,0 г и методом аналогов распределили на три группы: контрольную и две опытных. Контрольная группа получала гранулированный комбикорм (ОР) с добавкой «Абиопептид», из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы, а опытные группы с ОР получали дополнительно 200,0 и 500,0 мкг йода в 1 мл биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 51,0 мкг на 1 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытных групп составило, соответственно, 1,89 мкг, 201,89 и 501,89 мкг на 1 кг массы рыбы.

Опыт проводился в плавучих садках из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×2,8 м в ООО «Энгельский рыбопитомник» Саратовской области в течение 126 дней. В течение подготовительного периода, который длился семь

суток, вся подопытная рыба находилась на адаптации к условиям садкового выращивания.

3.2.2.1. Физико-химические показатели среды в водоеме

Температура водной среды является одним из наиболее важных абиотических факторов, влияющих на рост и развитие рыб. Контроль за температурными колебаниями при выращивании рыбы позволяет обеспечить эффективный расход кормов, высокие темпы роста.

На протяжении опыта значения температуры воды находились в пределах 13,5-22,9 °С (рисунок 25).

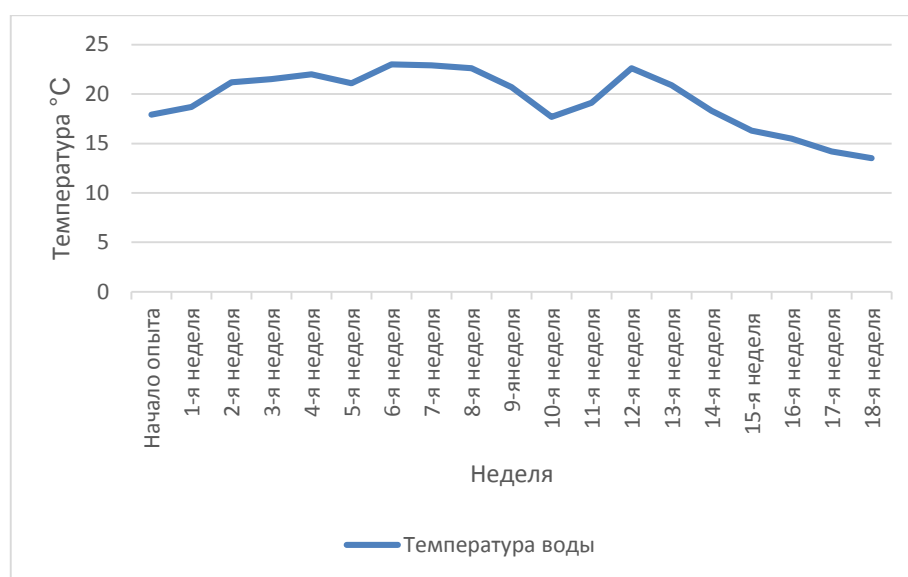


Рисунок 25 – Значения температуры воды, °С за период опыта

Гидрохимические показатели среды представлены в таблице 49.

Значения растворенного кислорода находились в пределах 6,60-7,00 мг/л. Активная реакция среды колебалась от 7,20 до 7,80. Нитраты и нитриты, а также азот аммонийных соединений были ниже предельно допустимых концентраций. Фосфаты, хлориды и железо не выходили за пределы их оптимального содержания в воде. Общая жесткость воды соответствовала предъявляемым требованиям

Таблица 49 - Гидрохимический режим водоема

Показатель	Значение	ОСТ 15.372-87
Кислород, мг/л	6,60-7,00	Не менее 6,0
pH	7,20-7,80	7,00-8,00
Цветность, градусы	20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,4	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,005	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,30	1,00
Фосфаты, мг/л	0,08	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,90	3,80-4,20
Хлориды, мг/л	17,50	20,00-35,00
Железо, мг/л	0,50	0,50

Проведенные исследования физико-химического режима водоема показали, что все гидрохимические показатели воды находились в оптимальных пределах и соответствовали требованиям ОСТ 15.372-87 для выращивания карпа.

3.2.2.2 Рост и развитие карпа

Результаты влияния органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на динамику массы двухлеток карпа представлены в таблице 50.

Анализируя данные таблицы, необходимо отметить, что карпы в 1-й опытной группе уже с 3-й недели опыта опережали по средней массе тела рыбу контроля и 2-й опытной группы и достигли к концу опыта наибольших результатов по этому показателю. Средняя масса товарной рыбы в 1-й опытной группе была на 2,0 % выше, чем в контроле (при $P \geq 0,95$).

Таблица 50 - Динамика массы двухлеток карпа (г) при использовании кормовой добавки «Абиопептид с йодом»

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Начало опыта	21,0±0,2	21,4±0,3	21,3±0,3
1	43,8±0,4	42,0±0,2	41,3±0,5
2	58,0±1,2	57,0±1,1	54,5±1,4
3	67,2±2,3	69,3±2,2	68,5±2,0
4	119,3±2,2	125,2±2,4	120,4±2,1
5	135,2±2,1	136,3±2,2	135,7±2,1
6	172,1±2,2	174,4±2,5	173,2±2,3
7	205,4±4,1	208,7±4,0	206,4±3,9
8	235,8±4,1	239,6±4,2	240,3±4,0
9	261,2±5,4	268,4±4,9	267,6±5,7
10	301,7±5,8	312,0±5,3	310,5±5,5
11	352,4±5,7	361,0±4,9	358,8±5,2
12	403,2±5,9	414,2±5,1	410,7±5,0
13	461,4±5,9	475,1±5,8	467,8±5,3
14	512,1±6,2	525,5±6,4	525,2±6,3
15	564,8±6,1	577,8±6,4	576,8±6,2
16	650,0±6,7	662,4±5,9	655,8±6,4
17	720,1±6,3	734,8±6,2	725,0±6,4
18	795,2±4,1	811,0±3,2**	796,2±2,1
Прирост, г	774,2	789,6	774,9

*P≥0,95; **P≥0,99

Органический йод в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы оказал положительное влияние на показатели роста и развития карпа (таблица 51).

Таблица 51 - Показатели прироста и выживаемости двухлеток карпа при выращивании в садках

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Абсолютный прирост, г	774,2	789,6	774,9
Среднесуточный прирост, г	6,1	6,3	6,1
Выживаемость, %	91,0	95,2	93,8

На основании полученных данных установлено, что при введении в рацион карпа йода в количестве 201,89 мкг на 1 кг массы рыбы абсолютный прирост массы рыбы вырос на 2,0 %, прирост ихтиомассы увеличился на 6,7 %, среднесуточный прирост – на 3,3 %, повысилась выживаемость рыбы на 4,0 %, по сравнению с контролем.

3.2.2.3 Эффективность использования кормов

Важным фактором, обеспечивающим нормальное протекание обменных процессов в организме рыб, является сбалансированное питание. На протяжении опыта еженедельно определялась средняя масса рыбы и, в зависимости от температуры воды, корректировались суточные нормы кормления. В таблице 52 отражена эффективность использования кормов двухлетками карпа при выращивании в садках.

Таблица 52 - Показатели эффективности использования кормов двухлетками карпа

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
1	2	3	4
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	945,22	1000,05	977,61
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	2,24	2,22	2,25
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	22,85	22,64	22,95

Продолжение таблицы 52

1	2	3	4
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	750,4	743,7	753,75
Затраты добавки «Абипептид с йодом», л	-	3,56	3,49

Наибольшие затраты кормов за период выращивания наблюдались в 1-й опытной группе в связи с интенсивным ростом и увеличением массы тела. Однако затраты на 1 кг прироста в этой группе, получавшей с рационом 201,89 мкг/кг йода, были на 0,02 кг меньше по сравнению с контрольной группой.

3.2.2.4. Функциональное состояние морфологических и биохимических показателей крови

Интенсивность обменных процессов в организме рыб в значительной степени отражает морфологический состав крови, зачастую имеющий корреляционные связи с возрастом, темпом роста, развитием и продуктивностью.

Гематологические показатели могут варьировать не только у разных видов одного семейства, рода, но и у одного вида они могут различаться в зависимости от среды обитания, качества пищи, физиологического состояния организма, возраста и пола [16; 17].

Поэтому в нашем опыте за оптимальные брались гематологические показатели контрольной группы, получавшей сбалансированный по питательным веществам комбикорм. Результаты анализа морфологических параметров крови двухлеток карпа представлены в таблице 53. Морфологические показатели крови рыб в 1-й опытной группе были на уровне контрольных параметров. Во 2-й опытной группе по всем гематологическим показателям наблюдалось снижение значений по сравнению с контролем и 1-й опытной группой. Дозировка йода 501,89 на 1 кг массы рыбы оказала негативное влияние на показатели крови, что в свою очередь отразилось на снижении темпа роста рыбы в этой группе.

Таблица 53- Некоторые гематологические показатели двухлеток карпа при выращивании в садках с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Группа	Показатель							
	Эритроциты (10 ¹² /л)	Лейкоциты (10 ⁹ /л)	Тромбоциты (10 ⁹ /л)	Гематокрит, %	Средний объем эритроцита (фл)	Гемоглобин (г/л)	Среднее содержание гемоглобина в эритроците (пг)	Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (г/л ⁻¹)
Начало опыта								
Исходная	1,06±0,07	117,4±1,01	26,0±0,62	18,3±0,06	168,0±0,54	78,0±0,80	93,6±1,1	577,3±1,3
Конец опыта								
Контрольная	1,32±0,10	168,9±0,92	48,0±0,58	15,2±0,12	109,7±0,61	91,5±0,76	77,2±1,0	634,8±1,5
1-я опытная	1,28±0,85	166,4±1,02	47,0±0,61	14,9±0,08	107,5±0,72	89,7±0,68	74,8±1,1	629,0±1,4
2-я опытная	0,79±0,09	116,7±0,94	31,0±0,53	11,8±0,16	104,1±0,58	61,4±0,72	62,5±1,2	609,0±1,3
		***	***	***				

*P≥0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

Для определения количества тиреоидных гормонов в плазме крови была взята кровь из сердца в начале и конце опыта (таблица 54).

Таблица 54 – Количество тиреоидных гормонов в плазме крови двухлеток карпа при выращивании в садках

Группа	Гормон		
	Т4 общ., нмоль/л	Т4 своб., нмоль/л	Т3, нмоль/л
Начало опыта			
Исходная	17,5±1,3	6,4±0,6	0,05±0,01
Конец опыта			
Контрольная	27,4±1,1	10,6±0,7	0,2±0,04
1-я опытная	45,0±1,5***	17,5±1,3**	0,3±0,1***
2-я опытная	39,0±1,2**	13,6±1,1	0,17±0,05

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

Достоверное увеличение ($P \geq 0,99$; $P \geq 0,999$) Т4 общ., Т4 св. и Т3 наблюдалось в 1-й опытной группе, соответственно, на 64,2 %, на 65,1 % и на 50,0 % по сравнению с контрольной группой. Во 2-й опытной группе также было отмечено повышение количества тиреоидных гормонов в плазме крови по сравнению с контролем и на начало опыта. Содержание Т4 общ. у рыб 2-й опытной группы превысило ($P \geq 0,99$) содержание общего тироксина у рыб контрольной группы на 11,6 нмоль/л.

Таким образом, введение в рационы органического йода в количестве 200,0 и 500,0 на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» оказало стимулирующее влияние на синтетическую деятельность щитовидной железы, что привело к повышению количества тироксина и трийодтиронина в крови карпа.

3.2.2.5 Масса внутренних органов

В конце научно-хозяйственного опыта по выращиванию двухлеток карпа в садках с использованием в кормлении биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» для контрольного убоя была взята рыба, достигшая массы 795,0 - 811,0 г.

Для определения физиологического состояния рыбы необходимо провести оценку состояния и развития внутренних органов. Отобранная для контрольного убоя рыба была вскрыта, осмотрены внутренние органы, определена их средняя масса.

При осмотре органов дыхания – жабр патологии не выявлено. Жабры, представляя собой функциональную дыхательную структуру, покрыты густой сетью кровеносных капилляров и имеют насыщенно красный цвет. Различий в состоянии и развитии между особями контрольной и опытных групп не обнаружено.

Сердце карпа имеет небольшие размеры. Патологии в развитии сердца контрольной и опытных групп не обнаружено. Масса сердца рыб контрольной и опытных групп была примерно на одном уровне (таблица 55).

Таблица 55 – Масса внутренних органов двухлеток карпа

Показатель	Группа					
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	2,5±0,4	0,31	2,6±0,3	0,32	2,2±0,2	0,27
Печень	2,9±0,5	0,36	2,5±0,2	0,31	2,0±0,4	0,25
Кишечник	11,2±0,7	1,39	8,7±0,4*	1,08	8,3±0,5*	1,04

*P>0,95

Карп относится к безжелудочным рыбам. Слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта, естественного, бледно-розового цвета. Патологии в состоянии

развитии пищеварительного тракта не обнаружено. Масса кишечника у рыб контрольной группы была больше массы кишечника рыб опытных групп.

Печень является одним из важнейших органов, участвующих в пищеварении, защите организма от интоксикации, в кроветворении. При осмотре печени было отмечено, что она имеет блестящий вид, темно-бордовую окраску. При внешнем осмотре патологии в развитии и состоянии не обнаружено. Масса печени у рыб опытных групп была меньше по сравнению с массой печени контрольных рыб.

При исследовании выделительной системы было отмечено, что почки имели естественную окраску. Патологии в их развитии не обнаружено.

По основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование в кормлении двухлеток карпа органического йода в количестве 200,0 и 500,0 на 1 кг массы рыбы в составе препарата «Абиопептид с йодом» не оказывает отрицательного влияния на развитие внутренних органов.

3.2.2.6 Товарные качества двухлеток карпа

Оценка качества выращенной рыбной продукции была проведена в конце научно-хозяйственного опыта. Части тела рыб были условно поделены на съедобные (кожа, мышечная ткань, внутренний жир, сердце и печень) и несъедобные (голова, плавники, костная ткань, чешуя, кишечник, жабры, слизь кровь и др.) (таблица 56).

Убойный выход съедобных частей был выше в опытных группах, получавших с кормовой добавкой органический йод по сравнению с контрольной группой. У карпа 1-й опытной группы, получавшей в рационе йод в количестве 201,89 мкг/кг, убойный выход съедобных частей был наибольшим и был выше на 4,2 % контрольных значений. Выход несъедобных частей в 1-й опытной группе был ниже на 3,7 % по сравнению с выходом несъедобных частей у рыб контрольной группы.

Таблица 56 - Результаты убоя двухлеток карпа

Показатель	Группа					
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	795,0±2,3	100,0	811,0±1,9	100,0	796,0±2,1	100,0
Масса головы и плавников	132,77±1,3	16,7	133,0±1,4	16,4	133,73±1,2	16,8
Масса кожи	34,98±0,9	4,4	33,25±1,2	4,1	34,23±1,1	4,3
Масса костной ткани	65,19±0,8	8,2	65,69±0,9	8,1	66,86±0,7	8,4
Масса мышечной ткани	514,37±1,5	65,1	530,39±1,6**	65,4	518,20±1,4	65,1
Масса сердца, печени внутреннего жира,	19,88±0,6	2,5	26,76±0,7**	3,3	18,31±0,8	2,3
Масса жабр, кишечника, слизи, крови, полостной жидкости	27,83±0,9	3,5	21,90±0,5**	2,7	24,68±0,6	3,1
Масса съедобных частей	534,24±1,4	67,2	557,16±1,1***	68,7	536,50±1,3	67,40
Масса несъедобных частей	260,76±1,0	32,8	253,84±1,1**	31,3	259,50±0,9	24,2

*P_≥0,95; **P_≥0,99; ***P_≥0,999

3.2.2.7 Химический состав мышечной ткани

Качество рыбной продукции зависит не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, важное значение в ее оценке имеет химический состав мышечной ткани. Химический состав мышечной ткани подопытных групп рыб представлен на рисунке 26.

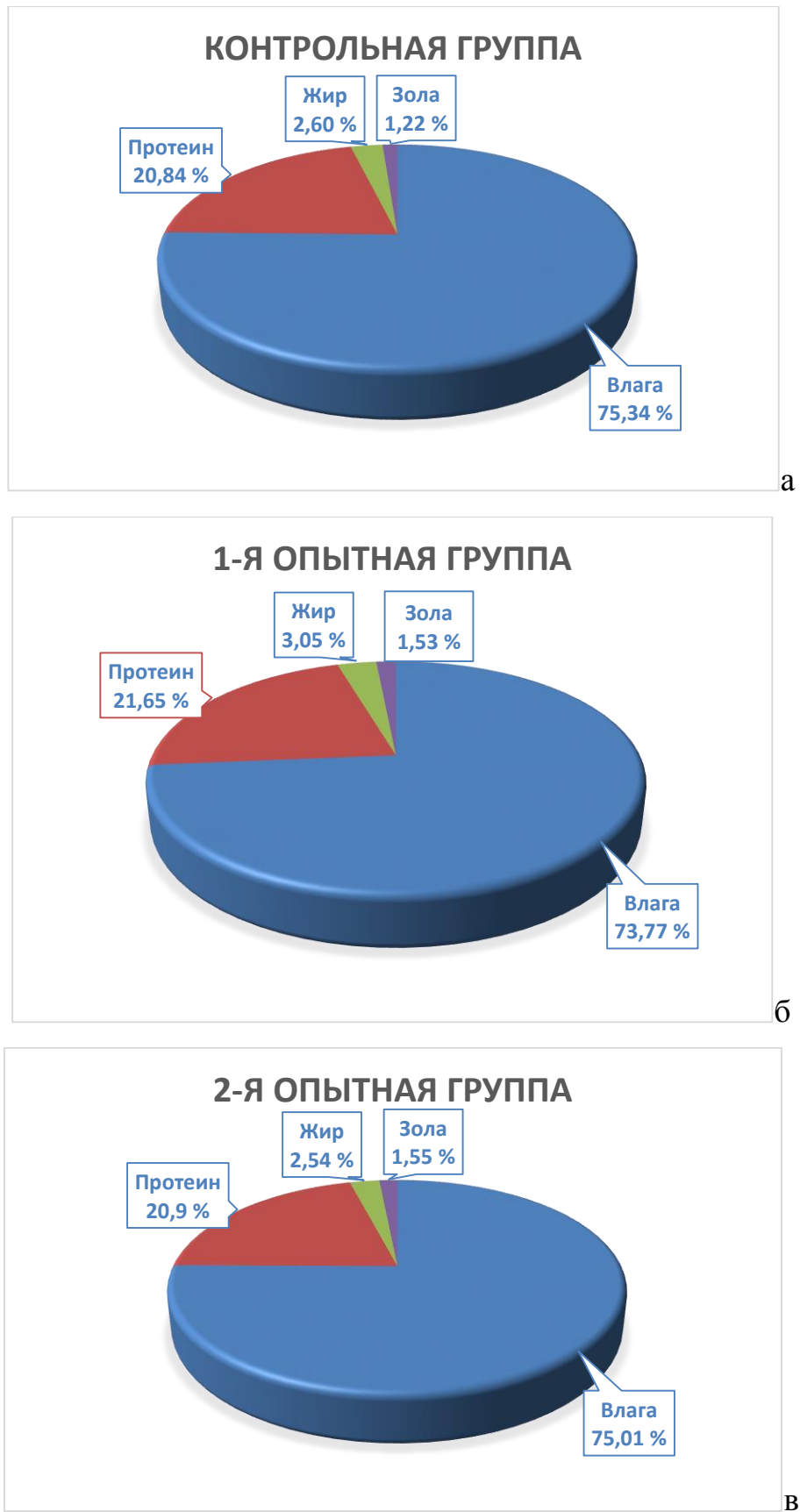


Рисунок 26 – Химический состав мышечной ткани карпа: а - контрольная группа; б - 1-я опытная группа; в - 2-я опытная группа

Основные показатели химического состава мышечной ткани карпа контрольной и опытных групп были примерно на одном уровне.

Достоверных различий по химическому составу мышечной ткани карпов контрольной и опытных групп не выявлено. Незначительное увеличение сырого протеина и жира наблюдалось в опытной группе карпа, получавшего с кормом йод в количестве 201,89 мкг на 1 кг массы тела.

3.2.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Для определения влияния органического йода в составе добавки «Абиопептид с йодом» на вкусовые качества карпа была проведена органолептическая оценка качества отварной мышечной ткани и бульона рыб контрольной и опытных групп. Готовый продукт (бульон и отварное мясо) оценивался по ряду свойств, значение которых базируется на сенсорных показателях органов чувств. Отварное мясо оценивалось по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету; бульон – по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира. Образцы оценивались по пятибалльной шкале (рисунок 27).



Рисунок 27 - Профилограмма образцов отварного мяса двухлеток карпа

Качество отварной мышечной ткани рыб 1-й опытной группы отличалось высокими вкусовыми свойствами, сочностью и мягкостью от приготовленной мышечной ткани рыб контрольной и 2-й опытной группы. У 2-й опытной группы почти по всем показателям была несколько снижена балльность качества отварного мяса.

Оценка дегустации бульона, приведенная на рисунке 28 показывает, что бульон, полученный при варке мяса рыб опытных и контрольной группы, по большинству показателей отличался незначительно.



Рисунок 28 - Профилограмма образцов бульона

Рыбный бульон всех опытных образцов имел приятный вкус, был прозрачным, ароматным и наваристым.

Результаты дегустации показали, что органический йод в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказал достоверного влияния на качество отварного мяса карпа и бульона. Однако, необходимо отметить более высокое качество отварного мяса и бульона рыб, которым скармливался органический йод в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы, и незначительное снижение качества по многим показателям у рыб, получавших с рационом 500,0 мкг/кг органического йода.

3.2.2.9 Экономическая эффективность выращивания двухлеток карпа с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

В конце научно-хозяйственного опыта была рассчитана экономическая эффективность выращивания двухлеток карпа при включении в рацион биологически активной добавки «Абиопептид с йодом».

При выращивании карпа в садках в структуре себестоимости большую часть занимают затраты на корма в денежном эквиваленте, составляющие более 60 % от всех затрат (рисунок 29).

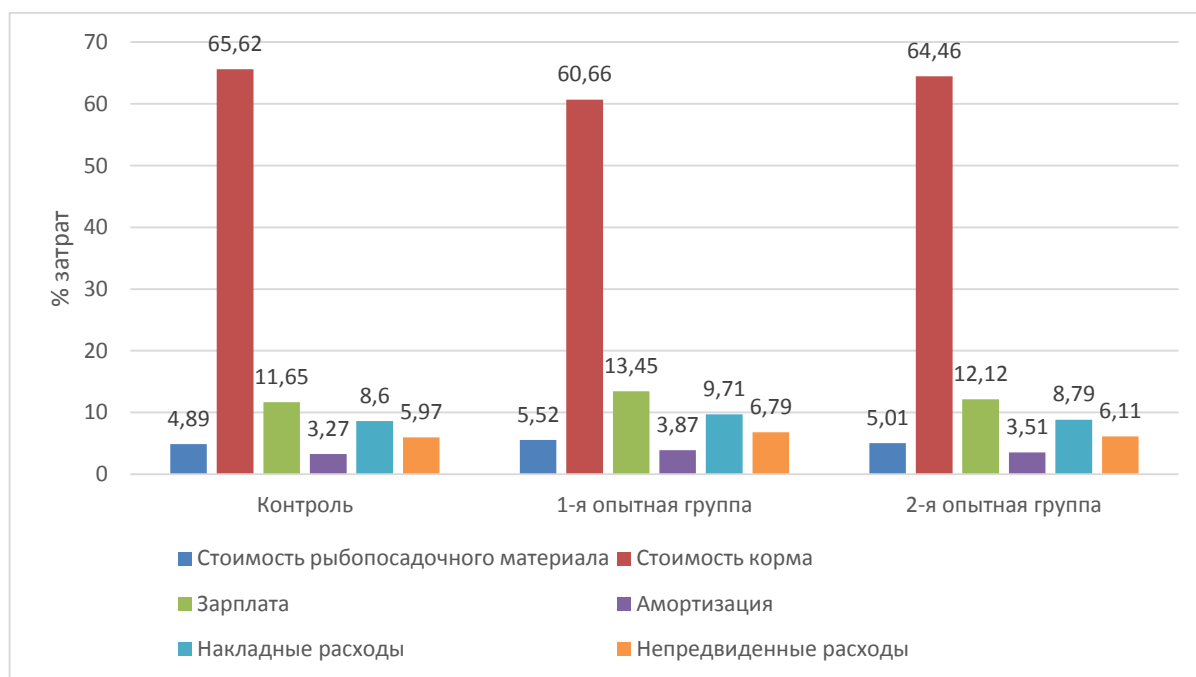


Рисунок 29 - Структура себестоимости рыбной продукции

Расчет экономической эффективности представлен в таблице 57.

Полученные данные свидетельствуют об эффективности выращивания карпа в садках с использованием в кормлении органического йода в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе биологически активного препарата «Абиопептид с йодом», при повышении уровня рентабельности производства рыбной продукции до 64,7%.

Таблица 57 - Экономическая эффективность выращивания двухлеток карпа в садках с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Ихтиомасса в начале, кг	12,61	12,90	12,80
Ихтиомасса в конце, кг	434,20	463,10	448,30
Прирост ихтиомассы за опыт, кг	421,60	450,20	435,50
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	18,00	18,20	18,30
Скормлено комбикорма на группу, кг	969,68	900,40	1001,65
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	2,30	2,00	2,30
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	17,45	16,39	18,33
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	26,60	27,01	28,44
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	61,26	58,34	63,43
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	100,00	100,00	100,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	43,42	46,31	44,83
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	16,82	19,30	16,39
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	38,74	41,66	36,57
Уровень рентабельности, %	63,24	71,42	57,65

3.2.3 Использование добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении трехлеток карпа в условиях садкового выращивания

Для научно-хозяйственного опыта по выращиванию трехлеток карпа с использованием в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» были отобраны 600 двухгодовалых особей карпа парской породы средней массой около 445 г и методом аналогов распределили на две группы: контрольную и опытную по 300 особей в каждой.

Контрольная группа получала сбалансированный гранулированный комбикорм (ОР), а опытная группа с ОР получала дополнительно 200,0 мкг йода в

1 мл биологически-активной добавкой «Абиопептид с йодом» на 1 кг массы рыбы. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 51,0 мкг на 1 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытной группы составило 0,56 мкг и 200,56 мкг на 1 кг массы рыбы соответственно.

Выращивание рыб проводили в садках размером 2,0x2,2x2,0 м. Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10,0 мм, а дна 3,0 мм. Глубина водоема в месте расположения садков составляла 3,0 м. Вода в водоем поступала из скважины глубиной 33 метра, подпитка водоема осуществлялась со скоростью 20 м³/час.

3.2.3.1 Физико-химические показатели среды в водоеме

Для эффективного выращивания карпа немаловажными являются оптимальные значения физико-химических параметров водной среды, обеспечивающие быстрый темп роста массы тела, линейных размеров, протекания обменных процессов в организме рыб, уменьшение затрат кормов. Для корректировки суточных норм кормления является обязательным контроль за температурой воды и количеством растворенного в воде кислорода. Поэтому на протяжении опыта ежедневно измерялась температура воды, содержание растворенного в воде кислорода, водородный показатель (рН). Температура воздуха в период научно-хозяйственного опыта колебалась в диапазоне от 19,0 до 32,5 °С и в среднем составила 25,3 °С. Температура воды на дне садка колебалась в пределах 17,1-24,5 °С; среднее значение температуры равнялось 20,7 °С.

Гидрохимические показатели водоема были исследованы в начале и в конце опыта (таблица 58).

Содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах 7,20–9,00 мг/л, величина водородного показателя составила 7,20–7,70. Количество нитритов, нитратов и азота аммонийных соединений в воде не выходило за границы предельно допустимых концентраций. Общая жесткость была на уровне оптимальных норм.

Таблица 58 - Гидрохимические показатели среды

Показатель	Значение	ОСТ 15.372-87
Кислород, мг/л	7,20-9,00	Не менее 6,00
pH	7,20-7,70	7,00-8,00
Цветность, градусы	15,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,38	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,004	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,36	1,00
Фосфаты, мг/л	0,10	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,50	3,80-4,20
Кальций, мг-экв/л	1,50	1,80-2,10
Хлориды, мг/л	16,50	20,00-35,00
Железо, мг/л	0,32	0,50

На основании полученных данных можно отметить, что физико-химические параметры воды соответствовали рыбоводно-биологическим нормам ОСТ 15.372–87 и водоем был пригоден для выращивания карпа.

3.2.3.2. Рост и развитие трехлеток карпа

Использование органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» в рационе карпа опытной группы достоверно повышает рост рыбы уже с пятой недели кормления (таблица 59).

Таблица 59 – Динамика массы трехлеток карпа, г

Период опыта, недели	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Начало опыта	444,6±11,3	445,4±12,9
1	477,9±9,3	479,8±13,2
2	511,0±9,9	521,4±10,8
3	556,8±11,2	575,8±8,4

Продолжение таблицы 59

1	2	3
4	609,7±10,6	636,8±8,5
5	690,2±9,1	734,9±10,3**
6	793,9±7,8	843,1±8,1**
7	902,6±9,6	961,6±10,5**
8	1014,6±11,6	1081,6±14,0***
9	1113,6±12,3	1195,2±9,7***
10	1204,6±9,4	1303,6±8,4***
11	1290,8±8,5	1400,7±13,2***
12	1347,4±11,6	1464,7±10,7***
13	1391,6±18,2	1514,8±20,1***
14	1420,2±15,6	1546,9±17,3***
15	1443,6±18,4	1571,1±20,0***
16	1466,9±11,7	1593,7±15,1***

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

К концу опыта средняя масса рыбы в опытной группе превысила рыб контрольной группы по этому показателю на 8,6 % (при $P \geq 0,999$).

Органический йод в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы оказал положительное влияние на все показатели роста и развития карпа (таблица 60).

Таблица 60 - Показатели прироста и выживаемости трехлеток карпа при выращивании в садках

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Абсолютный прирост, г	1022,30	1148,30
Относительный прирост, %	229,9	257,8
Среднесуточный прирост, г	9,12	10,25
Выживаемость, %	93,33	94,66

При введении органического йода в рацион трехлеткам карпа опытной группы абсолютный прирост массы рыбы вырос на 12,33 %, относительный прирост - на 15,6 %, прирост ихтиомассы увеличился на 10,20 %, повысилась выживаемость рыбы на 1,33 %, по сравнению с контролем.

3.2.3.3 Эффективность использования кормов

Кормление карпа проводилось в светлое время суток 3 раза через равные промежутки времени гранулированным комбикормом. Суточные нормы кормления корректировались еженедельно в зависимости от массы рыбы, температуры воды и содержания растворенного кислорода.

Эффективность использования кормов трехлетками карпа при выращивании в садках отражена в таблице 61.

Таблица 61 - Показатели эффективности использования кормов трехлетками карпа при выращивании в садках

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	647,03	696,70
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	2,33	2,20
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	23,77	22,44
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	780,55	737,00
Затраты добавки «Абипептид с йодом», мл	-	32,45

Затраты всего комбикорма в опытной группе были выше на 7,84 % по сравнению с затратами кормов в контрольной группе. Однако в расчете на 1 кг

прироста рыбы затраты в опытной группе были ниже на 5,9 %. Также в опытной группе были снижены показатели затрат обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста соответственно на 1,33 МДж и на 43,55 г по сравнению с контролем.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования органического йода в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении трехлеток карпа при выращивании в садках.

3.2.3.4 Функциональное состояние морфологических и биохимических показателей крови

Для обоснования адаптационных возможностей организма и оценки условий выращивания и кормления имеет большое значение исследование морфологических и биохимических показателей крови рыб [17; 188].

Кровь для определения морфологических, биохимических показателей крови и количества тиреотропных гормонов брали у карпа в начале и в конце опыта. Морфо-биохимические показатели крови трехлеток карпа представлены в таблице 62.

Полученные результаты анализа морфологических и биохимических показателей крови показали, что количество красных кровяных телец возросло в опытной группе по сравнению с контролем, что, на наш взгляд, по-видимому, связано с возрастанием интенсивности ростовых процессов, тканевого дыхания, процессов кроветворения под влиянием органического йода, вводимого в рацион.

Количество гемоглобина всегда в здоровом организме коррелирует с количеством эритроцитов, поэтому у рыб опытной группы также отмечалось повышение содержания гемоглобина в крови.

Тромбоциты - кровяные клетки, участвующие в свертывании крови и выполняющие фагоцитарную функцию. Повышение этих морфологических структур в крови рыб опытной группы свидетельствует о повышении защитных свойств организма под влиянием вводимого с кормом йода.

Таблица 62 - Морфологические и биохимические показатели крови трехлеток карпа при использовании в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом»

Группа	Показатель							
	Эритроциты (10 ¹² /л)	Лейкоциты (10 ⁹ /л)	Тромбоциты (10 ⁹ /л)	Гематокрит, %	Гемоглобин, г/л	Содержание общего белка в сыворотке крови, г/л	АСТ, ед/л	АЛТ, ед/л
Начало опыта								
Исходная	0,93±0,01	121,60±1,20	26,70±0,6	14,05±0,20	47,0±1,35	20,10±1,30	2,3±0,20	0,60±0,05
Конец опыта								
Контрольная	1,30±0,02	125,20±1,60	28,80±0,5	14,70±0,30	80,0±1,38	40,60±1,20	3,70±0,3	2,5±0,2
Опытная	1,50±0,02**	134,10±1,10**	34,50±0,7**	15,20±0,25	95,0±1,47**	48,50±1,40**	4,02±0,25	3,1±0,15

*P≥0,95; **P≥0,99

Об увеличении резистентности организма и повышении иммунного статуса также говорит повышение количества лейкоцитов, белых кровяных телец, у рыб опытной группы по сравнению с контролем.

Было отмечено достоверное увеличение содержания общего белка в плазме крови трехлеток карпа опытной группы.

Значения ферментов печени АСТ и АЛТ, являющихся маркерами патологических изменений печени, сердца и других органов, были несколько повышены в конце опыта как в контрольной группе рыб, так и в опытной по сравнению с началом опыта. Расчеты коэффициента Де Ритиса (отношение АСТ к АЛТ) показали, что патологических изменений в печени и сердце не наблюдается, т.к. коэффициент Де Ритиса был равен в контрольной и опытной группе соответственно 1,48 и 1,30. В норме для рыб коэффициент Де Ритиса находится в пределах 1,3–1,75.

В начале и конце исследований была взята кровь у подопытных рыб для определения концентрации тиреоидных гормонов (таблица 63).

Таблица 63 - Содержание гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотке крови трехлеток карпа

Группа	Концентрация гормонов		
	Т4 общ. нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	Т3 нмоль/л
Начало эксперимента			
Исходная	25,0±1,6	4,3±0,5	0,17±0,03
Конец эксперимента			
Контрольная	25,4±1,3	6,8±0,7	0,15±0,04
Опытная	34,3±1,8**	12,6±0,9**	0,17±0,06

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

Органический йод в составе кормовой добавки «Абиопептид с йодом», оказал стимулирующее влияние на выработку щитовидной железой свободного и

общего тироксина. В опытной группе отмечено достоверное повышение Т4 общ. и Т4 своб. соответственно на 8,9 и 5,8 нмоль/л по сравнению с контролем.

3.2.3.5 Масса внутренних органов

В конце научно-хозяйственного опыта по выращиванию трехлеток карпа с использованием в кормлении органического йода в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» был проведен контрольный убой рыбы для оценки состояния и массы внутренних органов и товарных качеств рыбы. Для убоя были отбраны особи карпа с массой 1400,0-1600,0 г и биологической длиной тела 42-45 см.

Осмотрены органы дыхания: жабры имели насыщенно красный цвет, жаберные дуги молочного цвета, лепестки жабр в норме без видимых патологий.

Плавательный пузырь имел форму мешка молочно-серебристого цвета, сообщающегося с пищеводом воздушным протоком. Патологий в его развитии не обнаружено как у особей контрольной, так и опытной группы.

Сердце имело относительно небольшие размеры. Внешних патологических изменений в сердце не выявлено. Масса сердца карпов в опытной группе была выше на 0,08 г по сравнению с массой сердца контрольных особей (таблица 64).

Таблица 64 – Масса внутренних органов трехлеток карпа

Показатели	Группа			
	контрольная		опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	4,48±0,4	0,32	4,96±0,2	0,31
Печень	4,76±0,5	0,34	5,44±0,4	0,34
Кишечник	18,76±0,7	1,34	18,88±0,5	1,18

При осмотре пищеварительной системы патологий не обнаружено. Масса кишечника карпов опытной группы была выше на 0,6 %.

При внешнем осмотре печени патологий в состоянии не обнаружено. Печень у особей трехлеток карпа имела крупные размеры, блестящий цвет без кровоизлияний. Масса печени у рыб опытной группы была крупнее на 2,5 %.

Была исследована выделительная система рыб, участвовавших в опыте. Почки темно-красного цвета располагались в полости тела в виде парных плоских удлинённых тел по бокам позвоночника. Патологий в их развитии не обнаружено.

Результаты исследований показали, что использование в кормлении трехлеток карпа йода в количестве 200,56 мкг на 1 кг массы рыбы при выращивании в садках, не оказало достоверного влияния на развитие внутренних органов.

3.2.3.6 Товарные качества трехлеток карпа

В ходе контрольного убоя рыба была взвешена, определена промысловая длина (l) и условно разделена на съедобные (кожа, мышечная ткань, внутренний жир, сердце и печень) и несъедобные (голова плавники, костная ткань, чешуя, кишечник, жабры, слизь кровь и др.) части (таблица 65). Был рассчитан коэффициент упитанности по Фультону (Ку).

Таблица 65 - Результаты убоя трехлеток карпа

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	количество	% от массы	количество	% от массы
1	2	3	4	5
Масса карпа, г	1400,0±2,1	100,0	1600,0±2,0	100,0
Масса головы и плавников, г	207,2±1,8	14,8	230,4±1,9***	14,4
Масса кожи, г	60,2±0,6	4,3	65,6±0,7**	4,1
Масса костной ткани, г	117,6±0,7	8,4	113,6±0,5**	7,1

Продолжение таблицы 65

1	2	3	4	5
Масса мышечной ткани, г	911,4±1,0	65,1	1073,6±1,2***	67,1
Масса внутреннего жира, г	32,2±0,4	2,3	44,32±0,5***	2,8
Масса жабр, слизи, крови, полостной жидкости, г	43,4±0,7	3,1	43,2±0,6	2,7
Масса внутренних органов, г	28,0±0,3	2,0	29,28±0,4	1,8
Масса съедобных частей, г	1031,8±1,4	73,7	1212,8±1,6***	75,8
Масса несъедобных частей, г	368,2±0,9	26,3	387,2±1,1***	24,2
Длина рыбы (l), см	36,0±1,7		37,5±0,8	
Коэффициент упитанности по Фультону (Ку)	3,00		3,03	

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что в опытной группе, пол* $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$ учавшей органический йод выход съедобных частей был выше на 2,1 %. Коэффициент упитанности по Фультону в контрольной и опытной группе был на уровне 3. Упитанность разных пород карпов варьирует от 2,5 до 4,0.

Рыбоводные результаты научно-хозяйственного опыта по применению в кормлении трехлеток карпа органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» отражают активный линейный и весовой рост при оптимальной упитанности.

3.2.3.7 Химический состав мышечной ткани трехлеток карпа

Товарные качества рыбной продукции зависят не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, важное значение в этой оценке имеет химический состав мышечной ткани, соотношение питательных веществ в нем, что определяет качество. Для этого в наших исследованиях был проведен химический анализ мышечной ткани карпа.

В результате анализа данных химического состава мышечной ткани карпа контрольной и опытной групп было выявлено, что содержание сырого протеина в мышечной ткани опытной группы рыб превышало ($P \geq 0,99$) на 2,76 % значения данного показателя у рыб контрольной группы, количество ассимилированного йода на 49,2 % ($P \geq 0,999$) выше данного показателя в контрольной группе (рисунок 30).

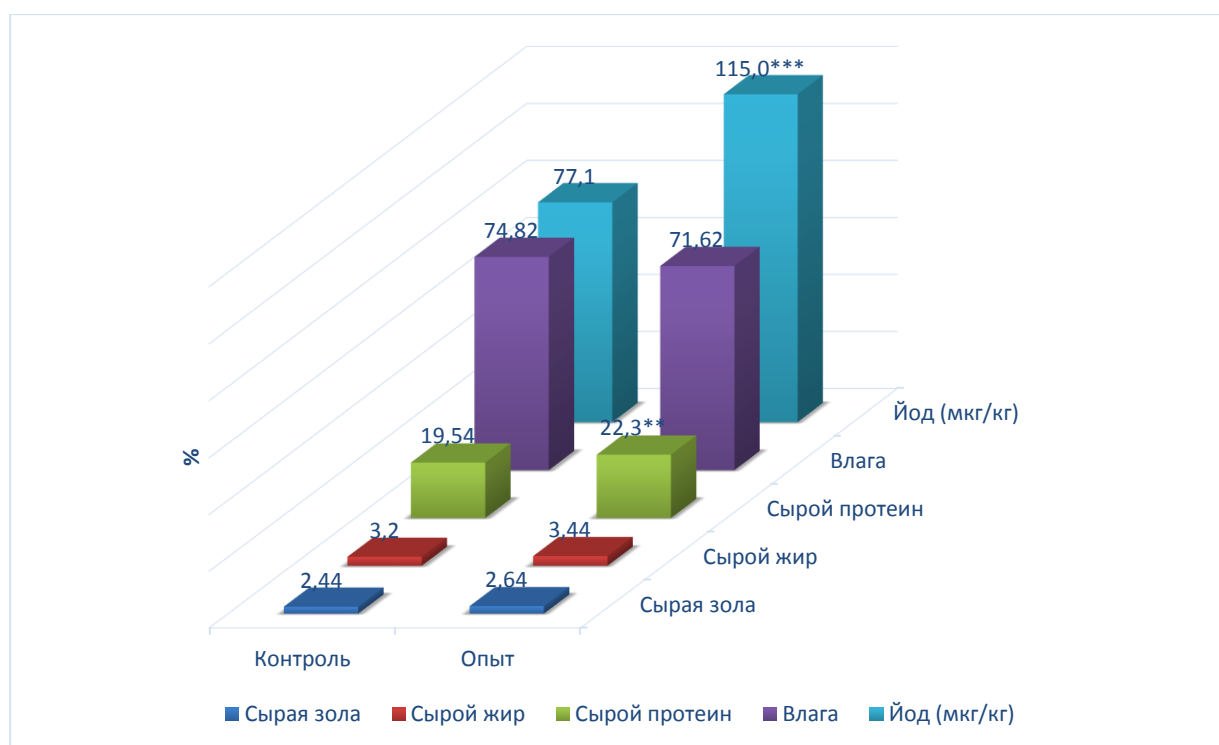


Рисунок 30 – Химический состав мышечной ткани трехлеток карпа

Остальные показатели были примерно на одном уровне у рыб опытной и контрольной групп.

На основании изложенного приходим к выводу, что органический йод в составе добавки «Абиопептид с йодом» положительно влияет на белковый обмен, что подтверждено увеличением темпов роста и повышением убойного качества рыбной продукции.

3.2.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани трехлеток карпа

Влияние органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на качество мяса трехлеток карпа оценивалось с помощью органолептической экспертизы. Дегустационной группой была проведена органолептическая оценка по пятибальной шкале образцов отварного мяса и бульона, приготовленных из рыбы, участвовавшей в опыте. Отварное мясо оценивалось по цвету, вкусу, запаху, сочности, жесткости (рисунок 30).

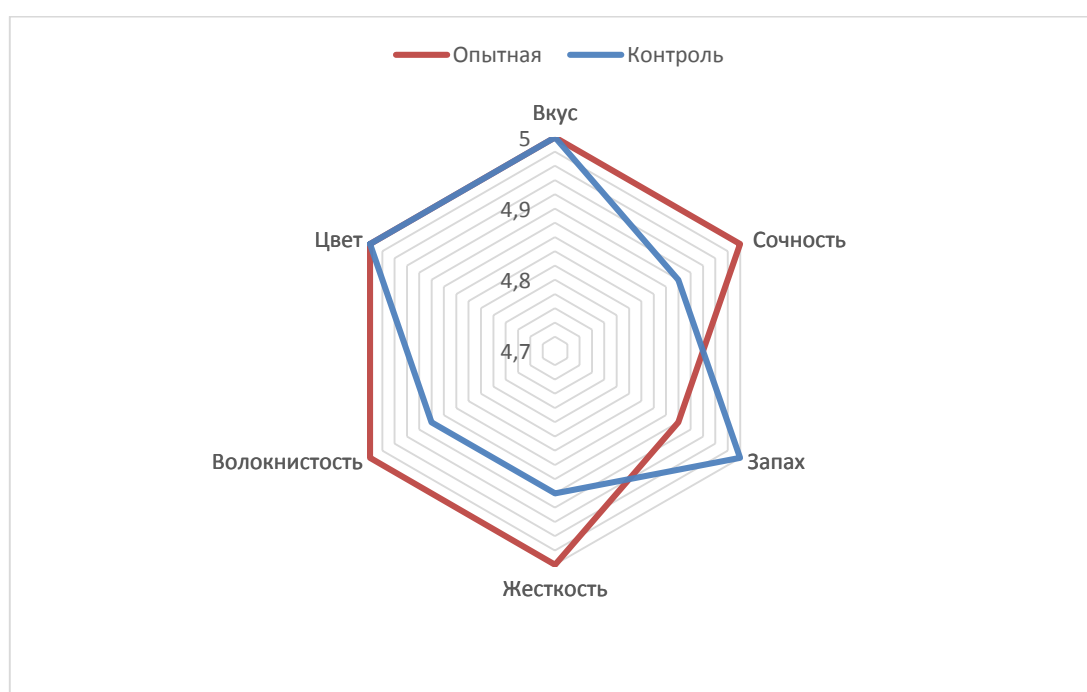


Рисунок 30 - Профилограмма образцов отварного мяса трехлеток карпа

Отварное мясо карпа опытной группы отличалось сочностью, нежной консистенцией и мягкостью.

Бульон оценивался по следующим показателям: цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (рисунок 31).

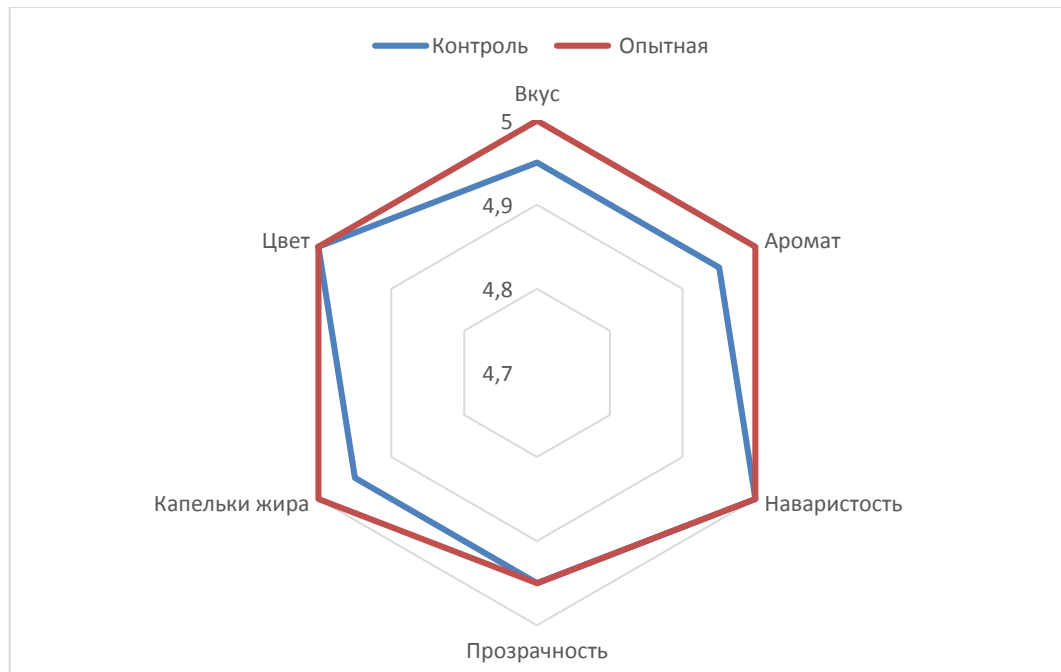


Рисунок 31 - Профилограмма образцов бульона

Результаты дегустации рыбного бульона, полученного при варке рыбы, показали, что рыбный бульон в обеих группах имел приятный вкус, аромат и наваристость, был приятного соломенного цвета, прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве.

Результаты дегустации показали, что качество отварного мяса и бульона рыб, которым скармливался органический йод в количестве 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы было выше.

3.2.3.9 Экономическая эффективность выращивания трехлеток карпа с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом»

Определение экономической эффективности выращивания трехлеток карпа с использованием в кормлении органического йода являлось одной из задач наших исследований. Основными показателями при оценке экономической эффективности служили затраты корма, стоимость кормов с биологически активной добавкой, себестоимость рыбы (рисунок 32).

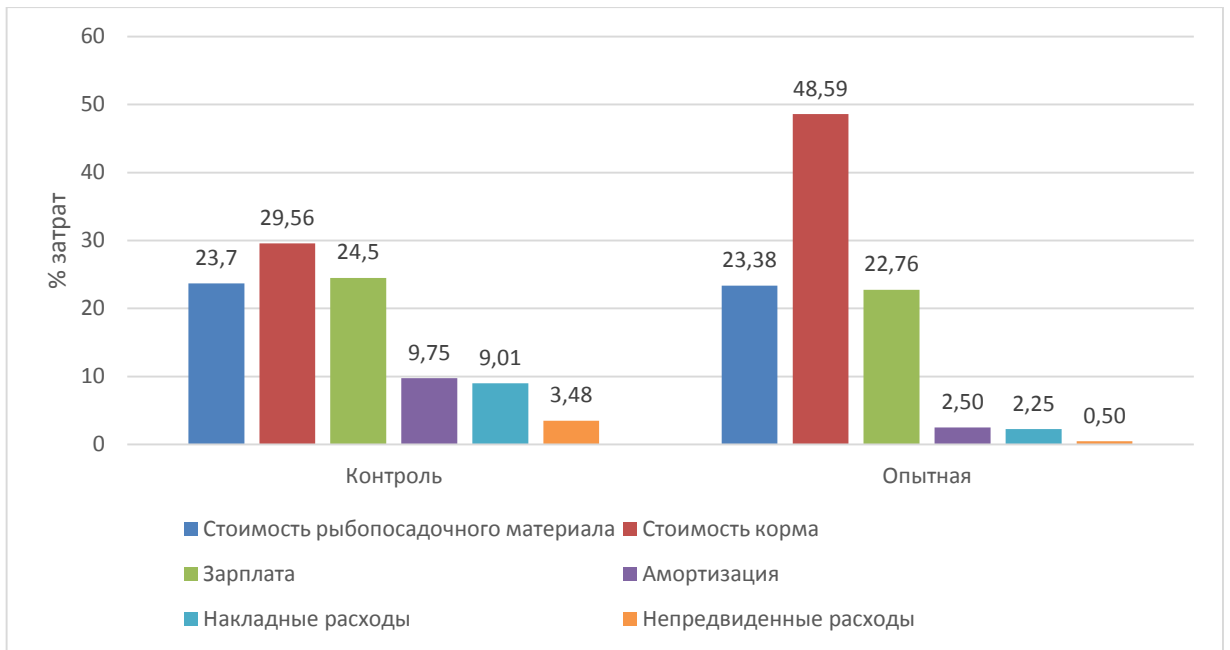


Рисунок 32 – Себестоимость трехлеток карпа

Расчет экономической эффективности выращивания трехлеток карпа с использованием в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» представлен в таблице 66.

Таблица 66 - Экономическая эффективность выращивания трехлеток карпа

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Ихтиомасса карпа в начале, кг	133,38	133,62
Ихтиомасса карпа в конце, кг	410,73	452,61
Прирост ихтиомассы карпа, кг	277,35	318,99
Стоимость 1 кг посадочного материала, руб.	70,00	70,00
Стоимость посадочного материала, тыс. руб.	9,34	9,35
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	18,00	18,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	647,03	696,70
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	2,33	2,20

Продолжение таблицы 66

1	2	3
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	11,65	12,54
Стоимость 1 л кормовой добавки, руб.	212,00	212,50
Количество израсходованной кормовой добавки, л	30,04	32,45
Стоимость всей кормовой добавки, тыс. руб.	6,37	6,90
Стоимость комбикормов с добавкой, тыс. руб.	18,01	19,44
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	120,00	120,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	49,29	54,31
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	39,39	41,00
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	95,89	90,58
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	9,90	13,31
Уровень рентабельности, %	25,14	32,47

Расчет экономической эффективности свидетельствует о том, что наибольший экономический эффект был получен при выращивании трехлеток карпа с применением в кормлении органического йода в количестве 200,0 мкг/ кг в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» [138]. Несмотря на повышение себестоимости трехлеток карпа опытной группы на 1,61 тыс. руб., дополнительно полученная прибыль от выращивания составила 3,41 тыс. руб. При этом уровень рентабельности производства повысился на 7,33 %.

Таким образом, результаты исследований установили положительное влияние органического йода в дозировке 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе кормовой добавки «Абиопептида с йодом», используемой в кормлении трехлеток карпа при выращивании в садках, на повышение общего прироста ихтиомассы, снижение затрат кормов на единицу прироста массы и себестоимости 1 кг рыбы, что дает возможность производства рыбной продукции с уровнем рентабельности до 32,47 %.

3.3 Влияние биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на продуктивность ленского осетра

3.3.1 Определение оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» для ленского осетра

Для определения оптимальной дозы органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» была отобрана молодь ленского осетра, средней массой около 232 г. Методом аналогов сформировали контрольную и 5 опытных групп по 10 особей в каждой. Контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам комбикорм (ОР), опытные группы получали ОР с биологически активной добавкой «ОМЭК-Ј» с различным количеством йода: 100,0 мкг; 200,0 мкг, 300,0 мкг; 400,0 мкг и 500,0 мкг на 1 кг массы рыбы. Учитывая наличие йода в составе 1,0 кг комбикорма в количестве 1,2 мг на 1 кг, содержание йода в рационах контрольной и опытных групп составило: 1,08 мкг, 101,08 мкг, 201,08 мкг, 301,08 мкг, 401,08 мкг и 501,08 мкг на 1 кг массы рыбы. Продолжительность эксперимента составила 10 недель.

3.3.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры водной среды

Водная среда имеет важное значение в жизнедеятельности рыб. Интенсивность питания, скорость роста, массонакопление, сроки созревания, качество потомства во многом зависят от физико-химических свойств воды.

Гидрохимический анализ воды в аквариумной установке исследовали в начале и конце опыта, температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно. В ходе предварительного опыта температурный режим воды составлял 20–23 °С, что соответствовало оптимальным физиологическим нормам. Содержание растворенного кислорода, уровень рН были в пределах оптимальных физиологических значений (таблица 67).

Таблица 67 - Гидрохимический состав среды в аквариумах

Показатель	Полученные данные	Требования ОСТ 15-372-87
рН	6,00	7,00–8,00
Кислород, мг/л	7,50–9,00	Не менее 6,00
Цветность, градусы	25,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,90	1,00
Фосфаты, мг/л	0,20	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	4,00	3,80–4,20
Хлориды, мг/л	0,40	20,00–35,00
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,20	0,50

Гидрохимические параметры в аквариумах отвечали требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания осетровых рыб.

3.3.1.2 Рост и развитие ленского осетра

Рост рыбы выражается в увеличении линейных размеров, массы тела. Это саморегулируемый непрерывный и продолжающийся в течении всей жизни рыбы процесс. Основным показателем, характеризующим рост рыбы, является масса.

Динамика массы молоди ленского осетра представлена в таблице 68. При включении в рационы рыб опытных групп органического йода наибольшие значения средняя масса достигла в группах, получавших 201,08 мкг и 301,08 мкг йода [114]. Самые высокие показатели абсолютного прироста отмечены в 3-й опытной группе по отношению к контролю (таблица 69).

Таблица 68 - Динамика массы тела молоди ленского осетра (г) при установлении оптимальной скармливаемой дозы органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Период опыта, неделя	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
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	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	233,0±2,1	237,9±5,2	250,6±5,3**	245,6±4,7**	241,4±4,2	246,0±1,1***
3	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	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	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	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	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	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	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	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≥0,95, **P≥0,99; ***P≥0,999

Относительный прирост ленского осетра за период предварительного опыта во 2-й и 3-й опытной группе превысил контроль на 37,2 и 37,1 %. Наибольшие показатели по среднесуточному приросту отмечены во 2-й и 3-й опытных группах. В 5-й опытной группе, где молодь осетра получала дозировку йода 501,08 мкг/кг массы рыбы, среднесуточный прирост значительно снижен по сравнению с контрольной и другими опытными группами.

Данные предварительного эксперимента показали, что обогащение рациона органическим йодом в количестве 200,0 и 300,0 мкг йода на 1 кг массы рыбы, привело к существенному ускорению роста рыб, по сравнению с контролем и другими опытными группами.

3.3.1.3. Эффективность использования кормов

Кормление рыб в ходе эксперимента осуществлялось вручную 2 раза в день. Во 2-й и 3-й опытных группах затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы были наименьшими. Самые большие затраты корма наблюдались в 5-й опытной группе (таблица 70).

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о том, что включение в рацион ленского осетра 201,08 и 301,08 мкг йода на 1 кг массы рыбы, снижает затраты корма, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста соответственно на 0,29 и 0,34 кг, на 0,62 и 0,72 МДж, на 201,73 и 235,12 г, по сравнению с контрольной группой.

3.3.1.4. Функциональное состояние биохимических показателей крови

Кровеносная система рыб весьма специфична, ее состояние зависит от влияния различных абиотических и биотических факторов среды.

Изучение крови позволяет определить адаптационные возможности рыб только в условиях конкретных водоемов. Вследствие этого, за норму показателей крови мы брали значения контрольной группы рыб, выращиваемых в аквариумах.

Таблица 70 - Показатели эффективности использования кормов ленским осетром при введении в рацион биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	2,29	2,09	2,00	1,95	2,21	2,37
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	4,92	4,49	4,30	4,20	4,76	5,09
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	1602,08	1460,26	1400,35	1366,88	1549,31	1658,34
Затраты добавки «ОМЭК-Ј», г	-	0,86	1,96	2,88	3,44	4,18

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

Для определения биохимических параметров крови и уровня гормонов щитовидной железы было осуществлено прижизненное взятие крови у молодежи ленского осетра контрольной, 2-й и 5-й опытных групп, получавших с комбикормом дополнительно 200,0 и 500,0 мкг йода на 1 кг массы тела [230]. В сыворотке крови было определено содержание прямого и общего билирубина, общего белка, глюкозы, мочевины, холестерина, макроэлементов (таблица 71).

Таблица 71 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра

Показатель	Единицы измерения	Группа		
		контрольная	2-я опытная	5-я опытная
Билирубин общий	мкмоль/л	3,65±0,31	3,23±0,42	5,15±0,72
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,60±0,41	1,75±0,38	2,05±0,25
Белок общий	г/л	71,63±1,12	70,83±1,81	63,50±3,4
Мочевина	ммоль/л	11,23±2,33	5,15±0,46	5,7±0,86
Глюкоза	ммоль/л	3,95±0,08	5,15±0,38*	4,60±0,17*
Холестерин	ммоль/л	3,2±0,26	3,27±0,18	2,30±0,15*
Кальций	ммоль/л	3,4±0,17	4,02±0,26	2,92±0,13
Фосфор	ммоль/л	3,55±0,54	3,28±0,27	2,10±0,08*

* $P \geq 0,95$

Общий и прямой билирубин у рыб контрольной и 2-й опытной группы находился практически на одном уровне. В 5-й опытной группе отмечалось значительное повышение этих показателей.

Количество общего белка в плазме крови рыб контрольной и 2-й опытной группы было также примерно одинаковым (71,63±1,12 и 70,83±1,81 г/л

соответственно). У рыб 5-й опытной группы отмечено снижение содержания общего белка до $63,5 \pm 3,4$ г/л.

Уровень мочевины в крови рыб 2-й и 5-й опытных групп был ниже, чем у рыб контрольной группы соответственно на 6,08 и 5,53 ммоль/л.

На долю глюкозы в животном организме приходится более 90 % всех низкомолекулярных углеводов. Относительно постоянный уровень глюкозы в крови поддерживается гормонально. Нами установлено, что уровень глюкозы в крови рыб опытных групп был выше ($P \geq 0,95$), чем у рыб контрольной группы.

Уровень холестерина в крови контрольной и 2-й опытной группы находился на одном уровне. В 5-й опытной группе содержание холестерина было меньше на 0,90 ($P \geq 0,95$) и 0,97 ммоль/л по сравнению с контролем и 2-й опытной группой.

Наибольшее количество кальция было определено во 2-й опытной группе. Содержание фосфора было примерно на одном уровне в контрольной и 2-й опытной группе. В 5-й опытной группе содержание макроэлементов было на более низком уровне ($P \geq 0,95$).

Забор крови для исследования содержания тиреоидных гормонов в плазме проводился в начале эксперимента и по его окончании. В связи с поступлением в организм рыб опытных групп органического йода к концу предварительного опыта уровень тиреоидных гормонов в крови рыб повысился (рисунок 33).

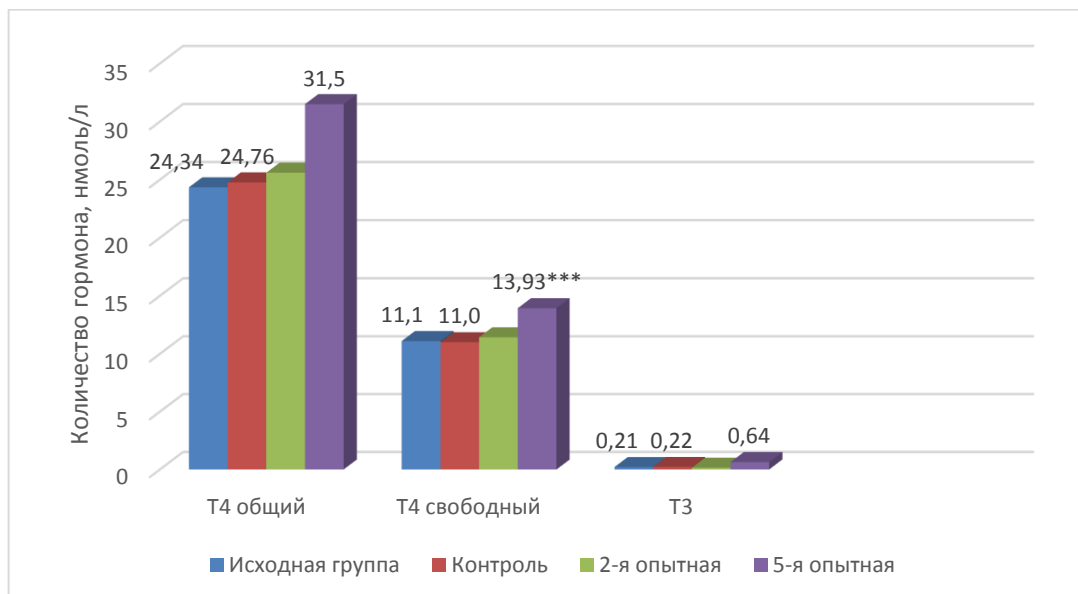


Рисунок 33 – Содержание тиреоидных гормонов в крови ленского осетра

Прослеживается прямая зависимость количества, выведенного щитовидной железой в кровь тироксина от доз, поступившего в организм рыбы органического йода. Так при дополнительном введении в рацион 500,0 мкг йода на 1 кг массы рыбы, содержание общего и свободного тироксина поднялось до уровня $31,50 \pm 3,24$ и $13,93 \pm 0,14$ ($P \geq 0,999$) нмоль/л. Содержание трийодтиронина также было выше в 5-й опытной группе.

3.3.1.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов

Для изучения влияния органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на состояние и развитие внутренних органов проведено вскрытие ленского осетра и осмотр, взяты на гистологическое исследование образцы тканей внутренних органов.

При вскрытии рыб подопытных групп в полостях постороннее содержимое отсутствует, положение всех органов анатомически правильное. При осмотре органов дыхания было отмечено, что поверхность жабр компактная и сильно васкулизированная. Патологии в развитии органов дыхания не обнаружено.

Слизистая оболочка пищевода у ленского осетра собрана в нерасправляющиеся продольные складки, гладкая, блестящая, желто-розового цвета. Слизистая оболочка тонкого и толстого отделов кишечника была от светло- до темно-розового цвета, гладкая и блестящая. Печень у рыб контрольной, 1-й и 4-й опытных групп в хорошем состоянии, упругая, без кровоизлияний. Печень у рыб 5-й опытной группы была красного цвета, сосуды кровенаполнены. Желчный пузырь у ленского осетра заполнен прозрачной желчью зеленовато–желтоватого цвета, края острые, цвет розово–серый. Селезенка темно красного цвета, упругой консистенции, края острые. Почки у ленского осетра темно-красного цвета, занимают в брюшной полости симметричное положение под внутренними органами вдоль позвоночника.

На гистологическом срезе печени видны гепатоциты округлой формы, цитоплазма просветленная, розового цвета. Ядра округлые, в большинстве клеток находятся на их периферии. Хроматин в ядрах расположен участками в центре и по краям. Печеночные вены имеют четкие контуры. В кровеносных сосудах по стенкам заметно скопление эритроцитов (рисунок 34).

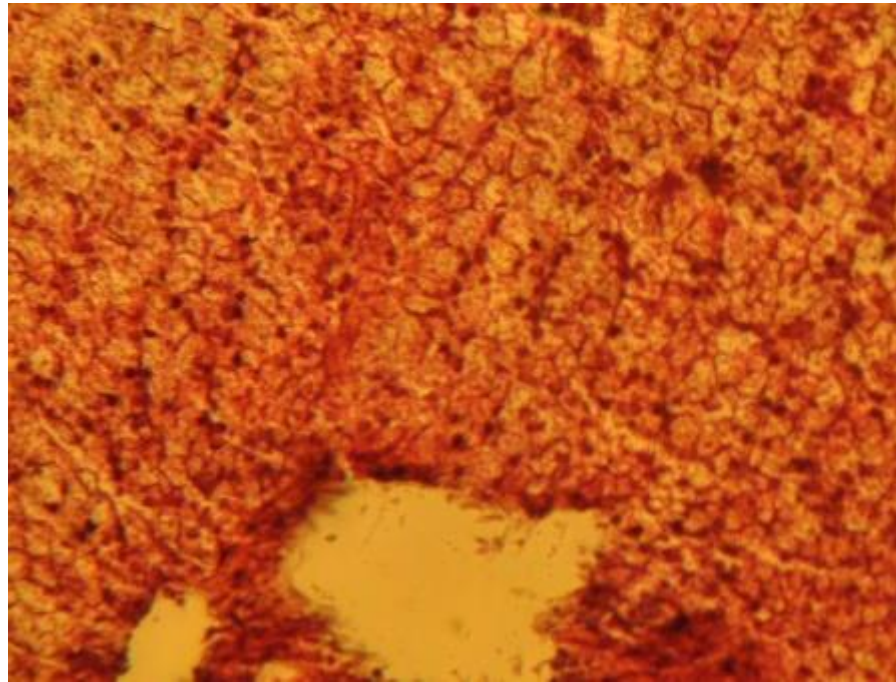


Рисунок 34 – Гистологический срез печени ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

Почечные канальцы на гистологическом срезе почки не изменены, эпителий канальцев имел четкие границы. Цитоплазма клеток почечных канальцев светло розового цвета. Капсулы почечных клубочков без патологических изменений. Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное кровенаполнение сосудистых петель. Отмечена незначительная инфильтрация лимфоцитов в паренхиме почек. Дистрофические и некробиотические изменения тканей почек не были выявлены (рисунок 35).

Рисунок ворсинок на гистологическом срезе тонкого кишечника хорошо выражен. Бокаловидные клетки равномерно распределены в эпителии ворсинок. Тинкториальные свойства тканей не нарушены.

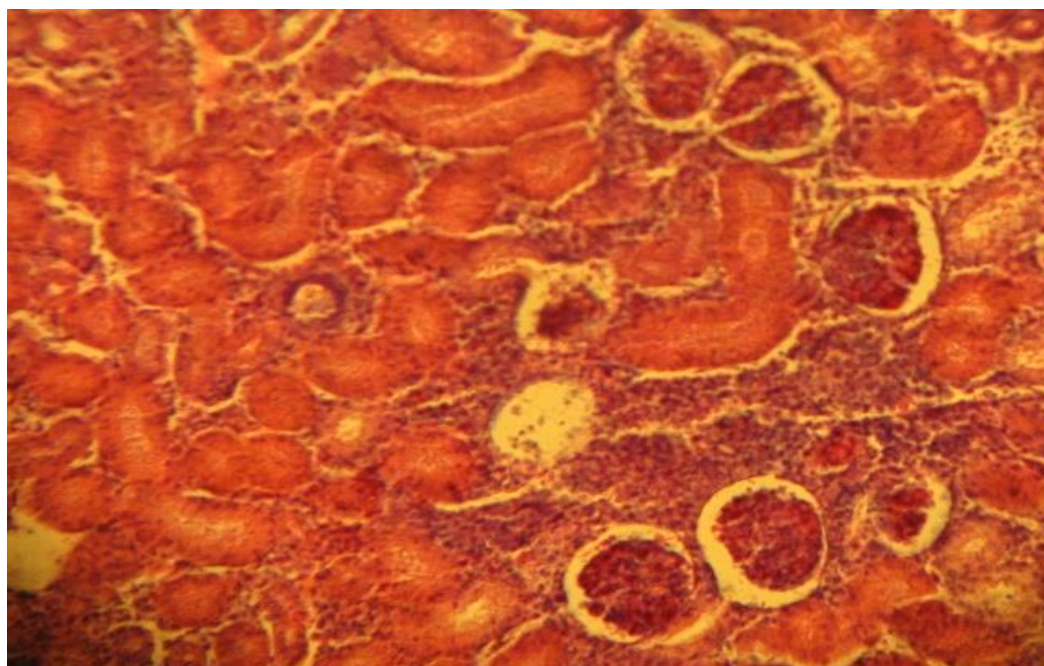


Рисунок 35 - Гистологический срез почек ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

Оболочки стенки кишечника четко контурированы. В собственной пластинке слизистой оболочки и в мышечном слое небольшие отеки (рисунок 36).

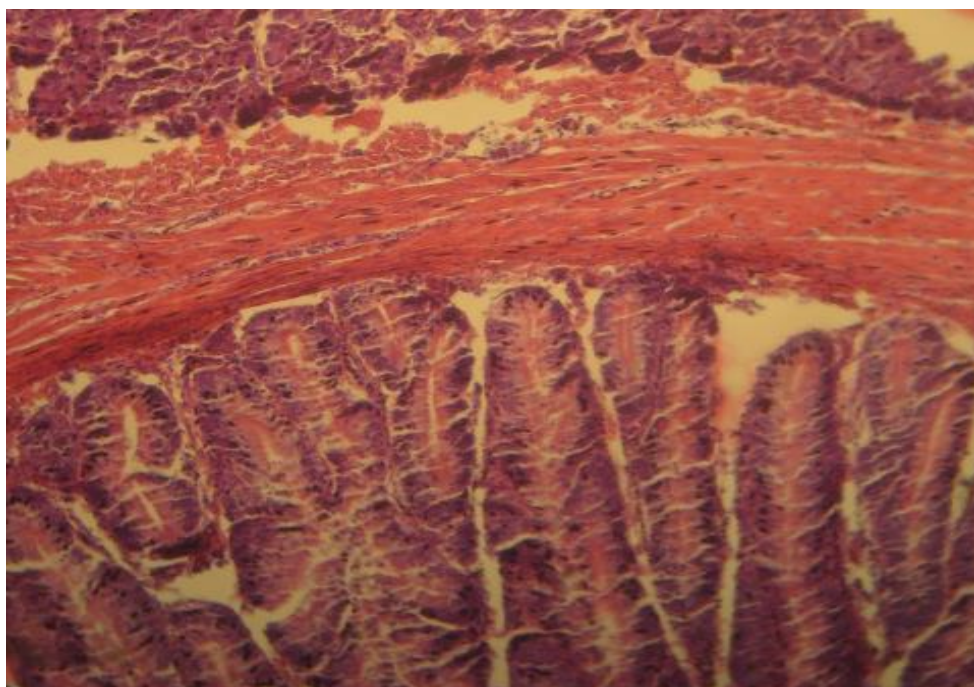


Рисунок 36 - Гистологический срез тонкого кишечника ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

Лимфацитарная инфильтрация, десквамация эпителия отсутствует. Отмечена гиперемия кровеносных сосудов.

Оболочки стенки толстого кишечника и ворсинки четко контурированы. Бокаловидные клетки равномерно распределены в эпителии ворсинок. Тинкториальные свойства тканей не нарушены. Отмечена гиперемия кровеносных сосудов (рисунок 37).

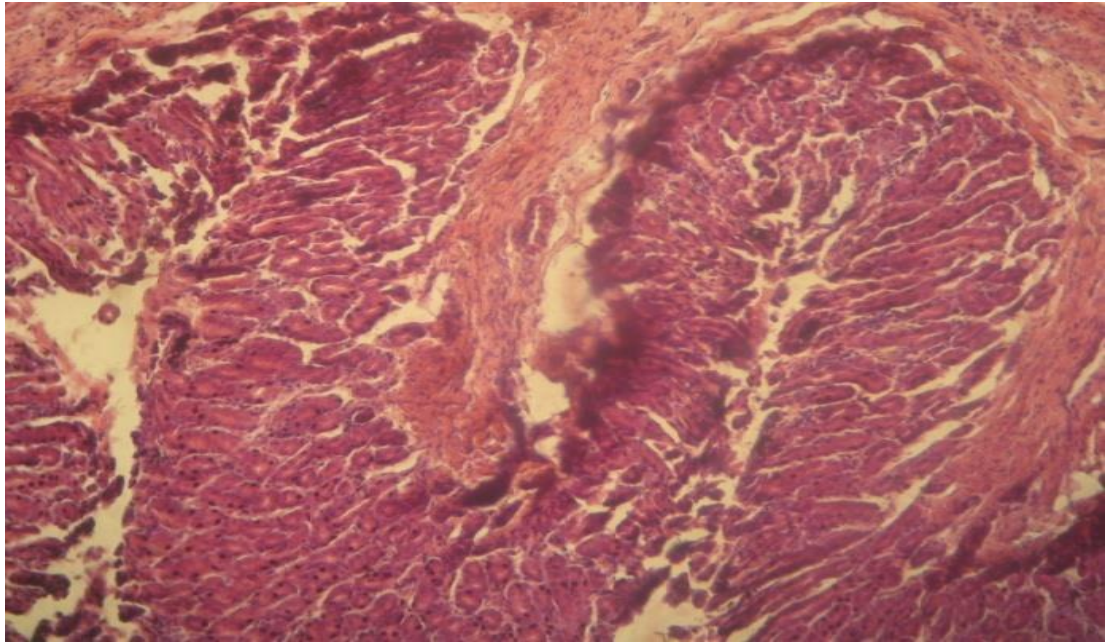


Рисунок 37 - Гистологический срез толстого кишечника ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

На основании полученных данных можно заключить, что введение в рационы молоди ленского осетра органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Л» не оказывают отрицательного влияния на гистологическое состояние внутренних органов.

3.3.1.6 Определение йода в мышечной ткани ленского осетра

Содержание йода в мышечной ткани рыбы определяли методом постоянноточковой инверсионной вольтамперометрии с углеродным электродом, на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». Увеличение накопления йода в мышечной ткани наблюдалось у рыб 1-й, 2-й и 3-й опытных групп. Самое

высокое содержание йода в мышечной ткани было зафиксировано у рыб 3-й опытной группы, где в состав рациона входило 301,08 мкг йода на 1 кг массы рыбы и составило 126,4 мкг/кг, это на 26,7 % выше, чем в контрольной группе (рисунок 38).

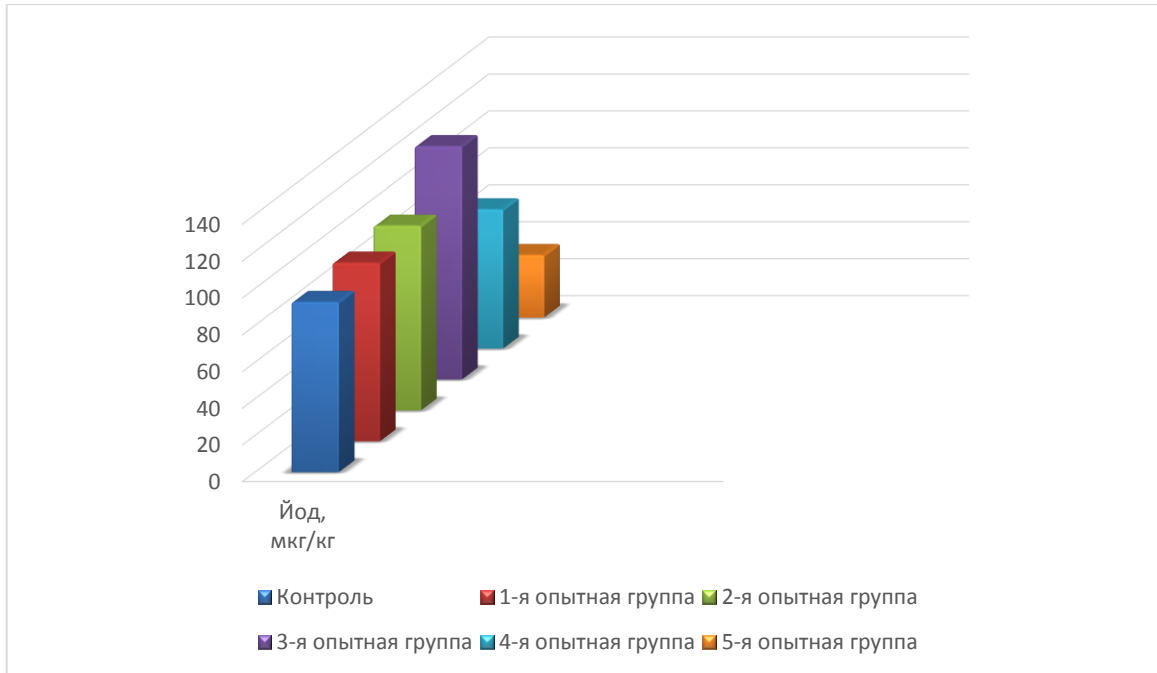


Рисунок 38 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра при использовании в кормлении кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

В 5-ой опытной группе количество ассимилированного йода было наименьшим и составило 33,7 мкг/кг.

3.3.1.7 Экономическая эффективность использования в кормлении молоди ленского осетра биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Повышение эффективности выращивания рыбы во многом зависит от сбалансированности питательных веществ в кормах. Использование в кормлении йодированных дрожжей, содержащих в себе большое количество незаменимых аминокислот, таких как метионин, цистин, триптофан, а также необходимый для

жизнедеятельности органический йод, позволяет повысить уровень рентабельности рыбоводного процесса.

Расчет экономической эффективности использования биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении молоди ленского осетра представлен в таблице 72. Наибольшая выручка и прибыль были получены от реализации рыбы во 2-й и 3-й опытных группах.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что при выращивании ленского осетра в аквариумах установлены экономически эффективные дозировки органического йода – 200,0 и 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы, которые позволяют получить более высокий прирост рыбы и прибыль при ее реализации. В следствии этого, дозировки йода 200,0 и 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» можно рекомендовать для применения в кормлении осетровых рыб в индустриальном рыбоводстве.

3.3.2 Использование добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра в условиях установки замкнутого водоснабжения

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию ленского осетра с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» проводили в бассейнах диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. установки замкнутого водоснабжения общим объемом 35 м³ воды. Для проведения опыта методом аналогов сформировали контрольную и 2 опытных группы по 125 особей в каждой со средней массой около 644,3 г. Контрольная группа получала сбалансированный экструдированный комбикорм (ОР), а опытные группы с ОР получали дополнительно 200,0 и 300 мкг йода в составе биологически-активной добавки «ОМЭК-Ј» на 1 кг массы рыбы. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 1200,0 мкг на 1 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытных групп составило: 1,44 мкг; 201,44 мкг; 301,44 мкг на 1 кг массы рыбы. Продолжительность эксперимента составила 98 дней.

Таблица 72 - Экономическая эффективность использования в кормлении молоди ленского осетра биологически активной добавки «ОМЭК-Л»

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Ихтиомасса в начале опыта, г	2316,00	2334,00	2322,00	2331,00	2339,00	2320,00
Ихтиомасса в конце опыта, г	3100,00	3236,00	3400,00	3413,00	3195,00	3097,00
Прирост ихтиомассы рыбы, г	784,00	902,00	1078,00	1082,00	856,00	777,00
Скормлено комбикорма на группу, г	1794,33	1881,65	2156,54	2112,80	1894,59	1840,76
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	130,99	137,36	157,43	154,23	138,31	134,38
Скормлено добавки, г	-	0,86	1,96	2,88	3,44	4,18
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
Стоимость скормленной добавки, руб.	-	0,10	0,22	0,32	0,38	0,46
Стоимость скормленного комбикорма с добавкой, руб.	-	137,46	157,65	154,55	138,68	134,84
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Выручка от реализации прироста рыбы, руб.	470,40	541,20	646,80	649,20	513,60	466,20
Прибыль от реализации рыбы, руб.	339,41	403,74	489,15	494,65	374,92	331,36
Дополнительно полученная прибыль, руб.	-	64,33	149,74	155,24	35,51	-

3.3.2.1 Физико-химические параметры водной среды в УЗВ

В течение научно-хозяйственного опыта физико-химические параметры водной среды находились в пределах, близких к оптимальным значениям (таблица 73). Температура воды колебалась от 21 до 24 °С, что отвечает нормам выращивания осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения. Уровни рН, хлоридов, кальция и общая жесткость были в пределах допустимых норм.

Таблица 73 – Гидрохимические параметры среды бассейнов УЗВ

Показатель	Значение	ОСТ 15–372–87
Кислород, мг/л	6,10	Не менее 6,00
рН	7,80	7,00–8,00
Цветность, градус	20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,24	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,003	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,11	1,00
Хлориды, мг/л	28,20	20,00–35,00
Железо, мг/л	0,35	0,50
Фосфаты (PO ₄), мг/л	0,21	0,30
Кальций, мг-экв/л	2,01	1,80–2,10
Жесткость общая, мг-экв/л	3,70	3,00–4,00

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

3.3.2.2 Рост и развитие ленского осетра

В индустриальном рыбоводстве скорость увеличения линейных размеров и массы тела в большей степени зависит от качества кормов, сбалансированности их по всем питательным веществам.

Динамика скорости роста массы ленского осетра при использовании в кормлении органического йода представлена в таблице 74 [115].

Таблица 74 - Динамика массы ленского осетра (г) при выращивании в УЗВ с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
1	2	3	4
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*

* $P \geq 0,95$

Использование в кормлении ленского осетра добавки «ОМЭК-Ј» оказало стимулирующее влияние на прирост средней массы рыб опытных групп. С 4-й недели средняя масса ленского осетра во второй опытной группе была выше массы рыб контрольной группы. А с 5-й недели и до конца опыта во 2-й опытной группе средняя масса осетров превосходила аналогичный показатель рыб контрольной и 1-й опытной группы соответственно на 4,3 и 2,4 %.

Данные по приросту массы ленского осетра, представленные в таблице 75, показывают, что в среднем за опыт наибольший показатель отмечен во 2-й опытной группе.

Таблица 75 - Показатели прироста и выживаемости ленского осетра при выращивании в УЗВ с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Ихтиомасса начальная, кг	81,09	80,53	80,00
Ихтиомасса конечная, кг	105,11	114,24	111,95
Абсолютный прирост, г	342,9	366,8	396,6
Относительный прирост, %	52,86	56,94	61,97
Среднесуточный прирост, г	3,49	3,74	4,04
Выживаемость, %	84,80	90,40	86,40

Вследствие этого относительный прирост во 2-й опытной группе был выше соответственно на 12,3 % и на 6,6 % по сравнению с контрольной и с 1-й опытной группой. Среднесуточный прирост во 2-й опытной группе, получавшей в рационе 301,44 мкг йода, был также выше.

Положительное влияние органического йода отразилось на выживаемости рыбы, так в 1-й опытной и 2-й опытной группах она была выше по сравнению с контрольной группой, соответственно, на 5,6 и 1,6 %. Наибольшая выживаемость

рыбы в 1-й опытной группе позволила получить самый большой прирост ихтиомассы.

3.3.2.3 Эффективность использования кормов

Результаты эффективности использования кормов ленским осетром при включении в рационы органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» отражены в таблице 76.

Таблица 76 - Показатели эффективности использования кормов ленским осетром под влиянием органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании в УЗВ

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	38,22	48,09	47,92
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,59	1,43	1,50
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	27,68	24,82	26,09
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, кг	0,75	0,67	0,70
Затраты добавки «ОМЭК-Ј», г	-	48,09	71,87

Общие затраты кормов возрастают с увеличением массы рыбы. В тоже время данные таблицы 76 показывают, что наименьшие затраты корма на 1 кг прироста отмечены в 1-й опытной группе. Затраты энергии на 1 кг прироста массы осетра были наименьшими в 1-й опытной группе, что соответственно на 2,86 и 1,27 МДж меньше, чем в контрольной и во 2-й опытной группе. Затраты сырого протеина на 1 кг прироста массы осетра были также самыми низкими в 1-й опытной группе.

3.3.2.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Для определения биохимических параметров крови был осуществлен забор крови в середине и в конце эксперимента. В сыворотке крови было определено содержание прямого и общего билирубина, общего белка, АСТ, АЛТ, глюкозы, мочевины, кальция и фосфора (таблица 77).

Билирубин общий и прямой у рыб контрольной и опытных групп был примерно на одном уровне. Лишь к концу опыта незначительно повышался во второй опытной группе.

Введение в рационы опытных групп биологически активной добавки «ОМЭК-*Л*» способствовало усилению белкового синтеза, что проявилось ростом плазменного белка в опытных группах. К концу опыта во второй опытной группе содержание плазменного белка было на 21,06 и 15,80 г/л больше по сравнению с контролем и 1-й опытной группой.

Значения АСТ и АЛТ в опытных группах были выше по сравнению с контролем как в середине, так и к концу эксперимента. Соотношение АСТ/АЛТ (коэффициент Де Ритиса) в опытных группах не опускалось ниже 1 и верхняя граница, по которой судят о благополучии состояния сердца, находилась от 1,8 до 2 в середине опыта и от 2,0 до 2,1 к концу эксперимента. На основании этого можно заключить, что состояние печени и сердца было в норме.

Содержание мочевины во 2-й опытной группе было на достаточно высоком уровне, что, на наш взгляд, связано с высоким уровнем белкового обмена, приведшего к интенсивности процесса обезвреживания аммиака – продукта распада белковых веществ.

Таблица 77 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра при выращивании в УЗВ с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Группа	Показатель								
	Билирубин общий, мкмоль/л	Билирубин прямой, мкмоль/л	Белок общий, г/л	АСТ, ед/л	АЛТ, ед/л	Мочевина, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л	Кальций, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л
Середина опыта									
Контрольная	5,50±0,41	2,73±0,18	65,60±6,00	60,70±2,81	32,63±2,90	7,33±0,73	5,46±0,29	3,60±0,25	2,33±0,47
1-я опытная	5,30±0,43	2,43±0,35	70,50±4,52	79,73±2,69 ***	43,23±2,90	7,49±1,38	5,30±0,24	3,46±0,30	2,36±0,37
2-я опытная	5,83±0,74	2,53±0,73	73,66±3,41	62,42±6,40	31,33±7,14	9,46±1,09	5,20±0,24	4,10±0,25	2,63±0,14
Конец опыта									
Контрольная	4,12±0,65	1,28±0,22	71,08±7,1	47,44±8,73	16,90±1,27	5,36±0,64	5,32±0,77	2,84±0,07	2,24±0,12
1-я опытная	4,72±0,72	2,34±0,64	76,34±12,14	55,56±6,36	27,86±4,42	5,88±0,62	5,86±0,76	3,08±0,32	2,48±0,28
2-я опытная	5,86±0,28	2,74±0,70	92,14±8,35	49,44±8,55	23,38±2,87	8,08±0,21*	7,06±0,33	2,90±0,13	2,60±0,19

*P≥0,95; ***P≥0,999

Количество глюкозы в опытных группах к концу опыта повысилось по сравнению с контролем. Наивысшего значения этот показатель достиг в 3-й опытной группе, что свидетельствует о положительном влиянии органического йода в количестве 300,0 мкг/кг на углеводный обмен.

Значения кальция и фосфора в контрольной и опытных группах на протяжении всего опыта находились примерно на одном уровне. Очевидно, что дозировки органического йода 200,0 и 300,0 мкг не влияют на минеральный обмен.

Определение уровня гормонов щитовидной железы осуществлялось в начале, середине и конце научно-хозяйственного опыта (таблица 78).

Таблица 78 - Содержание тиреоидных гормонов в крови ленского осетра при выращивании в УЗВ с применением в кормлении добавки «ОМЭК-Ј»

Группа	Содержание тиреоидных гормонов		
	Т4 общ. нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	Т3 нмоль/л
Начало опыта			
Исходная	26,26±3,25	10,63±1,99	0,12±0,02
Середина опыта			
Контрольная	34,13±5,22	13,80±1,60	0,19±0,08
1-я опытная	39,26±5,00	17,20±1,65	0,10±0,03
2-я опытная	55,93±9,90	26,10±2,88**	0,15±0,05
Конец опыта			
Контрольная	31,76±7,95	13,84±2,48	0,07±0,02
1-я опытная	54,36±3,32	15,88±1,48	0,44±0,19
2-я опытная	66,40±6,85**	27,58±3,20**	0,24±0,04**

**P≥0,99

Приведенные выше результаты свидетельствуют о положительном влиянии органического йода на синтетическую деятельность щитовидной железы. Содержание тироксина в опытных группах под действием вводимого в рационы органического йода увеличивалось уже к середине опыта и достигло максимальных

значений к концу эксперимента. Причем во 2-й опытной группе содержание общего Т4 было на 34,6 нмоль/л ($P \geq 0,99$) и свободного Т4 на 13,74 нмоль/л ($P \geq 0,99$) больше по сравнению с уровнем Т4 в крови рыб контрольной группы. Количество трийодтиронина к концу опыта также было выше в опытных группах по сравнению с контролем.

3.3.2.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов

Для изучения развития и состояния внутренних органов в конце научно-хозяйственного опыта был осуществлен контрольный убой. При вскрытии рыб были осмотрены и взвешены внутренние органы. Результаты определения средней массы внутренних органов приведены в таблице 79.

Таблица 79 - Масса внутренних органов

Показатель	Группа					
	контрольная		1-я опытная		2-я 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

Органы дыхания (жабры) бордового цвета, компактные. Патологий в их развитии не обнаружено. Сердце имеет относительно небольшие размеры. Патологий в развитии сердца не обнаружено.

Масса сердца в 1-й опытной группе была на 41,1 % выше, чем в контрольной и на 34,0 %, чем во 2-й опытной группе. Желудочно-кишечный тракт без патологических изменений. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта бледно-розового цвета. Масса желудка у рыб опытных групп была меньше

по сравнению с контрольными особями. Кишечник, спиральный клапан и печень рыб опытных групп были больше по массе по сравнению с контролем. Почки темно-красного цвета, без патологий в развитии.

При исследовании гистологических срезов, патологических отклонений в строении органов и тканей не наблюдалось.

Тинкториальные свойства тканей тонкого и толстого кишечника не нарушены. Отмечена гиперемия кровеносных сосудов. Оболочки стенки тонкого кишечника имеют четкие контуры. В эпителии ворсинок бокаловидные клетки распределены равномерно. В мышечном слое и в слизистой оболочке отмечены небольшие отеки (рисунок 39).

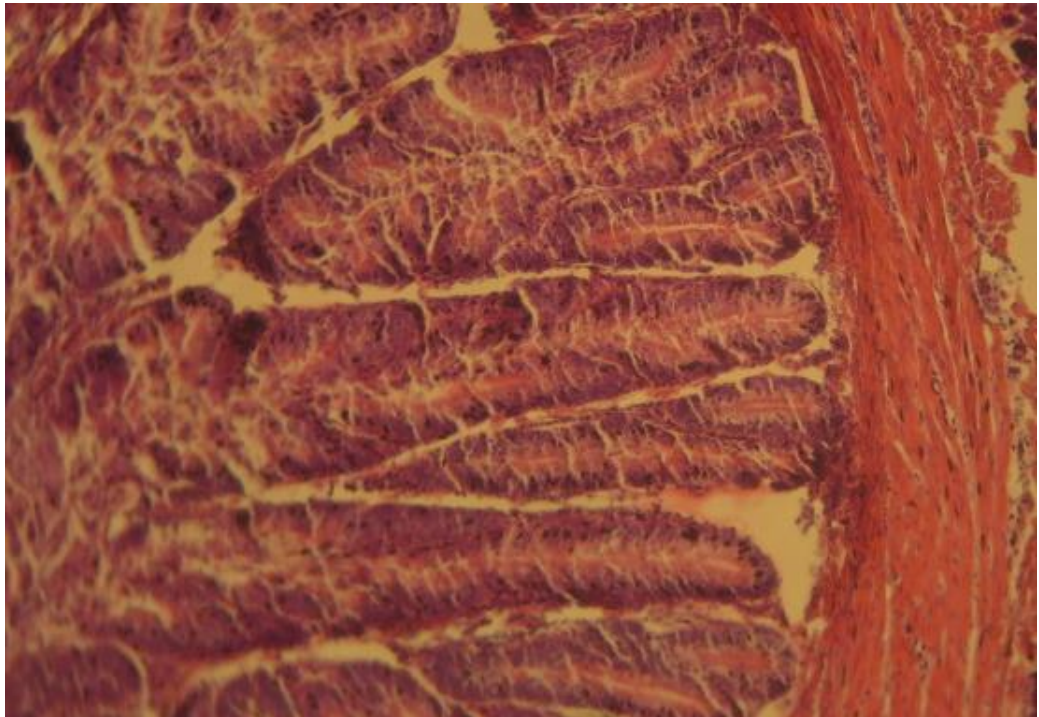


Рисунок 39 - Гистологический срез тонкого кишечника ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

Ворсинки и оболочки стенки толстого кишечника имеют четкие контуры. В эпителии ворсинок бокаловидные клетки распределены равномерно (рисунок 40).

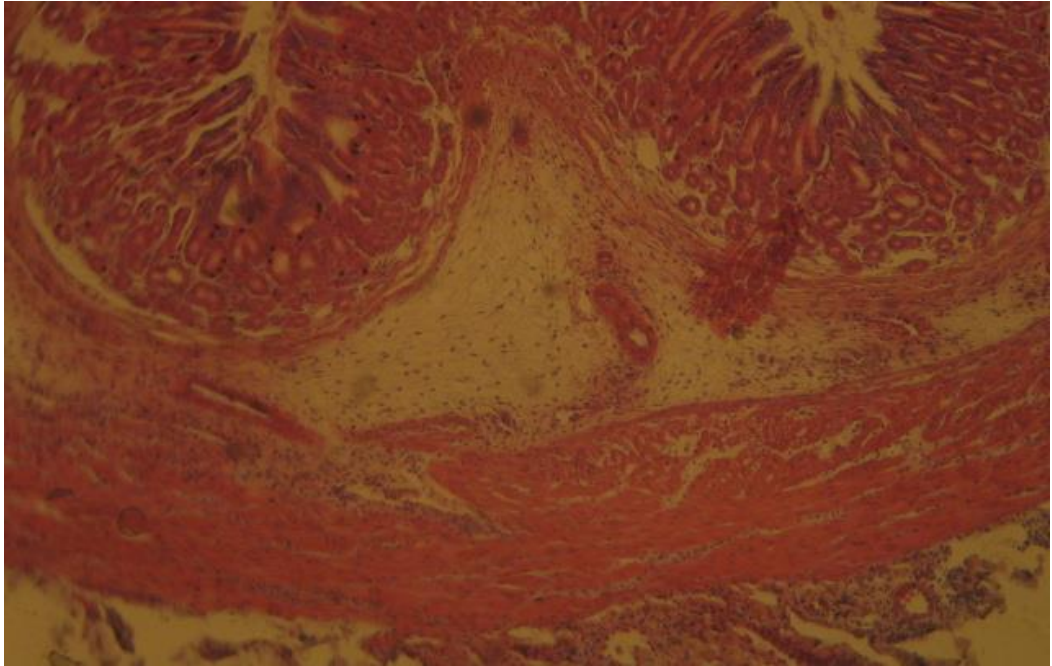


Рисунок 40 - Гистологический срез толстого кишечника ленского осетра 3-й опытной группы.. Г.Э. x100

Гепатоциты печени многоугольной формы, цитоплазма просветленная, розового цвета. Ядра находятся на периферии клеток, округлые. Печеночные вены четко контурированы (рисунок 41).

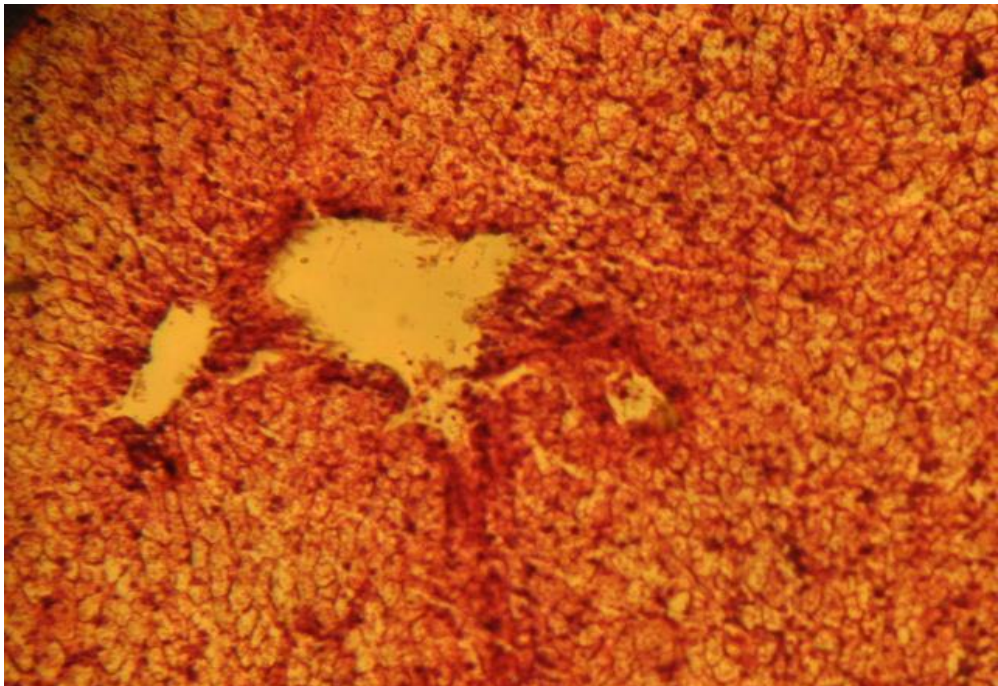


Рисунок 41 – Гистологический срез печени ленского осетра 3-й опытной группы. Г.Э. x100

По стенкам кровеносных сосудов отмечено скопление эритроцитов.

Капсулы почечных клубочков без патологий. В почечных клубочках наблюдалось умеренное кровенаполнение сосудистых петель. Почечные канальцы не изменены, эпителий канальцев имел четкие границы, цитоплазма клеток почечных канальцев светло розового цвета (рисунок 42). Отмечена незначительная инфильтрация лимфоцитов в паренхиме почек.

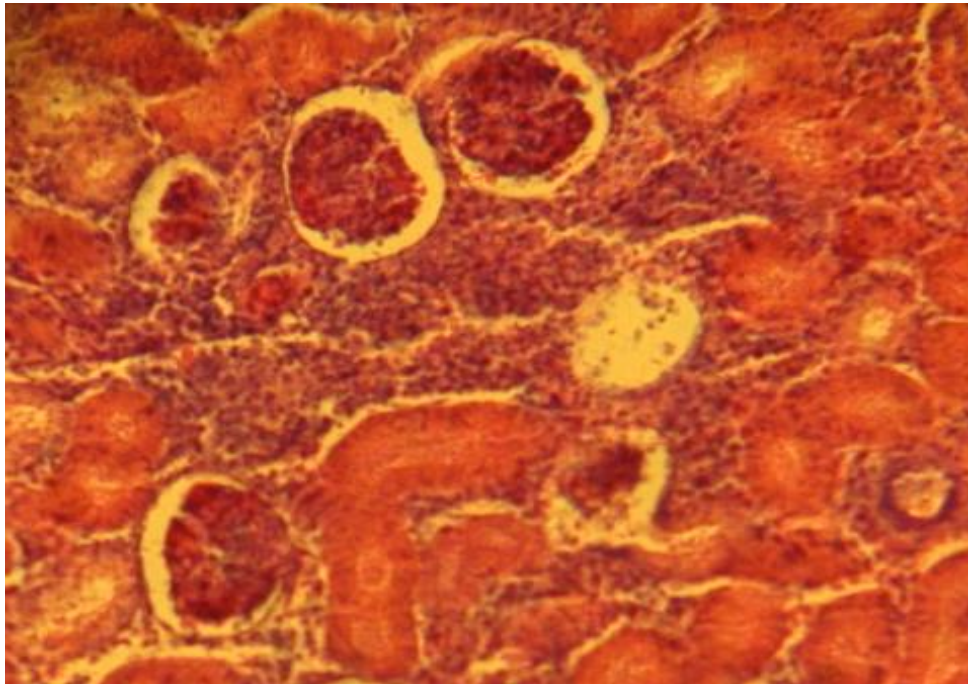


Рисунок 42 - Гистологический срез почек ленского осетра. Г.Э. x100

Использование в кормление ленского осетра органического йода в количестве 200,0 и 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы не оказало негативного влияния на гистологическую картину внутренних органов.

3.3.2.6 Химический состав мышечной ткани

При включении в рационы органического йода анализ его влияния на убойные качества и химический состав мышечной ткани выращиваемых объектов является обязательным условием. При стабильности внешних условий установки замкнутого водоснабжения установлено, что йод в составе биологически активной

добавки «ОМЭК-Ј» не оказывает негативного влияния на химический состав тела рыб (таблица 80).

Таблица 80 - Химический состав воздушно-сухого вещества мышечной ткани ленского осетра, %

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я 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

Содержание минеральных веществ в мышечной ткани рыб 1-й и 2-й опытных групп значительно превосходит контрольную группу по количеству кальция соответственно на 0,4 и 1,2 %, и фосфора на 0,3 %. Это можно объяснить благотворным воздействием йода на минеральный обмен.

3.3.2.7 Товарные качества ленского осетра

В конце научно-хозяйственного опыта с целью выявления влияния органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» на товарные качества рыбной продукции был проведен контрольный убой. Для контрольного убоя были отобраны особи с примерно одинаковой массой 990-1030 г и биологической длиной 50-51 см (таблица 81).

Таблица 81 - Результаты убоя ленского осетра

Показатель	Группа					
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	количество	% от массы	количество	% от массы	количество	% от массы
Масса рыбы, г	996,00±12,2	100,00	1008,00±11,1	100,00	1024,00±13,1	100,00
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	237,28±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
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	304,76±2,6	30,60	311,03±2,1	30,86	330,46±2,9**	32,27
Сумма съедобных и условно съедобных частей, г	757,15±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
Длина рыбы, см (L)	50,17±7,4		50,33±6,8		51,07±6,1	
Коэффициент упитанности по Фультону (Ку)	0,78		0,79		0,77	

*P≥0,95; **P≥0,99

В опытных группах, получавших йод в дозировках 201,44 и 301,44 мкг на 1 кг массы рыбы, выход съедобных частей был выше на 0,7 % ($P \geq 0,99$) и 0,53 % по сравнению с контрольной группой. Выход несъедобных частей в опытных группах не превышал 24,0 %. Был рассчитан коэффициент упитанности по Фультону. Самое высокое значение коэффициента упитанности отмечено в группе рыб, получавших в рационе йод дозировкой 208,4 мкг на 1 кг массы рыбы.

Приведенные данные свидетельствуют о повышении убойного выхода рыбной продукции в опытных группах, а также об увеличении жиронакопления у осетров, получавших дополнительно органический йод в составе «ОМЭК-Ј» дозировкой 200,0 мкг на 1 кг массы рыбы..

3.3.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

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

Для изучения влияния органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» на вкусовые качества рыбы была проведена органолептическая оценка мышечной ткани рыбы, выращенной в УЗВ. Каждый из образцов мышечной ткани был подвергнут трём различным видам тепловой обработки: припускание, варка и жарка. Дигустационная комиссия провела органолептическую экспертизу приготовленных образцов. Образцы оценивались по вкусу, запаху, цвету, консистенции и послевкусью, по пятибалльной шкале (рисунки 43, 44, 45).

Припускание - разновидность варки, позволяющая максимально сохранить питательные вещества рыбы. При этом рыба примерно на 1/3 его объема погружается в кипящую воду, а 2/3 варится паром при плотно закрытой крышке.

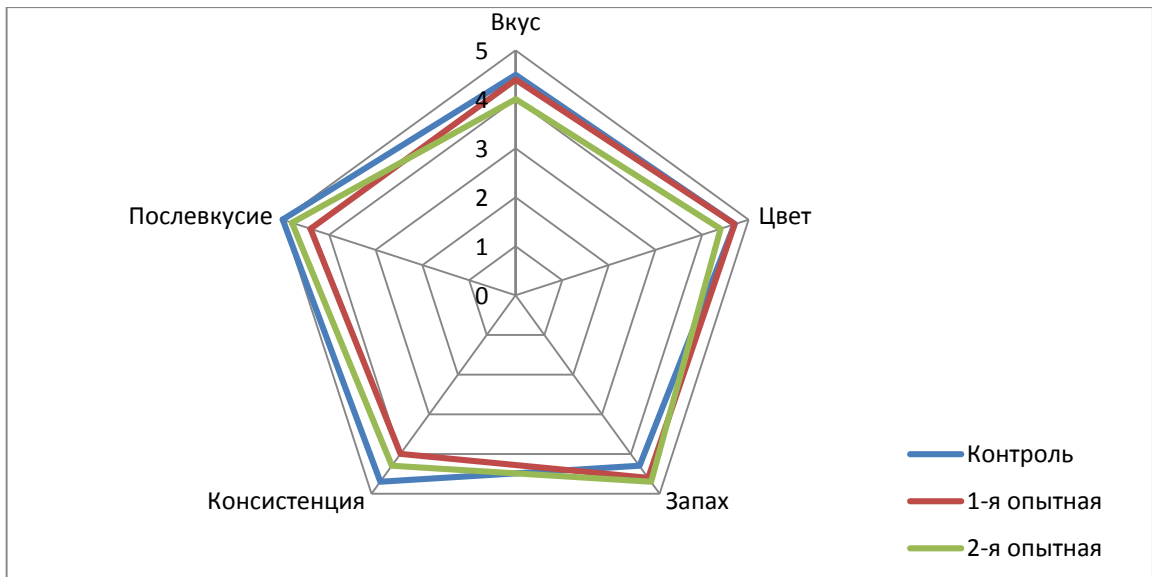


Рисунок 43 - Профилограмма припущенных образцов мышечной ткани ленского осетра

По вкусу, цвету и запаху опытные образцы превосходили качества образцов контрольной группы.

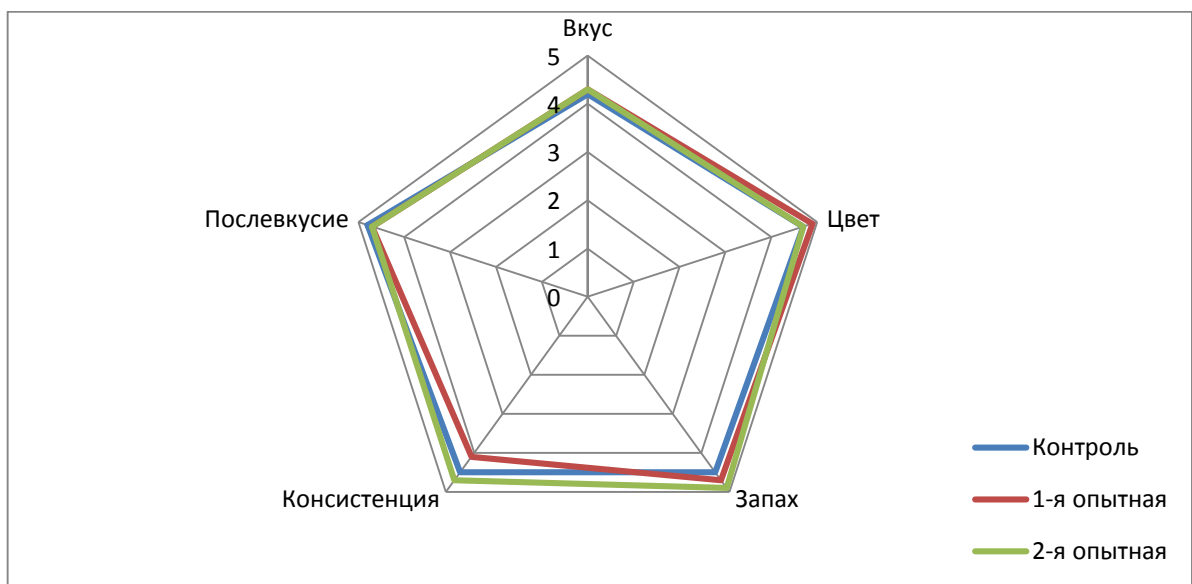


Рисунок 44 - Профилограмма отварных образцов мышечной ткани ленского осетра

По большинству показателей отварное мясо рыб опытных групп было оценено выше по сравнению с контролем.

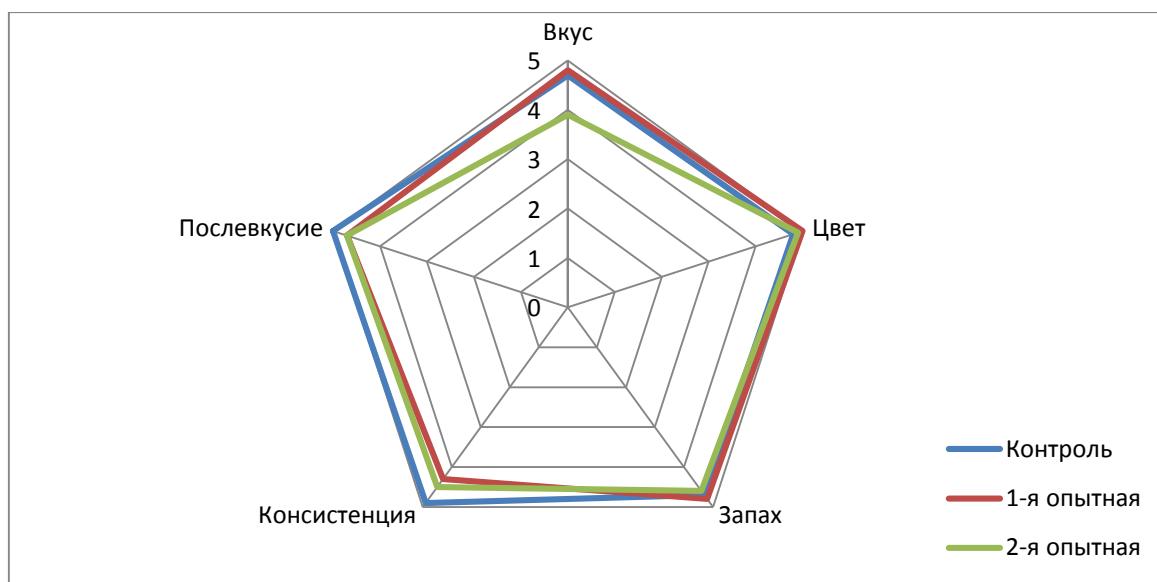


Рисунок 45 - Профилограмма жаренных образцов мышечной ткани ленского осетра

После органолептической оценки жаренных образцов мышечной ткани рыб опытных групп дегустационной комиссией было отмечено, что при жарке во вкусе появился привкус металла. В послевкусии также ощущался стойкий привкус металла.

Большую роль в сохранении питательных веществ в приготовленном блюде, играет способ кулинарной обработки. Известно, что потери йода при варке могут составить 48,3 %, а при жарке достигают 65,6 %. Следовательно, для сокращения потерь йода, наилучшим способом термической обработки является припускание - приготовление продукта в малом количестве жидкости.

3.3.2.9 Экономическая эффективность товарного выращивания ленского осетра в УЗВ с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

При расчете экономической эффективности выращивания товарного ленского осетра в УЗВ с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј» необходимо провести анализ структуры затрат на выращивание, из которых складывается в итоге себестоимость рыбы. В промышленных рыбоводных хозяйствах затраты на

рыбопосадочный материал и комбикорма при выращивании рыб составляют не менее половины общих затрат. Основные затраты при выращивании ленского осетра в УЗВ приходятся на посадочный материал и корма и составляют более 85 % от общих затрат. Оставшиеся затраты приходятся на водопотребление, электроэнергию, амортизацию и прочие расходы. Наибольшие затраты отмечены в 1-й опытной группе, что связано с высокой стоимостью скормленного комбикорма с добавкой в данной группе. Это сказалось на повышении себестоимости рыбы, которая возросла по сравнению с контролем и 2-й опытной группой на 0,38 % и 0,36 %, соответственно.

Расчет экономической эффективности представлен в таблице 82.

Таблица 82 - Экономическая эффективность товарного выращивания ленского осетра в УЗВ с применением в кормлении добавки «ОМЭК-1»

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
1	2	3	4
Ихтиомасса в начале, кг	81,09	80,53	80,00
Ихтиомасса в конце, кг	105,11	114,24	111,95
Прирост ихтиомассы, кг	24,02	33,72	31,95
Стоимость 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

Продолжение таблицы 82

1	2	3	4
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
Уровень рентабельности, %	7,27	15,93	14,21

Значительный прирост ихтиомассы и выживаемость в 1-й опытной группе, получавшей в рационе дополнительно 200,0 мкг йода на 1 кг массы рыбы, позволили снизить себестоимость 1 кг рыбы и увеличить выручку от реализации, что дало возможность повысить уровень рентабельности выращивания товарного ленского осетра до 15,93 %.

3.3.3 Использование добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра в условиях садкового выращивания

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию товарного ленского осетра проводился в садках размером 2,5x2,5x2,5 м на водоеме Красноярского муниципального округа Энгельсского района Саратовской области. Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения садков составляла 3,0 м. Методом аналогов отобрали 210 особей молоди ленского осетра, средней массой около 370 г и разместили их по 105 штук в каждую группу. Контрольная группа получала полнорационный комбикорм (ОР), а особям опытной группы скармливали комбикорм с биологически активной добавкой «ОМЭК-Ј», содержащей йод из

расчета 300,0 мкг на 1 кг массы тела. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 1200,0 мкг на 1 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытной группы составило 1,32 мкг и 301,32 мкг на 1 кг массы рыбы соответственно. Продолжительность опыта составила 112 дней.

3.3.3.1 Физико-химические показатели среды в водоеме

Для определения соответствия физико-химических показателей водной среды нормативам ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» были взяты пробы воды на анализ в начале и конце эксперимента (таблица 83).

Таблица 83 — Гидрохимический состав среды в водоеме

Показатель	Значение	Требования ОСТ 15.372.87
рН	7,80-8,00	7,00-8,00
Кислород, мг/л	8,70-10,20	Не менее 6,00
Цветность, градусы	20,00	30,00
Азот аммонийных соединений, мг/л	0	0,50
Азот нитритов, мг/л	0	0,02
Азот нитратов, мг/л	0	1,00
Фосфаты, мг/л	0	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,500	3,80-4,20
Хлориды, мг/л	16,50	20,00-35,00
Железо, мг/л	0,50	0,50

Температура воды и содержание кислорода измерялись ежедневно. Температура воды на протяжении опыта находилась в пределах 20-23 °С, что отвечало нормам выращивания осетровых рыб в садках. Содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах 8,0-10,20 мг/л, величина водородного показателя составила 7,80–8,00. Уровни хлоридов, общей жесткости были в пределах допустимых норм.

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

3.3.3.2 Рост и развитие ленского осетра

Скорость роста массы тела рыб в основном зависит от условий содержания и полноценности питания. Изучение влияния вводимого в рацион органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» на рост и развитие рыб, является целью данных исследований.

Использование в кормлении органического йода в опытной группе в дозировке 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы достоверно увеличивают скорость роста средней массы ленского осетра уже с шестой недели кормления по сравнению с особями контрольной группой (таблица 84).

Таблица 84 - Динамика массы ленского осетра, г

Период опыта, неделя	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Начало опыта	374,3±7,5	372,5±7,0
1	477,1±7,1	502,3±7,2*
2	538,6±9,4	565,4±9,0
3	564,8±10,5	592,0±9,9
4	622,1±9,7	650,1±10,4
5	665,4±9,4	695,1±10,0
6	681,1±9,7	715,3±10,3*
7	699,4±10,5	737,3±10,4*
8	740,0 ±10,3	780,0±10,6*
9	791,4±11,2	835,3±11,62

Продолжение таблицы 84

1	2	3
10	837,9±11,7	881,7±12,6*
11	859,7±12,3	909,5±12,2*
12	873,2±14,5	924,8±14,6*
13	889,1±16,3	941,4±15,6*
14	913,7±16,8	968,3±16,3*
15	923,3±16,1	985,9±16,6*
16	938,5±18,7	1003,6±19,1*

*P≥0,95

В конце эксперимента прирост средней массы в группе, получавшей йод, было выше прироста контрольной группы на 11,8 % [231]. Органический йод в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы оказал положительное влияние на все показатели роста и развития ленского осетра (таблица 85).

Таблица 85 - Показатели прироста и выживаемости ленского осетра при выращивании в садках с использованием в кормлении кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Абсолютный прирост, г	564,20	631,10
Относительный прирост, %	150,73	169,42
Среднесуточный прирост, г	5,04	5,63
Выживаемость, %	95,23	98,10

В течение опыта было отмечено положительное влияние органического йода на абсолютный и относительный прирост массы ленского осетра в опытной группе. Абсолютный прирост повысился в опытной группе на 10,6 %, относительный прирост - на 9,13 % по отношению к контролю. Среднесуточный прирост так же

был выше в опытной группе на 0,60 г. Выживаемость в опытной группе была выше на 2,87 % по сравнению с выживаемостью ленского осетра в контрольной группе.

3.3.3.3 Эффективность использования кормов

Сбалансированное питание рыб имеет важное значение в обменных процессах организма. Правильная организация полноценного кормления рыб способствует максимальному проявлению заложенных жизненных ресурсов. Количество кормов, скармливаемых рыбе, зависит от массы рыбы, температуры воды, растворенного в воде кислорода. В зависимости от величины этих показателей суточная дача кормов корректировалась еженедельно.

Эффективность использования кормов ленским осетром при выращивании в садках отражена в таблице 86.

Таблица 86 - Показатели эффективности использования кормов ленским осетром при выращивании в садках с использованием в кормлении кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	85,15	91,35
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,56	1,42
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	27,2	24,7
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	733,5	668,1
Затраты добавки «ОМЭК-Ј», г	-	141,8

Общие затраты кормов в опытной группе оказались выше на 5,2 % по сравнению с затратами кормов в контрольной группе. Результаты контроля за поедаемостью кормов показывают, что за период опыта общие затраты кормов в опытной группе превышали аналогичные затраты в контрольной группе, однако, в расчете на 1 кг прироста массы рыбы в опытной группе затраты корма были меньше по сравнению с контрольной группой. Затраты обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы осетра были также меньше в опытной группе соответственно на 2,5 МДж и 65,4 г. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования органического йода в количестве 300,0 мкг/кг в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении ленского осетра при выращивании в садках.

3.3.3.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Биохимический состав крови в значительной степени отражает интенсивность обменных процессов в организме рыб и может иметь корреляционные связи с возрастом, темпом роста, развитием и продуктивностью.

У рыб гематологические показатели очень мобильны, и их состояние зависит от изменений факторов внешней среды, влияющих на них, в том числе и от биологически активных веществ, вводимых в рационы. Поэтому за оптимальные биохимические показатели крови были взяты показатели крови рыб контрольной группы, где использовался сбалансированный рацион.

Для определения биохимических параметров крови и уровня гормонов щитовидной железы был осуществлен забор крови у особей ленского осетра в начале эксперимента при массе тела 370,0 г и температуре воды в водоеме 20 °С и в конце опыта при массе тела 938-1003 г, когда температура воды в водоеме снизилась до 14 °С. Биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра представлены в таблице 87.

При определении некоторых биохимических показателей крови было отмечено, что общий билирубин как в опытной, так и в контрольной группе к концу

эксперимента снизился, по сравнению со значениями этого показателя в начале опыта. Прямой билирубин в опытной группе к концу эксперимента незначительно вырос.

Таблица 87 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови ленского осетра при выращивании в садках с использованием в кормлении кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Единицы измерения	Начало опыта	Конец опыта	
		группа		
		исходная	контрольная	опытная
Билирубин общий	мкмоль/л	6,86±2,59	4,1±0,63	3,82±0,85
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,28±0,22	0,86±0,11	1,66±0,36
Белок общий	г/л	71,08±6,94	42,88±6,59	66,84±19,43
Мочевина	ммоль/л	5,36±0,43	4,42±0,70	5,80±1,27
Глюкоза	ммоль/л	5,32±0,77	4,24±0,49	5,10±0,49
Кальций	ммоль/л	2,84±0,09	1,95±0,25	2,36±0,25
Фосфор	ммоль/л	2,24±0,12	1,63±0,16	1,83±0,23
Магний	ммоль/л	1,39±0,05	1,05±0,11	1,24±0,17
Натрий	ммоль/л	158,12±6,60	134,86±14,96	140,66±19,70
Калий	ммоль/л	4,36±0,21	3,96±0,31	4,72±0,42
Железо	мкмоль/л	23,78±0,51	19,78±2,02	20,38±2,26

Содержание общего белка в плазме крови рыб опытной группы в конце эксперимента было выше, чем у рыб контрольной группы, но несколько ниже показателей в начале опыта. В связи с повышением уровня синтеза белка активировались процессы утилизации азотистых веществ, с чем связано повышение количества мочевины в опытной группе по отношению к началу опыта на 0,44 ммоль/л и к контрольной группе на 1,38 ммоль/л.

У рыб опытной группы отмечено повышение уровня глюкозы на 0,86 ммоль/л, по сравнению с контролем, что свидетельствует о влиянии тиреоидных гормонов на углеводный обмен.

Сывороточное содержание кальция, фосфора незначительно снизились как в опытной, так и в контрольной группах по отношению к началу эксперимента. Уровни макро – и микроэлементов в конце опыта были выше в опытной группе рыб по сравнению с контролем.

Количество гормонов щитовидной железы в крови ленского осетра в условиях садкового выращивания с использованием в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» представлено в таблице 88.

Таблица 88 - Значения показателей гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотке крови ленского осетра

Наименование группы	Концентрация гормонов		
	Т4 общ. нмоль/л	Т4 своб. нмоль/л	Т3 нмоль/л
Начало опыта			
Отобранные для эксперимента рыбы	31,76±7,94	13,84±2,48	0,07±0,01
Конец опыта			
Контрольная	19,96±5,06	8,68±1,54	0,06±0,01
Опытная	44,46±6,91*	16,92±2,18*	0,17±0,08

*P>0,95

Исходя из полученных данных следует, что под действием органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» к концу опыта синтетическая деятельность щитовидной железы у рыб опытной группы увеличилась, что привело к повышению содержания общего и свободного тироксина (P>0,95) в крови относительно контроля на 24,5 и 8,24 нмоль/л и начала опыта на 12,7 и 3,08 нмоль/л. Количество трийодтиронина также было больше в опытной группе на 0,11

нмоль/л и на 0,10 нмоль/л по сравнению с контрольной группой и исходной группой рыб в начале эксперимента.

3.3.3.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов

В научно-хозяйственном опыте при выращивании в садках с использованием в кормлении органического йода ленский осетр достиг массы 938,5-1003,6 г. Для контрольного убоя были отобраны особи с массой 940-1009 г и биологической длиной 56-60 см из каждой подопытной группы.

При вскрытии ленского осетра были осмотрены внутренние органы. Жабры под жаберной крышкой бордового цвета, блестящие, без видимых патологий в развитии.

Осетровые рыбы относятся к открытопузырным рыбам. Плавательный пузырь в виде мешка молочно-серебристого цвета, расположен между позвоночником и кишечником и сообщается воздушным протоком с пищеводом. Патологий в его развитии не обнаружено.

Сердце имело небольшие размеры. Масса сердца в опытной и контрольной группах достоверно не отличалась. Патологий в развитии сердца не обнаружено (таблица 89).

Таблица 89 – Масса внутренних органов ленского осетра, г

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	1,35±0,03	0,14	1,28±0,12	0,13
Желудок,	8,03±0,97	0,85	13,42±0,8	1,33
Кишечник	10,84±0,64	1,15	12,91±0,60	1,28
Спиральный клапан	8,93±0,63	0,95	12,47±1,27*	1,24
Печень	28,04±2,04	2,98	37,37±1,9*	3,70

* $P \geq 0,95$

Была осмотрена пищеварительная система ленского осетра. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта имела бледно-розовую окраску. Патологий в развитии не обнаружено. Отделы пищеварительного тракта у особей опытной группы были крупнее и больше по массе относительно контроля. Масса желудка рыб опытной группы была больше на 5,39 г, кишечника на 2,07 г, спирального клапана на 3,54 г по сравнению с массой аналогичных органов рыб контрольной группы.

На гистологических срезах тонкого кишечника четко выражен рисунок ворсинок (рисунок 47). В эпителии ворсинок равномерно распределены бокаловидные клетки. Десквамация эпителия и лимфоцитарная инфильтрация отсутствуют. В мышечном слое и пластинке слизистой оболочки отмечены незначительные отеки.

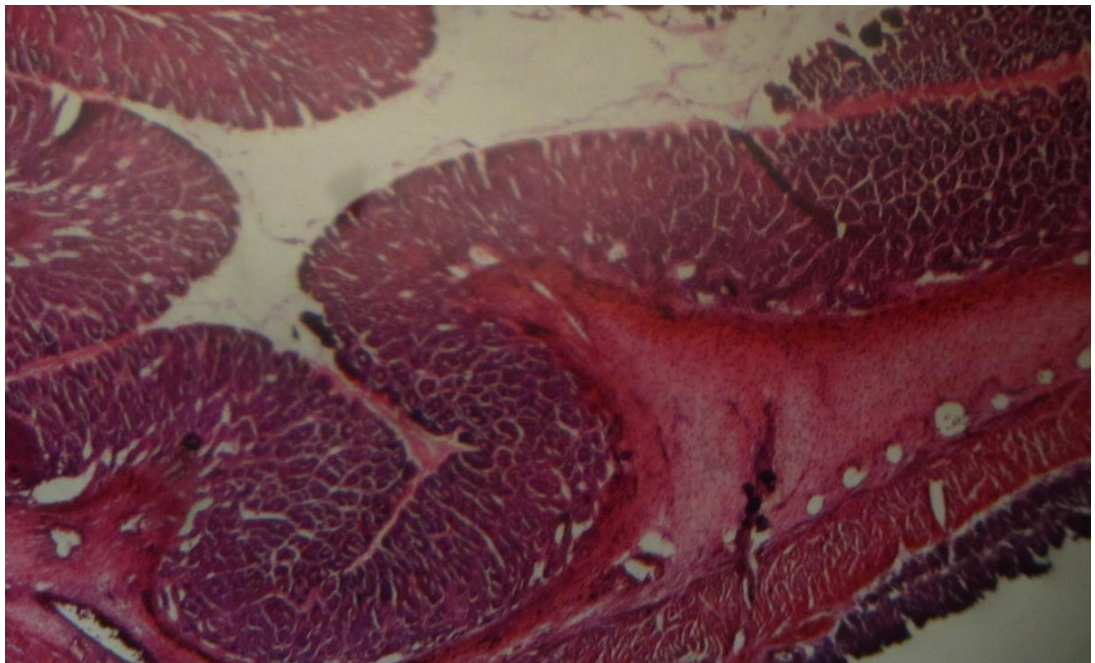


Рисунок 47 – Гистологический срез тонкого кишечника ленского осетра опытной группы. Г.Э. x100

При внешнем осмотре печени патологий в развитии не обнаружено. Печень у особей ленского осетра имела крупные размеры, блестящий цвет без

кровоизлияний. Масса печени у рыб опытной группы была крупнее ($P \geq 0,95$). Гепатоциты на гистологическом срезе многоугольной формы (рисунок 48).

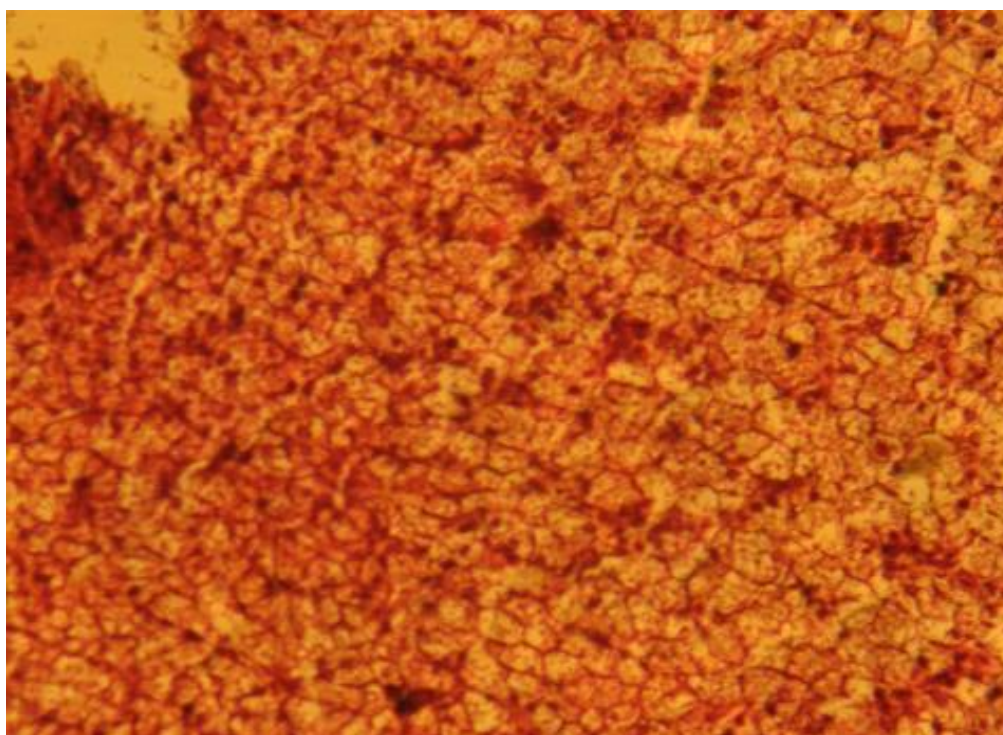


Рисунок 48 – Гистологический срез печени ленского осетра опытной группы. Г.Э. x100

Цитоплазма просветленная и после окрашивания желтоватого цвета. Ядра в гепатоцитах круглые, в большинстве расположены на периферии клеток. По краям кровеносных сосудов отмечены скопления эритроцитов.

Была исследована выделительная система рыб, участвовавших в опыте. Почки темно-красного цвета располагались в полости тела в виде парных плоских удлиненных тел по бокам позвоночника. Патологий в их развитии не обнаружено. Капсулы почечных клубочков на гистологическом срезе без патологических изменений (рисунок 49).

Почечные клубочки четко контурированы. Почечные канальцы без изменений, эпителий канальцев имел четкие границы. Дистрофические и некробиотические изменения тканей почек не наблюдались. Таким образом, результаты исследований показали, что включение органического йода в составе

биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» в рацион ленского осетра не оказало негативного влияния на развитие и физиологическое состояние внутренних органов рыб.

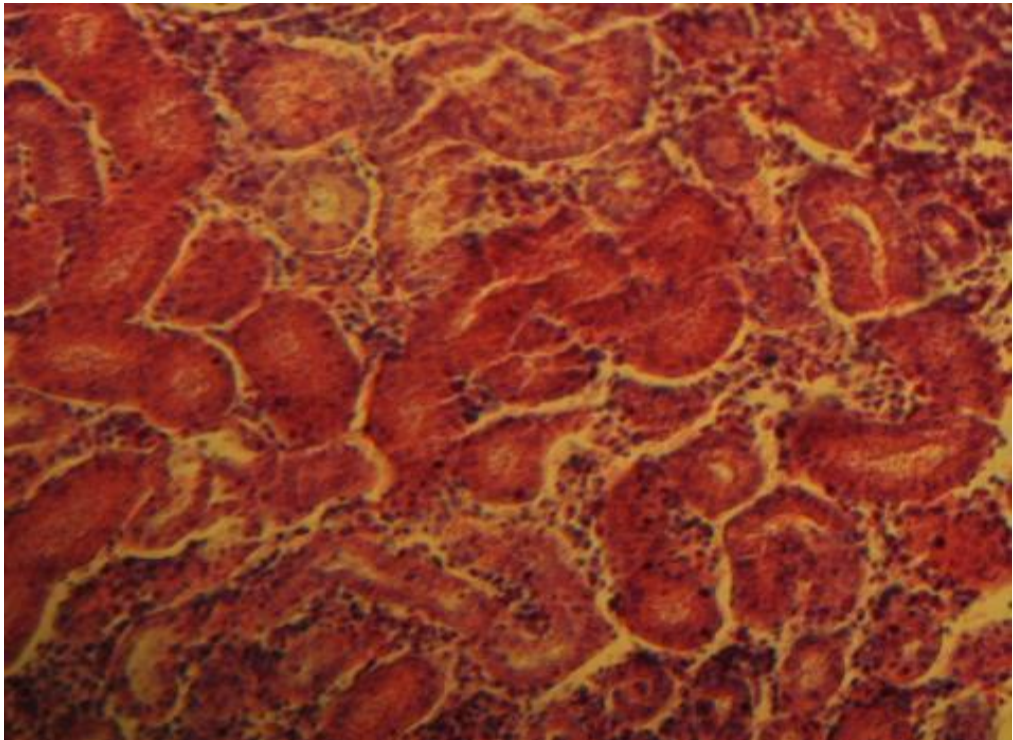


Рисунок 49 – Гистологический срез почки ленского осетра опытной группы.
Г.Э. x100

3.3.3.6 Химический состав мышечной ткани

Химический состав мышечной ткани рыбы существенно зависит от вида, возраста, пола, условий выращивания, физиологического состояния рыбы, полноценности по питательным веществам кормов.

Результаты оценки влияния органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» представлены на рисунке 50.

Значения сырого протеина, жира сырой золы и влаги в мышечной ткани у особей ленского осетра подопытных групп были примерно на одном уровне.

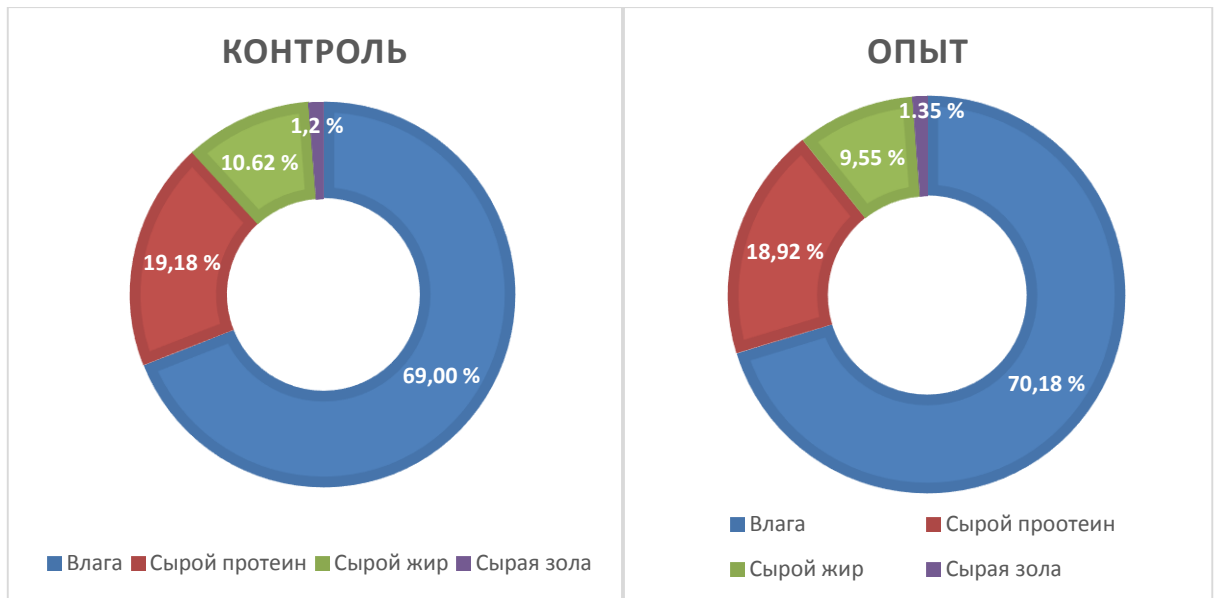


Рисунок 50 – Химический состав мышечной ткани ленского осетра

Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра представлено на рисунке 51.

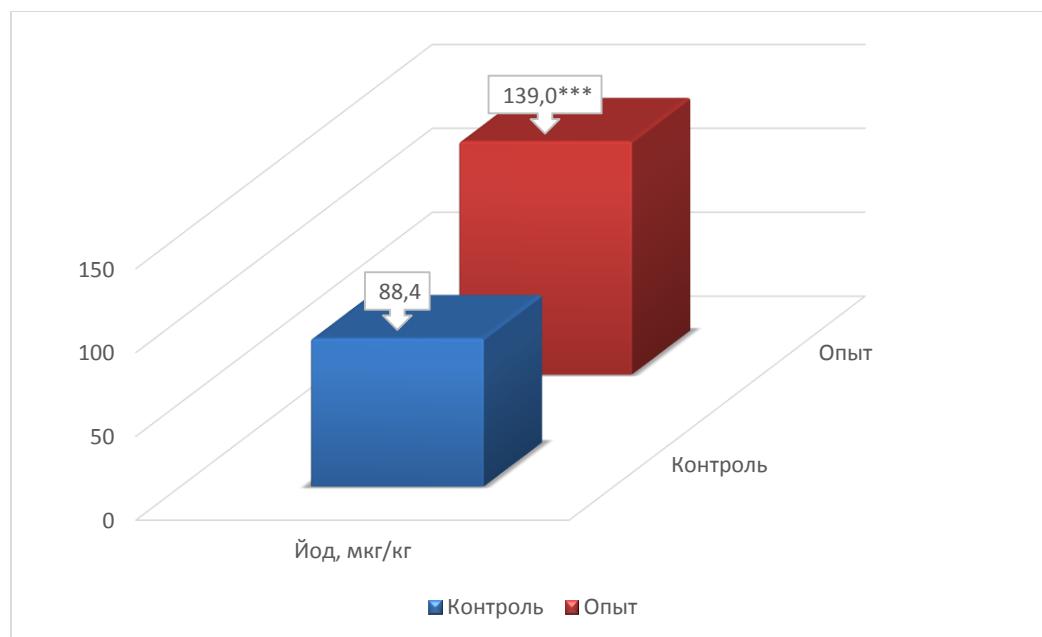


Рисунок 51 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра

В мышечной ткани ленского осетра, получавшего с комбикормом добавку «ОМЭК-Ј», количество йода достигло значения 139,0 мкг на 1 кг массы рыбы, что

на 50,6 мкг больше ($P \geq 0,999$) ассимилированного йода в мышечной ткани рыб контрольной группы.

3.3.3.7 Товарные качества ленского осетра

Для установки пищевой ценности рыбы, которая зависит от выхода съедобных и несъедобных частей, необходимы знания особенностей морфологического и анатомического строения рыбы. Морфологические количественные и качественные показатели: размер и масса головы, тушки, количество и линейные размеры плавников, масса внутренних органов, хрящевой и костной ткани являются основой для изучения морфологии и анатомии рыбы.

Биологическая ценность рыбы характеризуется содержанием в ней химических веществ, необходимых для жизнедеятельности человека. К таким веществам относятся белки, жиры, минеральные вещества. Белок мышечной ткани рыбы содержит все незаменимые аминокислоты. Мясо рыбы в своем составе не имеет грубой клетчатки, пленок соединительной ткани. Белки рыбы характеризуются отсутствием эластина, легкой развариваемостью и глютинизацией коллагена, в следствии чего хорошо усваиваются организмом человека. Усвояемость жиров рыбы, содержащих 80 % непредельных жирных кислот от общего их числа, достигает 96-97 % [247]. Богатейший набор минеральных веществ в тканях рыбы, ставят рыбную продукцию в ряды наиболее ценных продуктов, обеспечивающих организм человека незаменимыми веществами, необходимыми для нормального протекания всех обменных процессов.

Для изучения влияния органического йода дозировкой 300,0 мкг/кг в составе биологически активной добавки «ОМЭК-1» на товарные качества рыбы был проведен контрольный убой рыбы, в ходе которого определили морфометрические показатели, коэффициент упитанности по Фультону (таблица 90) и убойные качества (таблица 91).

Таблица 90 – Морфометрические показатели ленского осетра и коэффициент упитанности при выращивании в садках с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса рыбы, г	940,0±12,0	1009,0±14,3*
Длина рыбы, см (L)	56,2±3,2	56,8±0,95
Коэффициент упитанности по Фультону (Ку)	0,53	0,55

* $P \geq 0,95$

Под влиянием йода в дозировке 301,32 мкг на 1 кг массы рыбы в опытной группе отмечено более интенсивное жиронакопление, и коэффициент упитанности по Фультону возрос на 0,02 по сравнению с особями контрольной группы.

Таблица 91 – Результаты убоя ленского осетра

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	г	% от массы рыбы	г	% от массы рыбы
1	2	3	4	5
Масса головы и плавников	233,11±12,0	24,80	272,66±16,9	27,03
Масса кожи	152,03±12,2	16,18	158,00±12,7	15,70
Масса хрящевой ткани	57,03±7,5	6,12	56,00±9,5	5,52
Масса мышечной ткани	322,33±14,6	34,27	344,66±15,6	34,10
Масса жабр, слизи, крови, полостной жидкости	118,03±9,2	12,56	100,33±11,8	9,98

Продолжение таблицы 91

1	2	3	4	5
Масса съедобных частей	350,37±15,2	37,27	382,03±16,2	37,86
Масса несъедобных частей	299,21±7,6	31,83	298,41±16,0	29,57
Масса условно съедобных частей	290,14±5,1	30,86	328,66±14,3	32,57
Сумма съедобных и условно съедобных частей	640,51±18,3	68,14	710,69±17,3*	70,43

*P≥0,95

Выход съедобных и условно съедобных частей у особей опытной группы, получавших органический йод в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы, был выше на 2,31 % по сравнению с контрольной группой. Выход несъедобных частей в опытной группе имел более низкие значения, чем в контроле.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии кормовой добавки «ОМЭК-Ј» на товарные качества ленского осетра.

3.3.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Органолептическая оценка позволяет оценить с помощью органов чувств качество продукции. В конце научно-хозяйственного опыта в процессе контрольного убоя были взяты образцы мышечной ткани на органолептическую экспертизу. Образцы были подвергнуты трем видам кулинарной обработки: припускание, варка и жарка. Приготовленные образцы были представлены дегустационной комиссии на органолептическую экспертизу по следующим критериям: вкус, запах, цвет, консистенция и послевкусие. Оценка блюд осуществлялась по пятибалльной шкале.

Результаты органолептической оценки тепловой обработки-припускания приведены в таблице 92

Таблица 92 - Органолептическая оценка мышечной ткани ленского осетра после тепловой обработки - припускание

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	характеристика	средний балл	характеристика	средний балл
Вкус	с привкусом пряностей	4,4	с привкусом пряностей	4,3
Цвет	на разрезе белый	4,7	на разрезе белый, с прожилками желтого жира	4,9
Запах	с запахом пряностей	4,6	с запахом пряностей	4,4
Консистенция	сочная, упругая	4,7	сочная, упругая	4,1
Послевкусие	приятное, без посторонних привкусов	4,6	приятное, без посторонних привкусов	4,1
Итого		23,0		21,8

Органолептическая оценка образцов мышечной ткани рыб показала, что все критерии тепловой обработки-припускание находятся на уровне стандартов, хотя в опытной группе припущенные образцы мяса получили более низкие баллы по сравнению с контрольной группой.

Результаты органолептической оценки тепловой обработки-варки приведены в таблице 93.

Критерии органолептической оценки отварного мяса всех, участвовавших в экспериментах рыб, получили достаточно высокие баллы. Но в опытной группе по двум показателям: запаху и послевкусию баллы были снижены.

Таблица 93 - Органолептическая оценка мышечной ткани ленского осетра после тепловой обработки - варка

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	характеристика	средний балл	характеристика	средний балл
Вкус	без посторонних привкусов	4,4	без посторонних привкусов	4,9
Цвет	на разрезе белый	4,7	на разрезе белый	4,7
Запах	свойственный вареной рыбе	4,7	ярко выраженный рыбный запах	4,3
Консистенция	нежная, рыхлая	4,4	нежная, рыхлая	4,7
Послевкусие	приятное, без посторонних привкусов	4,7	приятное, без посторонних привкусов	4,3
Итого		22,9		22,9

Результаты органолептической оценки тепловой обработки-жарки приведены в таблице 94.

Таблица 94 – Органолептическая оценка мышечной ткани ленского осетра после тепловой обработки - жарка

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	характеристика	средний балл	характеристика	средний балл
Вкус	без посторонних привкусов	4,7	без посторонних привкусов	4,9
Цвет	золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы	4,4	золотистый, свойственный блюду из жареной рыбы	5,0
Запах	стойкий, свойственный жареной рыбе	4,9	стойкий, свойственный жареной рыбе	4,4
Консистенция	сочная, упругая	4,4	мягкая	4,9
Послевкусие	приятное, без посторонних привкусов	4,4	устойчивое с привкусом масла	4,4
Итого		22,8		23,6

Тепловая обработка жарка показала высокую оценку практически по всем органолептическим критериям как в контрольной, так и в опытной группе.

После ряда проведенных исследований было выявлено, что йод после кулинарной тепловой обработки исчезает из готовой продукции [92]. Так, при жарке потери йода составляют до 65 %.

Наиболее оптимальными способами термической обработки, при которых максимально сохраняется йод в готовой рыбной продукции, являются припускание и копчение.

Нами были проведены измерение количества йода в образцах мышечной ткани после двух тепловых обработок и сравнение их с содержанием йода в сырой мышечной ткани. Результаты исследования представлены на рисунке 52.

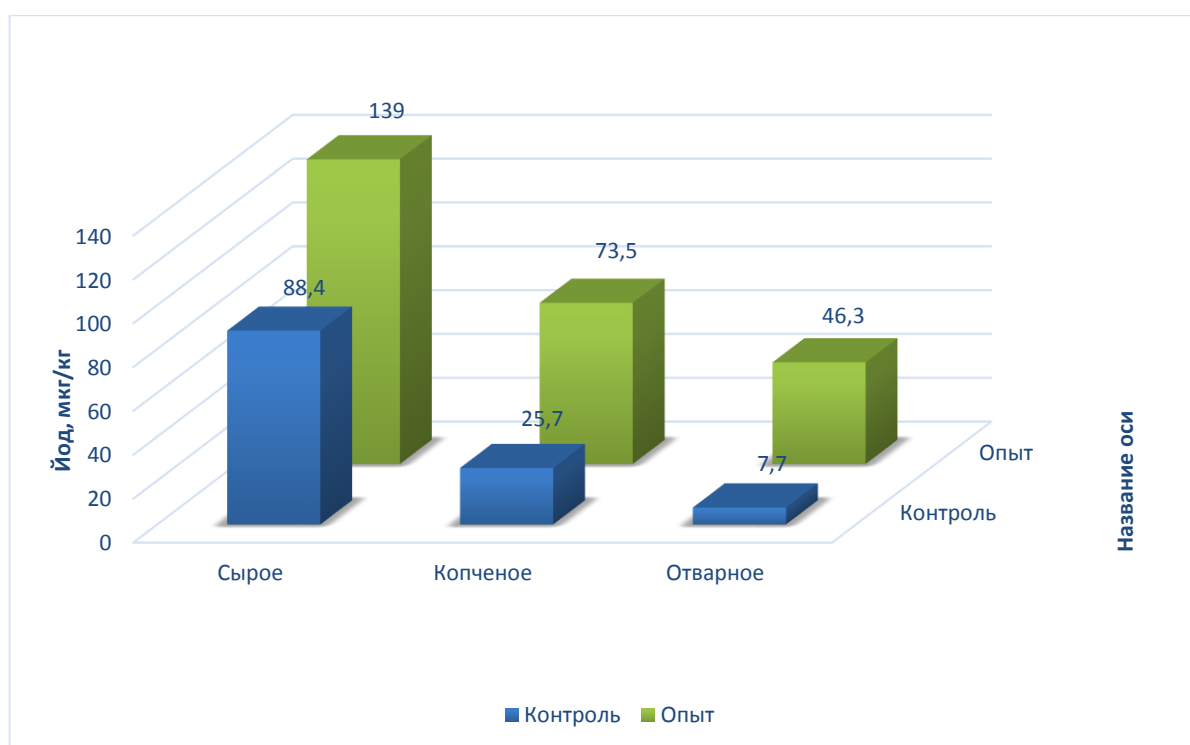


Рисунок 52 - Содержание йода в мышечной ткани ленского осетра до и после кулинарной обработки, мкг/кг

В опытной группе содержание йода в сырой мышечной ткани перед тепловой обработкой составило 139 мкг/кг, что на 50,6 мкг больше контрольных цифр. При этом в ходе кулинарных обработок: копчения и варки, содержание йода в

контрольной группе снизилось, соответственно, в 3,44 и 11,48 раза, а в опытной группе лишь в 1,89 и 3 раза. В результате чего в образцах опытной группы йода было больше, соответственно, в 2,85 и 6,01 раза, чем в контроле.

Таким образом, копчение рыбной продукции позволяет сохранить йод до 53 %.

3.3.3.9 Экономическая эффективность садкового выращивания товарного ленского осетра при использовании кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Определение экономической эффективности использования органического йода в кормлении товарного ленского осетра являлось одной из задач наших исследований. Основными показателями при оценке экономической эффективности служили затраты корма, стоимость кормов с биологически активной добавкой и себестоимость рыбы.

Структура себестоимости товарного ленского осетра представлена на рисунке 53.

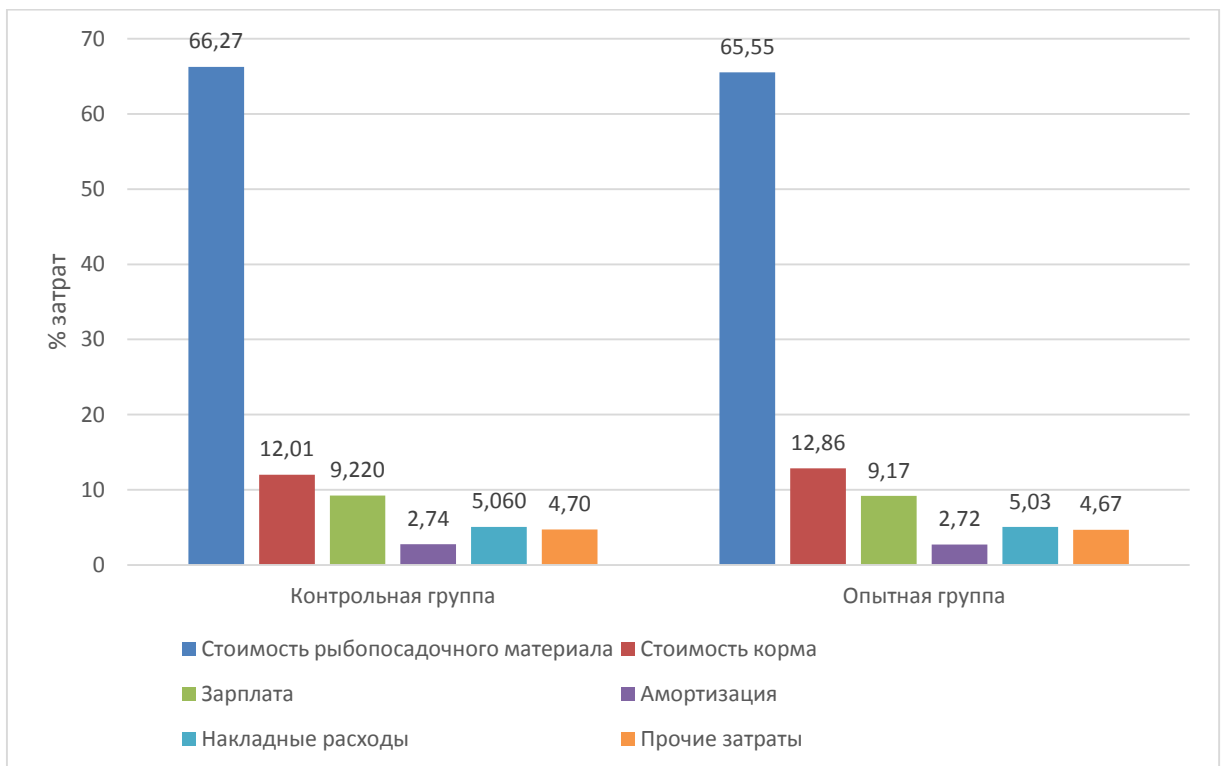


Рисунок 53 – Структура себестоимости товарного ленского осетра при выращивании в садках с использованием в кормлении добавки «ОМЭК-Ј»

Большая часть затрат в структуре себестоимости товарного ленского осетра при выращивании в садках пришлась на рыбопосадочный материал и корма. В контрольной группе они составили 78,28 %, а в опытной группе – 78,41 %.

Расчет экономической эффективности представлен в таблице 95.

Таблица 95 - Экономическая эффективность садкового выращивания товарного ленского осетра при скормливании органического йода в составе «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Ихтиомасса в начале опыта, кг	39,30	39,11
Ихтиомасса в конце опыта, кг	93,86	103,37
Прирост ихтиомассы, кг	54,56	64,26
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	0,85	0,85
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	33,41	33,25
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	66,00	66,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	91,72	98,59
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	6,05	6,51
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	110,00
Скормлено добавки, г	-	141,80
Стоимость скормленной добавки, тыс.руб.	-	0,02
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб.	-	6,52
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,68	1,53
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.	110,95	101,5
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	680,00	680,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	63,82	70,29
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	50,41	50,72

Продолжение таблицы 95

1	2	3
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	537,08	490,66
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	13,42	19,57
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	142,98	189,32
Дополнительно полученная прибыль от реализации, тыс. руб.	-	6,15
Уровень рентабельности, %	26,62	38,59

Стоимость скормленного комбикорма с органическим йодом в опытной группе превышала стоимость корма в контрольной группе, но общая ихтиомасса в конце опыта была выше в опытной группе. Это позволило снизить себестоимость 1 кг рыбы в опытной группе по сравнению с контрольной [179].

С учетом одинаковой реализационной цены 680,00 руб. за 1 кг наибольшая выручка была получена от реализации рыбы опытной группы. Это повысило уровень рентабельности в опытной группе на 12,0 % по сравнению с контролем.

3.4 Влияние биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на продуктивность радужной форели

3.4.1 Результаты определения оптимальной скармливаемой нормы органического йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» для радужной форели

В ходе определения оптимального количества органического йода для скармливания методом аналогов была отобрана молодь радужной форели средней массой около 95,5 г и распределена по 11 особей в 3 опытные группы и 12 особей в контрольную группу. Контрольная группа получала сбалансированный по

питательным веществам продукционный полностью экструдированный комбикорм (ОР), опытные группы получали ОР с биологически активной добавкой «ОМЭК-Ј» с различным количеством йода: 200,0 мкг; 250,0 мкг и 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы. Учитывая наличие йода в составе комбикорма в количестве 68,0 мкг на 1 кг, содержание йода в рационах контрольной и опытных групп составило: 0,12 мкг, 200,12 мкг, 250,12 мкг и 300,12 мкг на 1 кг массы рыбы. Опыт длился в течение 7 недель.

3.4.1.1 Температурный режим и гидрохимические параметры среды

Радужная форель относится к холодолюбивым и stenothermным рыбам. Она очень чувствительна к колебаниям гидрохимических параметров среды. Температурный оптимум, при котором наиболее интенсивно проходят все обменные процессы радужной форели, находится в пределах 10-16 °С. Насыщение кислородом воды должно быть от 9 до 11 мг /л. Для эффективного выращивания радужной форели в промышленных условиях необходимо придерживаться требований ОСТ 15.372.87 «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы».

Ежедневно определяли температуру воды и содержание растворённого кислорода термооксиметром ОхуScan по стандартным методикам. Измерение активной реакции среды (рН) проводилось портативным рН-метром. Температура воды была на протяжении опыта была в пределах от 12 до 13 °С.

Основные химические показатели водной среды в аквариумах представлены в таблице 96.

Содержание растворенного кислорода находилось в пределах оптимальных значений. рН не опускалось ниже 7,1. Нитраты, нитриты и азот аммонийных соединений не превышали предельно допустимых концентраций. Общая жесткость, количество хлоридов, железа и фосфатов были на уровне оптимальных значений.

Таблица 96 – Химический состав воды в аквариумах

Показатель	Значение	Требования ОСТ 15.372.87
Кислород, мг/л	9,0-10,7	9,0-11,0
Цветность, градусы	10,0	10,0-20,0
рН	7,1-7,5	6,5-8,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,01	0,50
Азот нитратов, мг/л	0,3	до 0,5
Азот нитритов, мг/л	0,005	0,005
Общая жесткость, мг-экв/л	5,0	до 12,0
Хлориды, мг/л	4,0	до 5,0
Железо, мг/л	0,1	до 1,0
Фосфаты, мг/л	0,01	до 0,05

Гидрохимические параметры в аквариумах отвечали требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания радужной форели.

3.4.1.2 Рост и развитие радужной форели

Ростовые процессы рыбы во многом зависят от условий выращивания и полноценности кормления.

Динамика массы радужной форели представлена в таблице 97. Результаты исследований показали, что применение биологически активной добавки «ОМЭК-Л» достоверно повышает скорость роста радужной форели уже с первой недели кормления. Во всех опытных группах наблюдался более высокий темп роста массы рыбы по сравнению с контрольной группой. В 1-й и 2-й опытных группах средняя масса тела радужной форели была больше, соответственно, на 5,8 % и 11,5 % по сравнению с контрольной группой.

Таблица 97 – Динамика массы радужной форели в аквариумах (г) при установлении оптимальной дозы йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Период опыта, неделя	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Начало опыта	96,2±2,1	95,5±2,3	95,6±2,3	94,8±2,4
1	110,8±2,0	112,4±2,5	117,5±2,1*	121,6±2,7*
2	124,5±2,2	128,4±2,9	134,0±2,1*	145,1±2,6***
3	137,7±2,4	142,5±3,0	150,1±2,5**	161,6±3,1***
4	152,0±2,5	158,4±3,4	166,3±2,4**	179,1±2,7***
5	168,2±2,6	174,5±3,5	183,5±2,7**	196,9±2,5***
6	181,7±2,9	191,3±3,3	201,2±3,2**	214,8±3,1***
7	197,9±3,1	209,4±3,1*	220,7±2,7***	234,9±3,2***

*P≥0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

Наибольшая средняя масса тела за семь недель эксперимента получена в 3-й опытной группе, где содержание йода в рационе составляло 300,12 мкг на 1 кг массы рыбы, это больше на 18,7 % по сравнению со средней массой рыб контрольной группы [230].

Под действием органического йода во всех опытных группах отмечалось повышение абсолютного, относительного и среднесуточного прироста по сравнению с контрольной группой (таблица 98).

Все показатели прироста достигли наибольших значений в 3-й опытной группе по отношению к контролю и другим опытным группам. Абсолютный прирост превысил контрольные значения на 37,8 %. Относительный прирост был выше на 22,1 %. Среднесуточный прирост в 3-й опытной группе также был выше по сравнению с контролем на 47,6 %.

Таблица 98 - Показатели прироста и выживаемости радужной форели при установлении оптимальной дозы йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Абсолютный прирост, г	101,7	113,9	125,1	140,1
Относительный прирост, %	76,1	83,3	89,4	98,2
Среднесуточный прирост, г	2,1	2,3	2,6	2,9
Выживаемость, %	100,0	100,0	100,0	100,0

На основании полученных данных можно заключить, что органический йод в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј», положительно влияет на показатели роста по сравнению с контролем.

3.4.1.3 Эффективность использования кормов

За период предварительного опыта кормление осуществлялось 4 раза в светлое время суток с помощью автокормушек. Количество затраченных кормов зависит от массы тела рыбы, температуры воды, растворенного в воде кислорода, поэтому еженедельно корректировалась суточная норма скармливаемых кормов. Усваиваемость питательных веществ комбикорма и потребность в них в значительной мере зависит от сочетания в нем пищевых компонентов, а также от содержания в рационах незаменимых аминокислот, микроэлементов и других веществ, от форм их химических связей в молекулах белков.

Эффективность использования кормов радужной форелью при определении оптимальной дозировки органического йода отражена в таблице 99.

Наибольшие затраты кормов наблюдались в контрольной и 3-й опытной группе. Однако, значения затрат обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста в группах, получавших с кормом органический йод, были меньше по сравнению с аналогичными значениями в контрольной группе.

Таблица 99 - Показатели эффективности использования кормов радужной форели при определении оптимальной дозировки органического йода.

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	1,35	1,28	1,33	1,42
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,10	1,02	0,97	0,92
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	2,37	2,19	2,08	1,98
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, кг	0,77	0,71	0,68	0,64
Затраты добавки «ОМЭК-Ј», г	-	1,24	1,64	2,11

Наименьшие затраты обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста отмечены в 3-й опытной группе.

3.4.1.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Кровеносной системе отводится важная роль внутренней среды организма, поэтому кровь быстро и точно отражает физиологическое состояние организма, характер и уровень отклонения от нормы [115]. Изучение параметров крови позволяет определить адаптационные возможности рыб на воздействия окружающей среды, включающие в себя как абиотические факторы водной среды, так и биотические, связанные с полноценностью кормов, введением в рационы рыб биологически активных добавок.

Анализируя биохимические показатели крови можно делать выводы об условиях содержания, оптимизации кормового рациона и уровне физиологического состояния рыб.

Определение уровня гормонов щитовидной железы и биохимических показателей крови осуществлялось в конце опыта. С увеличением дозы органического йода, присутствующей в кормовой добавке, в организме рыб опытных групп повышался уровень образования и выведения тиреоидных гормонов (таблица 100).

Таблица 100 - Значения показателей гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотке крови радужной форели

Группа	Концентрация гормонов		
	Общий тироксин (Т4), нмоль/л	Свободный тироксин (Т4), нмоль/л	Трийодтиронин(Т3), нмоль/л
Контрольная	47,33±3,99	20,4±0,38	0,15±0,04
1-я опытная	55,53±5,13	37,4±2,03**	0,45±0,21
2-я опытная	56,77±8,86	38,13±3,26**	0,70±0,1*
3-я опытная	56,87±7,64	38,7±2,62**	0,71±0,18*

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

Наибольшие значения свободного и общего Т4, а также Т3 отмечены в 3-й опытной группе, получавшей органический йод в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы по сравнению с другими опытными группами и контролем.

Результаты биохимических исследований крови представлены в таблице 101.

Введение в рационы радужной форели органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» не оказало отрицательного влияния на биохимические показатели сыворотки крови радужной форели во всех опытных группах.

Таблица 101 – Биохимические показатели крови радужной форели при определении оптимальной дозировки органического йода

Показатель	Группа				
	Единицы измерения	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Билирубин общ.	мкмоль/л	7,5±0,60	5,43±0,51	8,9±0,72	8,8±1,09
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,00±0,11	0,83±0,10	1,70±0,21*	1,63±0,26
Белок общий	г/л	66,60±3,35	61,90±7,42	84,9±3,18*	85,20±4,74*
АСТ	Ед./л	49,43±2,51	46,57±5,43	51,17±4,57	49,83±1,75
АЛТ	Ед./л	55,67±8,70	36,4±7,65	39,27±2,19	39,12±2,79
Мочевина	ммоль/л	7,03±0,87	5,53±0,40	5,83±0,31	6,2±0,6
Глюкоза	ммоль/л	3,83±0,32	3,97±0,32	3,97±0,04	4,07±0,28
Кальций	ммоль/л	2,67±0,10	2,95±0,23	3,07±0,12	2,92±0,18
Фосфор	ммоль/л	3,32±0,18	2,65±0,4	2,40±0,37	2,33±0,28

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

Было отмечено повышение плазменного белка во 2-й и 3-й опытных группах, что говорит о влиянии органического йода на интенсивность белкового обмена ($P \geq 0,95$). Печеночные ферменты АЛТ и АСТ достоверно не отличались от аналогичных показателей у рыб контрольной группы. Коэффициент Де Ритиса (отношение АСТ к АЛТ) также находился в пределах физиологической нормы у рыб опытных групп, что свидетельствует о благополучном состоянии печени и сердца. Минеральные элементы: кальций и фосфор в сыворотке крови рыб опытных групп также были на уровне контрольных значений.

Таким образом, биохимические показатели крови радужной форели под влиянием органического йода оставались в пределах физиологических норм.

3.4.1.5 Химический состав мышечной ткани радужной форели

Для оценки воздействия органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-1» на обменные процессы радужной форели был изучен химический состав мышц (таблица 102).

Таблица 102 - Химический состав мышечной ткани радужной форели, %

Вещества	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Вода	78,71±1,64	77,61±0,10	78,48±1,85	75,66±3,77
Сухое вещество	21,29±1,64	22,39±0,99	21,53±1,84	24,34±3,77
Протеин	16,14±1,99	16,08±1,30	16,23±1,1	17,45±2,99
Жир	3,36±0,41	3,51±0,83	3,63±0,81	5,06±0,69*
Зола	1,33±0,15	1,54±0,16	1,41±0,06	1,60±0,24
Кальций	0,16±0,02	0,20±0,02	0,23±0,01*	0,26±0,02*
Фосфор	0,07±0,01	0,10±0,01	0,13±0,01*	0,17±0,01**

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

Количество влаги, сухого вещества, протеина находилось у контрольной и опытных групп примерно на одинаковом уровне и достоверно не отличалось. Группа, получавшая органический йод в количестве 300,12 мкг на 1 кг массы рыбы, превысила контрольную группу по содержанию жира, фосфора и кальция соответственно на 1,7 %, 0,1 % и 0,1 %, что подтверждает положительное влияние органического йода на липидный и минеральный обмены. Использование в кормлении радужной форели органического йода способствовало накоплению липидов.

3.4.1.6 Развитие и состояние внутренних органов

При изучении влияния органического йода на физиологические процессы организма радужной форели необходимо оценить состояние внутренних органов. В конце опыта был проведен контрольный убой радужной форели всех подопытных групп средней массой 197,9-234,9 г.

При осмотре внутренних органов патологий не обнаружено. Пищеварительный тракт имел естественный цвет, без кровоизлияний. Печень и почки в нормальном состоянии. Печень блестящая, упругая, без кровоизлияний. Сердце упругое, кровенаполнение сосудов достаточное. Средняя масса органов подопытных рыб представлена в таблице 103. Анализируя данные таблицы можно отметить, что органический йод не оказал достоверного влияния на массу внутренних органов. Лишь масса сердца рыб 2-й и 3-й опытных групп была больше массы сердца рыб контрольной группы, соответственно, на 0,11 г ($P>0,99$) и 0,13 г ($P>0,99$).

3.4.1.7 Товарные качества радужной форели

Являясь полноценным продуктом питания, рыба содержит в себе 40 % питательных веществ, получаемых человеком из пищи животного происхождения. В тканях рыбы заключены высокоусвояемые белки, незаменимые жирные кислоты, экстрактивные азотистые вещества, высокоактивные ферменты, минеральные вещества, все известные витамины [157; 158].

Для оценки товарных качеств рыбы необходимо знать особенности анатомического строения тела, выход съедобных и несъедобных частей. Выход съедобных частей у лососевых составляет 50 – 60 % [112].

Таблица 103 – Масса внутренних органов радужной форели при определении оптимальной дозировки органического йода

Показатель	Группа							
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	0,26±0,02	0,14	0,27±0,05	0,14	0,37±0,01**	0,17	0,39±0,08**	0,17
Печень	2,29±0,31	1,20	2,60±0,37	1,32	3,02±0,14	1,40	3,05±0,52	1,33
Желудок	2,01±0,23	1,06	2,14±0,15	1,09	2,22±0,26	1,03	2,23±0,69	0,97
Кишечник	3,30±0,39	1,73	3,37±0,43	1,03	3,52±0,29	1,63	3,55±0,38	1,54

*P≥0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

В ходе контрольного убоя была определена общая масса радужной форели, масса частей тела, длина по Смитту (L) (таблица 104). Был рассчитан коэффициент упитанности по Фультону, вернее «стандартный коэффициент упитанности лососевых рыб», где длина рыбы для расчета взята по Ф. А. Смитту [442]. С 1933 г. в научных кругах ихтиологов постановили ввести измерение длины тела лососевых рыб по Смитту в общую практику [192].

По всем весовым показателям частей тела рыбы опытных групп превышали аналогичные показатели рыб контрольной группы В 3-й опытной группе масса головы и плавников, масса кожи, масса костей и мышечной ткани достоверно превышали эти показатели рыб контрольной группы, соответственно, на 17,8; 72,5; 24,0 и 14,9 %.

Установлено, что у рыб, получавших с кормом йод в количестве 250,12 и 300,12 мкг/кг выход съедобных частей был выше на 14,4 % и 23,0 % по сравнению с особями контрольной группы. Выход несъедобных частей в опытных группах не превышал 12 %.

Коэффициент упитанности у рыб во всех группах не был ниже 2,0. Это соответствует значениям коэффициента упитанности радужной форели, выращенной на комбикормах в УЗВ: 1,8 – 2,0 [194]. Наибольшего значения этот показатель достиг в 3-й опытной группе, что свидетельствует о более интенсивном жиронакоплении радужной форели под действием органического йода в количестве 300,0 мкг/кг.

Таблица 104 – Результаты убоя радужной форели при определении оптимальной дозировки органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа							
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная	
	количество	% от массы	количество	% от массы	количество	% от массы	количество	% от массы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масса рыбы, г	190,33±1,86	100	196,33±9,35	100	216,0±1,53	100	230,0±3,61	100
Масса: головой и плавников, г	27,17±0,88	14,7	28,33±1,45	14,43	31,23±1,20	14,46	32,0±1,15*	13,91
Масса кожи, г	15,67±0,88	8,23	17,23±1,20*	8,78	22,51±1,76*	10,42	27,03±1,20**	11,75
Масса костной ткани, г	24,33±2,73	12,78	25,56±1,45	13,02	28,00±2,08	12,96	30,16±1,15*	13,11
Масса мышечной ткани, г	98,00±2,08	51,48	99,13±0,88	50,49	107,14±2,60	49,60	112,56±1,45*	48,94
Масса жабр, слизи, крови, пол. жидкости, г	17,30±1,86	9,09	17,70±1,45	9,01	18,00±1,15	8,3	18,03±0,88	8,27

Продолжение таблицы 104

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масса съедобных частей, г	115,96±1,09	60,92	118,96±0,82	60,59	132,66±1,5*	61,42	142,64±1,06**	62,02
Масса несъедобных частей, г	22,87±0,43	12,02	23,48±0,52	11,96	24,11±0,42	11,16	25,20±0,51	10,96
Масса условно съедобных частей, г	51,50±1,81	27,06	53,89±1,45	27,45	59,23±1,64	28,37	62,16±1,15	27,03
Сумма съедобных и условно съедобных частей, г	167,46±1,45	87,98	172,85±1,14	88,04	191,85±1,57	88,82	204,80±1,11	89,04
Длина рыбы по Смитту (L), см	21,00±0,76		21,33±1,09		21,83±0,40		22,17±0,74	
Коэффициент упитанности (Ку)	2,05		2,07		2,07		2,11	

*P≥0,95; **P≥0,99

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что использование в кормлении радужной форели органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» оказывает положительное влияние на упитанность и убойные качества рыбы

3.4.1.8 Экономическая эффективность выращивания радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

По окончании эксперимента была рассчитана экономическая эффективность выращивания радужной форели с использованием в кормление органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» (таблица 105).

Значительную часть в себестоимости рыбы занимают стоимость кормов и посадочного материала.

Таблица 105 – Экономическая эффективность выращивания радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
1	2	3	4	5
Ихтиомасса в начале опыта, кг	1,15	1,05	1,05	1,04
Ихтиомасса в конце опыта, кг	2,37	2,30	2,43	2,58
Прирост ихтиомассы рыбы, кг	1,22	1,25	1,38	1,54
Стоимость всего посадочного материала, руб.	108,00	99,00	99,00	99,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	146,00	146,00	146,00	146,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	1,35	1,28	1,33	1,42
Стоимость комбикорма, руб.	197,10	186,88	194,18	207,32
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	3700,00	3700,00	3700,00
Скормлено добавки, г	-	1,24	1,64	2,11

Продолжение таблицы 105

1	2	3	4	5
Стоимость скормленной добавки, руб.	-	4,57	6,05	7,80
Стоимость комбикорма с добавкой, руб.	197,10	191,45	200,23	215,12
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,11	1,02	0,97	0,92
Себестоимость рыбы, руб.	262,39	257,24	271,27	293,49
Себестоимость 1 кг рыбы	215,00	205,32	197,13	190,44
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб	380,00	380,00	380,00	380,00
Выручка от реализации прироста рыбы, руб.	463,75	476,10	522,92	585,62
Прибыль от реализации прироста рыбы, руб.	201,36	218,86	251,65	292,12
Дополнительно полученная прибыль, руб.	-	17,50	50,29	90,76

Прирост ихтиомассы в опытных группах позволил получить большую прибыль от реализации рыб по сравнению с контрольной группой. Наибольшая прибыль от реализации прироста рыбы была получена в 3-й опытной группе, она привнесла прибыль в контрольной группе на 45,1 %.

Таким образом, дозировку органического йода 300,00 мкг йода на 1 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» можно рекомендовать для использования в кормлении радужной форели в индустриальном рыбоводстве.

3.4.2 Использование добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении молоди радужной форели в условиях лоткового выращивания

Научно-хозяйственный опыт был проведен в течение 168 дней с мая по октябрь на территории ФГУП «Тепловский рыбопитомник» Новобурасского района Саратовской области. Для эксперимента методом аналогов отобрали молодь радужной форели, средней массой около 3 г и разместили их по 310 особей в опытную и контрольную группы. Форель содержалась в лотках размером

3,0x0,7x1,0 м. Соотношение сторон прямоугольного бассейна составляло 1:4 с уровнем воды в бассейне 80 см. Расход воды изменялся в течение опыта в зависимости от массы рыбы: от 180 л/ч до 840 л/ч. Плотность посадки молоди радужной форели составила 148 шт./м³.

По мере роста рыбам контрольной и опытной групп скармливали сбалансированные по всем питательным веществам экструдированные комбикорма в зависимости от возраста и массы тела: стартовые и продукционные с соответствующим диаметром гранул. Контрольная группа получала только экструдированный комбикорм (ОР), а молоди опытной группы скармливали комбикорм с биологически активной добавкой «ОМЭК-Ј», содержащей йод в дозе 300,0 мкг на 1 кг массы тела. Учитывая наличие йода в составе стартового, малькового и продукционного комбикормов в количестве соответственно 119,0 мкг, 116,0 мкг и 112,0 мкг на 1,0 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытной групп по достижении средней массы рыбы 13,7 г составило соответственно 2,14 мкг и 302,14 мкг, по достижении средней массы радужной форели 38,1 г составило 2,20 мкг и 302,20 мкг, и по достижении средней массы рыбы 64,39 г содержание йода составило соответственно 1,79 мкг и 301,79 мкг на 1,0 кг массы рыбы.

3.4.2.1 Физико-химические параметры водной среды

Источником водоснабжения являлась артезианская скважина, вода из которой через пруд отстойник поступала в рыбоводные емкости. Вода имела достаточно стабильный температурный режим, позволяющий использовать ее для выращивания форели. Значения температуры находились в пределах 6-14 °С. Средняя температура за период опыта составила 11,5 °С.

Содержание растворенного кислорода в воде на протяжении научно-хозяйственного опыта не опускалось ниже 9 мг/л (таблица 106).

Таблица 106 - Химические показатели воды в лотках

Показатель	Значение	Требования ОСТ 15.372.87
рН	7,0-7,5	7,0-8,0
Кислород, мг/л	9,0-11,0	Не менее 9,0
Цветность, градусы	20,0	30,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,02	0,05
Азот нитратов, мг/л	0,5	1,0
Фосфаты, мг/л	0,1	0,3
Общая жесткость, мг-экв/л	9,0	8,0-12,0
Сероводород, мг/л	0	0
Железо общ., мг/л	0,1	0,1

Проведенный гидрохимический анализ свидетельствовал, что вода из водоисточника в период научно-хозяйственного опыта полностью соответствовала предъявляемым требованиям ОСТ 15.372.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания радужной форели в лотках.

3.4.2.2 Рост и развитие радужной форели

Ростовые процессы гидробионтов напрямую зависят от условий существования и обеспеченности пищей. В условиях аквакультуры для получения качественной рыбопродукции особое внимание необходимо уделять полноценности искусственных комбикормов по всем питательным веществам, их доступности для усвоения организмом рыб и влияния на интенсивность прохождения всех обменных процессов, отражающихся, в конечном итоге, на динамике линейно-весовых показателей [95].

Динамика скорости роста массы радужной форели при использовании в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» отражена в таблице 107.

Таблица 107 - Динамика роста массы радужной форели при выращивании в лотках, г

Период опыта, нед.	Группа	
	контрольная	опытная
Начало	3,45±0,03	3,42±0,03
1	3,72±0,12	3,70±0,11
2	4,12±0,18	4,17±0,22
3	4,57±0,16	4,71±0,13
4	5,17±0,14	5,23±0,12
5	5,87±0,09	5,91±0,10
6	6,57±0,24	6,74±0,21
7	7,32±0,24	7,63±0,30
8	8,6±1,25	9,0±1,30
9	9,7±1,48	10,3±1,17
10	11,2±1,27	11,7±1,06
11	13,2±1,74	14,2±1,93
12	15,3±1,45	16,5±1,48
13	18,3±1,27	19,6±0,76
14	21,9±0,60	24,1±1,07
15	26,3±1,03	29,0±1,00
16	29,7±0,81	32,4±2,53
17	36,88±1,42	39,38±1,41
18	45,64±2,08	50,14±3,05
19	50,34±2,31	56,7±2,06
20	53,32±2,53	60,9±2,83
21	55,86±2,99	64,56±3,12
22	57,63±1,91	67,56±2,74*
23	58,44±1,98	68,76±3,55*
24	59,14±2,00	69,64±4,10*
Прирост, г	55,69	66,22

*P≥0,95

Данные таблицы показывают, что уже со второй недели молодь радужной форели, получавшая в рационе органический йод, опережала по массонакоплению рыб контрольной группы. Средняя масса рыб в опытной группе к концу эксперимента превышала по этому показателю контрольных особей на 17,75 % ($P \geq 0,95$).

Одними из показателей, непосредственно характеризующих рост и развитие рыб, являются линейные размеры и упитанность, по которым можно судить о физиологическом состоянии рыбы, и какое влияние оказывает на обменные процессы рыбы органический йод в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» (таблица 108).

Таблица 108 - Морфометрические показатели молоди радужной форели и коэффициент упитанности

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса рыбы, г	59,14±2,00	69,64±4,10*
Длина рыбы (L) по Смитту, см	15,3±0,47	16,0±0,29
Коэффициент упитанности (Ку)	1,6	1,7

* $P \geq 0,95$

За период проведения опыта более высокий коэффициент упитанности отмечен в опытной группе, он достиг максимальной средней величины – 1,7. Рядом ученых в проведенных исследованиях было установлено среднее значение коэффициента упитанности для молоди радужной форели, которое соответствует 1,2 - 1,7 [192; 287].

Таким образом, органический йод в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» положительно влияет на динамику роста массы и упитанность радужной форели.

Показатели прироста и выживаемости молоди радужной форели под влиянием органического йода представлены в таблице 109.

Таблица 109 - Показатели прироста и выживаемости молоди радужной форели при выращивании в лотках

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Абсолютный прирост, г	55,7	66,2
Относительный прирост, %	16,1	19,4
Среднесуточный прирост, %	1,06	1,08
Выживаемость, %	95,5	97,7

На основании данных опыта установлено, что при введении в рацион молоди радужной форели опытной группы биологически активной добавки «ОМЭК-Ј», абсолютный прирост массы рыбы в опытной группе вырос на 18,9 %, относительный прирост - на 3,3 %, среднесуточный прирост - на 0,02 %, повысилась выживаемость рыбы на 2,2 % по сравнению с контролем. Органический йод в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы оказал положительное влияние на все показатели роста и развития молоди радужной форели.

3.4.2.3 Эффективность использования кормов

На эффективность выращивания молоди форели в промышленных условиях благоприятное воздействие оказывают оптимальная плотность посадки, температура воды, сбалансированность рационов по питательным веществам. Введение в рацион молоди радужной форели биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» позволило снизить затраты кормов, обменной энергии и сырого протеина на единицу прироста (таблица 110).

Результаты контроля за поедаемостью кормов показали, что за период опыта затраты кормов в опытной группе превышали таковые затраты в контрольной группе, однако, на 1 кг прироста массы рыбы в опытной группе затраты корма были меньше по сравнению с контрольной группой.

Таблица 110 - Показатели эффективности использования кормов молодью радужной форели при выращивании в лотках с использованием в кормлении кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	19,05	21,48
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,17	1,08
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	17,72	15,90
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	526,6	472,6
Затраты добавки «ОМЭК-Ј», г	-	22,26

Затраты обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы радужной форели были меньше в опытной группе, соответственно, на 2,46 МДж и 5,4 г. Полученные результаты свидетельствует об эффективности использования органического йода в количестве 300,0 мкг/кг в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» в кормлении молоди радужной форели при выращивании в лотках.

3.4.2.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Кровь представляет собой сложную биологическую среду, ее плазма тесно связана с тканевой жидкостью организма. Плазма крови в своем составе содержит 90-92 % воды и 8-10 % сухих веществ. Белки составляют основную часть сухого вещества плазмы, их общее количество в плазме крови 6-8 %.

Условия выращивания рыбы в значительной мере оказывают влияние на показатели крови и, если выполняются все требования по оптимизации условий

выращивания (плотность посадки, сбалансированность физико-химических показателей водной среды, рационов), то обеспечивается достаточно высокий среднесуточный прирост, физиологическое равновесие рыбы и среды обитания [68].

Для исследования содержания тиреоидных гормонов и биохимических параметров крови в конце опыта была взята кровь из сердца у молоди радужной форели средней массой 64 г.

С дополнительным введением в рацион органического йода в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы было отмечено увеличение активности щитовидной железы, которая характеризовалась ростом содержания общего и свободного тироксина и трийодтиронина в плазме крови (таблица 111).

Таблица 111 - Значения показателей гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) в сыворотке крови молоди радужной форели при выращивании в лотках

Группа	Концентрация гормонов		
	Общий тироксин (Т4), нмоль/л	Свободный тироксин (Т4), нмоль/л	Трийодтиронин(Т3), нмоль/л
Контрольная	27,60±0,25	11,03±0,23	0,03±0,01
Опытная	35,13±0,91***	16,73±0,13***	0,04±0,01

*** $P \geq 0,999$

На основании данных таблицы необходимо отметить, что уровень общего и свободного тироксина в опытной группе достоверно превысил ($P \geq 0,999$) аналогичные показатели у рыб контрольной группы соответственно на 27,3 % и 51,7 %.

Из биохимических показателей крови было определено содержание прямого и общего билирубина, общего белка, ферментов печени АСТ и АЛТ, глюкозы, мочевины и минеральных веществ: кальция и фосфора (таблица 112).

Таблица 112 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови молоди радужной форели при выращивании в лотках

Показатель	Единицы измерения	Группа	
		контрольная	опытная
Билирубин общ.	мкмоль/л	5,80±0,31	6,93±0,30
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,83±0,04	2,10±0,14
Белок общий	г/л	89,33±2,32	63,97±0,34*
АСТ	Ед./л	44,43±3,31	49,77±2,52
АЛТ	Ед./л	54,77±0,69	51,07±1,58
Мочевина	ммоль/л	5,77±0,11	5,07±0,25
Глюкоза	ммоль/л	5,50±0,13	4,50±0,05**
Кальций	ммоль/л	2,60±0,03	2,77±0,05*
Фосфор	ммоль/л	3,23±0,07	3,50±0,06*

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

Анализируя данные таблицы можно сказать, что увеличение общего и прямого билирубина в опытной группе по сравнению с контролем не достоверно. Содержание общего белка и глюкозы в плазме крови рыб опытной группы уменьшилось по сравнению с контролем, что, по-видимому, связано с длительным использованием в кормлении комбикормов с высоким содержанием протеина и биологически активной добавки «ОМЭК-Ј», которая содержит в своем составе кормовые дрожжи – источник протеина микробного синтеза, что вызвало интенсивный белковый обмен. При введении в рацион органического йода в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы уменьшилось количество фермента печени АЛТ, хотя при этом коэффициент Де Ритиса оставался на уровне физиологической нормы и был равен 0,98. Количество мочевины в плазме крови рыб контрольной и опытных групп достоверно не отличалось. Положительное влияние органический йод оказал на минеральный обмен, так количество кальция и фосфора достоверно было выше в опытной группе по сравнению с контролем ($P \geq 0,95$).

3.4.2.5 Химический состав мышечной ткани

Для оценки влияния органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на обменные процессы молоди радужной форели был изучен химический состав мышечной ткани рыб (таблица 113).

Таблица 112 - Химический состав мышечной ткани молоди радужной форели, %

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Влажность	73,30±0,65	72,65±1,26
Сухое вещество	26,70±1,64	27,35±1,00
Сырой протеин	19,36±1,4	20,06±1,4
Сырой жир	4,66±0,13	4,60±0,74
Зола	1,40±0,02	1,67±0,20
Кальций	0,59±0,07	0,57±0,03
Фосфор	0,10±0,01	0,09±0,01

Наблюдалось некоторое повышение значений сырого протеина и сухого вещества в мышечной ткани рыб опытной группы. Сырой протеин был выше на 3,6 %, сухое вещество на 2,4 % по сравнению с контролем.

На основании проведенного химического анализа можно сделать вывод, что органический йод в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» не оказывает негативного влияния на химический состав мышечной ткани молоди радужной форели.

3.4.2.6 Развитие и гистологическое состояние внутренних органов

При изучении влияния органического йода на физиологические процессы организма радужной форели необходимо оценить состояние внутренних органов. В конце опыта был проведен контрольный убой молоди радужной форели подопытных групп средней массой 87-107 г.

При осмотре внутренних органов патологий не обнаружено. Сердце упругое, насыщенного красного цвета, достаточное кровенаполнение сосудов. Желудочно-кишечный тракт имел естественный цвет, без кровоизлияний и патологий в развитии. Желудок хорошо выражен и имеет сифонообразную форму, кишечник представляет собой вид короткой трубки. Эпителий всех отделов кишечника состоит из 2-х видов клеток: энтероцитов и бокаловидных железистых клеток, вырабатывающих слизь. Энтероциты форели по своей цитологической структуре очень схожи с энтероцитами карповых рыб и высших млекопитающих [463].

На гистологическом срезе кишечника рисунок ворсинок отчетливо выражен (рисунок 54). Бокаловидные клетки равномерно распределены в эпителии ворсинок. Тинкториальные свойства тканей не нарушены.

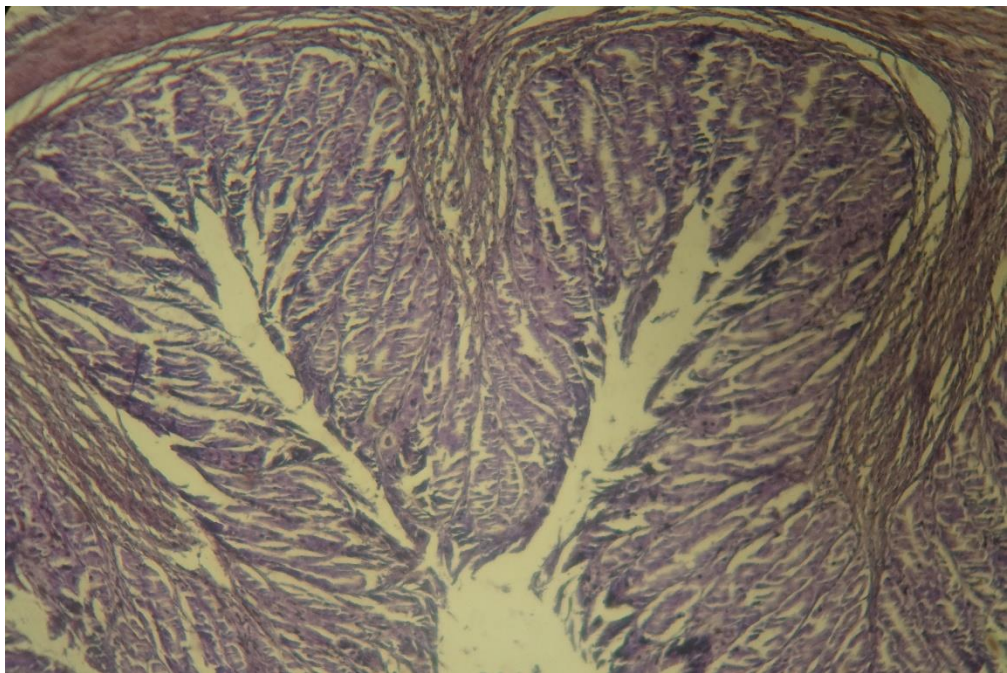


Рисунок 54 - Гистологический срез толстого кишечника радужной форели опытной группы. Г.Э. x100

Печень достаточно объемная, компактная, блестящая, упругая, без кровоизлияний. На гистологическом срезе видны многоугольные гепатоциты с округлым ядром. Печеночные вены имеют четкие контуры (рисунок 55).

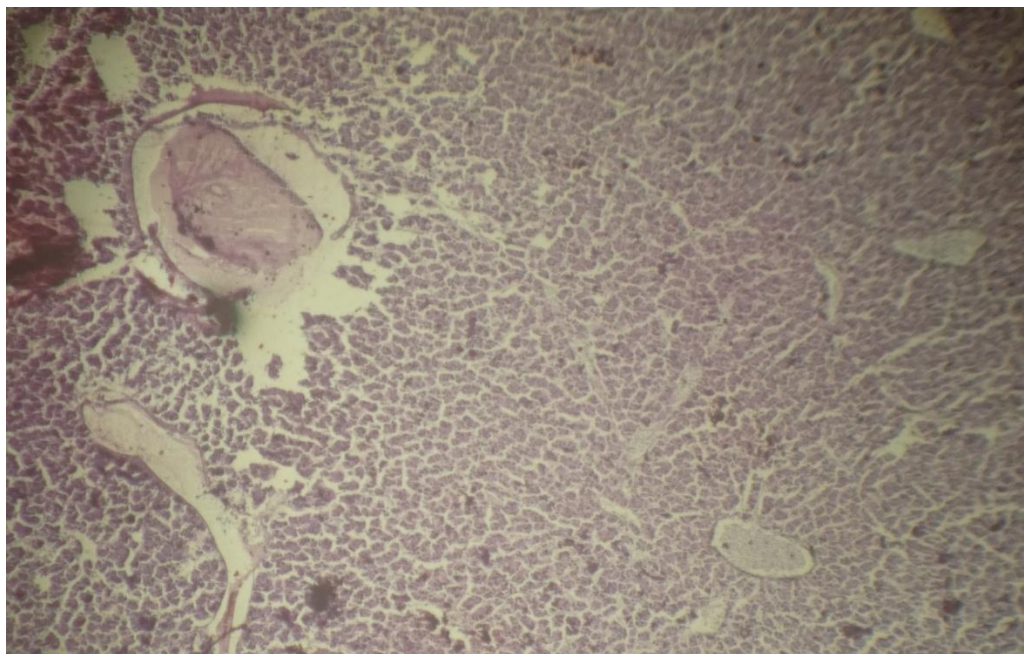


Рисунок 55 - Гистологический срез печени радужной форели опытной группы. Г.Э. x100

Почечные каналцы на гистологическом срезе почки не изменены, эпителий канальцев имел четкие границы (рисунок 56).

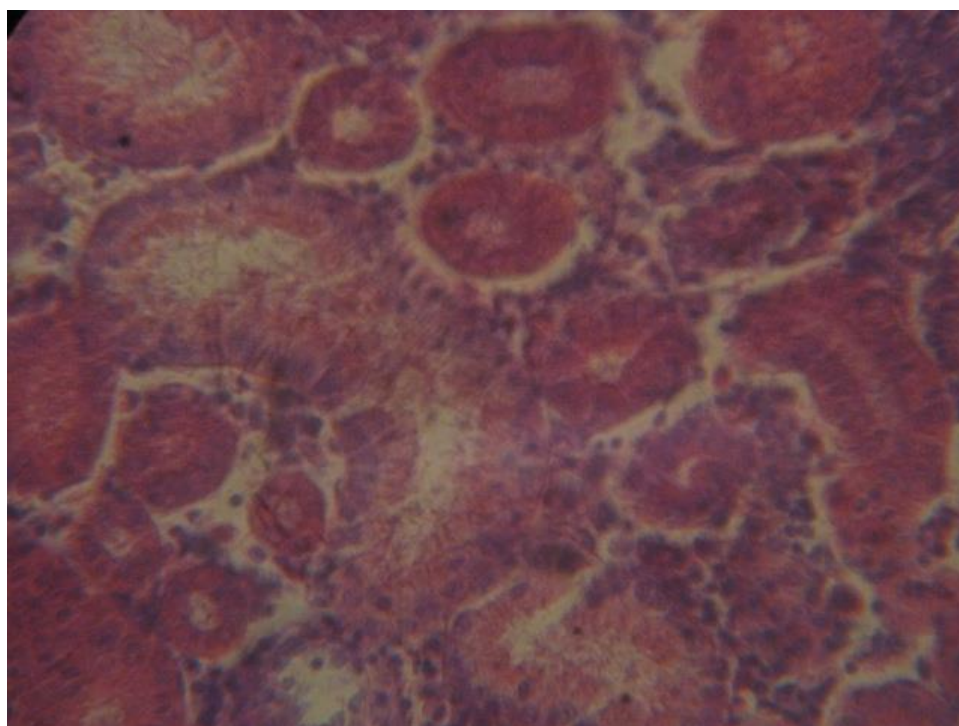


Рисунок 56 - Гистологический срез почек радужной форели. Г.Э. x100

Цитоплазма клеток почечных канальцев светло розового цвета. Капсулы почечных клубочков без патологических изменений. Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное кровенаполнение сосудистых петель.

Таким образом, результаты исследований показали, что включение органического йода в рацион молоди радужной форели дозировкой 300,0 мкг/кг в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» не оказало негативного влияния на развитие и физиологическое состояние внутренних органов рыб.

3.4.2.7 Экономическая эффективность лоткового выращивания молоди радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Экономическая эффективность производства рыбной продукции основывается на двух наиболее важных звеньях: себестоимости рыбной продукции, которая состоит большей частью из стоимости посадочного материала и затраченных кормов, и массонакоплении выращиваемой рыбы.

Себестоимость выращенных сеголетков радужной форели представлена на рисунке 57.

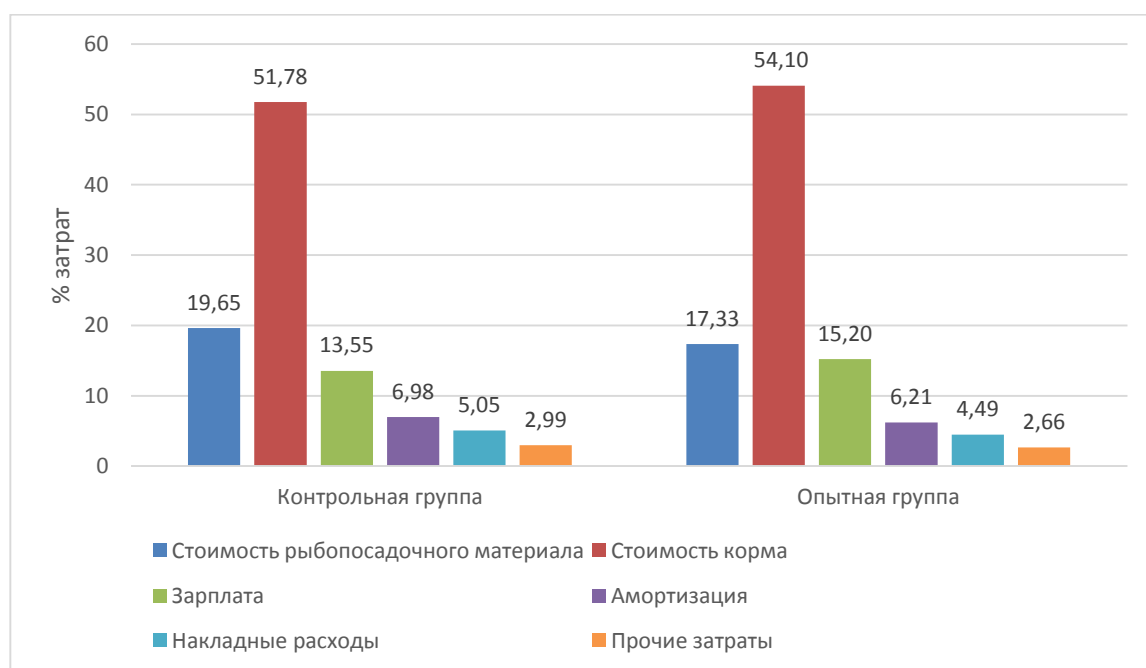


Рисунок 57 – Себестоимость молоди радужной форели при выращивании в лотках с использованием в кормлении добавки «ОМЭК-Ј»

Затраты на выращивание сеголетков радужной форели в опытной группе были на 0,67 тыс. руб. больше, чем в контрольной за счет введения в рацион опытной группы биологически активной добавки, увеличения стоимости скормленных комбикормов и, соответственно, рыбы.

Дальнейший расчет экономической эффективности выращивания рыбопосадочного материала радужной форели при использовании в кормлении органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» представлен в таблице 113.

Таблица 113 - Экономическая эффективность лоткового выращивания молоди радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Ихтиомасса мальков форели в начале, кг	1,07	1,06
Ихтиомасса сеголетков форели в конце, кг	17,51	21,10
Прирост молоди форели, кг	16,45	20,03
Стоимость мальков форели, тыс. руб.	1,07	1,06
Затраты комбикорма на 1 кг прироста молоди форели, кг	1,17	1,08
Стоимость 1 кг корма, тыс. руб.	0,148	0,148
Скормлено корма, кг	19,05	21,48
Стоимость всего скормленного корма, тыс. руб.	2,82	3,31
Реализационная стоимость 1 кг рыбы, руб.	450,0	450,0
Выручка от реализации сеголетков форели, тыс. руб.	7,88	9,50
Себестоимость сеголетков форели, тыс. руб.	5,45	6,12
Прибыль от реализации сеголетков форели, тыс. руб.	2,43	3,38
Дополнительно полученная прибыль от реализации сеголетков, тыс. руб.		0,94
Уровень рентабельности производства, %	44,59	55,23

Себестоимость молоди радужной форели опытной группы превышала себестоимость контроля на 670 руб., но наибольший прирост ихтиомассы в опытной группе позволил получить большую прибыль от реализации рыбы, по сравнению с контрольной группой. Это позволило повысить уровень рентабельности производства в опытной группе на 10,64 % по сравнению с контролем.

3.4.3 Использование добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании радужной форели до товарной массы

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию товарной радужной форели с применением в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» был проведен в течение 147 дней с мая по сентябрь на территории ФГУП «Тепловский рыбопитомник» Новобурасского района Саратовской области. Для эксперимента методом аналогов были отобраны годовики радужной форели, средней массой около 66 г и разместили их по 300 особей в контрольную и опытные группы. Форель содержалась в лотках размером 3,0x0,7x1,0 м. Соотношение сторон прямоугольного лотка составляло 1:4 с уровнем воды в бассейне 80 см. Плотность посадки радужной форели составила 143 шт./м³. Водообмен в рыбоводных емкостях осуществлялся 2 раза за 1 час.

Рыбам контрольной и опытных групп скармливали сбалансированный по всем питательным веществам экструдированный производственный комбикорм с диаметром гранул 3 мм. Контрольная группа получала только экструдированный комбикорм (ОР), а опытным группам скармливали комбикорм с биологически активной добавкой «ОМЭК-Ј», содержащей йод в дозе 300,0 и 350,0 мкг на 1 кг массы тела. Учитывая наличие йода в составе комбикормов в количестве 112,0 мкг на 1 кг корма, содержание йода в рационе контрольной и опытных групп составило 1,34 мкг, 301,34 мкг, 351,34 мкг на 1 кг массы рыбы.

3.4.3.1 Физико-химические параметры водной среды

Источником водоснабжения являлась артезианская скважина, вода из которой через пруд отстойник поступала в рыбоводные емкости. Вода имела достаточно стабильный температурный режим, позволяющий использовать ее для выращивания форели. Значения температуры находились в пределах 6-14 °С. Средняя температура за период опыта составила 11,0 °С.

Содержание растворенного кислорода в воде на протяжении научно-хозяйственного опыта не опускалось ниже 10 мг/л.

Гидрохимические показатели водной среды в лотках представлены в таблице 115.

Таблица 115 - Химические показатели воды в лотках

Показатель	Фактические данные	Требования ОСТ 15.372.87
рН	7,0-7,5	7,0-8,0
Кислород, мг/л	10,0-11,0	Не менее 9,0
Цветность, градусы	20,0	30,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,05
Азот нитратов, мг/л	0,3	1,0
Фосфаты, мг/л	0,2	0,3
Общая жесткость, мг-экв/л	9,0	8,0-12,0
Сероводород, мг/л	0	0
Железо общ., мг/л	0,1	0,1

рН, растворенный в воде кислород и общая жесткость находились на уровне оптимальных значений. Нитраты, нитриты и азот аммонийных соединений не выходили за рамки предельно допустимых концентраций.

Проведенный анализ гидрохимических параметров водной среды показал, что вода соответствует предъявляемым требованиям ОСТ 15.372.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания радужной форели в лотках.

3.4.3.2 Рост и развитие радужной форели

Для интенсивного роста радужной форели необходимы три основных фактора: оптимальные температура и количество растворенного в воде кислорода и сбалансированные по питательным веществам корма. Увеличение скорости роста массы рыбы является ответом на благоприятные условия ее выращивания.

Динамика массы радужной форели представлена в таблице 116.

Таблица 116 - Динамика роста массы товарной радужной форели при выращивании в лотках, г

Период опыта, нед.	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Начало	66,52±1,42	65,72±1,38	66,11±1,89
1	70,36±1,87	70,22±2,11	70,32±2,03
2	75,34±2,44	75,52±3,26	75,48±3,39
3	80,46±2,77	81,72±2,56	80,56±2,66
4	87,16±2,20	89,20±2,55	87,42±2,69
5	94,82±1,98	97,26±2,11	95,32±2,45
6	102,56±2,01	105,74±2,65	103,82±2,66
7	111,32±2,49	114,64±2,07	112,82±1,96
8	119,28±2,84	124,72±2,36	121,26±2,42
9	129,74±3,21	137,36±2,66	132,36±3,15
10	141,34±2,65	150,10±4,00	144,14±3,04
11	155,24±3,44	164,20±2,95	157,72±2,77
12	169,30±2,84	180,50±2,75*	173,80±3,48
13	185,26±2,47	198,32±2,93*	191,00±2,69
14	201,80±2,68	216,10±2,69*	208,18±1,90

Продолжение таблицы 116

1	2	3	4
15	219,34±2,87	234,10±1,85**	226,0±2,71
16	235,82±2,84	251,22±2,65**	242,92±2,95
17	250,32±2,98	266,18±3,15*	258,00±3,13
18	263,64±2,15	280,62±2,03***	272,00±1,79*
19	276,68±2,52	294,50±3,02**	285,70±3,17
20	287,10±2,72	306,90±3,02**	296,84±3,32*
21	294,86±2,97	314,97±3,07**	304,86±3,21
Итого	228,34	249,25	238,75

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

Данные таблицы показывают, что уже с третьей недели радужная форель, получавшая в рационе органический йод, опережала по массонакоплению рыб контрольной группы, достоверных отличий по массе форель 1-й опытной группы достигла к 12 неделе (при $P \geq 0,95$). Средняя масса рыб в 1-й и 2-й опытных группах к концу эксперимента превышала по этому показателю контрольных особей соответственно на 6,8 и 4,5 %.

Органический йод в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» оказал положительное влияние на показатели прироста и выживаемости товарной форели (таблица 117).

Таблица 117 - Показатели прироста и выживаемости товарной радужной форели при выращивании в лотках

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Абсолютный прирост, г	228,34	249,25	238,75
Относительный прирост, %	343,27	379,26	361,14
Среднесуточный прирост, %	0,86	0,89	0,88
Выживаемость, %	96,00	98,33	97,67

Наибольшие показатели по приростам и выживаемости наблюдались в 1-й опытной группе, где форель получала с кормом 301,34 мкг йода. Вследствие этого абсолютный прирост был выше на 8,07 %, относительный прирост на 35,99 %, среднесуточный прирост на 0,03 %, выживаемость на 2,33 % по сравнению с контрольной группой.

3.4.3.3 Эффективность использования кормов

Эффективность использования кормов радужной форелью при включении в рацион органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» отражены в таблице 118.

Таблица 118 - Показатели эффективности использования кормов радужной форелью под влиянием органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании в лотках

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Затраты всего комбикорма за период выращивания, кг	79,89	86,13	83,05
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,28	1,23	1,24
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж	19,82	19,00	19,28
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, кг	0,59	0,56	0,57
Затраты добавки «ОМЭК-Ј» за период выращивания, г	-	116,83	112,56

Общие затраты кормов увеличиваются с возрастанием массы рыбы по мере ее роста. В связи с более высокой выживаемостью и конечной ихтиомассой

наибольшие затраты кормов наблюдались в 1-й опытной группе. Однако затраты комбикорма, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста в этой группе были меньше соответственно на 0,05 кг, на 0,82 Мдж, на 0,03 кг по сравнению с контрольной группой.

3.4.3.4 Функциональное состояние биохимических показателей крови

Для определения биохимических показателей крови и гормонов щитовидной железы был осуществлен забор крови из сердца в конце опыта. В сыворотке крови было определено содержание прямого и общего билирубина, общего белка, АСТ, АЛТ, глюкозы, мочевины, кальция и фосфора (таблица 119).

Таблица 119 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови товарной радужной форели при выращивании в лотках с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј»

Показатель	Единицы измерения	Группа		
		контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Билирубин общ.	мкмоль/л	7,73±0,34	8,23±0,32	8,40±0,28
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,90±0,06	2,07±0,07	2,20±0,08*
Белок общий	г/л	82,20±1,18	71,60±3,85*	72,40±3,03*
АСТ	Ед./л	49,13±1,81	52,43±2,25	53,17±2,33
АЛТ	Ед./л	52,10±0,53	50,30±2,24	51,73±2,47
Мочевина	ммоль/л	5,83±0,11	5,13±0,26	5,10±0,27
Глюкоза	ммоль/л	5,70±0,15	4,77±0,17*	4,73±0,19*
Кальций	ммоль/л	2,63±0,05	2,80±0,03*	2,73±0,02
Фосфор	ммоль/л	3,33±0,04	3,53±0,05*	3,47±0,1

*P≥0,95

Билирубин общий и прямой у контрольной и опытных групп был примерно на одном уровне, лишь у 2-й опытной группы уровень прямого билирубина был достоверно выше по сравнению с контролем.

Содержание общего белка и глюкозы в плазме крови рыб опытных групп уменьшилось по сравнению с контролем, что, по-видимому, связано с длительным использованием в кормлении комбикормов с высоким содержанием протеина и биологически активной добавки «ОМЭК-1», которая содержит в своем составе кормовые дрожжи – источник протеина микробного синтеза, что вызвало интенсивный белковый обмен.

Значения АСТ, АЛТ и мочевины в крови рыб опытных групп и в контроле были примерно на одном уровне. Соотношение АСТ/АЛТ (коэффициент Де Ритиса) в опытных группах не опускалось ниже 1. На основании этого можно заключить, что состояние печени и сердца радужной форели, получавших с комбикормом органический йод было в норме.

Значения кальция и фосфора в сыворотке крови радужной форели опытных групп было выше по сравнению со значениями этих показателей у рыб контрольной группы. Самые высокие значения кальция и фосфора наблюдались в группе, где рыбам дополнительно скармливался органический йод в количестве 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы.

Содержание тиреотропных гормонов в плазме крови радужной форели отражено в таблице 120.

Таблица 120 - Значения показателей гормонов щитовидной железы в сыворотке крови радужной форели при выращивании в лотках до товарной массы

Группа	Концентрация гормонов		
	T4 общ., нмоль/л	T4 св., нмоль/л	T3, нмоль/л
Контрольная	30,13±0,76	15,27±0,71	0,03±0,01
1-я опытная	37,30±0,81**	21,27±1,88*	0,05±0,01
2-я опытная	34,63±1,12*	19,60±2,00	0,04±0,01

*P≥0,95; **P≥0,99

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии органического йода на синтетическую деятельность щитовидной железы.

Содержание тироксина в крови рыб опытных групп под действием вводимого в рационы органического йода увеличилось и достигло максимальных значений в крови рыб 1-й опытной группы. Содержание общего Т4 было на 7,27 нмоль/л, свободного Т4 на 6,00 нмоль/л больше по сравнению с уровнем Т4 в крови рыб контрольной группы. Трийодтиронин также был выше у форели опытных групп по сравнению с контролем.

3.4.3.5 Развитие и гистологическая структура внутренних органов

Для изучения развития и состояния внутренних органов в конце научно-хозяйственного опыта был осуществлен контрольный убой. Для контрольного убоя были взяты по 3 особи радужной форели из каждой группы средней массой 295,67-315,00 г. При вскрытии рыб были осмотрены, взвешены внутренние органы и взяты ткани на гистологический анализ. Состояние и развитие внутренних органов было без видимых патологий.

Результаты определения средней массы внутренних органов приведены в таблице 121.

Таблица 121 – Масса внутренних органов

Показатель	Группа					
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	0,84±0,02	0,28	0,9±0,01	0,29	0,86±0,01	0,28
Печень	4,11±0,10	1,39	4,36±0,05	1,41	4,27±0,08	1,40
Желудок	4,23±0,14	1,43	4,45±0,04	1,41	4,3±0,05	1,41
Кишечник	5,25±0,06	1,78	5,37±0,04	1,70	5,26±0,03	1,72

Средняя масса органов радужной форели была примерно на одном уровне и достоверно не отличалась.

На гистологическом срезе кишечника рисунок ворсинок отчетливо выражен (рисунок 58). Бокаловидные клетки равномерно распределены в эпителии ворсинок. Тинкториальные свойства тканей не нарушены.

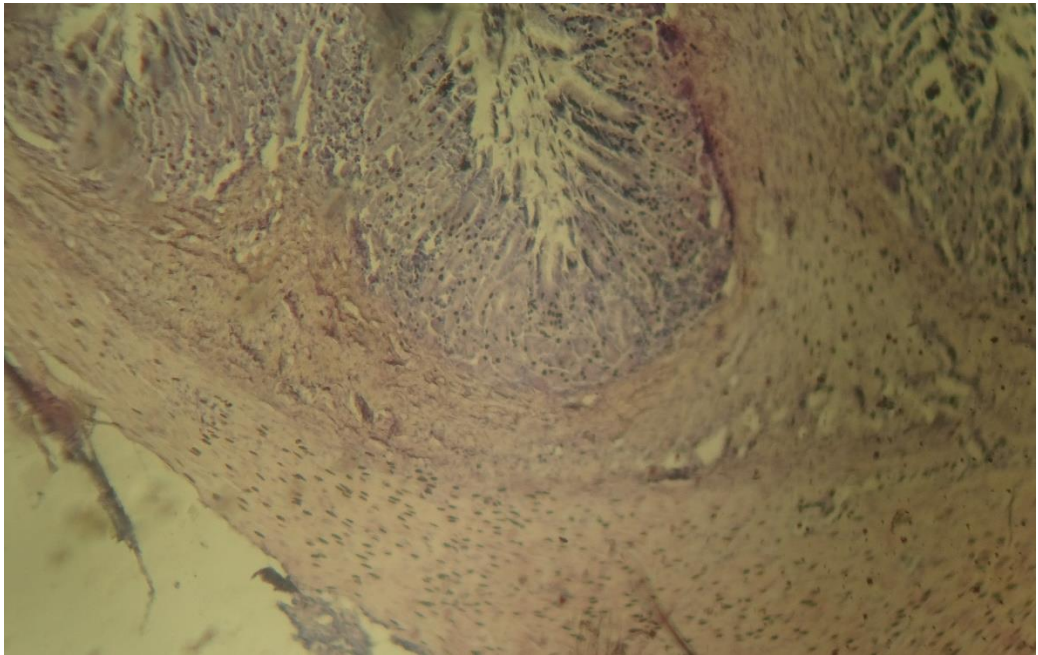


Рисунок 58 - Гистологический срез толстого кишечника радужной форели 1-й опытной группы. Г.Э. x100

Печень достаточно объемная, компактная, блестящая, упругая, без кровоизлияний. На гистологическом срезе видны многоугольные гепатоциты с округлым ядром. Печеночные вены имеют четкие контуры (рисунок 59).

Исходя из результатов гистологического исследования почек было выявлено, что структура нефронов у всех исследованных рыб почти не отличалась. Почечные тельца широко варьировали в размерах: от очень мелких с небольшими капиллярными клубочками до крупных, больших в объеме телец. Дистрофические и некробиотические изменения тканей почек не выявлены.

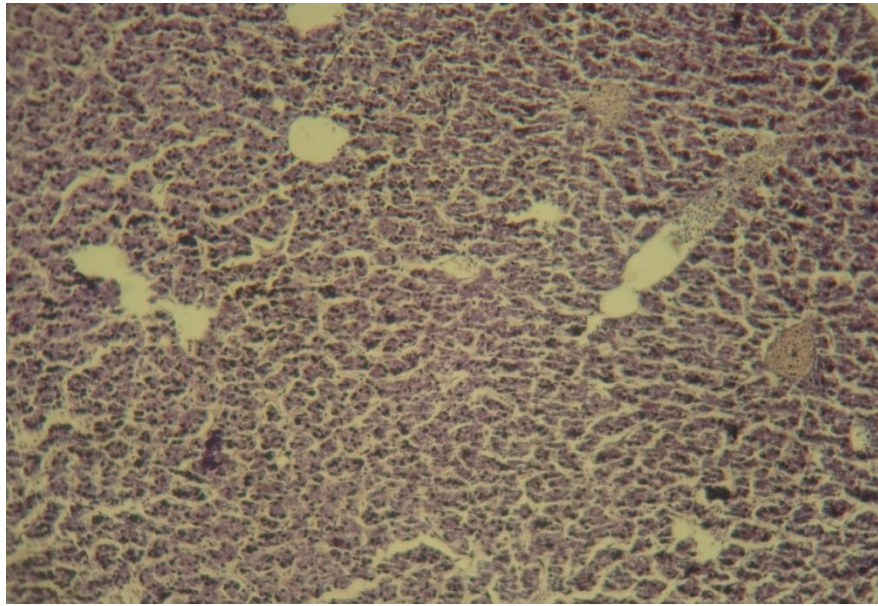


Рисунок 59 - Гистологический срез печени радужной форели 1-й опытной группы. Г.Э. x100

Почечные канальцы на гистологическом срезе почки не изменены, эпителий канальцев имел четкие границы (рисунок 60). Цитоплазма клеток почечных канальцев светло розового цвета. Капсулы почечных клубочков без патологических изменений. Почечные клубочки имели четкие границы, наблюдалось умеренное кровенаполнение сосудистых петель.

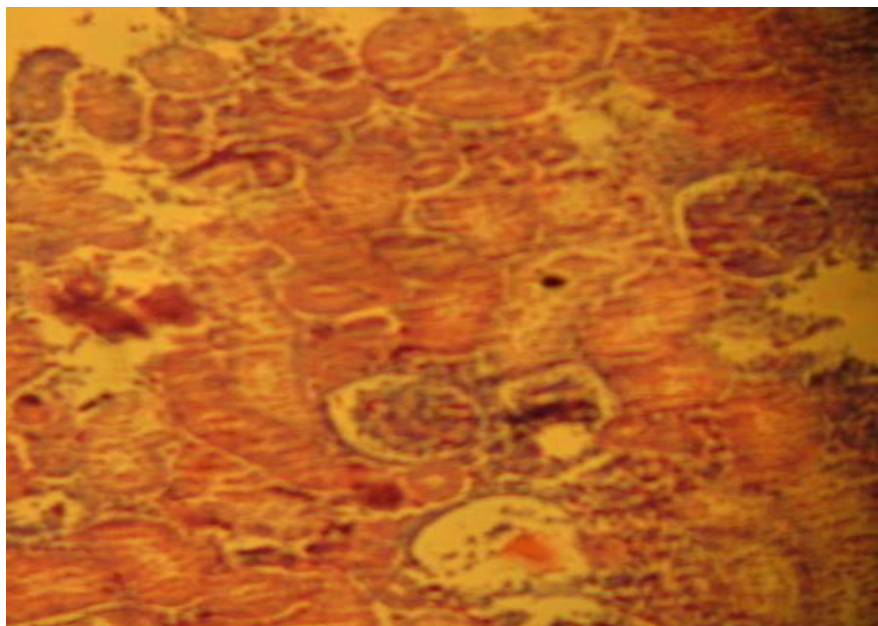


Рисунок 60 - Гистологический срез почек радужной форели 1-й опытной группы. Г.Э. x100

Таким образом, результаты исследований показали, что включение органического йода в рацион радужной форели в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» не оказало негативного влияния на развитие и физиологическое состояние внутренних органов рыб.

3.4.3.6 Химический состав мышечной ткани

Чтобы получить более полную картину физиологического состояния рыбы при использовании в кормлении биологически активных добавок немаловажным фактором является изучение химического состава мышечной ткани рыб. Результаты оценки влияния органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» на химический состав мышечной ткани товарной радужной форели представлены на рисунке 61.



Рисунок 61 – Химический состав мышечной ткани товарной радужной форели: а - контрольная группа; б - 1-я опытная группа; в - 2-я опытная группа

Анализируя полученные данные по химическому составу мышечной ткани радужной форели, можно заключить, что у опытных групп под влиянием кормовой добавки «ОМЭК-Ј» повышался уровень сырого протеина и жира. Наивысших значений эти показатели достигли в 1-й опытной группе, где сырой протеин и жир были выше соответственно на 1,45 и 0,61 %, по сравнению с контролем. Общая влажность мышечной ткани рыб опытных групп была ниже ($P \geq 0,95$) по сравнению с содержанием влаги в мышцах рыб контрольной группы.

Содержание йода в мышечной ткани радужной форели представлено на рисунке 62.

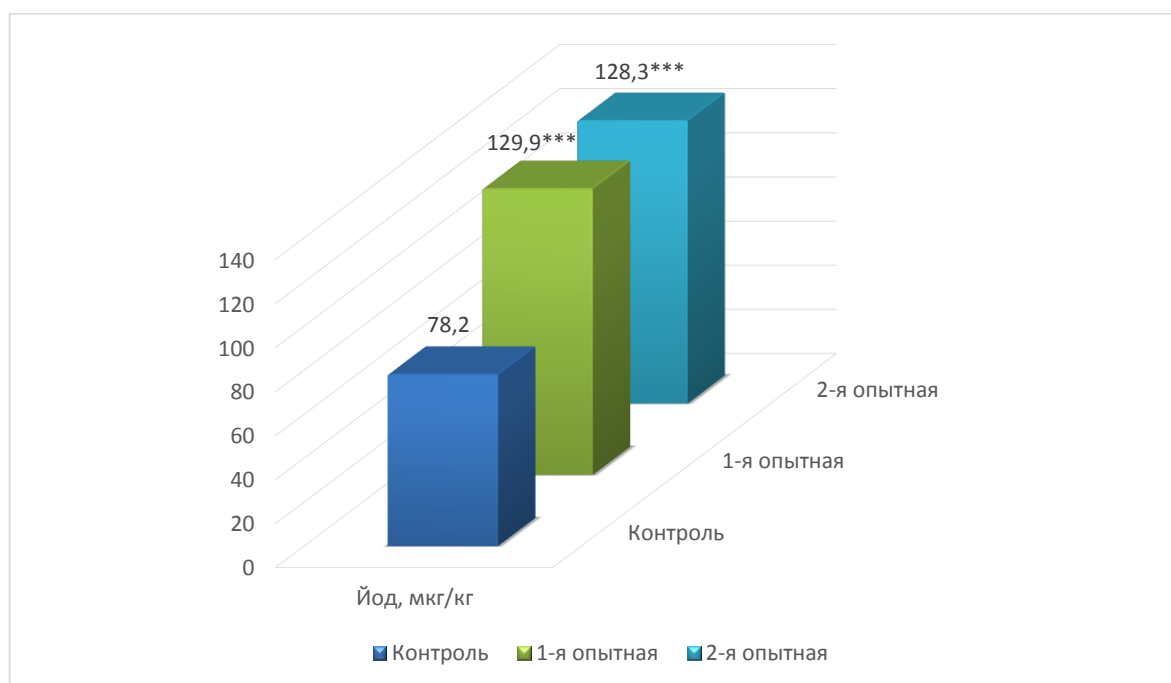


Рисунок 62 - Содержание йода в мышечной ткани радужной форели

В мышечной ткани радужной форели опытных групп количество ассимилированного йода достигло значений 129,9 и 128,3 мкг ($P \geq 0,999$) на 1 кг массы рыбы, что на 51,7 и 50,1 мкг больше уровня йода в мышечной ткани рыб контрольной группы.

3.4.3.7 Товарные качества радужной форели

Для оценки товарных качеств рыбной продукции был проведен контрольный убой радужной форели с последующим определением массы частей и органов рыбы подопытных групп и расчетом выхода съедобных, условно съедобных и несъедобных частей тела. В ходе контрольного убоя была определена длина тела радужной форели по Смитту (L) и рассчитан коэффициент упитанности (таблица 122).

Средняя масса изучаемых в ходе контрольного убоя частей тела рыб опытных групп была достоверно выше аналогичных показателей рыбы контрольной группы. Установлено, что у рыб, получавших с кормом йод в количестве 301,34 и 351,34 мкг/кг выход съедобных частей был выше на 12,1 % и 9,4 % по сравнению с особями контрольной группы. Выход несъедобных частей в опытных группах не превышал 18,9 %.

Коэффициент упитанности у рыб во всех группах не был ниже 2,28. Наибольшего значения этот показатель достиг в 3-й опытной группе, что свидетельствует о более интенсивном жиронакоплении радужной форели под действием органического йода в количестве 300,0 мкг/кг.

3.4.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Органолептическая оценка пищевых продуктов основана на выявлении качественных отличий при сравнении исследуемых образцов пищевой продукции с помощью органов чувств. Именно органолептическая оценка дает общее или частичное представление о качестве представленных на экспертизу образцов пищевой продукции.

Для определения влияния органического йода в составе добавки «ОМЭК-1» на вкусовые качества радужной форели была проведена органолептическая оценка качества отварной мышечной ткани и бульона рыб контрольной и опытных групп. Готовый продукт (бульон и отварное мясо) оценивался по ряду свойств.

Таблица 122 - Результаты убоя товарной радужной форели

Показатель	Группа					
	контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	количество	% от массы	количество	% от массы	количество	% от массы
Масса рыбы, г	295,67±4,1 9	100,0	315,00±2,89*	100,0	304,86±3,68	100,0
Масса кожи, г	22,75±0,27	7,70	28,43±0,41***	9,03	27,30±0,38** *	8,95
Масса головы и плавников, г	38,71±0,87	13,09	47,05±0,33***	14,93	44,91±0,93**	14,73
Масса костной ткани, г	21,50±0,73	7,27	24,62±0,27*	7,81	23,69±0,62	7,77
Масса мышечной ткани, г	159,37±1,2 1	53,90	179,00±1,27** *	56,83	174,5±1,25** *	57,24
Масса жабр, слизи, полостной жидкости, крови и др.	17,42±0,9	5,89	21,90±0,5**	6,61	24,68±0,6**	6,48
Масса съедобных частей, г	163,48±1,3 2	55,29	183,36±1,32** *	58,21	178,77±1,32* *	58,64

Сумма съедобных и условно съедобных частей, г	223,68±2,9 1	75,65	255,03±1,9***	80,96	247,37±2,83* *	81,14
Масса несъедобных частей, г	71,99±1,27	24,35	59,97±1,01**	19,04	57,49±0,85** *	18,86
Длина рыбы по Смитту (L), см	23,50±0,29		23,83±0,17		23,67±0,09	
Коэффициент упитанности (Ку)	2,28		2,34		2,30	

* $P \geq 0,9$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

Отварное мясо оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету; рыбный бульон - по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира. Образцы оценивались по пятибалльной шкале.

В результате дегустации более высокую оценку получили образцы отварного мяса радужной форели 1-й опытной группы. Они превосходили по ряду свойств отварное мясо рыб 2-й опытной группы или были на уровне контроля (рисунок 63).

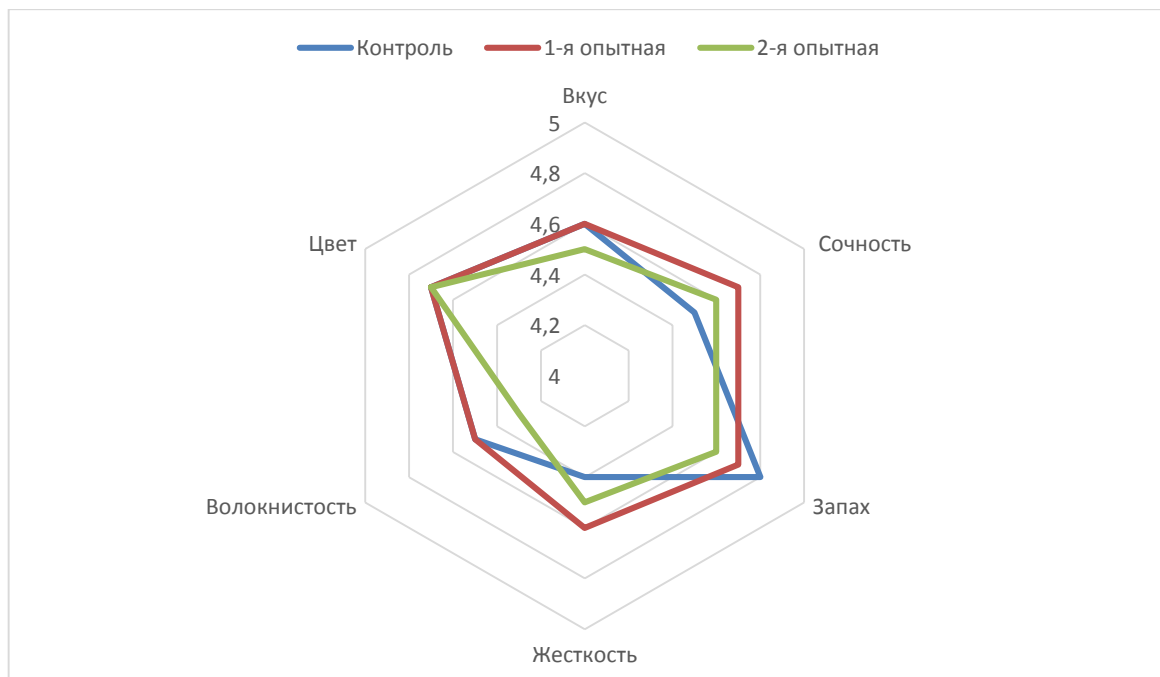


Рисунок 63 - Профилограмма образцов отварного мяса

Органолептическая оценка бульона, представленная на рисунке 64 показала, что по вкусу аромату и цвету бульон образцов 1-й опытной группы был на уровне контроля, по наваристости, прозрачности и капелькам жира превосходил его. Оценка образцов бульона мышечной ткани рыб 2-й опытной группы была несколько ниже по таким показателям как вкус и аромат, по остальным показателям она была на уровне контроля или превосходила его.

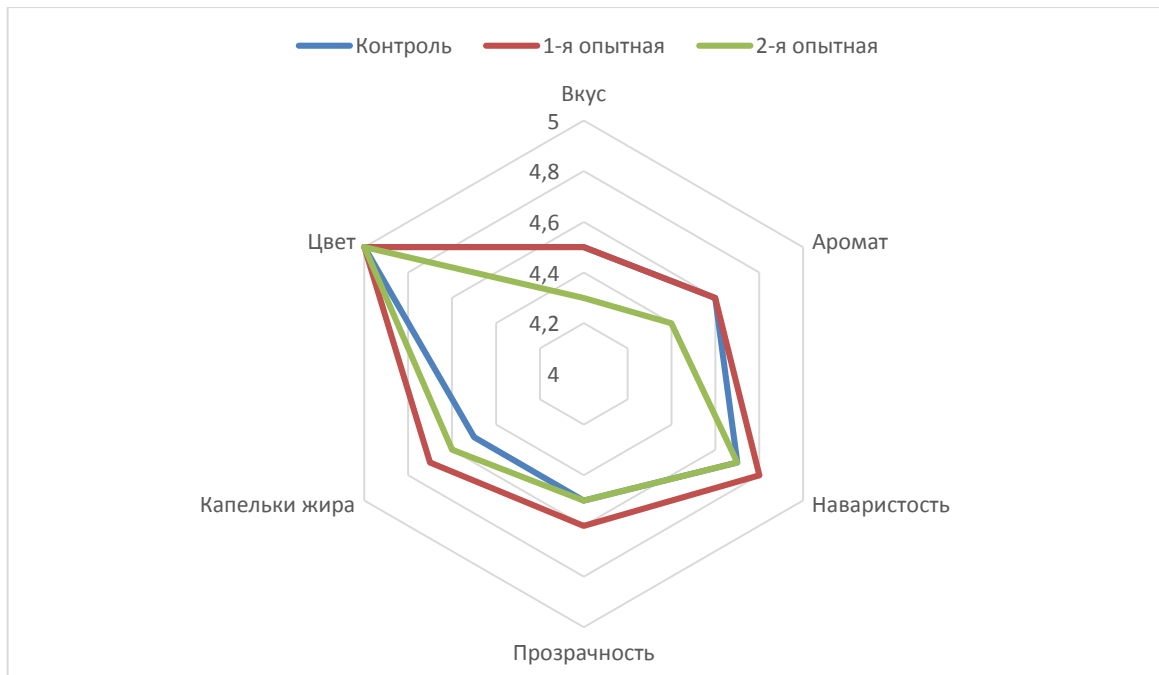


Рисунок 64 - Профилограмма образцов бульона

На основании данных дегустации было выявлено, что органический йод в количестве 300,0 мкг/кг в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» оказал положительное влияние на качество отварного мяса радужной форели и бульона. Было отмечено улучшение качества отварного мяса и бульона рыб по ряду показателей.

3.4.3.9 Экономическая эффективность выращивания товарной радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј»

В конце научно-хозяйственного опыта была рассчитана экономическая эффективность выращивания товарной радужной форели с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј». При оценке рентабельности производства важное место отводится себестоимости рыбы, которая включает в себя все расходы по ее выращиванию. Большая часть затрат приходится на посадочный материал и корма (рисунок 65).

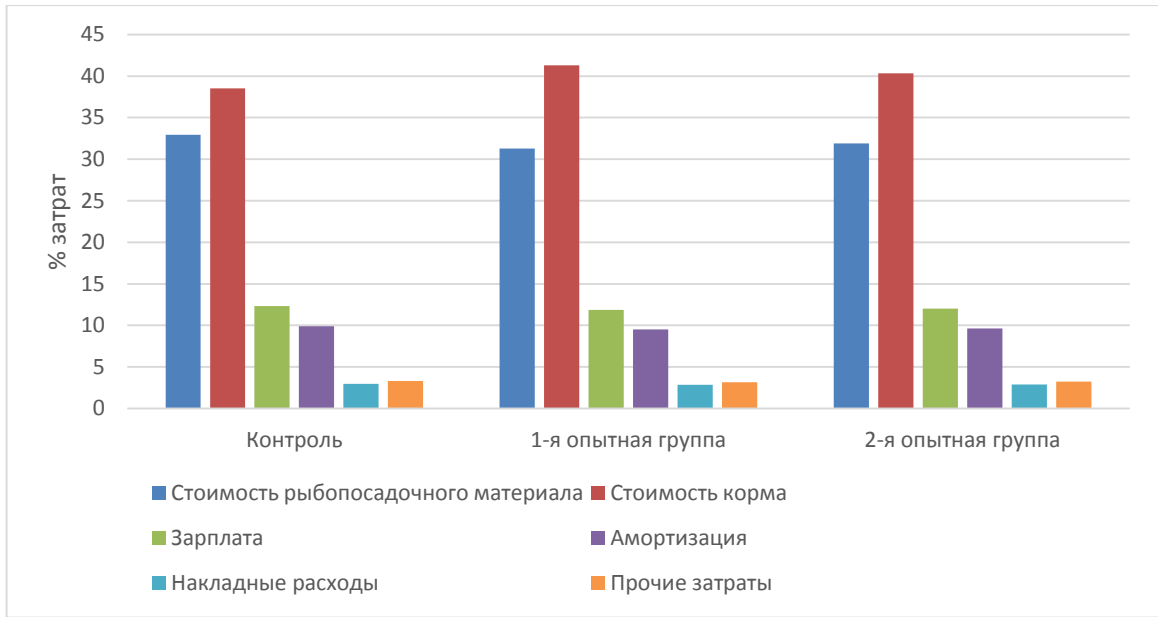


Рисунок 65 - Структура себестоимости рыбной продукции

Расчет экономической эффективности представлен в таблице 123.

Таблица 123 – Экономическая эффективность выращивания товарной радужной форели с использованием кормовой добавки «ОМЭК-1»

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
1	2	3	4
Ихтиомасса годовиков форели в начале, кг	19,96	19,72	19,83
Ихтиомасса двухлетков форели в конце, кг	84,92	92,92	89,32
Прирост ихтиомассы форели, кг	64,96	73,20	69,49
Количество посадочного материала в начале, экз.	300,00	300,00	300,00
Выживаемость, %	96,00	98,33	97,67
Стоимость 1 кг посадочного материала форели, руб.	500,00	500,00	500,00
Стоимость годовиков форели, тыс. руб.	9,98	9,86	9,92
Затраты комбикорма на 1 кг прироста форели, кг	1,28	1,23	1,24

Продолжение аблицы 123

1	2	3	4
Стоимость 1 кг корма, тыс. руб	0,15	0,15	0,15
Стоимость 1 кг добавки, тыс. руб.		3,70	3,70
Скормлено корма, кг	79,90	86,13	83,05
Скормлено добавки, кг		0,12	0,11
Стоимость всего скормленного корма, тыс. руб.	11,66	12,58	12,13
Стоимость всей добавки, тыс. руб.		0,43	0,42
Стоимость корма с добавкой, тыс. руб.	11,66	13,01	12,54
Стоимость 1 кг форели, руб.	450,00	450,00	450,00
Выручка от реализации форели, тыс. руб.	38,21	41,81	40,20
Себестоимость форели, тыс. руб.	30,28	31,50	31,10
Себестоимость 1 кг форели, руб.	356,58	339,05	348,13
Прибыль от реализации форели, тыс. руб.	7,93	10,31	9,10
Дополнительно полученная прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.		2,38	1,17
Уровень рентабельности производства, %	26,19	32,73	29,26

Наибольшие затраты на комбикорма с добавкой наблюдались в 1-й опытной группе, что привело к повышению себестоимости рыбы по сравнению с контролем и 2-й опытной группой. Прирост ихтиомассы и высокий процент выживаемости позволили снизить себестоимость 1 кг рыбы и увеличить выручку от реализации, что положительно сказалось на уровне рентабельности выращивания товарной радужной форели.

Таким образом, наибольший экономический эффект получен в группе, получавшей в рационе дополнительно 300,0 мкг органического йода на 1 кг массы рыбы, что дало возможность повысить уровень рентабельности производства на 6,5 % по сравнению с контрольной группой.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1 Обсуждение полученных результатов

В настоящее время для повышения интенсификации рыбоводства возникает необходимость внедрения инновационных технологий скармливания сбалансированных по питательным веществам комбикормов с биологически активными добавками, включающими в себя органические комплексы незаменимых аминокислот, жирных кислот и микроэлементов. Йод относится к группе незаменимых минеральных веществ, которые постоянно содержатся в живых организмах, включаются в обмен веществ, входят в состав биологически активных соединений [223; 45; 337]. В организме позвоночных животных, в том числе и сельскохозяйственных, йод выполняет те же функции, что и в организме человека. Он также ответственен за нормальное прохождение всех обменных процессов, состояния иммунитета и жизнеспособности. Недостаток йода приводит к торможению синтеза тиреоидных гормонов в щитовидной железе, вследствие чего снижается уровень окислительно-восстановительных процессов в клетках, нарушаются белковый и углеводный обмены, процессы газообмена, сдвиги половых циклов у взрослых животных, снижается рождаемость и качество потомства, продуктивность животных [13; 226; 146; 190; 397; 111; 177; 429; 360; 436; 449; 454; 432; 353]. У рыб, как и у высших животных, щитовидной железе принадлежит важная роль в регуляции обмена веществ, процессов роста [44]. Йод в организм рыб поступает из воды через жабры и кожу, и с кормами через пищеварительный тракт. Окисленный йод частично подвергается восстановлению и пассивно диффундирует в кровь. Однако имеется существенная разница между содержанием йода в морской и пресной воде, поэтому в пресноводной рыбе йода содержится в несколько раз меньше, чем в морской. Вследствие этого, возникла необходимость обеспечения йодом организма пресноводной рыбы путем введения в рационы биологически активных веществ, содержащих органический йод, для увеличения скорости роста и развития, повышения жизнестойкости, накопления

йода в мышечной ткани. Йодированная рыба, как один из ценнейших белковых продуктов, является важным источником йода для человека. Особенно это необходимо для снижения риска заболеваний щитовидной железы и связанных с ним патологических процессов в организме человека в йоддефицитных районах страны.

В России и зарубежом активно ведутся исследования по использованию в кормлении различных видов рыб неорганических и органических соединений йода. Еще в 70-х годах прошлого столетия российский ихтиолог Н. В. Авдосьева [3; 4] провела опыты в прудовых хозяйствах, находящихся в йоддефицитных районах. Путем внесения в водоем йодистого калия повысилась рыбопродуктивность за счет накопления этого элемента в звеньях пищевой цепи водоема. Поступление йода в организм рыб с кормами улучшило состояние щитовидной железы, красной крови, повысило уровень белкового и жирового обменов, стимулировало рост рыб. Добавление бурых водорослей (ламинарии) в корма способствовало более высокому темпу роста и накоплению йода в тканях по сравнению с рыбами, которым скармливали неорганический йод. Это связано с органической формой йода в структуре водорослей, которая усваивается лучше организмом и активнее задерживается щитовидной железой.

В последние годы за рубежом рядом авторов проведены исследования по введению в организм молоди различных видов рыб органической формы йода через обогащенные йодом кормовые организмы. D. D. Brown [340] и M. Hawkyard [373] добавляли в рацион личинок данио рерио обогащенную йодом артемию. K. Namre [372] и S. Penglase [421] кормили личинок атлантической трески (*Gadus morhua*) коловратками, обогащенными через воду неорганическими соединениями йода. A. R. Ribeiro [430, 431] скармливал личинкам сенегальской солеи (*Solea senegalensis*) артемию, обогащенную йодидом натрия. Учеными было отмечено повышение выживаемости, улучшение физиологических показателей и увеличение скорости роста рыб.

Группа немецких ученых [439] в своих исследованиях на протяжении девяти месяцев включала в рационы гольцов (*Salvelinus sp.*) бурые водоросли (*Laminaria*

digitata) с количеством йода 539 ± 86 мкг/кг массы рыбы. Было отмечено увеличение в 4 раза содержания йода в рыбе, которая получала водоросли с кормом.

До настоящего времени не проводились исследования по обогащению йодом рационов осетровых рыб, ценнейших и исчезающих представителей нашей ихтиофауны. Поэтому научная работа по использованию в кормлении ленского осетра, карпа и радужной форели органических соединений йода в составе биологически активных добавок на настоящий момент актуальна и очень перспективна. Результаты нашей научной работы дополняют базу уже полученных ранее данных по использованию йода в кормлении рыб и направлены на детализацию норм кормления.

В рационах были использованы пищевые добавки, сбалансированные по аминокислотному составу, содержащие йод в легкоусвояемой органической форме, который не оказывает угнетающего, токсического воздействия на организм в повышенных дозах. Такими биологически активными добавками явились: «Абиопептид с йодом», синтезируемый ООО Фирма «А-БИО», г. Пущино, Московской области и «ОМЭК-Ј», выпускаемый ООО «Биоамид» г. Саратов.

Выбор дозировок органического йода, взятых для экспериментов, основывался на проведенных ранее результатах научных исследований Н. В. Авдосьевой [3; 4], Н. Т. Сергеевой [255], R. T. Lovell [400], Ahmed Mustafa [327], S. Penglase [421] по использованию неорганических и органических соединений йода в рыбоводстве.

«Абиопептид с йодом», представляющая собой сухой панкреатический гидролизат соевого белка, где йод находится в наиболее доступной для усвоения и безвредной органической форме, в виде устойчивого комплекса с аминокислотой – тирозином в составе йодогоргоновой кислоты.

Проведенные ранее исследования Ю. А. Гусевой, И. А. Китаевым [94] и О. С. Максимовой [94] по использованию кормовой добавки «Абиопептид» в кормление ленского осетра и радужной форели при выращивании в индустриальных условиях показали, что данная добавка положительно сказывается

на белково-аминокислотном обмене веществ, продуктивности и товарных качествах ленского осетра и радужной форели.

На основании предварительных опытов по выращиванию ленского осетра и карпа с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом» с дозировками органического йода от 100,0 до 500,0 мкг в 1 мл добавки на 1,0 кг массы рыб были проведены научно-хозяйственные опыты по исследованию оптимальных дозировок органического йода при выращивании товарной рыбы в промышленных условиях. Наилучшие результаты были получены в опытных группах ленского осетра и карпа, получавших с рационом органический йод дозировкой 200,00 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе «Абиопептид с йодом» Здесь была отмечена самая высокая интенсивность роста, уменьшение затрат кормов, прирост общей ихтиомассы и повышение выживаемости по сравнению с другими опытными группами и контрольной группой рыб. Эти данные коррелируют с результатами, полученными Н. В. Авдосевой [4] при введении в рационы прудовых рыб йодистого калия с содержанием йода от 0,025 до 0,4 мг и ламинарии с количеством йода 4,5 мг на 1 кг массы рыбы.

Дозировки органического йода в количествах от 100,0 до 250,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы, оказывали стимулирующее влияние на синтетическую активность щитовидной железы, в следствие чего увеличивалось количество тиреоидных гормонов в сыворотке крови. Повышение количества тироксина и трийодтиронина в крови ленского осетра в опытных группах явилось причиной более интенсивного роста, массонакопления и повышения жизнестойкости. Аналогичные данные были получены В. С. Зензеровым [113]. Этот ученый выявил стимулирующую роль тироксина в ускорении темпов весового роста горбуши. Молодь горбуши помещалась в ванны с тироксином с возрастающей концентрацией. Наблюдалось увеличение линейного, весового роста и упитанности опытных рыб в 2,5-3 раза по сравнению с контрольными особями, не содержащихся в тироксиновых ваннах.

В опытных группах рыб, получавших дополнительно дозировку органического йода 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы, было отмечено повышение уровня общего белка и глюкозы, что свидетельствует об активации работы

щитовидной железы и под действием синтезированных гормонов увеличение интенсивности белкового и углеводного обменов.

Морфологические показатели крови двухлеток и трехлеток карпа в опытной группе, получавшей с рационом дополнительно 200,0 мкг/кг были на уровне контрольных параметров. Дозировка органического йода 500,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе кормовой добавки оказала негативное влияние на показатели крови, что в свою очередь отразилось на снижении темпа роста рыбы в этой группе.

Использование в кормление ленского осетра и карпа органического йода в дозировке 500,00 мкг на 1,0 кг массы рыбы хоть и не оказывало угнетающего воздействия на динамику роста, потребление кормов, но были заметны негативные сдвиги в биохимических показателях крови, которые свидетельствовали о начале нарушений белкового и липидного обменов. В гистологических исследованиях были также отмечены начинающиеся патологические процессы в печени ленского осетра, получавшего дополнительно 500,00 мкг йода на 1,0 кг массы рыбы. Л. Д. Назаренко с соавторами [195] указывают в своих исследованиях на более высокие дозировки калия йодида (2-5 г), вводимые в аквариумы с годовичками сазана, негативно влияющие на гистоструктуру тканей рыб.

Включение в рацион ленского осетра органического йода в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказывает негативное влияние на развитие и гистологическую структуру внутренних органов рыб при выращивании их до товарной массы.

При исследованиях ассимиляции йода в мышечной ткани ленского осетра и карпа, наибольшее содержание йода было отмечено в группе, где рыбы получали органический йод в дозировке 200,00 мкг на 1,0 кг массы рыбы, здесь накопившийся в мышечной ткани йод был в 1,2-1,5 раза больше значений ассимилированного йода в мышцах контрольной группы рыб. Процесс накопления йода в организме гольцов также наблюдали немецкие исследователи, Schmid S. et al [439] при введении в рационы бурых водорослей.

Чтобы получить более полную картину физиологического состояния рыбы при использовании в кормлении биологически активных добавок немаловажным фактором является изучение химического состава мышечной ткани рыб.

Химический состав мышечной ткани ленского осетра в подопытных группах был примерно на одном уровне, лишь значения содержания БЭВ, кальция и фосфора были выше у осетров опытной группы, получавших с комбикормом дополнительно 200,0 мкг органического йода. У двухлеток карпа наблюдалось незначительное увеличение сырого протеина и жира, у трехлеток карпа содержание сырого протеина в мышечной ткани рыб превышало на 2,76 % значения данного показателя у рыб контрольной группы.

Используя органический йод дозировкой 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в кормлении ленского осетра, было получено у рыб более высокое жиронакопление, коэффициент упитанности по Фультону достиг значения 0,56. Коэффициент упитанности по Фультону в контрольной и опытной группе трехлеток карпа был на уровне 3. Упитанность разных пород карпов варьирует от 2,5 до 4,0; что отражено в трудах И. Ф. Правдина [242] и T.W. Fulton [364].

При проведении контрольного убоя и товароведной экспертизы было исследовано развитие внутренних органов, определен выход съедобных и несъедобных частей. А. А. Кудряшева, Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев [364] и Т. Г. Родина [364] указывают, что товароведная экспертиза позволяет определить качество рыбной продукции по внешнему виду, ее составляющим, органолептическим данным, химическому составу и калорийности. Чем выше выход съедобных частей и наличие основных питательных веществ, витаминов и микроэлементов, тем ценнее данная рыбная продукция. Выход съедобных частей был выше у особей опытной группы, получавших органический йод в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом». По мнению Т. М. Сафроновой [251] качество приготовленных различными кулинарными способами рыбных продуктов оценивается с помощью органолептической дегустационной оценки с помощью различных органов чувств. Органолептическая оценка образцов мышечной ткани

ленского осетра и карпа, подвергшихся термической обработке в виде варки, припускания и жарки, показала, что кормовая добавка «Абиопептид с йодом», используемая в кормлении рыб, не оказала негативного влияния на вкусовые качества их мышечной ткани. Однако, более высокое качество приготовленных образцов было в опытной группе, где скармливался органический йод в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы, и незначительное снижение качества по многим показателям у рыб, получавших дополнительно с рационом 500,0 мкг/кг йода.

Выращивание товарного ленского осетра в УЗВ и садках и карпа в садках с использованием в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 200,0 мкг йода на 1,0 кг массы рыбы, позволило получить более высокий прирост ихтиомассы выращиваемых рыб с одновременным снижением затрат кормов на единицу прироста. Это увеличило прибыль от реализации рыбы и повысило уровень рентабельности производства рыбной продукции.

Биологически активная добавка «ОМЭК-Ј», представляющая собой кормовые дрожжи с йодом, где йод содержится в органической форме. В ходе синтеза йод встраивается в молекулы белка дрожжей, образуя устойчивые соединения, хорошо усваиваемые организмом. Добавка была произведена группой ученых во главе с С. П. Ворониным [53]. Исследования влияния органического йода в составе «ОМЭК-Ј» на продуктивность лактирующих коров проведены А. П. Коробовым с соавторами [152]. Было отмечено положительное влияние органического йода на молочную продуктивность коров. Анализ гормонального скрининга крови опытных коров показал положительную корреляционную связь содержания гормонов щитовидной железы трийодтиронина и тироксина в крови с содержанием йода в молоке. Было доказано, что скармливание коровам кормов с добавлением йода в органической форме в составе «ОМЭК-Ј» стимулирует поступление йода в молоко.

Влияние добавки «ОМЭК-Ј» с различными дозировками органического йода на рост, развитие, выживаемость, физиологическое состояние и товарные качества

рыбной продукции изучалось при выращивании ленского осетра в УЗВ и садках и радужной форели в лотках.

На основании полученных в предварительных опытах результатах были определены оптимальные количества йода, которые оказывали бы положительное влияние на метаболические процессы рыб.

Самые высокие значения среднесуточного прироста, абсолютного и относительного приростов наблюдались в группах, получавших органический йод в количестве 200,0 и 300,0 мкг/кг массы рыбы. В опытной группе, получавшей дополнительно йод в дозировке 500,0 мкг/кг массы рыбы, среднесуточный прирост значительно был снижен по сравнению с контрольной и другими опытными группами.

Использование в кормлении ленского осетра 200,0 и 300,0 мкг и радужной форели 300 мкг органического йода на 1 кг массы рыбы в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» повысило темпы роста и выживаемость у опытных групп одновременно со снижением затрат корма, обменной энергии и сырого протеина по сравнению с контрольной группой рыб.

Под влиянием вводимого в рационы йода в крови рыб опытных групп возросло содержание тиреоидных гормонов, что свидетельствует о повышении активности щитовидной железы. Уровень тиреоидных гормонов в крови рыб опытных групп был выше по сравнению с контрольными особями. Повышение содержания тиреоидных гормонов положительно сказалось на белковом синтезе и углеводном обмене, что отразилось в повышении общего белка и глюкозы в плазме крови ленского осетра опытных групп. Биохимические показатели крови радужной форели под влиянием органического йода оставались в пределах физиологических норм.

При изучении влияния органического йода в составе «ОМЭК-Ј» на физиологические процессы организма ленского осетра и радужной форели необходимо было оценить состояние внутренних органов и химический состав мышечной ткани. Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что органический йод дозировками 200,0 и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе

биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» не оказал достоверного влияния на развитие и массу внутренних органов, химический состав мышечной ткани ленского осетра. Использование в кормлении радужной форели органического йода дозировкой 300,0 мкг/кг также не оказало влияния на развитие и массу внутренних органов, способствовало повышению содержания сырого протеина, сырого жира, фосфора и кальция в мышечной ткани. Не было отмечено отрицательного воздействия дозровок органического йода 200,0 и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе «ОМЭК-Ј» на гистологическую структуру внутренних органов.

При расчете коэффициента упитанности самое высокое значение (0,79) отмечено у ленского осетра в группе рыб, получавших в рационе органический йод дозировкой 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы при выращивании в УЗВ, и при выращивании в садках, коэффициент упитанности достиг уровня 0,55 в опытной группе. Значение коэффициента упитанности (1,7) отмечено у молоди радужной форели в опытной группе, получавших с рационом органический йод дозировкой 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы. Это значение коэффициента упитанности по мнению К. А. Молчановой и Е. И. Хрусталева [192] и А. Б. Хабжокова, С. Ч. Казанчева и А. Х. Алоева [287] соответствует хорошему физиологическому состоянию и высокому жиронакоплению для молоди радужной форели. При выращивании товарной радужной форели коэффициент упитанности у рыб во всех группах не был ниже 2,28. Наибольшего значения этот показатель достиг в 3-й опытной группе, что свидетельствует о более интенсивном жиронакоплении радужной форели под действием органического йода в количестве 300,0 мкг/кг.

При анализе накопившегося йода в мышечной ткани ленского осетра и радужной форели, получавших с комбикормом дополнительно йод в количестве 300,0 мкг/кг, было установлено, что количество йода достигло значения 139,0 129,9 мкг на 1 кг массы рыбы, соответственно.

При оценке товарных качеств особей ленского осетра и радужной форели, получавших дополнительно органический йод в дозировках 200,0 и 300,0 мкг на

1,0 кг массы рыбы, выход съедобных частей был выше по сравнению с контрольной группой. Органический йод в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» не оказал отрицательного влияния на органолептические показатели, которые были определены в ходе дегустации.

Прирост ихтиомассы и сохранность в опытных группах позволили увеличить выручку от реализации и снизить себестоимость рыбы, что положительно сказалось на рентабельности выращивания товарного ленского осетра и радужной форели. Наибольший экономический эффект был получен: при выращивании товарного ленского осетра в УЗВ с включением в рацион органического дозировкой 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы; при выращивании товарного ленского осетра в садках и товарной радужной форели в лотках с использованием в кормлении биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» с органическим йодом в дозировке 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы, что дало возможность повысить уровень рентабельности производства рыбной продукции.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать следующее заключение: скармливание молоди ленского осетра биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» с дозировкой органического йода 200,0 мкг в 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы повышает скорость роста, при этом снижаются затраты кормов, обменной энергии и сырого протеина на единицу прироста массы рыбы. Положительно влияет на активизацию работы щитовидной железы и накопление йода в организме рыб. В дальнейшем при выращивании товарного ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения и садках с использованием органического йода в количестве 200,0 мкг в 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «Абиопептид с йодом» повышаются среднесуточные приросты и другие показатели роста с повышением выживаемости, возросла эффективность использования кормов. Органический йод в дозировке 200,0 мкг в 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» не оказал негативного влияния на биохимические показатели крови, физиологическое и гистологическое состояние внутренних органов ленского осетра. Под влиянием органического йода в количестве 200,0 мкг/кг были улучшены товарные качества

ленского осетра, повысился убойный выход съедобных и условно съедобных частей, уровень органолептических показателей рыбной продукции.

При использовании в кормлении карпа биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» с дозировкой органического йода 200,0 мкг в 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы было также отмечено повышение скорости роста, снижение расхода кормов, обменной энергии и сырого протеина на единицу прироста массы рыбы. Под влиянием органического йода была активирована деятельность щитовидной железы и синтеза тиреоидных гормонов с выведением их в кровь, что характеризовалось повышением их содержания в плазме крови. Морфологические и биохимические показатели крови рыб в опытной группе, получавшей с рационом дополнительно 200,0 мкг/кг были на уровне контрольных параметров. Не наблюдалось отрицательного воздействия органического йода в количестве 200,0 мкг/кг на физиологическое состояние и развитие внутренних органов и химический состав мышечной ткани. Под влиянием кормовой добавки «Абиопептид с йодом», содержащей органический йод дозировкой 200,0 мкг в 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы были повышены убойные и пищевые качества карпа.

При введении в рационы молоди ленского осетра биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» с дозировками органического йода от 100,0 до 400,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы было отмечено повышение скорости роста и развития одновременно со снижением потребления кормов на единицу прироста. Лучшие показатели были достигнуты в опытных группах, дополнительно получавших к общему рациону 200,0 и 300,0 мкг органического йода на 1,0 кг массы рыбы. Введение в рационы органического йода повысило синтетическую деятельность щитовидной железы с увеличением количества тиреоидных гормонов в сыворотке крови. При выращивании товарного ленского осетра в садках и УЗВ были использованы в кормлении дозировки йода 200,0 и 300,0 мкг йода на 1,0 кг массы рыбы в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј». Использование органического йода в кормлении товарного ленского осетра позволило повысить все показатели роста и выживаемость с уменьшением затрат кормов на единицу прироста. Была отмечена активация работы щитовидной железы с выработкой тиреоидных

гормонов, что положительно сказалось на белковом и углеводном обменах. Под влиянием дополнительно вводимого в рационы органического йода в дозировках 200,0 и 300,0 мкг йода на 1,0 кг массы рыбы улучшились товарные качества ленского осетра, повысился выход съедобных и условно съедобных частей, наблюдалось повышение жиронакопления и ассимиляции йода в мышечной ткани рыбы.

Органический йод в количестве 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј», скармливаемый молоди и товарной радужной форели оказал благоприятное воздействие на рост массонакопления, физиологическое состояние и жиронакопление рыбы. При быстром наборе ихтиомассы наблюдалось повышение выживаемости, снижение затрат кормов, обменной энергии и сырого протеина. Органический йод дозировкой 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы не оказал негативного влияния на биохимические показатели крови, физиологическое и гистологическое состояние внутренних органов. Было отмечено повышение содержания тиреоидных гормонов в плазме крови. Под воздействием органического йода в количестве 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» повысился убойный выход съедобных частей, была повышена оценка органолептических показателей в ходе дегустации.

Таким образом, скармливание органического йода повысило рыбопродуктивность и качество продукции, что способствовало повышению уровня рентабельности производства товарного ленского осетра, карпа и радужной форели. Полученные результаты дают возможность внести вклад в решение острой проблемы йоддефицита у населения планеты за счет производства пресноводной йодированной рыбной продукции.

4.2 Выводы

Анализ и обобщение экспериментальных материалов, полученных в наших исследованиях по определению эффективности использования органического йода

в кормлении рыб при товарном выращивании, позволяют сделать следующие выводы:

1. Количество органического йода 200,0 мкг в 1,0 мл биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» на 1,0 кг массы рыбы является оптимальной дозировкой для введения в рационы ленского осетра при выращивании в УЗВ и садках, и карпа при выращивании в садках. Скармливаемая норма органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» 200,0 и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы является оптимальной при выращивании ленского осетра, соответственно, в УЗВ и садках. Скармливаемая норма органического йода 300,0 мкг в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на 1,0 кг массы рыбы является оптимальной в кормлении радужной форели при выращивании в лотках.

2. Скармливание ленскому осетру органического йода в дозировке 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «Абиопептид с йодом» при выращивании в УЗВ и садках повысило продуктивность, соответственно, на 9,3 % ($P \geq 0,99$) и 9,1 % ($P \geq 0,95$) и выживаемость на 3,3 и 0,9 %, по сравнению с контрольной группой. Введение органического йода в рацион двухлеток и трехлеток карпа в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы повысило продуктивность соответственно на 6,7 % ($P \geq 0,99$) и 10,2 % ($P \geq 0,999$) и выживаемость на 4,0 и 1,3 %, по сравнению с контролем. Органический йод в количестве 200,0 мкг и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании ленского осетра в УЗВ и садках повышает продуктивность, соответственно, на 8,7 и 10,1 % ($P \geq 0,99$) и выживаемость особей на 5,6 и 2,9 %, по сравнению с контрольной группой. Использование в кормлении молоди и товарной радужной форели органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» в количестве 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы повысило продуктивность, соответственно, на 20,5 % ($P \geq 0,95$) и 9,4 % ($P \geq 0,99$) и выживаемость особей на 2,2 и 2,3 %.

3. Введение в рацион добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 200,0 мкг органического йода в 1,0 мл при выращивании ленского осетра до товарной массы в УЗВ и садках, снижает затраты корма на 1,0 кг прироста, соответственно, на 50,0 и 150,0 г, обменной энергии на 0,87 и 2,7 МДж и сырого протеина на 23,5 и 70,5 г.

При выращивании двухлеток и трехлеток карпа снижает затраты корма на единицу прироста, соответственно, на 20,0 и 130,0 г, обменной энергии на 0,21 и 1,3 МДж и сырого протеина на 6,7 и 43,6 г, по сравнению с контрольной группой. Скармливание ленскому осетру добавки «ОМЭК-Ј», содержащей 200,0 мкг йода на 1,0 кг массы рыбы при выращивании в УЗВ, позволило снизить затраты кормов на единицу прироста на 160,0 г, обменной энергии на 2,9 МДж и сырого протеина на 80,0 г, по сравнению с контролем. Скармливание ленскому осетру 300,0 мкг йода в составе добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании в садках снизило затраты кормов на 1,0 кг прироста на 140,0 г, обменной энергии на 2,5 МДж и сырого протеина на 65,4 г по сравнению с контрольной группой рыб. Введение в рацион молоди и товарной радужной форели 300,0 мкг органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» снизило на 1,0 кг прироста затраты корма, соответственно, на 90,0 и 50,0 г, обменной энергии на 1,8 и 0,8 МДж и сырого протеина на 53,80 и 30,0 г, по сравнению с контрольной группой.

4. Органический йод в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «Абиопептид с йодом» и в количестве 200,0 и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «ОМЭК-Ј» положительно влияет на обменные процессы организма, поддерживает биохимические показатели крови на оптимальном физиологическом уровне, не оказывает негативного воздействия на гистологическую структуру внутренних органов и стимулирует работу щитовидной железы рыб, что приводит к повышению выработки свободного тироксина. Скармливание ленского осетру органического йода в дозировке 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «Абиопептид с йодом» при выращивании ленского осетра в УЗВ и садках повысило содержание свободного тироксина в крови, соответственно, на 49,3 и 43,2 % ($P \geq 0,95$), по сравнению с контрольной группой. Введение органического йода в рацион двухлеток и трехлеток карпа в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы повысило содержание свободного тироксина в крови, соответственно, на 65,1 и 85,3 % ($P \geq 0,99$) по сравнению с контролем. Органический йод в количестве 200,0 мкг и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании ленского осетра

в УЗВ и садках повысило количество свободного тироксина в крови, соответственно, на 14,7 и 94,9 % ($P \geq 0,95$) по сравнению с контрольной группой. Использование в кормлении молоди и товарной радужной форели органического йода в составе кормовой добавки «ОМЭК-Ј» в количестве 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы повысило содержание свободного тироксина в крови, соответственно, на 51,7 и 39,3 % ($P \geq 0,95$) по сравнению с контролем.

5. Использование органического йода в количестве 200,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «Абиопептид с йодом» и 200,0 и 300,0 мкг на 1 кг массы рыбы и в составе добавки «ОМЭК-Ј» не оказало негативного влияния на химический состав мышечной ткани рыб. Содержание йода в мышечной ткани: у ленского осетра при выращивании в УЗВ и садках с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом» было выше, соответственно, на 28,1 и 22,1 % ($P \geq 0,999$), у трехлеток карпа при выращивании в садках с использованием кормовой добавки «Абиопептид с йодом» было выше на 49,2 % ($P \geq 0,999$), у ленского осетра при выращивании в садках с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј» было выше на 57,2 % ($P \geq 0,999$), у радужной форели при выращивании в лотках с использованием кормовой добавки «ОМЭК-Ј» было выше на 55,0 % ($P \geq 0,999$), по сравнению с соответствующими контрольными группами.

6. Биологически активная добавка «Абиопептид с йодом», содержащая 200,0 мкг органического йода на 1,0 кг массы рыбы, оказывает положительное влияние на товарные качества ленского осетра, двухлеток и трехлеток карпа. Выход съедобных частей у ленского осетра при выращивании в УЗВ и садках был выше соответственно на 6,0 и 21,3 % ($P \geq 0,95$), а у двухлеток и трехлеток карпа был выше, соответственно, на 4,2 и 17,5 % ($P \geq 0,999$), по сравнению с контрольными группами. Органический йод в количестве 200,0 мкг и 300,0 мкг на 1,0 кг массы рыбы в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании ленского осетра в УЗВ и садках повысил выход съедобных частей соответственно на 1,8 и 9,0 % ($P \geq 0,95$), по сравнению с контролем. Введение в рацион радужной форели 300,0 мкг органического йода на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «ОМЭК-Ј»

положительно сказалось на убойных качествах рыбы, выход съедобных частей был выше на 12,2 % ($P \geq 0,999$) по сравнению с контролем.

7. Использование биологически активной добавки «Абиопептид с йодом», содержащей 200,0 мкг органического йода в 1,0 мл препарата в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ и садках снижает себестоимость 1,0 кг рыбы на 26,6 и 25,9 руб. и повышает уровень рентабельности производства на 10,2 и 6,6 %, а у двухлеток и трехлеток карпа при выращивании в садках снижает себестоимость 1,0 кг рыбы, соответственно, на 2,9 и 5,3 руб. и повышает уровень рентабельности производства на 8,2 и 7,3 % по сравнению с контрольной группой. Скармливание 200,0 мкг и 300,0 мкг органического йода в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» на 1,0 кг массы рыбы ленскому осетру при выращивании в УЗВ и садках снижает себестоимость 1,0 кг рыбы, соответственно, на 47,4 и 46,4 руб. и повышает уровень рентабельности производства на 8,7 и 12,0 %. Введение в рацион молоди и товарной радужной форели 300,0 мкг органического йода на 1,0 кг массы рыбы в составе добавки «ОМЭК-Ј» при выращивании в лотках снижает себестоимость 1,0 кг рыбы, соответственно, на 5,9 и 17,5 руб. и повышает уровень рентабельности на 10,5 и 6,5 %, по сравнению с контрольной группой.

4.3. Предложения производству

В целях повышения качества и уровня рентабельности производства товарной рыбной продукции рекомендуем использовать биологически активную добавку «Абиопептид с йодом», с содержанием органического йода 200,0 мкг/мл на 1,0 кг массы рыбы в кормлении ленского осетра, при выращивании в садках и УЗВ, и в кормлении карпа при выращивании в садках или скармливать в составе биологически активной добавки «ОМЭК-Ј» 200,0 мкг органического йода на 1,0 кг массы рыбы товарному ленскому осетру при выращивании в УЗВ и 300,0 мкг органического йода на 1,0 кг массы рыбы - при садковом выращивании товарного ленского осетра и лотковом выращивании товарной радужной форели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова, Н. А. Особенности протеина некоторых ингредиентов отечественного кормопроизводства / Н. А. Абросимова, Е. М. Саенко, А. Л. Гучакшев // Материалы докладов II международной научно-практической конференции: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. - Астрахань. - 2001.- С.125-127.
2. Абросимова, Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. - Ростов н/Д. : Эверест, 2005. - 144 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 рыбководства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ. - М. : ВНИИПРХ, 1971. – 364 с.
5. Акчурина, И. В. Альтернатива гормональным препаратам для усиления интенсивности роста рыбы / И. В. Акчурина, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, О. Е. Вилутис, П. С. Тарасов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2013. – № 10. – С. 3-4.
6. Алабастер, Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастер, Р. Ллойд. - М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1984. - 344 с.
7. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. – 385 с.
8. Алиев, А. А. Эффективность использования цеойода в кормлении молочных коров / А. А. Алиев // Новые аспекты участия биологически активных веществ в регуляции метаболизма и продуктивности с.-х. животных. - Боровск. - 1991. - С. 47-48.

9. Алиев, А. А. Влияние уровня йода в рационе на продуктивность и обмен этого элемента в организме коров / А. А. Алиев // Бюл. Всерос. НИИ физиологии, биохимии и питания с-х. животных. - 1993. - Вып. 1. - С. 69-74.
10. Аликаев, В. А. Справочник по контролю кормления и содержания животных / В. А. Аликаев, Е. А. Петрухова, Л. Д. Халенева. - М.: Колос, 1982. - 340 с.
11. Андросова, Л. Ф. Использование добавок, приготовленных из бурой морской водоросли (ламинарии) и рыбных отходов в рационе сельскохозяйственных животных / Л. Ф. Андросова // Материалы третьей междунар. конф. «Актуальные кормовые проблемы добавок, биологии в животноводстве». - Боровск. - 2000. - С. 39-40.
12. Андросова, Л. Ф. Влияние йода на воспроизводительные и продуктивные функции коров / Л. Ф. Андросова // Зоотехния. - 2003. - №10. - С. 14-16.
13. Антипов, В. А. Йод в ветеринарии / В. А. Антипов, А. Х. Шантыз, Е. В. Громыко, А. В. Егунова, С. А. Манукало. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - 306 с.
14. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов // М. : КолосС, – 2004. – 571 с.
15. Антонова, М. С. Борьба с йод-дефицитом: история и современность / М. С. Антонова // Электронный журнал «Исследовано в России». М. - 2004. - Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relam.ru/articles/2004/207>.
16. Аринжанов, А. Е. Влияние наночастиц металлов на физиологическое состояние и гематологические показатели крови рыб / А. Е. Аринжанов, Е. П. Мирошникова, Ю. В. Килякова, Е. А. Сизова // Российская аквакультура: состояние, потенциал и инновационные производства в развитии АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж : ВГУИТ Изд-во ФГУ Воронежский ЦНТИ. - 2012. - С.131-135.
17. Аринжанов, А. Е. Влияние наночастиц на гематологические показатели крови карпа / А. Е. Аринжанов, Е. П. Мирошникова, Ю. В. Килякова // Вестник мясного скотоводства. - 2013. - № 5 (83). - С. 92-97.

18. Баканов, К. Б. Йодный дефицит как гетерогенное полиэтиологическое состояние человека / К. Б. Баканов, И. И. Макарова, В. А. Синода, И. А. Жмакин // Экология человека. - 2006. - №6. - С. 18-24.
19. Балаболкин, М. И. Достижения в изучении биосинтеза тиреоидных гормонов / М. И. Балаболкин // Проблемы эндокринологии. - 1988. - Т. 34. - № 2. - С. 46-50.
20. Баранникова, И. А. Функциональные основы миграций рыб / И. А. Баранникова. - Л. : Наука, 1975. - 210 с.
21. Бахарева, А. А. Кормление рыб в индустриальном рыбоводстве / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску // Материалы докладов междунар. научно-практ. конф.: Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия».- с. Соленое Займище Астраханской области. - 2006. - С. 560-567.
22. Бахарева, А. А. Влияние уровня жира в кормах на физиологическое состояние рыб / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску, С. В. Пономарёв, М. А. Горбунова, М. В. Андреев // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. - 2014. - № 1. - С. 55-61.
23. Белякова, Н. А. Результаты профилактики йодной недостаточности у детей г. Твери / Н. А. Белякова, Н. Н. Курочкин, Д. В. Килейников, М. Б. Лясникова // Сибирский медицинский журнал. - 2002. - № 1. - т. 30. - С. 58-69
24. Берзинь, Я. М. Микроэлементы в животноводстве / Я. М. Берзинь, В. Т. Самохин. - М. : Знание, 1968. - 32 с.
25. Беренштейн, Ф. Я. Микроэлементы, их биологическая роль и значение для животноводства / Ф. Я. Беренштейн. - Минск : Госиздат БССР, 1958. - 232 с.
26. Беренштейн, Ф. Я. Биологическая роль меди / Ф. Я. Беренштейн, А. В. Корнейко, Ш. М. Сак, М. И. Школьник. - М. : Наука, 1979. - 356 с.
27. Берман, Р. Е. Руководство по педиатрии / Р. Е. Берман, В. К. Воган - М. : Медицина. - 1994. - Т. 6. - С. 400-410.
28. Бинеев, Р. Г. О возможности замены в микроминеральных добавках сульфата меди и хлорида кобальта хелатными комплексами / Р. Г. Бинеев, В. В. Логинов // Химия в сельском хозяйстве. - 1978. - Т. 16. - № 8. - С. 55-58.

29. Бойко, Н. Е. Динамика тироксина в раннем онтогенезе русского осетра / Н. Е. Бойко, А. С. Чихачев // Экологические морфофункциональные основы адаптации гидробионтов. Тез. докл. симп. посв. 90-летию со дня рождения проф. Н. Л. Гербильского. – 1990. – С. 30.
30. Бойко, Н. Е. Динамика тиреоидных гормонов в эмбриогенезе и раннем онтогенезе осетра / Н. Е. Бойко // Сб. научн. тр. АзНИИРХ Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. - Ростов-на-Дону : Молот. - 1997. - С. 283-288.
31. Бойко, Н. Е. Тиреоидные гормоны в яйцеклетках и развивающихся эмбрионах азовского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* / Н. Е. Бойко, Г. Г. Корниенко // Наука Кубани. – 2000. - № 5(2). – С. 31-36.
32. 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.
33. Бойко, Н. Е. Динамика тиреоидных гормонов на ранних стадиях развития осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt / Н. Е. Бойко, О. А. Воробьева, Р. А. Григорьян, Г. Г. Корниенко // Ж. Эвол. биохим. и физиол. - 2004. - Т. 40. - № 2. - С. 142-146.
34. 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.
35. Бойко, Н. Е. Механизмы поддержания тиреоидного статуса в раннем онтогенезе осетра. Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах / Н. Е. Бойко, Г. Г. Корниенко // Тез. докл. Междун. научн. конф. Ростов-на-Дону. – 2006. - С. 35-37.
36. Бойко, Н. Е. Тиреоидные гормоны - важнейшие факторы развития рыб в аквакультуре / Н. Е. Бойко // Материалы Межд. науч. конф. Ростов-на-Дону. – 2015. - С. 12-14.

37. Болгова, И. В. Таблица Менделеева в живых организмах / И. В. Болгова, И. А. Шапошникова, Р. А. Фандо // Биология. - 2008. - № 3. - С. 22-27.
38. Болотовский, А. А. Влияние тиреоидных гормонов на формирование дефинитивной формулы глоточных зубов у плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae, Cypriniformes) / А. А. Болотовский, Б. А. Лёвин // Вопр. ихтиологии. - 2011. - Т. 51. - Вып. 2. - С. 15-18.
39. Брауде, Р. Питание свиней / Р. Брауде // Новое в физиологии домашних животных. - М. : Сельхозгиз. - 1958. - Т. 1. - С. 5-12.
40. Брянская, И. В. Методы определения содержания йода в пищевом сырье и продуктах питания / И. В. Брянская, С. Ю. Лескова. - Улан-Удэ, 2006. - 31 с.
41. Булгаков, А. М. Влияние имплантации йодистого крахмала на морфологическое строение тушек цыплят-бройлеров / А. М. Булгаков, Л. М. Гаврикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2007. - № 3 (29) - С. 47-49.
42. Варюхин, А. В. Йодистые аэрозоли: преимущества и недостатки / А. В. Варюхин // Птицеводство. - 2010. - № 6. - С. 40-41.
43. Васильев, А. А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения / А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Ю. А. Гусева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – 11 с.
44. Васильев, А. А. Влияние йода на продуктивность ленского осетра / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, И. В. Акчурина, О. Е. Вилутис, А. А. Карасев, А. В. Пономарев // Рыбное хозяйство. – 2014 - № 3. – С. 82-84.
45. Васильев, А. А. Выращивание осетровых в садках / А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Ю. А. Гусева // Для специалистов рыбоводных хозяйств, научных работников и студентов сельскохозяйственных специальностей / Саратов, 2012. – 142 с.
46. Велданова, М. В. Йод - знакомый и незнакомый / М. В. Велданова, А. В. Скальный // 2-е изд., испр. и доп. - Петрозаводск : ИнтелТек, 2004. - 185 с.

47. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена веществ и пищевые потребности рыб / Г. Г. Винберг. - Минск : Изд-во Белорус. ун-та, 1956. - 253 с.
48. Виноградов, Г. А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных / Г. А. Виноградов. - М. : Наука, 2000. - 216 с.
49. Вишняков, С. И. Обмен макроэлементов у сельскохозяйственных животных / С. И. Вишняков. - М. : Колос, 1967. - 256 с.
50. Войнарович, А. Мелкомасштабное разведение радужной форели. Технический документ ФАО по рыболовству и аквакультуре / А. Войнарович, Д. Хойчи, Т. Мот-Поульсен // Рим, 2014. – 112 с.
51. Войткевич, А. А. Влияние гормонов на репаративные процессы / А. А. Войткевич // Вестник АМН СССР. - 1961. - т. 2. - С. 42-47.
52. Волгин, В. И. Йод и воспроизводительная функция КРС / В. И. Волгин, Г. А. Съедина // Практик. - 2002. - № 11/12. - С. 77-81.
53. 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.
54. Гаврикова, Л. М. Йодистый крахмал для бройлеров / Л. М. Гаврикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2007. - № 4 (30) - С. 52-56.
55. Гаврикова, Л. М. Йодистый крахмал для кур-несушек / Л. М. Гаврикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2007. - № 6 (32) - С. 29-32.
56. Гамыгин, Е. А. Корма и кормление рыбы / Е.А. Гамыгин // Рыбное хозяйство. Обзорная инф. Сер.: Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. – ЦНИИИТЭИРХ, 1987. - Вып. 1 - 82 с.
57. Гамыгин, Е. А. Комбикорма для рыб / Е. А. Гамыгин, В. Я. Лысенко, В. Я. Скляр. - М. : Агропромиздат, 1989. - 168 с.
58. Гамыгин, Е. А. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления / Е. А. Гамыгин, В. Я. Лысенко, В. Я. Скляр, В. И. Турецкий. – М. : Агропромиздат, 1989а. – 168 с.

59. Гамыгин, Е. А. Экструдированные корма как один из способов минимизации пищевой экскреции у карпа / Е. А. Гамыгин, И. А. Салькова, М. А. Щербина // Тез. Докл. I конгресса ихтиологов России. - Астрахань. - 1997. - С. 329.
60. Гамыгин, Е. А. Опыт использования нового компонента комбикормов для ремонтно-маочных стад осетровых рыб / Е. А. Гамыгин, Г. А. Сычев // Тезисы докладов первой научно-практической конференции «Проблемы современного товарного осетроводства». - Астрахань. - 1999. - С. 90-91.
61. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. И. Анников, В. Т. Самохин. - М. : Колос, 1979. - 471 с.
62. Герасимов, Г. А. Йоддефицитные заболевания / Г. А. Герасимов, Н. Ю. Свириденко // Болезни органов эндокринной системы / под ред. И. И. Дедова. - М. : Медицина. - 2000. - С. 311-327.
63. Герасимов, Г. А. Йоддефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы / Г. А. Герасимов, В. В. Фадеев, Н. Ю. Свириденко, Г. А. Мельниченко, И. И. Дедов. - М. : Адамантъ, 2002. - 168 с.
64. Герасимов, Ю. В. Роль тиреоидных гормонов в формировании поведенческих реакций у молоди плотвы *Rutilus rutilus* (L.) (Cyprinidae) / Ю. В. Герасимов, Е. С. Смирнова, Б. А. Лёвин // Биология внутренних вод. - 2012. - № 1. - С. 84-93.
65. Гершанович, А. Д. Экология и физиология молоди осетровых / А. Д. Гершанович, В. А. Пегасов, М. И. Шатуновский. - М. : Агропромиздат, 1987. - 215 с.
66. Глиноэр, Д. Функция щитовидной железы матери и новорожденного при легкой йодной недостаточности / Д. Глиноэр // Тиреоид Россия. Дармштадт. - 1997. - С. 19-26.
67. Голикова, Е. Н. Йодированная соль в качестве пищевой добавки в рыбную продукцию / Е. Н. Голикова, М. Д. Мукатова // Вестник АГТУ. - Сер. Рыбное хозяйство. - 2010. - № 2. - С. 119-124.
68. Головина, Н. А. Итоги и перспективы гематологических исследований в ихтиопатологии / Н. А. Головина // Вопросы патологии и паразитологии рыб. - Л. : Зоол. ин-т АН СССР. - 1987. - С. 115-125.

69. Голубкина, Н. А. Содержание селена в рыбе, выловленной в водоемах Бурятии / Н. А. Голубкина, С. Д. Мункуева // Вопросы питания. - 2003. - № 5. - С. 33-35.
70. Голубкина, Н. А. Аккумуляция йода и селена морской рыбой / Н. А. Голубкина, С. А. Хотимченко, Е. Г. Кекина, В. И. Баранов // Пищевая промышленность. - М. : Пищевая промышленность. - 2009. - № 5. - С. 8-9.
71. Гольппенков, П. П. Физиологическая характеристика, питательных веществ / П. П. Гольппенков. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1982. - 80 с.
72. Горбачев, А. Л. Йодная обеспеченность населения Магаданского региона и ее связь с зобной эндемией / А. Л. Горбачев, М. В. Велданова, А. П. Бульбан и др. // Микроэлементы в медицине. - 2004. - Т. 5. - ч. 4. - С. 36-37.
73. Горшков, В. П. Технология производства качественной йодированной соли / В. П. Горшков // Соляная промышленность. - М. : ВАСХНИЛ, 1991. - Вып. 3. - 24 с.
74. ГОСТ Р52346-2005 Комбикорма для рыб. Номенклатура показателей. - М. : Стандартиформ, 2005. – 8 с.
75. ГОСТ 32905-2014 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырого жира - М. : Стандартиформ, 2015. – 12 с.
76. ГОСТ 13496.2-91 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения клетчатки - М. : Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.
77. ГОСТ 13496.3-92 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения влаги - М. : Стандартиформ, 2011. – 4 с.
78. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота сырого протеина - М. : Стандартиформ, 2011. – 55 с.
79. ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой золы - М. : Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
80. ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания кальция - М. : Изд-во стандартов, 2003. – 13 с.

81. ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора - М. : Изд-во стандартов, 2017. – 9 с.
82. ГОСТ 1368-2003 Рыба. Длина и масса. - М. : Стандартиформ, 2011. – 11 с.
83. ГОСТ Р 52689-2006 Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода. - М. : Стандартиформ, 2010. – 19 с.
84. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа - М. : Стандартиформ, 2010. – 123 с.
85. ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей - М. : Стандартиформ, 2011. – 11 с.
86. Грищенко, П. А. Влияние аспарагинатов на продуктивность карпа при выращивании в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Ю. А. Гусева, А. А. Карасев // Зоотехния. - 2010. - № 12. - С. 24-25.
87. Грищенко, П. А. Ресурсосберегающая технология интенсивного выращивания карпа в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Ю. А. Гусева, А. А. Карасев // Шестой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч., - Саратов: Саратовский ГАУ. - 2011. - Ч. 2. - С. 54-55.
88. Грищенко, П. А. Эффективность использования аспарагинатов при выращивании карпа в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, А. Р. Сарсенов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2012. – № 1. – С. 18-20.
89. Грищенко, П. А. Экономическая эффективность использования нового микроминерального комплекса в кормлении карпа / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, А. Р. Сарсенов // Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции. / Под ред. А. А. Волкова. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - 2012. - С. 62-64.

90. Гулиев, Р. А. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги / Р. А. Гулиев, Э. И. Мелякина // Вестник АГТУ Сер. Рыбное хозяйство. - 2014. - № 2. – С. 85-91.
91. Гуревич, Г. П. Содержание йода в йодированной соли в зависимости от температуры, влажности и сроков хранения / Г. П. Гуревич, Л. К. Жабская, Э. А. Межвинская // Вопросы питания. - М. : - 1953. - Т. 12. - № 1. - С. 84-85.
92. Гуревич, Г. П. Содержание йода в различно обработанной морской рыбе / Г. П. Гуревич // Вопросы питания. – 1965. – № 5. – С. 72–73.
93. Гусаков, В. К. Рекомендации по использованию «Кайода» в рационе кур и цыплят: Методическое пособие для слушателей ФПК, специалистов птицефабрик и студентов / В. К. Гусаков, А. В. Островский Витебская гос. акад. вет. мед. - Витебск, 2001. - 11 с.
94. Гусева, Ю. А. Применение "Абиопептида" - гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, И. А. Китаев, А. А. Васильев. Монография. Саратов, 2016. - 134 с.
95. Дедов, И. И. Дефицит йода – угроза здоровью и развитию детей России. Пути решения / И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко, Е. А. Трошина // Национальный доклад. - М. : – 2006. – С. 124.
96. Дгебуадзе, Ю. Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб
97. / Ю. Ю. Дгебуадзе. - М. : Наука, 2001. – 276 с.
98. Дмитроченко, А. П. Йод в кормлении сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко // Биологическая роль йода. - М. : Колос. - 1972. - С. 59-73.
99. Дребицкас, В. П. Содержание йода в волосах коров при различном его поступлении в организм / В. П. Дребицкас // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. - Улан-Удэ. - 1968. - С. 118-124.
100. Дребицкас, В. Влияние йода и других микроэлементов на организм лабораторных животных и скота / В. Дребицкас, Б. Айдуконене // Микроэлементы в биологии и их применение в с.-х. и медицине. – Самарканд. - 1990. - С. 359-360.
101. Дребицкас, В. Эффективность микроэлементов в кормлении животных / В. Дребицкас, Б. Айдуконене, В. Эстко // Новые аспекты участия биологически

активных веществ в регуляции метаболизма и продуктивности с.-х. животных. - Боровск. - 1991. - С. 54-55.

102. 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.

103. Дунин, М. И. Влияние органических препаратов йода на биохимические показатели крови и репродукцию у коров / М. И. Дунин, Т. А. Мороз, Е. А. Матвеева // Зоотехния. - 2017. - № 2. - С. 17-19.

104. Дятлова, Н. М. Применение комплексонов в сельском хозяйстве / Н. М. Дятлова, О. Ю. Лаврова. - М. : НИИТЭХИМ, 1984. - 185 с.

105. Евдокимов, П. Д. Йодкрахмал в ветеринарии / П. Д. Евдокимов // Сельское хозяйство Нечерноземья. - 1983. - Т. 8. - С. 25-27.

106. Евтушенко, Н. Ю. Влияние магния, марганца и цинка на показатели липопротеинового обмена в печени карпа / Н. Ю. Евтушенко // Рыбное хозяйство. - 1979. - вып. 28. - С. 33 - 40.

107. Евхутич, Н. Куриное яйцо - преодоление дефицита йода / Н. Евхутич, И. Лебедева // Птицеводство. - 2005. - N 7. - С. 22-23.

108. Егоров, И. А. Научные разработки в области кормления птицы / И. А. Егоров // Птица и птицепродукты. – 2013. - № 5. –С. 8-12.

109. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских хозяйствах / Ю. А. Желтов. –Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – 221 с.

110. Жигин, А. В. Экономические показатели создания и эксплуатации замкнутых систем для товарного выращивания некоторых видов рыб / А. В. Жигин, Н. В. Изотова // Рыбоводство. - 2014. - № 3-4.- С. 28-31.

111. Жигин, А. В. Рыбоводно-рыболовное рекреационное хозяйство /А. В. Жигин, П. В. Терентьев // М. : Изд-во ВНИРО, 2015. - 216 с.

112. Жукова, Г. Ф. Биологические свойства йода / Г. Ф. Жукова, С. А. Савчик, С. А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. - № 5(1). – С. 7-15.

113. Заиграева, Л. И. Товароведение и экспертиза рыбных товаров / Л. И. Заиграева, Н. В. Дарбакова // Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2010. – 88 с.

114. Зензеров, В. С. Тироксин как стимулятор роста молоди горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walb.) / В. С. Зензеров // ДАН. – 2006. – Т. 410. - № 2. - С. 278-280.
115. Зименс, Ю. Н. Влияние повышенных доз йода на продуктивность ленского осетра / Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев, И. В. Акчурина, И. В. Поддубная, Р. В. Масленников // Вестник Саратовского госагроуниверситета имени Н.И. Вавилова. – 2014. - № 8. - С. 18-21.
116. Зименс, Ю. Н. Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра / Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев, И. В. Акчурина, И. В. Поддубная, А. С. Семькина // Аграрный научный журнал (Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова). – 2014. - № 10. – С. 20-23.
117. Иванова, Н. Т. Система крови. / Н. Т. Иванова. - Ростов-на-Дону, 1995. - 155 с.
118. Ивлева, Е. В. Связь функциональной активности щитовидной железы с экологическими особенностями черноморских рыб / Е. В. Ивлева // III Всесоюзная конференция по морской биологии. — Севастополь, 1983. - С. 112.
119. Игнатович, Л. Ламинария в кормлении молодняка кур-несушек / Л. Игнатович // Птицеводство. - 2008. - N 8. - С. 40-41.
120. Игнатович, Л. Применение ламинарии в кормлении кур-несушек / Л. Игнатович // Птицеводство. - 2010. - N 5. - С. 17-18.
121. Игнатович, Л. Кормовая добавка из муки бурых морских водорослей / Л. Игнатович // Птицеводство - 2011. – № 5. – С. 18-20.
122. Игнатович, Л. Мука из ламинарии для кур-несушек / Л. Игнатович, Л. Корж // Животноводство России - 2012. – № 3. – С. 11-12.
123. Ильина, И. Д. Физиолого-биохимическое обоснование норм ввода продуктов микробиосинтеза в комбикорма для карпа / И. Д. Ильина, В. И. Турецкий // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. - 1990. - № 59. - С. 164-175.
124. Кабата-Пендиас, А. микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Госагропром, 1989. – 128 с.

125. Казаков, Х. Ш. Некоторые итоги исследований в области металлохимии и биохимии хелатных соединений биогенных металлов с биологическими соединениями разного рода / Х. Ш. Казаков // Матер. 4-ой Поволжской конференции физиологов, фармакологов, биохимиков с уч. морфологов и клиницистов. - 1966. - т. 2. – С. 195 - 197.
126. Казаков, Х. Ш. Биохимические аспекты проблемы повышения защитных, продуктивных и воспроизводительных функций животного организма / Х. Ш. Казаков, Х. М. Араев // Тез. Всесоюзного биохим. съезда. - 1979. - Т. 1. - С. 129-130.
127. Казлаускене, О. П. О применении добавок мела в рационах для карпа / О. П. Казлаускене, М. А. Щербина // Сборник научных трудов «Биотехника разведения и выращивания прудовых рыб» – М. : ВНИИПРХ. – 1973. – вып. 10. – С. 150-159.
128. Казьмин, В. Д. Лечение кислородом и микроэлементами. Селен, кремний, йод, железо / В. Д. Казьмин. - Феникс, 2005. - 160 с.
129. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – Москва, 2003. - 456 с.
130. Кальницкий, Б. Д. Минеральные вещества в кормлении животных / Б. Д. Кальницкий. - Л. : Агропромиздат, 1985. – 207 с.
131. Кальницкий, Б. Д. Биологическая доступность микроэлементов для молодняка свиней / Б. Д. Кальницкий, С. Г. Кузнецов, А. П. Ватаева // Микроэлементы в биологии и их применение в с.-х. и медицине: Тез. докл. 11 Всесоюз. конф. Самарканд. - 1990. - С. 386-367.
132. Камышников, В. В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. В. Камышников. - М. : МЕД-Пресс-информ, 2004. - 720 с.
133. . Кандрор, В. И. Основы морфологии и физиологии щитовидной железы / В. И. Кандрор, М. Э. Бронштейн, В. П. Федотов // Болезни органов эндокринной системы / под ред. И. И. Дедова. — М. : Медицина. - 2000. - С. 252-265.

134. Канидьев, А. Н. Повышение эффективности полноценных гранулированных кормов для форели и лосося в индустриальном рыбоводстве / А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1975.-вып. 15. - С. 203-220.
135. Канидьев, А. Н. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами / А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин. - М. : ВНИИПРХ, 1977. - 91 с.
136. Канидьев, А. Н. Инструкция по кормлению гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыбхоза СССР / А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин. - М. : ВНИИПРХ, 1984. - С. 19–22.
137. Канидьев, А. Н. Теория и практика использования искусственных кормов в аквакультуре рыб / А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин, Т. М. Боева, Е. А. Милослава // Аквакультура в СССР и США: Материалы сов. амер. Симпозиума по аквакультуре. – М. : ВНИРО. - 1985. – С. 52-62.
138. Капитанова, Д. В. Влияние изменений уровня тиреоидных гормонов на онтогенез веберова аппарата карповых рыб (Cyprinidae; Teleostei) / Д. В. Капитанов, Ф. Н. Шкиль // Онтогенез. - 2014. - Т. 45. - № 6. - С. 313-323.
139. Карасев, А. А. Эффективность применения в кормлении двухлеток карпа повышенной дозы йода в условиях садкового выращивания / А. А. Карасев, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 10. – С. 28-30.
140. Карзинкин, Г. С. Использование радиоактивных изотопов в рыбном хозяйстве / Г. С. Карзинкин. – М. : Пищепромиздат, 1962. – 71 с.
141. Касаткина, Э. П. Йоддефицитные заболевания у детей и подростков / Э. П. Касаткина // Проблемы эндокринологии. - 1997. - Т. 43. - № 3. - С. 3-7.
142. Кашин, В. К. Биогеохимия, физиология и агрохимия йода / В. К. Кашин. - Л. : Наука, 1987. – 290 с.
143. Кекина, Е. Г. Содержание йода и селена в мышцах некоторых промысловых видов рыб Рыбинского водохранилища / Е. Г. Кекина, Н. А. Голубкина, В. В. Кузьмина, В. И. Баранов, С. А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. - 2009. – Т. 10. – вып. (3-4). – С. 31-36.

144. Кизиветтер, И. В. Биохимия сырья водного происхождения / И. В. Кизиветтер. - М. : Пищевая промышленность, 1973. - 424 с.
145. 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.
146. Козлов, В. И. Справочник рыбовода / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. - М. : Росагропромиздат, 1991. – 238 с.
147. Коломийцева, М. Г. Значение микроэлементов в этиологии эндемического зоба при ведущей роли йодной недостаточности / М. Г. Коломийцева. // Тезисы докладов V Всесоюзного совещания. - Киев. - 1963. - С. 278-280.
148. Кондрахин, И. П. Алиментарные и эндокринные болезни животных / Кондрахин И. П. - М. : Агропромиздат, 1989. – 256 с.
149. Кондрахин, И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И. П. Кондрахин - М. : Колос, 2004. - 520 с.
150. Коновалов, К. П. Профилактика нарушений функции щитовидной железы у коров / К. П. Коновалов // Ветеринария. - 1983. - № 12. - С. 55-57.
151. Кононенко, С. И. Инновационные кормовые добавки при выращивании молоди рыб / С. И. Кононенко, Н. А. Юрина, Е. А. Максим, Е. В. Чернышов // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2016. - Т. - 53. - №1. - С. 30-34.
152. Кононенко, С. И. Рыбоводное обоснование применения кормовых пробиотиков / С. И. Кононенко, Н. А. Юрина, А. А. Данилова // В сборнике: Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны материалы II национальной научно-практической конференции. - 2017. - С. 56-61.
153. Коробов, А. ОМЭК-Ж — источник йода для коров / А. Коробов, А. Гуменюк, Е. Быкова // Животноводство России. – 2016. - № 5. – С. 60-61.
154. Котомцев, В. Генетический аппарат клеток цыплят-бройлеров под влиянием различных форм йода / В. Котомцев, Е. Шацких // Аграрный вестник Урала. - 2009. – № 2. – С. 62-64

155. Коуи, К. Питание / К. Коуи, Дж. Сарджент // Биоэнергетика и рост рыб. - М. : Легкая и пищ. пром-сть. - 1983. - С. 8–69.
156. Кручинкина, Т. В. Экологически безопасный профилактический йодсодержащий препарат для молодняка крупного рогатого скота / Т. В. Кручинкина // Вестник КрасГАУ. – 2015. - № 12. – С. 210-213.
157. Кубарко, А. И. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / А. И. Кубарко, S. Yamashita, С. Д. Денисов, Ю. Е. Демидчик, и др. / под ред. проф. и проф. S. Yamashita. - Минск - Нагасаки, 1998. - 368 с.
158. Кудряшева, А. А. Товароведная экспертиза рыбных товаров и нерыбных морепродуктов / А. А. Кудряшева, Е. И. Лебедев, Л. Ю. Саватеева и др. - М. : Пищепромиздат, 2002. - 187 с.
159. Кудряшева, А. А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А. А. Кудряшева, Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев. – М. : Колос, 2007. – 304 с.
160. Кузнецов, С. Г. Биологическая доступность минеральных веществ из химических добавок для молодняка свиней / С. Г. Кузнецов, А. П. Батаева, Б. Д. Кальницкий // Животноводство. – 1986. - № 11. - С. 53-55.
161. Кузнецов, С. Г. Биологическая доступность минеральных веществ для животных из корма, добавок, химических соединений / С. Г. Кузнецов // Сельскохозяйственная биология. - 1991. - №6. - С. 150-160.
162. Кузнецов, С. Г. Биологическая доступность йода для молодняка свиней и стабильность его соединений в составе премиксов / С. Г. Кузнецов, А. П. Батаева, Г. А. Овчаренко, С. Н. Аухатова // Сельскохозяйственная биология. - 1992. - С. 31-39.
163. Кузнецов, С. Г. Биологическая доступность минеральных веществ у животных / С. Г. Кузнецов. - М., 1992. - 53 с.
164. Кузьмина, О. Ю. Особенности водно-солевого гомеостаза у осетровых при расслоении мышечной ткани / О. Ю. Кузьмина, В. И. Лукьяненко, Е. И. Шахматова, Ю. В. Наточин // Вопр. Ихтиологии. - 1992 - Т. 32 - Вып. 4 - С. 138-143.
165. Лавин, Н. Болезни щитовидной железы у детей / Н. Лавин // Эндокринология. - Под ред. Н. Лавина. - М. : Практика. - 1999. - С. 611-657.

166. Лавровский, В. В. Совершенствование способов кормления рыб – путь к повышению эффективности индустриального рыбоводства / В. В. Лавровский // Рыбное хозяйство. – 1978. – № 5. – С. 13-17.
167. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин // - М. : Высшая школа, – 1990. – 253 с.
168. Лапшин, С. А. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных / С. А. Лапшин. – М. : Росагропромиздат, 1988. - 205 с.
169. Лебедев, Н. И. использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных / Н. И. Лебедев. - Л. : Агропромиздат, 1990. - 96 с.
170. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – М. : Россельхозиздат, 1965. – 712 с.
171. Логинов, Г. П. О биологической активности синтетического хелатного комплекса меди с триптофаном / Г. П. Логинов, Г. М. Артемьев // Научн. Труды КГВИ. – 1981. – т. 134. - С. 88-90.
172. Логинов, Г. П. Влияние ферроглюкина-75 в сочетании с микроэлементами на гематологическую картину и белковый состав крови свиноматок / Г. П. Логинов, Г. М. Артемьев // Респ. НПК (тезисы докл.). Казань. - 1989. - С. 36-37.
173. Лопарев, И. В. Аэрозоль йодистого аммония при респираторных болезнях свиней / И. В. Лопарев, А. Г. Шахов // Ветеринария. - 1977. - № 2. - С. 51-53.
174. Логинов, Г. П. Гидролизаты кератинов в составе железосодержащих препаратов / Г. П. Логинов // Материалы респ. НПК по актуальным проблемам ветеринарии и зоотехнии. Казань. - 1997. - С. 245.
175. Логинов, Г. П. Применение железосодержащих препаратов для стимуляции и профилактики анемии поросят / Г. П. Логинов // Материалы междунар. научн. конф., посвященной 125-летию академии. Казань. - 1998. – ч. 2. - С. 236-237.
176. Магомедов, М. Ш. Изучение потребности коров в йоде (опыты на молочных коровах) / М. Ш. Магомедов // Бюл. Науч. работ. – ВИЖ. - 1986. - Т. 84. - С. 22-24.
177. Мазурина, Н. В. Роль препаратов йода в лечении узлового коллоидного зоба. / Н. В. Мазурина, Е. Н. Трошина. // Мат. IV Всероссийского конгресса

эндокринологов. Актуальные проблемы современной эндокринологии. - Санкт-Петербург. - 2001. - С. 339.

178. Манукало, С. А. Йодная недостаточность в животноводстве / С. А. Манукало, А. Х. Шантыз // Ветеринария Кубани. – 2010 - № 5. – С. 7-10.

179. Максимова, О. С. Оценка темпа роста радужной форели, выращенной с использованием гидролизата соевого белка в рационе / О. С. Максимова, Ю. А. Гусева // Аграрный научный журнал. - 2017. - № 3. - С. - 14-17.

180. Масленников Р. В. Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра в условиях садкового рыбоводства /Р. В. Масленников, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий – Саратов ИЦ «Наука». - 2015. - С. 178-182.

181. Матишов, Г. Г. Перспективы создания индустриальных рыбоводных комплексов для осетровых рыб / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева // Рыбоводные ресурсы. - 2006. - № 3. – С. 46-47.

182. 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.

183. Мелякина, Э. И. Сравнительная характеристика микроэлементного состава прудовых рыб Астраханской области / Э. И. Мелякина, Н. Г. Агабабова // Вестник АГТУ. – 2007. - №3(38). – С.48-50.

184. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева // – М. : Колос, – 1970. – 422 с.

185. "Методические указания по проведению гематологического обследования рыб" (утв. Минсельхозпродом РФ 02.02.1999 N 13-4-2/1487)

186. Микодина, Е. В. Гистология для ихтиологов: опыты и советы / Е. В. Микодина; М. А. Седова, Д. А. Чмилевский, А. Е. Микулин, С. В. Пьянова, О. Г. Полуэктов. - М. : Изд-во ВНИРО, 2009. – 112 с.

187. Мильто, И. В. Структура печени, легкого и почек крыс при внутривенном введении магнитолипосом / И. В. Мильто, А. Н. Дзюман // Морфология. - 2009. - т. 135. - №3. - С. 63-66.
188. Мирошникова, Е. П. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Н. Н. Глущенко, С. П. Василевская // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 6. – С. 170-175.
189. Мирошникова, Е. П. Изменение гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - № 5. - С. 55-57.
190. Мисбахов, И. И. Антиоксидантная и антианемическая направленность хелатных комплексов биогенных металлов / И. И. Мисбахов, Г. П. Логинов, А. А. Мамаева // Ветеринарная медицина домашних животных: сборник статей. - Казань: Печатный двор. - 2007. – вып. 4. - С. 110 - 113.
191. 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.
192. Молочков, В. И. Обмен йода и цинка у лактирующих коров в стойловый период / В. И. Молочков // Тр. Куб. СХИ. – Краснодар. - 1977. - Вып. 152. – С. 83-88.
193. Молчанова, К. А. Определение морфометрических показателей радужной форели, выращиваемой в разнотипных рыбоводных хозяйствах / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталева // Научный журнал «Известия КГТУ». - 2017. - № 44. – С. 38-45.
194. Мохнач, В. О. Йод и проблемы жизни (Теория биологической активности йода и проблемы практического применения соединений йода с высокополимерами) / В. О. Мохнач. - Л. : Наука, 1974. - 254 с.
195. Мурза, И. Г. Об унификации расчёта коэффициента упитанности у лососевых рыб / И. Г. Мурза, О. Л. Христофоров // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Материалы XXVIII Международной конференции. КарНЦ РАН. - Петрозаводск. - 2009. - С. 376-379.

196. 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. – С. 115-121.
197. Наточин, Ю. В. Физиологическая эволюция животных: натрий - ключ к разрешению противоречий / Ю. В. Наточин // Вестник Российской Академии Наук. – 2007. - том 77. - № 11. - С. 999-1010.
198. Национальные стратегии преодоления недостаточности питания с точки зрения питательных микроэлементов: доклад Генерального директора ВОЗ. - Женева, 1992.
199. Наумова, Л. Повышенное содержание йода в рационах несушек / Л. Наумова // Птицеводство. - 2009. - № 8. - С. 32.
200. Наумова, Л. И. Использование ламинарии японской в кормлении дальневосточного крупного рогатого скота / Л. И. Наумова, Е. Б. Шукюрова // Зоотехния. - 2011. - № 11. - С. 6-7.
201. Наумова, Л. Йодом обеспечит ламинария японская / Л. Наумова, Е. Шукюрова // Животноводство России. - 2012. - № 10. - С. 45-46.
202. Невинская, Н. А. Йодистый крахмал и его влияние на организм птицы / Н. А. Невинская, А. М. Булгаков, Д. В. Кузнецов // Птицеводство. - 2006. - № 8. - С. 22-23.
203. Никанова, Л. А. Эффективность применения органической формы йода в питании хряков-производителей / Л. А. Никанова, Ю. П. Фомичев, В. П. Надеев, М. И. Громова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Вып. 4. - С. 74-79.
204. Новиков, А. Г. Йодсодержащие препараты в летнем рационе сухостойных коров / А. Г. Новиков // Рациональное использование кормовых ресурсов. - М. - 1984. - С. 27-34.
205. Оберлис, Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб. : Наука, 2008. - 544 с.

206. Оголева, В. П. Йод в животноводстве Нижнего Поволжья / В. П. Оголева, Н. К. Бессережнова, А. С. Лушкин, Г. Т. Ковалева // Химия в сельском хозяйстве. - 1987. - № 2. - С. 30-33.
207. Окаити, Т. Питание рыб и корма в рыбоводстве / Т. Окаити, Н. Хасимото; Перевод с японского яз. Токио : Изд-во Токийский ун-т, 1968. - 207 с.
208. Окулова, Е. В. Использование морепродуктов в птицеводстве Приамурья / Е. В. Окулова, О. В. Дьячкова, Н. В. Литвиненко, К. Р. Бабухадия., Р. Л. Шарвадзе // Птицеводство. - 2011. - № 4. - С. 67-68.
209. Олль, Ю. К. Минеральное питание животных в различных природно-хозяйственных условиях / Ю. К. Олль. - Л. : Колос, 1967. - 208 с.
210. Онегов, А. П. Нормирование микроэлементов в кормлении животных / А. П. Онегов // Ветеринария. - 1964. - № 2. - С. 62.
211. Орлинский, Б. С. Добавки и премиксы в рационах / Б. С. Орлинский. - М. : Россельхозиздат, 1984. - 173 с.
212. Остапенко, Н. А. Биологический статус перепелов при использовании йодсодержащих препаратов / Н. А. Остапенко // Вестник Донского ГАУ. – 2015. - № 4 (18.1). - С. 23-27.
213. Остапенко, Н. А. Качество мяса птицы при использовании йодсодержащих препаратов / Н. А. Остапенко // Ветеринарная патология. - 2017. - № 1 (59). - С. 63-69.
214. Остроумова, И. Н. Показатели крови и кроветворения в онтогенезе рыб / И. Н. Остроумова // Изв. Всес. НИИ озерн. и речн. хоз-ва. - 1957. - Т. 43. - Вып. 3. - С. 64-67.
215. Остроумова, И. Н. Об опыте кормления радужной форели сухими гранулированными кормами / И. Н. Остроумова. // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. - 1971. - № 6. - С. 14-17.
216. Остроумова, И. Н. Повышение эффективности выращивания радужной форели путем сбалансирования питательных веществ корма / И. Н. Остроумова // Известия ГосНИОРХ. - 1974. - Т. 97 - С. 29-41.

217. Остроумова, И. Н. Влияние качества белка в гранулированных кормах на интенсивность роста и физиологические показатели карпа в условиях теплых вод / И. Н. Остроумова, Л. А. Тимошина // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. - 1976. - № 18. - С. 36-67.
218. Остроумова, И. Н. Гранулированные корма для сеголеток карпа / И. Н. Остроумова. // Рыбное хозяйство. – 1976. - № 4. - С. 28-30.
219. Остроумова, И. Н. Проблема белка и биостимуляторов в кормлении рыб / И. Н. Остроумова // Известия ГосНИОРХ. - 1977. - Т. 127. - С. 3-13.
220. Остроумова, И. Н. Потребность рыб в белке и ее особенности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной системы / И. Н. Остроумова // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1983. - Вып. 194. - С. 3-19.
221. Остроумова, И. Н. Преимущества и проблемы экструдированных кормов для радужной форели / И. Н. Остроумова, В. В. Костюничев., В. В. Чернаков, Д. Г. Шпак, А. К. Шумилина, Л. В. Смирнова // Материалы докладов II междунар. симп.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. - Адлер, 1999. - 208 с.
222. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. - СПб. : ГосНИОРХ, 2001. - 372 с.
223. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб. / И. Н. Остроумова. // Изд-е 2. - СПб. : ГосНИОРХ, 2012. - 564 с.
224. Панасин, В. И. Содержание и распространение йода в экосистемах Калининградской области / В. И. Панасин. – Калининград : Изд-во КГУ, 2002. - 116 с.
225. Патент на полезную модель № 95972 Российская Федерация, МПК А 01 К 63/00 (2006.01) Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы / А. А. Васильев, А. А. Волков, Ю. А. Гусева., А. П. Коробов, Г. А. Хандожко // патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». - 2010109565/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 20.07.2010, Бюл. № 20.

226. Патент на изобретение № 2374899 Российская Федерация, МПК А23К 1/20 Премикс и его способы применения / В. А. Афанасьев, Л. Я. Бойко, Л. А. Трунова, Ю. В. Денисов // патентообладатель ОАО "Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности". - 2007132927/13; заявл. 31.08.2007; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 34.
227. Пейве, Я. В. Взаимосвязь микроэлементов при использовании их в растениеводстве и животноводстве / Я. В. Пейве // Вопросы химизации животноводства. – М. - 1963. – С. 226-228.
228. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки. Справочник. / И. В. Петрухин. - М. : Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
229. Платонова, И. Э. Целительный йод / И. Э. Платонова – СПб. : Респект, 2000 – 64 с.
230. Подоскина, Т. А. Влияние некоторых биологически-активных веществ на утилизацию форелью корма с повышенным содержанием углеводов / Т. А. Подоскина, А. Г. Подоскин // Сб. научн. тр. Корма и кормление лососевых рыб в аквакультуре. - М. : ВНИИПРХ. - 1991. - С. 64-68.
231. Поддубная, И. В. Биохимические показатели крови ленского осетра, получающего йодированные дрожжи / И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Журнал Ветеринария. - 2016. – № 10. – С. 49-53.
232. Поддубная, И. В. Оценка эффективности применения йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра при выращивании в садках / И. В. Поддубная, Р. В. Масленников, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 5. – С. 20-23.
233. Поддубная, И. В. Оценка экономической эффективности использования йодированных дрожжей в кормлении радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) / И. В. Поддубная // Журнал Кормопроизводство. – 2017. - № 7. – С. 40-47.
234. Понд, У. Дж. Биология свиньи / У. Дж. Понд, К. А. Хаупт. - М. : Колос, 1983. - 334 с.

235. Пономарев, С. В. Ферментативный гидролиз рыбной муки как способ совершенствования стартового корма для ранней молоди сиговых рыб / С. В. Пономарев, А. Н. Канидьев, Л. С. Слободяникова, В. К. Латов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. - 1988. - вып. 53. - С. 121-130.
236. Пономарев, С. В. Новый способ создания рецептов стартовых комбикормов для молоди осетровых рыб / С. В. Пономарев, А. А. Бахарева, Л. Ю. Лагуткина, Н. В. Васильева // Тез. Докл. Первого конгресса ихтиологов России. – Астрахань. - 1997. - С. 336.
237. Пономарев, С. В. Биологические основы применения полноценного протеина растительного происхождения в составе стартовых комбикормов для молоди осетровых рыб / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева, Е. Б. Зубкова, А. А. Бахарева // Вопросы рыболовства. - 2001. - Т. 2. - № 2(6). - С. 351-356.
238. Пономарев, С. В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. / С. В. Пономарев, Е. А. Гамыгин, С. И. Никоноров, Е. Н. Пономарева, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. - Астрахань : Нова плюс, 2002. - 264 с.
239. Пономарев, С. В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. – Астрахань: АГТУ, 2003. - 256 с.
240. Пономарёв, С. В. Физиологические основы создания полноценных комбинированных кормов с учетом этапности развития организма лососевых и осетровых рыб / С. В. Пономарёв, Е. А. Гамыгин, А. Н. Канидьев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2010. - № 1. - С. 132-139.
241. Пономарева, Е. Н. Использование нового стартового комбикорма для молоди осетровых рыб / Е. Н. Пономарева, Ю. Н. Грозеску, Е. Н. Винокуров // Сб. докладов международной научно–практ. конф., посвященной проблемам Каспийского моря. - Баку, 2002. - С. 64-66.
242. Потапова, Н. В. Рыба и морепродукты / Н. В. Потапова – СПб. : Амфора, 2012. - 47 с.

243. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. - М. : Пищевая промышленность, 1966. – 267 с.
244. Привольнев, Т. И. Ускорение роста радужной форели и предохранение ее от церроидной дегенерации печени введением в кормовые смеси фосфатидов / Т. И. Привольнев, С. В. Стрельцова, П. Н. Бризинова, И. Н. Остроумова, Н. В. Королева // Л. : Изв. ГосНИОРХ. – 1969. - т. 68. - С. 23-35.
245. 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.
246. Рачев, Р. Р. Тиреоидные гормоны и субклеточные структуры / Р. Р. Рачев, Н. Д. Ещенко. – М. : Медицина, 1975. – 241 с.
247. Риш, М. А. Физиологическая роль и практическое применение микроэлементов / М. А. Риш. – Рига : Зинатне - 1978. - С. 193-210.
248. Родина, Т. Г. Товароведение и экспертиза товаров и морепродуктов / Т. Г. Родина // - М. : Академия, 2007. – 400 с.
249. Ромейс, Б. Микроскопическая техника / Б. Ромейс. - М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. - 648 с.
250. Ротовская, В. С. Влияние микроэлементов на водные организмы и рыбопродуктивность прудов. / В. С. Ротовская, В. И. Порохонская, К. М. Панченко, Г. Г. Литвинова // Рыбное хозяйство. - 1971. - вып. 13. - С. 87-90.
251. Сафронова, Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности / Т. М. Сафронова // - М. : Агропромиздат, 1991. – 191 с.
252. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбной продукции. – М. : ВНИРО, 1998. – 244 с.
253. Свириденко, Н. Ю. Микроэлемент интеллекта / Н. Ю. Свириденко // Наука и жизнь. - 2003. - № 10. - С. 66-70.
254. Седых, Л. Влияние условий и сроков хранения на содержание йода в премиксах / Л. Седых, Л. Минько // Мукомольно-элеваторная и комби-кормовая промышленность. - 1975. - № 3. - С. 30-31.
255. Сергеева, Н. Т. К вопросу о минеральном составе корма РГМ-5И для форели,

- выращиваемой в установке с замкнутым водоснабжением / Н. Т. Сергеева // Сборник научных трудов «Вопросы физиологии и биохимии питания рыб». - М. : ВНИИПРХ. - 1987. – Вып. 52. – С.18-28.
256. Сергеева, Н. Т. Биохимия витаминов и минеральных элементов / Н. Т. Сергеева. - Калининград. гос. тех. ун-т, 1998. – 122 с.
257. Скляр, В. Я. Биологические основы рационального использования протеина в комбикормах для товарного откорма сеголеток карпа в садках / В. Я. Скляр, А. Ф. Овчаров, Л. В. Таран, В. Н. Троицкий // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1981. - вып. 176. - С. 117-125.
258. Скляр, В. Я. Кормление рыб: справочник / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 120 с.
259. Скляр, В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляр - М. : Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
260. Скурахина, И. М. Химический состав Российских пищевых продуктов / И. М. Скурахина, В. А. Тутельяна // М. : ДеЛи принт, 2002. – 235 с.
261. Слесарев, И. К. Минеральное питание крупного рогатого скота / И. К. Слесарев, А. С. Зеньков. – Минск : Ураджай, 1987. - 61 с.
262. Смит, Л. С. Введение в физиологию рыб / Л. С. Смит // Сокращ. перевод с англ. В. И. Лапина. - М. : Агропроиздат, 1986. - 168 с.
263. Смирнов, С. В. О зависимости числа чешуй в боковой линии у африканского усача *Varbus intermedius* (Cyrprinidae) от скорости онтогенеза: данные эксперимента / С. В. Смирнов, К. Ф. Держинский, Б. А. Лёвин // Вопр. ихтиологии. - 2006. - Т. 46. - № 1. - С. 134-138.
264. Смирнова, Е. И. Проблемы йодной недостаточности / Е. И. Смирнова, Т. Н. Сазонова // «Вестник сельскохозяйственной науки». – 1967. - № 2. - С. 75.
265. Смирнова, Е. И. Роль йода в воспроизводительной функции / Е. И. Смирнова // Биологическая роль йода. - М. - 1972. - С.90-97.
266. Смирнова, Е. И. Профилактика бесплодия коров при йодной недостаточности рациона / Е. И. Смирнова // Ветеринария. - 1977. - № 12. - С. 91-93.
267. Смирнова, Е. И. Роль щитовидной железы в овуляторной функции яичника

- / Е. И. Смирнова // Ветеринария. - 1980. - № 3. - С.48-49.
268. Смоляр, В. И. Влияние недостатка йода на рост и формирование костной ткани / В. И. Смоляр // Вопросы питания. - 1983. - № 2. - С. 38-42.
269. Спириин, А. С. Рибосома / А. С. Спириин, Л. П. Гаврилова. - М. : Наука, 1971. - 254 с.
270. Спиридонов, А. А. Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / А. А. Спиридонов, Е. В. Мурашова. - Санкт-Петербург, 2010. - 96 с.
271. Стикни, Р. Принципы тепловодной аквакультуры. / Р. Стикни. - М. : Агропромиздат, 1986. - 288 с.
272. Суховерхов, Ф. М. Влияние солей кобальта на рост карпа / Ф. М. Суховерхов, Р. В. Крымова, В. Г. Фарберов // Рыбоводство и рыболовство. - 1961. - № 1. - С. 18-26.
273. Тараканов, Е. И. Морфология нормальной и патологически измененной щитовидной железы / Е. И. Тараканов // Современные вопросы эндокринологии. – Медгиз. – 1960. – С. 245-264.
274. Тарасов, П. С. Эффективность использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, М. Ю. Кузнецов // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 4. – С. 28-30.
275. Тимошина, Л. А. Усовершенствование комбикормов для двухлеток карпа, выращиваемых в садках на теплых водах / Л. А. Тимошина. // Рыбное хоз-во. - 1976. - № 9. - С. 25-27.
276. Титов, А. М. Целительные свойства морских водорослей / А. М. Титов. – СПб. : Изд. дом «Нева», 2004. – 128 с.
277. Титов, А. М. Здоровье дарят водоросли / А. М. Титов. – СПб. : Ремедиум Северо-Запад, 2008. – 180 с.
278. Томмэ, М. Ф. Методика взятия образцов кормов для химического анализа / М. Ф. Томмэ. - М., 1969. - 34 с.
279. Туракулов, Я. Х. Внутритиреоидное дейодирование тироксина: влияние ТТГ и денервации щитовидной железы / Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева

// Проблемы эндокринологии. - 1986. - Т. 32. - № 5. - С. 72-76.

280. Уразаев, Н. А. Профилактика болезней животных на пастбищах нечерноземья / Н. А. Уразаев. - Л. : Колос, 1983. – 191 с.

281. Уразаев, Н. А. Исследование щитовидной железы / Н. А. Уразаев // Клиническая диагностика внутренних незаразных болезней животных. - М. : Агропромиздат, 1988. - 179 с.

282. Уразаев, Н. А. Эндемические болезни с.-х. животных / Н. А. Уразаев, В. Я. Никишин, А. А. Кабыш и др. – М. : Агропромиздат, 1990. - 270 с.

283. Физиология рыб в связи с акклиматизацией и рыборазведением: Сборник статей / Под ред. проф. Т. И. Привольнева. – Ленинград, 1964. - 200 с.

284. Фисинин, В. Природные минералы в кормлении животных и птицы / В. Фисинин, П. Сурай // Животноводство России. -2008. - № 8. - С. 66-68.

285. Фисинин, В. Обогащение яйца и мяса птицы йодом / В. Фисинин, И. Егоров, Т. Егорова, Б. Розанов // Животноводство России. - 2010. - № 11. - С. 55-57.

286. Фисинин, В. И. Применение препарата «Йоддар» в комбикормах для цыплят бройлеров / В. И. Фисинин, С. М. Юдин, И. А. Егоров, А. И. Панин // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - № 2. - С. 38–41.

287. 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.

288. Хабжоков, А. Б. Биологические варианты форели и их рыбоводнобиологическая характеристика / А. Б. Хабжоков, С. Ч. Казанчев, А. Х. Алоев // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 12. – С. 1677-1681.

289. 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.

290. Хенниг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / А. Хенниг. - М. : Колос, 1976. - 560 с.

291. Холопов, А. П. Йодбромная бальнеотерапия / А. П. Холопов, В. А. Шашель, О. Г. Прилепская, В. П. Настенко. – Краснодар : Периодика Кубани, 2003. – 224 с.
292. Цыганова, Т. Обогащение хлебобулочных изделий йодированной пищевой солью / Т. Цыганова, М. Костюченко, Л. Шатнюк // Хлебопродукты. - 2001. - № 3. - С. 32-33.
293. Цыганова, О. С. Влияние органической формы йода на продуктивность цыплят-бройлеров / О. С. Цыганова, Е. В. Шацких // Птица и Птицепродукты. - 2008. - № 2.- С.29-31.
294. Цыб, А. Ф. Преимущества использования пищевой добавки «Йодказеин» для профилактики йодной недостаточности /А. Ф. Цыб, Р. А. Розиев, А. Я. Гончарова и др. // Биотехнологии - 99: Тезисы докладов семинара. - Пушкино, 28-30-сентября. – 1999. -С. 40-41.
295. Цыб, А. Ф. Функциональная пригодность и безопасность йодказеина для профилактики йодной недостаточности / А. Ф. Цыб // Матер. Международной научн. практ. конф. - Тверь. - 2003. - С. 77-79.
296. Цыб, А. Ф. Новые подходы к решению проблемы ликвидации йоддефицитных состояний / А. Ф. Цыб, В. А. Тутельян, Г. Г. Онищенко и др. // Пищевая промышленность. - 2004. - № 11. - С. 84 - 86.
297. Цюпко, В. В. Переваримость питательных веществ в пищеварительном тракте бычков под влиянием минеральных добавок к рациону / В. В. Цюпко, С. Л. Антипин, И. Н. Богданова // Сельхоз. биол. серия биол. животных. - 1990. - № 6. - С.84-89.
298. Чебанов, М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб /М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. - М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2004.- 136 с.
299. Чебанов, М. С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых ры /М. С. Чебанов, Е. В. Галич // Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. - 2013 - № 558. - 297 с.

300. Черемисинов, Г. А. Изменение структуры щитовидной железы под влиянием некоторых микроэлементов / Г. А. Черемисинов // Тез. докл. всесоюзной научной конференции. - Воронеж. - 1976. - С. 7.
301. Черняев, Н. П. Технология комбикормового производства / Н. П. Черняев. - Н. : Агропромиздат, 1985 - 255 с.
302. Чернышев, Н. И. Кормовые факторы и обмен веществ / Н. И. Чернышев, И. Г. Панин, Н. И. Шумский. – Воронеж : «РИА «ПРОспект». - 2007. - С. 51-59.
303. Шабалина, А. А. Влияние хлористого кобальта на развитие и рост радужной форели (*Salmo irideus* Gib.) / А. А. Шабалина // Известия ГосНИИОРХ «Физиология рыб в связи с акклиматизацией и рыборазведением». - 1964. -Т. 58. - Л. - С. 139-149.
304. Шабалина, А. А. К вопросу о применении хлористого кобальта в прудовом рыбоводстве / А. А. Шабалина // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. - 1968. - № 1. - С. 40-42.
305. Шарвадзе, Р. Л. Морепродукты в кормлении кур / Р. Л. Шарвадзе // Птицеводство. - 2007. - № 7. - С. 16.
306. Шарвадзе, Р. Морепродукты, влияющие на физиологию цыплят / Р. Шарвадзе, Т. Краснощекова // Птицеводство. - 2008. - № 5. - С. 41-42.
307. Шатуновский, М. И. Экологические закономерности обмена веществ у морских рыб / М. И. Шатуновский. М.: Наука, 1980. - 288 с.
308. Шацких, Е. Органическая форма йода в рационах для бройлеров / Е. Шацких, О. Цыганова // Птицеводство. – 2007. - №8. – С. 22-23.
309. Шацких, Е. В. Влияние йодказеина на параметры синтеза ДНК у цыплят-бройлеров / Е. В. Шацких // Птица и Птицепродукты. – 2009. - № 2. – С.25-26.
310. Шевелев, Н. С. Обмен и использование микроэлементов в организме телок разных возрастных периодов / Н. С. Шевелев // Актуальные вопросы биологии в животноводстве. – Боровск. - 1995. - С. 111-113.
311. 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.

312. Шеханова, И. А. О возможности усвоения рыбами неорганического фосфора из воды / И. А. Шеханова // ДАН АН СССР. - 1956. – Т. 106. - № 1. - С. 161-164.
313. Ширяева, О. Ю. Пищевые качества яиц при введении в рацион препаратов йода и лактоамиловорина / О. Ю. Ширяева, В. Н. Никулин // Биоресурсы. – 2007. - С. 161 – 163.
314. Шкиль Ф. Н. Роль гормона щитовидной железы в онтогенезе и морфологической диверсификации *Varbus intermedius sensu* озера Тана (Эфиопия) / Ф. Н. Шкиль, С. В. Смирнов, Белай Абдисса, В. Б. Борисов // Онтогенез. – 2010. - Том 41. - № 6 - С. 438-450.
315. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. - Л. : Наука, 1974. - 330 с.
316. Шмаков, Н. Ф. Обмен и потребность радужной форели в микроэлементах (марганец, медь, цинк, железо) / Н. Ф. Шмаков, А. А. Яржомбек // Интенсификация товарного рыбоводства: Сб. науч. Тр. – М.: НИИПРХ. - 1986. – вып. 29. – С. 72 - 80.
317. Шмаков, Н. Ф. Рекомендации по разработке и использованию минеральных премиксов в кормлении рыб / Н. Ф. Шмаков, А. Н. Канидьев, А. А. Яржомбек. – М.: ВНИИПРХ, 1989. - 34 с.
318. Шмаков, Н. Ф. Эффективность добавки мидийного гидролизата в корм радужной форели / Н. Ф. Шмаков, Д. Н. Шмаков, И. В. Пятаков // Вопросы физиологии и кормления рыб. – Сб. научн. тр. - М. : ВНИИПРХ. - 1999. - Вып. 74. - С. 112-119.
319. Штерман, Л. Я. Влияние бетазина и йода на рост, функциональное состояние щитовидной железы и показатели крови радужной форели *Salmo iridans* / Л. Я. Штерман, В. Р. Слободской // Вопросы ихтиологии. - 1972. – Вып. 12. – С. 545-553.
320. Шустин, А. Г. Влияние экструзии на пищевую ценность комбикормов для радужной форели / А. Г. Шустин // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1987. - вып. 52. - С. 84-91.

321. Щеплягина, Л. А. Проблемы йодного дефицита / Л. А. Щеплягина // Русский медицинский журнал. - 1999. - № 11. - С. 523-527.
322. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина. - М. : Пищевая промышленность, 1973. - 131 с.
323. Щербина, М. А. Технология комбинированного применения зерна совместно с комбикормами при выращивании двухлетков карпа в прудах / М. А. Щербина, А. Д. Сапаров, В. Н. Раденко. - М. : ВНИИПРХ, 1992. - 46 с.
324. Щербина, М. А. Влияние экструзии на питательную ценность кормового сырья для рыб / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин, И. А. Салькова. // Рыбное хозяйство, Сер. Аквакультура. Инф. Пакет: Корма и кормление рыб - М. : ВНИЭРХ. - 1999. - вып. 2. - С. 1-11.
325. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. - М. : Изд-во ВНИРО, 2006. - 360 с.
326. Яковлев, В. Я. Повышение продуктивной способности коров под влиянием введения йода / В. Я. Яковлев, В. Н. Рельев // Профилактика послеродовых заболеваний при недостатке йода. - Барнаул. - 1992. - С. 37-41.
327. Adamek, Z. Diet composition and selectivity in 0+perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) stock in pond culture / Z. Adamek, J. Musil, I. Sukop // *Agriculturae Conspectus Scientificus* 69(1). - 2004. - P. 21-27.
328. Ahmed Mustafa Iodinated Feed Reduces Stress in Steelhead Trout / Ahmed Mustafa // Department of Biology, Indiana University, Purdue University, Fort Wayne, Indiana 46805 USA Global, Aquaculture advocate april. - 2003 - P. 22-23.
329. Andrzejewska, E. Evaluation of potassium iodide in Polish dietary salt / E. Andrzejewska, B. Rokicka, J. Gajda // *Rocz - Panstw-Zaki - Hig.* - 1996. - V. 47(4). - P. 395-400.
330. Ansari, M. Determination of iodine in the muscles of two marine fish species and lobster from the Persian Gulf / M. Ansari, M. Raissy, A. Shakeryan, E. Rahimi,

- F. Fadaeifard // *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.8 (3&4) 2010. – P. 228-229.
331. Arthur, J. R. Selenium, type I. Iodothyronine 5-deiodinase activity and thyroid hormone metabolism in the rat / J. R. Arthur, F. Nicol, B. A. Gill et al. // *Trace Elements in Man and Animals* . - Eds M. Anke, D. Meissner, C. F. Mills. – Dresden. - 1993. - P. 613-618.
332. Baggerman, B. On the endocrine control of background of stickleback behavior / B. Baggerman // *Arch. Neerl. Zool.* - 1964. – P. 64-68.
333. Baggerman, B. On the endocrine control of reproductive behavior in the male Three – spined Stickleback (*Gasterosteusaculeatus* L.) / B. Baggerman // *Symp. Soc. Exp. Biol., USA.* - 1966. – P. 125-131.
334. Beckett, G. J. Effects of combined iodine and selenium deficiency on thyroid-hormone metabolism in rats / G. J. Beckett, F. Nicol, P. W. H. Rae, S. Beech, Y. M. Guo, J. R. Arthur. // *American Journal of Clinical Nutrition* - 1993. - 57(2). – P. 240-243.
335. Bergot, F Digestibility of starch by rainbow trout: effects of physical state of starch and of the intake level / F. Bergot, J Breque // *Aquaculture.* – 1983. - v. 34. - P. 203-212.
336. Berry, M. J. Type I iodothyronine deiodinase is a selenocysteine-containing enzyme / M. J. Berry, L. Banu, P. R. Larsen // *Nature.* - 1991. - № 31. - P. 438-440.
337. Bires, J. Clinical and metabolic response in goats with iodopenia after administration of potassium iodide / J. Bires, P. Bartco, T. Weissova, T. Matisak, A. Michna, M. Biresova // *Vet-Med-Praha.* - 1996. - V.41 (6). - P. 177-182.
338. Braverman, L. E. Iodine and the thyroid: 33 years of study / L. E. Braverman // *Thyroid.* - 1994. – Vol. 4. - P. 351-356.
339. Brown, C. L. Occurrence of thyroid hormones in early developmental stages of teleost fish / C. L. Brown, H. Sullivan, A. Bern, W. W. Dickhoff // *Am. Fish Soc. Simp.* – 1987. – V. 2 – P. 144-150.
340. Brown, C. L. Thyroid hormones in early developmental with special reference to teleost fish / C. L. Brown, A. Bern // In: *Development, Maturation and Senescence of Neuroendocrine Systems: A Comparative Approach.* ed. by M. P. Schreibman and C. J. Seanes. Academic Press. New York. - 1989. – P. 289-306.

341. Brown, D. D. The role of thyroid hormone in zebrafish and axolotl development / D. D. Brown // Proc. Natl Acad. Sci. U.S.A. - 1997. - 94. - P. 13011-13016.
342. Buchtova, H. Chemical composition of edible parts of three-year-old experimental scaly crossbreds of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) / H. Buchtova, Z. Svobodova, M. Kocour, J. Velisek // Acta Alimentaria. - 2008. - 37(3). - P. 311-322.
343. Cepulienė, R. Effect of stable iodine preparation on the quality of poultry products / R. Cepulienė, R. Bobiniene, V. Sirvydis, D. Gudaviciute, M. Miskiniene, I. Kepaliene // Veterinarija ir zootechnika. - 2008. - 42(64).
344. Cobra, C. Infant survival is improved by oral iodine supplementation. / C. Cobra, K. Muhilal, D. Rusmil et al. // J. Nutr. - 1997. - Vol. 127 - P. 574-578.
345. Colborn, T. Impact of endocrine disruptors on brain development and behavior / T. Colborn // Environ. Health Perspect. Suppl. - 2002. - Vol. 110. - № 3. - P. 335-355.
346. Combs, D. K. Hair analysis as an indicator of mineral status of livestock / D. K. Combs // J. Anim. sci. - 1987. - Vol. 65. - № 6. - P. 1753-1758.
347. Coutteau, P. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture / P. Coutteau, I. Geurden, M. R. Camara, P. Bergot, P. Sorgeloos // Aquaculture. - 1997 - v. 155 - № 1-4. - P. 149-164.
348. Cowey, C. B. Protein metabolism in fish / C. B. Cowey // World congress of animal feeding. - 1980. - P. 271-288.
349. Cowey, C. B. Physiological basis of requirements of fishes. Critical analysis of allowances. / C. B. Cowey, P. Luquet // Protein Metabolism and Nutrition. - I.N.R.A. Paris. - 1983. - Vol. 1. - P. 365-384.
350. Das, L. N. Age changes in the relationship among endocrine glands of swine / L. N. Das, G. H. Magilton // Growth, 1971. - Vol. 35. - 101 p.
351. DeGroot, L. J. The Thyroid and its Diseases / L. J. DeGroot, P. R. Larsen, G. Hennemann. - 6th ed. New York : Churchill Livingstone Inc., 1996. - 793 p.
352. Delange F. Iodine requirements during pregnancy lactation and the neonatal period and indicators of optimal iodine nutrition / F. Delange // Public Health Nutr. -2007. - Vol. 10. - P. 1571-1580.

353. Deraniyagala, S. P. Iodine in fish and crabs from Sri Lankan waters / S. P. Deraniyagala, W. V. S. M. Perera, W. S. Fernando // *J. Natn. Foundation Sri Lanka*. – 2010. - 28(3). - P. 193 - 203.
354. Dong, J. Developmental iodine deficiency and hypothyroidism impair spatial memory in adolescent rat hippocampus: involvement of camkii, calmodulin and calcineurin / J. Dong, W. Y. Liu, Y. Wang, Y. Hou, H. D. Xu, J. A. Gong, Q. Xi, J. Chen. // *Neurotoxicity Research*. - 2011. - 19(1). – P. 81-93.
355. Eales, J. G. Iodine metabolism and thyroid-related functions in organisms lacking thyroid follicles: are thyroid hormones also vitamins / J. G. Eales // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* - 1997. - Vol. 214. - № 4. - P. 302–317.
356. Eckhoff, K. M. Iodine Content in Fish and other food products from East Africa analyzed by ICP-MS / K. M. Eckhoff, A. Maage // *J. Food Comp. Anal.* - 1997. - Vol. 10(3) - P. 270-282.
357. Jesus, de E.G. Thyroid hormone surges during milkfish metamorphosis / de E.G. Jesus // *Israeli J. Aquaculture*. – 1994 - Vol. 46. - № 2. – P. 59-63.
358. Jesus, de E.G. Thyroid hormones promote early metamorphosis in grouper (*Epinephelus coioides*) larvae / de E.G. Jesus, J. D. Toledo, M. S. Simpas // *Gen. Comp. Endocrinol.* - 1998. - Vol. 112. - P. 10-16.
359. Farkas, T. Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. / T. Farkas, I. Csengeri, F. Majoros and other // - 1978. - 14 (1).– P. 57-65.
360. Fauconneau, B. Growth and meat quality relations in caip / B. Fauconneau, H. Alamidurante, M. Laroche, and other // *Aquaculture*. - 1995. - 129 (1-4). – P. 265-297.
361. Ferri, N. Iodine supplementation restores fertility of sheep exposed to iodine deficiency / N. Ferri, S. Ulisse, F. Aghini-Lombardi, F. M. Graziano, T. Di Mattia, F. P. Russo, M. Arizzi, E. Baldini, P. Trimboli, D. Attanasio +3 more. // *Journal of Endocrinological Investigation*. - 2003. - 26(11). – P. 1081-1087.
362. Fleming, W. R. Electrolyte metabolism of teleost including calcified tissues. / W. R. Fleming // *Cemical Zoology*. - 1968. - V. 8.

363. Forth, W. Iron absorption, a mediated transport across mucosal epithelium / W. Forth, W. G. Hoekstra, J. W. Suttie, H. E. Ganther // Trace Element Metabolism in Animals. - 1974. - P. 199-215.
364. Franke, K. Influence of dietary iodine on the iodine content of pork and the distribution of the trace element in the body / K. Franke, F. Schone, A. Berk, M. Leiterer, G. Flachowsky. // European Journal of Nutrition. - 2008. - 47(1). – P. 40-46.
365. Fulton, T. W. Rate of growth of sea fish / T. W. Fulton // Fish. Scotl. Sci. Invest. Report. – 1902. - V. 20. - № 3. - P. 226–230
366. Gatlin, D. M. Dietary calcium source and level affects growth and bone mineralisation of channel catfish. / D. M. Gatlin, J. Scarpa // Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France), June 24-27, 1991 Ed INRA, Paris(Les Colloques. n 61) - 1993. - P. 179-185.
367. Giustarini, E. Thyroid autoimmunity in patients with malignant and benign breast diseases before surgery / E. Giustarini, A. Pinchera, P. Fierabracci // Eur. J Endocrinol. - 2006. – Vol. 154. – P. 645–649.
368. Gołkowski, F. Iodine prophylaxis – the protective factor against stomach cancer in iodine deficient areas / F. Gołkowski, Z. Szybiński, J. Rachtan // Eur. J. Nutr. - 2007. – Vol. 46. – P. 251–256
369. Groppe, B. Jodanreicherung in Organen und Geweben von Mastkücken nach Jodsupplementation des Futters. / B. Groppe, W. A. Rambeck, J. Groppe. // Proc. 11. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, 12. - Jena. - 1991. - P. 300-308.
370. Halver, J. E. Protein requirements for sockeye salmon and rainbow trout / J. E. Halver, L. S. Bates, E. T. Mertz // Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol. - 1964. - V. 23. - P. 1778.
371. Halver, J. E. Gold-water fish nutritional requirements / J. E. Halver // Report of the 1970 work-shop on Fish feed technology and nutrition. FAO/EIFAC and USDI/BSFW. Washington. – 1970. - P. 141-152.
372. Halver, J. E. Essential amino acids and ideal pattern for fish / J. E. Halver // X Intern. Congr. Nutrition. Kyoto, Japan, 1975.

373. Hamre, K Rotifers enriched with iodine and selenium increase survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae / K. Hamre, T. A. Mollan, Ø Sæle, B. Erstad *Aquaculture*. – 2008. - 284(1–4). – P. 190-195.
374. Hawkyard, M. Effect of iodine enrichment of *Artemia* sp. on their nutritional value for larval zebrafish (*Danio rerio*) / M. Hawkyard, Ø. Sæle, A. Nordgreen, C. Langdon, K. Hamre // *Aquaculture*. – 2011. – 316(1). - P. 37-43.
375. Herzig, I. Milk iodine concentration in cows treated orally or intramuscularly with a single dose of iodinated fatty acid esters / I. Herzig, J. Poul, B. Pisaricova, E. Gopfert // *Vet. Med. — Czech*. – 2003. - 48(6) - P. 155–162.
376. Heyland, A. Hormone signaling in evolution and development: a non-model system approach / A. Heyland, J. Hodin, A. M. Reitzel // *BioEssays*. – 2004. – V. 27. – P. 64-75.
377. Hilton, J. W. Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / J. W. Hilton, J. L. Atkinson, S. J. Slinger // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40. - 1983. - P. 81-85.
378. Hilton, J. W. The interaction of vitamins, minerals and diet composition in the diet of fish // J. W. Hilton // *Proc. II Int. Symp. Fish Nutrition, Bergen, Norway* (personal comm.). - 1987.
379. Hopton Cann, S. A. Hypothesis: dietary iodine intake in the etiology of cardiovascular disease / S. A. Hopton Cann // *J. Am. Coll. Nutr.* - 2006. - Vol. 25. - P. 1-11.
380. Horn-Ross, P. L. Iodine and thyroid cancer risk among women in a multiethnic population: the Bay Area Thyroid Cancer Study / P. L. Horn-Ross, J. S. Morris, M. Lee // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* - 2001. – Vol. 10. – P. 979-985
381. Howard, F. Iodine and thyroid metabolism [Электронный ресурс] / F. Howard, Jr. Loomis / - May 1998. Режим доступа: <http://www.loomisenzvmes.com>.
382. 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.

383. Huda, S. N. Biochemical hypothyroidism secondary to iodine deficiency is associated with poor school achievement and cognition in Bangladeshi children / S. N. Huda, S. M. Grantham Mc. Gregor, K. M. Rahman // *J. Nutr.* - 1999. - Vol. 129(5). - P. 980-987.
384. Hunt, S. Halogenated Tyrosine Derivatives in Invertebrate Scleroproteins: Isolation and Identification / S Hunt // *Methods in Enzimology.* - 1984. - Vol. 107. - P. 413-438.
385. 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.
386. Karl, H. Determination, spatial variation and distribution of iodine in fish / H. Karl, W. Münkner, S. Krause, I. Bagge // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau,* 97. - 2001. - P. 89-96.
387. Kaufmann, S. Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans / S. Kaufmann, G. Wolfam, F. Delange, W. A. Rambeck // *Ernahrungswiss,* 1998. - 37 p.
388. Kaufmann, S. Iodine in milk by supplementing feed: An additional strategy to erase iodine deficiency. / S. Kaufmann, J. Kursa, V. Kroupova, W.A. Rambeck. // *Vet. Med. — Czech.* - 1998. - 43 - P. 173-178.
389. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et control des déchets piscicoles / S. Kaushik // *Pisc. Franc.* - 1990. - P. 14-23.
390. Kaushik, S. Protein nutrition and metabolism in fish / S. Kaushik // *Protein metabolism and Nutrition. Proceedings of the 7. Intern.Symp., Vall de Santarew (PRT).* - 1995. - 05. - P. 47-56.
391. Kaushik, S. Besoin nutritionnels formules tables de rationnement et données diversës / S. Kaushik, G. Cuzon // *Nutrition et alimentation des poisson et crustacës: INRA ed IFREMER.* - 1999. - P. 457-470.
392. Kobuke, L. Thyroxine content in eggs and larvae of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* / L. Kobuke, J. L. Specker, H. A. Bern // *J. Exp. Zool.* - 1987. - V. 242. - P. 89-94.

393. Krogh, A. Osmotic Regulation in Aquatic Animals. / A Krogh. // Cambridge University Press, 1939. - 242 p.
394. Kroupova, V. Iodine content in consumer her eggs / V. Kroupova, J. Travnicek, I. Herzig, J. Kursa // VeterinarniMedicina. – 2006.– 51. - P. 56-59.
395. Lall, S. P. Minerals in finfish nutrition / S. P. Lall // Finfish nutrition and Fish Feed Technology. Heinemann, Berlin. – 1979. – Vol. 1. – P. 75-87.
396. Lamand, M. Place du laboratoire dans le diagnostic des carences en oligoéléments les ruminants / M. Lamand // Ree. Vet. - 1987. - ol. 163. - № 11. - P. 1071-1082.
397. Leatherland, J. F. Thyroid hormone content of eggs and early developmental stages of five *Oncorhynchus* species / J. F. Leatherland, L. Lin, N. E. Down, E. M. Donaldson // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1989. – V. 46. – P. 2140-2145.
398. Levitt, T. The Thyroid. A physiological, pathological, clinical and surgical study / T. Levitt. - London, 1954.
399. Lewis, G. The nature of trace element problems; delineating the field problem. Haze Elements / G. Lewis, P. Anderson // Anim. Prod. Vet. Practice. – Edinburgh. - 1983. - Vol. 7. - P. 11-16.
400. Liu, Y. W. Thyroid hormones are important for embryonic to larval transitory phase in zebrafish / Y. W. Liu, Chan W. K. // Differentiation. – 2002. – V. 70. - № 1. – P. 36-45.
401. Lovell, R. T. Dietary phosphorus requirement of channel catfish / R. T. Lovell // Trans. Amer. Fish Soc. – 1978. - v. 107. - № 4. - P 617-621.
402. Mann, H. Ein Futterungsversuch mit Trockenfutter unterschiedliche Proteingehaltes / H. Mann // Fischwirt. - 1968. - № 9. – P. 230-231.
403. Maier, J. Iodine deficiency activates antioxidant genes and causes DNA damage in the thyroid gland of rats and mice / J. Maier, H. van Steeg, C. van Oostrom, R. Paschke, R. E. Weiss, K. Krohn. // Biochimica Et Biophysica Acta-Molecular Cell Research. - 2007. - 1773(6). – P. 990-999.
404. Marine, D. J. Further observation and experiments on goitre (so called thyroid carcinoma) in brook trout (*Salvelinusfontinalis*) / D. J. Marine // III Its prevention and cure. J. Exper. Med., 8. - 1914. – P. 46-54.

405. Mellinger, J. Le role des hormones thyroïdiennes dans le developpement des poisons / J. Mellinger // Bull. Soc. Zool. Fr. – 1994. - V. 119. - № 4. - P. 315-324.
406. Mertz, E. Amino acids protein requirement of fish / E. Mertz // Fish in Resedich. Acad. Press. New York and London. - 1969. - P. 233-244.
407. Meske, Ch. Aquaculture von Warmwasser-Nutzfischen / Ch. Meske // Biotechniken und rierversuche. Stuttgart, Ulmer. - 1973. - P. 163.
408. Miller, E. R. Technigues for determining biorvailability of trance elements / E. R. Miller // Ann. Internat. Mineralc Conf St. Petersburg Reach. Florida. - 1983. - P. 23-40.
409. Miwa, S. Histological changes in the pituitary-thyroid axis during spontaneous and artificialt-induced metamorphosis of larva of the flounder, *Paralichthiys olivaceus* / S. Miwa, Y. Inui // Cell Tissue Res. – 1987. - V. 249. – P. 117-123.
410. Moren, M. Iodine enrichment of Artemia and enhanced levels of iodine in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed the enriched Artemia / M. Moren // Aquac. Nutr. – 2006 - № 12. - P. 97–102.
411. Moren, M. Uptake of iodide from water in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) / M. Moren, J. J. Sloth, K. Hamre // Aquaculture. – 2008. - 285(1–4). - P. 174-178.
412. Mraz, J. Feed for common carp. Krmivo pro kapra obecneho. (In czech only) / J. Mraz, J. Pickova, P. Kozak / Czech Industrial Property Office, Utility model no. 21926. - 2011. – P. 34-37.
413. Mussa, G. C. Thyroid and growth: thyroid hormones and development of the nervous system / G. C. Mussa, M. Zaffaroni, F. Mussa // J. Endocrinol. Invest. - 1989. - Vol. 12 (Suppi 3). - P. 85-94.
414. Nicholas, G. Severe iron deficiency anemia in transgenic mice expressing liver hepcidin / G. Nicholas, M. Bennoun, A. Porter at. all // Proc. Natl. Acad. Sci. - 2002. - P. 99.
415. Ngo, D. B. Selenium status in pregnant women of a rural population (Zaire) in relationship to iodine deficiency / D. B. Ngo, L. Dikassa, W. Okitolonda et al. // Trop. Med. Int. Health. – 1997. – Vol. 2(6). – P. 572-581.

416. Ogino, C. Mineral requirements in fish. II. Magnesium requirement of carp / C. Ogino, Chiou J. Y. // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 42. - 1976. - P. 71-75
417. Ogino, C. Mineral requirements in fish. III. Calcium and phosphorus requirements in carp / C. Ogino, H. Takeda // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 42. - 1976. - P. 793-799.
418. Ogino, C. Requirements of carp and rainbow trout for dietary manganese and copper / C. Ogino, G-Y. Yang // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 46. - 1978. - P. 455-458.
419. Ogino, C. The present situation of studies on nutrition / C. Ogino // Proceeding of the Seventh Japan-Soviet Joint Symp. On aquacult. Tokai University Tokyo. - 1979. - P. 11-18.
420. Ogino, C. Availability of dietary phosphorus in carp and rainbow trout / C. Ogino, T. Takeuchi, H. Takeda, T. Watanabe // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 45. - 1979. - P. 1527-1532.
421. Pasmussen, L. B. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in a Danish population: effect of geography, supplements and food choice / L. B. Pasmussen, L. Ovesen, I. Bülow, T. Jorgensen, N. Knudsen, P. Laurberg, H. Perrild // Br. J. Nutr. - 2002. - 87. - P. 61-69.
422. Penglase, S. Iodine nutrition and toxicity in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae / S. Penglase, T. Harboe, Ø. Sæle, S. Helland, A. Nordgreen, K. Hamre. // Aquaculture, Fisheries and Fish Science. - 2013. - P. 20.
423. Pedersen, T. Morphological changes during metamorphosis in cod *Gadus morhua* L., with particular reference to the development of the stomach and pyloric caeca / T. Pedersen, I.B. Falk-Petersen // J. Fish. Biol. - 1992. - V. 41. - P. 449-461.
424. Pfeffer, E. Effect of extrusion on efficiency of utilization of maize starch by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / E. Pfeffer, J. Beckman-Toussaint, B. Henrichfreise, H. D. Jansen // Aquaculture. - 1991. - v. 96 - № 3-4. - P. 293-303.
425. Phillips, A.M. The nutrition of trout. Vitamin requirements / A. M. Phillips, D. R. Brockway // Progr. Fish. Culturist. - 1957. - v. 19. - P. 119-123.
426. Phillips, A. M. Trout feeds and feeding / A. M. Phillips // Manual of Fish. Cult., part. 3, BSWF, Washington. - 1970. - 49 p.

427. Poddubnaya, I. V. Comprehensive Assessment of the Impact of the Additive «Abiopeptide with Iodine» on the Growth, Development and Marketable Quality of the Lena sturgeon Grown in Cages / I. V. Poddubnaya, A. A. Vasiliev, Y. A. Guseva, Y. N. Zimens, M. Y. Kuznetsov // *Biosciences Biotechnology Research Asia*, September. – 2016. - Vol. 13(3). – P. 1547-1553.
428. Porterfield, S. P. The role of thyroid hormones in prenatal and neonatal neurological development — current perspectives / S. P. Porterfield, C. E. Hendrich // *Rev. Endocrine Rev.* - 1993. - Vol. 14. - P. 94-106.
429. Poston, H. A. Effect of Body size on Growth, Survival and Chemical composition of Atlantic Salmon Fed Soy Lecithin and Choline / H. A. Poston // *Progr. Fish-Cult.* - 1990. - v. 52 - № 4. - P. 226-230.
430. Potter, B. J. Retarded fetal brain-development resulting from severe dietary iodine deficiency in sheep / B. J. Potter, M. T. Mano, G. B. Belling, G. H. McIntosh, C. Hua, B. G. Cragg, J. Marshall, M. L. Wellby, B. S. Hetzel. // *Neuropathology and Applied Neurobiology.* - 1982. - 8(4). – P. 303-313.
431. Ribeiro, A. R. A. Iodine-enriched rotifers and Artemia prevent goitre in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in a recirculation system / A. R. A. Ribeiro, L. Ribeiro, O. Saele, K. Hamre, M. T. Dinis, M. More, // *Aquaculture Nutrition.* - 2011. - 17(3). - P. 248-257.
432. Ribeiro, A. R. A. Iodine and selenium supplementation increased survival and changed thyroid hormone status in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in a recirculation system / A. R. A. Ribeiro, L. Ribeiro, O. Saele, M. T. Dinis, M. More // *Fish Physiology and Biochemistry.* - 2012. - 38(3) - P. 725-734.
433. Robertson, S. M. Mild congenital goitre increases lamb mortality in southern New South Wales / S. M. Robertson, M. A. Friend, B. J. King. // *Australian Journal of Experimental Agriculture.* - 2008. - 48(6–7). - P. 995-998.
434. Robinson, E. H. Channel catfish nutrition / E. H. Robinson // *Rev. Aquat. Sci.* - 1989. – V. 1. - Iss.3. – P. 365-391.
435. Rosenfeld, L. Discovery and Early Uses of Iodine / L. Rosenfeld // *Journal of Chemical Education*, August. - 2000. - Vol. 77 (8). – P. 985.

436. Ruz, M. Single and multiple selenium-zinc-iodine deficiencies affect rat thyroid metabolism and ultrastructure / M. Ruz, J. Codoceo, J. Galgani, L. Munoz, N. Gras, S. Muzzo, L. Leiva, C. Bosco // *Journal of Nutrition*. - 1999. - 129(1). – P. 174-180.
437. Sancha, E. Iodine deficiency affects hatchability of endangered captive kaki (black stilt, *Himantopus novaezelandiae*) / E. Sancha, Y. van Heezik, R. Maloney, M. Alley, P. Seddon. // *Zoo Biology*. - 2004. - 23(1). - P. 1-13.
438. Satoh, S. Effects on growth and mineral composition of carp on deletion of trace elements or magnesium from fish meal diet / S. Satoh, H. Yamamoto, T. Takeuchi, T. Watanabe // *Nippon Suisan Gakkaishi*. - 1983. – 49. – P. 431-435.
439. Satoh, S. Availability to rainbow trout of zinc contained in various types of fishmeals / S Satoh, K. Izume, T. Takeuchi, T. Watanabe // *Nippon Suisan Gakkaishi*. - 1987. – 53. – P. 1861-1866.
440. 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.
441. Schreibe, A. M. Metamorphosis in the summer flounder *Paralichthys dentatus*: stagespecific developmental response to altered thyroid status / A. M. Schreiber, J. L. Specker // *J. Comp. Endocrinol.* – 1998. - V. 111. - P. 156-166.
442. Scholz, A. T. Evaluation of thyroxin content in egg and larval pallid sturgeon *Scaphirhynchus albus* (Forbes and Richardson, 1905), as a potential indicator of imprint timing In: *Pallid Sturgeon recovery update – the latest research and actions for recovery* / A. T. Scholz, R. J. White, M. B. Tilson, J. L. Miller, K. N. Kunttgen // Ed. S. Krentz, 2000. - № 11. – 77 p.
443. Smitt, F. A. Kritisk förteckning öfver de i Riksmuseum befintliga Salmonider / F. A. Smitt // *Kongl. Svenska Vet. Akad. Handlingar*. - 1886. - V. 21. - N 8. - P. 1– 290.
444. Smyth, P. P. The thyroid, iodine and breast cancer / P. P. Smyth // *Breast Cancer Res.* - 2003. – Vol. 5. – P. 235-238.

445. Soldin, O. P. Thyroid hormones and methylmercury toxicity / O. P. Soldin, D. M. O'Mara, M. Aschner // *Biological Trace Element Research*. - 2008. - 126(1-3). - P. 1-12.
446. Specker, J. L. Vitellogenesis in Fishes: Status and perspectives In: *Perspectives in Comparative Endocrinology* / J. L. Specker, C. V. Sullivan, K. G. Davey, R. E. Peter and S. S. Tobe eds. // National Research Council of Canada, Ottawa. - 1994. - P. 304-315.
447. Steffens, W. Warmwasseraufzucht von Salzkarpfen (*Cyprinus carpio* L.). In: *Netzkafigen bei unterschiedlicher Besatzdichte* / W. Steffens. // *Z. Fischerei N.F.* - 1969. - 17. - P. 3315.
448. Steffens, W. *Grundlagen der Fischernahrung*. / W. Steffens. // VEB Gustav Fischer Verlag Jena. - 1985. - P. 226.
449. Sugiura S. H. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feed / S. H. Sugiura, F. M. Dong, C. K. Rathbone, R. W. Hardy // *Aquaculture*. - 1998. - V. 159. - №3, 4. - P. 177-202.
450. Sutija, M. Thyroid hormone deiodinase revisited: insights from lungfish: a review / M. Sutija, J. Joss. // *Journal of Comparative Physiology*. - 2005. - 176 - P. 87-92.
451. Sæle, Ø. The effect of diet on ossification and eyemigration in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) / Ø. Sæle, , J. S. Solbakken, K. Watanabe, K. Hamre, K. Pittman // *Aquaculture* 220. - 2003. - P. 683-696.
452. Sweeting, R. M. The acute influence of ingested thyroid hormones on hepatic deiodination pathways in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* / R. M. Sweeting, J. G. Eales // *General and Comparative Endocrinology*. - 1992. - V. 85. - Issue 3. - P. 376-384.
453. Tagawa, M. Entry of thyroid hormones into tilapia oocytas / M. Tagawa, C. L. Brown // *Comp. Biochem. Physiol.* - 2001. - V. 129. - P. 605-611.
454. Tsatsoulis, A. Thyroid autoimmunity is associated with higher urinary iodine concentrations in an iodine-deficient area of Northwestern Greece / A. Tsatsoulis, E. O. Johnson, M. Andricula // *Thyroid*. - 1999. - Vol. 9(3). - P. 279-283.
455. Vanderpas, J. Nutritional epidemiology and thyroid hormone metabolism. / J. Vanderpas // *Annual Review of Nutrition*. - 2006. - 26. - P. 293-322.

456. Venturi, S. Role of iodine in evolution and carcinogenesis of thyroid, breast and stomach / S. Venturi, F. M. Donati, A. Venturi // *Adv. Clin. Path.* - 2000. - Vol. 4. - P. 11-17.
457. Watanabe, T. Fish feeds and their quality / T. Watanabe // *Trend and problems in aquaculture development Proceeding of the 2nd International Conference on aquaculture. Verona.* - 1984. - P. 190-211.
458. Watanabe, T. Trace, minerals in fish nutrition / T. Watanabe, V. Kirov, S. Satoh // *Aquaculture.* - 1997. - V. 151. - № 1-4. - P. 185-207.
459. Wiersinga, W. M. Graves' ophthalmopathy: a rational approach to treatment / W. M. Wiersinga, M. F. Prummel // *Trends in Endocrinology & Metabolism.* - 2002. - № 13. - P. 280-287.
460. Witkowsri, A. Relationship of thyroid activity with age and live -weight in pigs / A. Witkowsri // *Roczniki Nauki Rolniczej.* - 1971. - Vol. 93. - P. 137.
461. Xu, J. Selenium supplement alleviated the toxic effects of excessive iodine in mice / J. Xu, X. F. Yang, H. L. Guo, X. H. Hou, L. G. Liu, X. F. Sun. // *Biological Trace Element Research.* - 2006. - 111(1-3). - P. 229-238.
462. Yamano, K. Changes in whole body concentrations of thyroid hormones and cortisol in metamorphosing conder eel / K. Yamano, M. Tagawa, de E. G. Jesus, T. Hirano, S. Miwa, Y. Inui // *J. Comp. Physiol.* -1991. - Vol. 161. - P. 371-375.
463. Yamano, K. The role of thyroid hormone in fish development with reference to aquaculture / K. Yamano // *JARQ.* - 2005.- Vol. 39.- № 3. - P. 161-168.
464. Yamamoto, T. An electron microscop study of the columnar epithelial cell in the intestine of fresh water Teleosts. Goldfish and rainbow trout / T. Yamamoto, *Z. Zellforsch.*, 1966. - V. 72,1. - 66-87 - P. 141.
465. Yang, X. F. Developmental toxic effects of chronic exposure to high doses of iodine in the mouse / X. F. Yang, J. Xu, X. H. Hou, H. L. Guo, L. P. Hao, P. Yao, L. G. Liu, X. F. Sun. // *Reproductive Toxicology.* - 2006. - 22(4). - P. 725-730.

ПРИЛОЖЕНИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ
И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ
КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Учетная серия 44-2-1.15-7291 Регистрационный № ПВР-2-1.15/03119
от 19 июля 2017 года срок действия до бессрочно
(дата) (даты)

Настоящее свидетельство выдано организации-производителю
(заказчик)
АО «Биоамид», Саратовская область, г. Саратов

о том, что в соответствии со статьей 3 Закона Российской Федерации
«О ветеринарии»:

ОМЭК-1

(полное название кормовой добавки для животных)

в виде порошка
(форма)

применяется для производства премиксов и комбикормов для сельскохозяй-
ственных животных, в том числе птиц

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Заместитель Руководителя

Россельхознадзора
(подпись)



Н.А. Власов
(И.О. Фамилия)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВETERИНАРНОМУ
И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ
КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Учетная серия 77/32-2-1.14-6035 Регистрационный № ПВР-2-1.14/02997

от 27 февраля 2014 года срок действия до бессрочно
(дата) (дата)

Настоящее свидетельство выдано ООО Фирма «А-БИО», г. Москва (органи-
(заявитель)
зация-производитель ООО Фирма «А-БИО», Московская область,
г. Пущино)

о том, что в соответствии со статьей 3 Закона Российской Федерации
«О ветеринарии»,

Абиопептид

(полное название кормовой добавки для животных)

в виде раствора (форма)

применяется для активизации белкового обмена у сельскохозяйственных жи-
вотных, в том числе птиц, а также рыб, пушных зверей, кошек и собак.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Заместитель Руководителя

Россельхознадзора
(подпись)



Н.А. Власов
(И.О. Фамилия)



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 132315

СИСТЕМА САДКОВ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБЫ

Патентообладатель(ли): *Общество с ограниченной ответственностью "Центр индустриального рыбоводства" (ООО "Центр индустриального рыбоводства") (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013114042

Приоритет полезной модели 28 марта 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 сентября 2013 г.

Срок действия патента истекает 28 марта 2023 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

132 315 (13) U1

(51) МПК
A01K 63/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013114042/13, 28.03.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.03.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.03.2013

(45) Опубликовано: 20.09.2013 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

410064, г.Саратов, ул. Перспективная, 21, кв.
49, Вилутис О.Е.

(72) Автор(ы):

Васильев Алексей Алексеевич (RU),
Поддубная Ирина Васильевна (RU),
Вилутис Ольга Евгеньевна (RU),
Тарасов Петр Сергеевич (RU),
Карасев Анатолий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной
ответственностью "Центр индустриального
рыбоводства" (ООО "Центр
индустриального рыбоводства") (RU)**(54) СИСТЕМА САДКОВ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ И
ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБЫ****(57) Формула полезной модели**

Система садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы, включающая садки и раму, удерживающиеся на одном месте с помощью якорей, при этом рама снабжена поплавками, отличающаяся тем, что рама выполнена в виде единой рамы-платформы с встроенными в нее садками с возможностью размещения на ее внешней поверхности исследователей, при этом на раме-платформе в центральной части между садками закреплен лабораторный стол с защитным тентом.

RU 132315 U1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2017621254

«Минеральный состав сельскохозяйственной продукции»

Привлеченный: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» (RU)*

Авторы: *Васильев Алексей Алексеевич (RU), Поддубная Ирина Васильевна (RU), Поддубный Дмитрий Анатольевич (RU), Смирнов Виктор Владимирович (RU)*

Заявка № 2017620970

Дата поступления: 04 сентября 2017 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных: 01 ноября 2017 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.И. Павлов Г.И. Павлов



ВЫПИСКА

из протокола № 8 заседания секции аграрного образования
и сельскохозяйственного консультирования НТС Минсельхоза России

г. Москва

от «18» февраля 2014 г.

На заседании комиссии № 1 по рассмотрению отчетов государственных бюджетных образовательных учреждений высшего профессионального образования о выполнении плана научно-исследовательских работ за 2013 год, выполняемых за счет средств федерального бюджета, секции аграрного образования и сельскохозяйственного консультирования НТС Минсельхоза России присутствовали: 14 членов комиссии

Председатель:

Золотарев Сергей
Васильевич

начальник отдела образования Департамента
научно-технологической политики и образования,
д.т.н., профессор

Секретарь секции:

Сутугина Ирина
Михайловна

ведущий советник отдела образования
Департамента научно-технологической
политики и образования

СЛУШАЛИ:

Воротникова Игоря Леонидовича, проректора по научной и инновационной деятельности, д.э.н., профессора ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

КОНСТАТИРУЮЩАЯ ЧАСТЬ:

Рассмотрен отчет о выполнении плана научно-исследовательских работ за 2013 год по теме:

Разработка инновационной технологии производства йодированной рыбной продукции.

ВЫСТУПИЛИ:

Золотарев С.В., Скороходова Н.В., Парахин Н.В.

ПОСТАНОВИЛИ:

Результаты голосования: за – 14, против – нет, воздержавшихся – нет.

1. Представленные результаты выполненных работ соответствуют требованиям, предъявляемым к выполнению НИР и сданы в указанный срок.
2. Одобрить работу исполнителей ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по выполнению НИР и рекомендовать к утверждению.

Заместитель директора
Депнаучтехполитики



Ю.Н. Егоров

Секретарь секции

И.М. Сутугина

ВЫПИСКА

из протокола № 5 заседания секции аграрного образования
и сельскохозяйственного консультирования НТС Минсельхоза России

г. Москва

от «17» февраля 2015 г.

На заседании комиссии № 1 по рассмотрению отчетов государственных бюджетных образовательных учреждений высшего профессионального образования о выполнении плана научно-исследовательских работ за 2014 год, выполняемых за счет средств федерального бюджета, секции аграрного образования и сельскохозяйственного консультирования НТС Минсельхоза России присутствовали: 8 членов комиссии

Председатель:

Лукиенко
Анатолий Евгеньевич

заместитель директора Департамента
научно-технологической политики и образования,
к.э.н., профессор

Секретарь секции:

Сутугина Ирина
Михайловна

ведущий советник отдела образования
Департамента научно-технологической
политики и образования

СЛУШАЛИ:

Воротникова Игоря Леонидовича, проректора по научной и инновационной деятельности, д.э.н., профессора ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

КОНСТАТИРУЮЩАЯ ЧАСТЬ:

Рассмотрен отчет о выполнении плана научно-исследовательских работ за 2014 год по теме:

Разработка технологии выращивания йодированной пресноводной рыбы.

ВЫСТУПИЛИ:

Парахин Н.В., Балакирев Н.А., Скороходова Н.В.

ПОСТАНОВИЛИ:

Результаты голосования: за – 8, против – нет, воздержавшихся – нет.

1. Представленные результаты выполненных работ соответствуют требованиям, предъявляемым к выполнению НИР и сданы в указанный срок.
2. Одобрить работу исполнителей ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по выполнению НИР и рекомендовать к утверждению.

Заместитель директора
Депнаучтехполитики



Ю.Н. Егоров

Секретарь секции

И.М. Сутугина



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

XVI РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА
**ЗОЛОТАЯ
ОСЕНЬ**

XVII RUSSIAN AGRICULTURAL EXHIBITION
**GOLDEN
AUTUMN**

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ СЕРЕБРЯНОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова», г. Саратов

*За разработку и внедрение технологии выращивания йодированной
пресноводной рыбы в садках*

МИНИСТР СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АН. КАЧЕВ

8-11 ОКТЯБРЯ 2015
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС-ЭКСПО»

