

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

На правах рукописи

**Карасев Анатолий Александрович**

**РОСТ, РАЗВИТИЕ И ТОВАРНЫЕ КАЧЕСТВА КАРПА  
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В САДКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ДОБАВКИ «АБИОПЕПТИД С ЙОДОМ»**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление  
сельскохозяйственных животных и технология кормов

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

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

**САРАТОВ - 2015**

## Оглавление

<b>1 Введение</b>	4
<b>2 Основная часть</b>	10
<b>2.1 Обзор литературы</b>	10
2.1.1 Биология карпа	10
2.1.2 Биологическая роль и обмен йода в организме рыб	15
2.1.3 Пути решения дефицита йода в животноводстве	35
2.1.4 Организация полноценного кормления карпа в садках	41
<b>2.2 Методология и методы исследований</b>	50
<b>2.3 Результаты собственных исследований</b>	57
2.3.1 Результаты прогнозируемого опыта в аквариумах	57
2.3.1.1 Физико-химические свойства воды	57
2.3.1.2. Динамика роста карпа	58
2.3.1.3 Эффективность использования комбикормов	59
2.3.1.4 Экономическая эффективность	61
2.3.2 Результаты товарного выращивания годовика карпа в садках	63
2.3.2.1 Физико-химические свойства воды в водоеме	63
2.3.2.2 Динамика массы и развития карпа	66
2.3.2.3 Кормление карпа и эффективность использования комбикормов	71
2.3.2.4 Биохимические показатели крови	78
2.3.2.5 Товарные качества	80
2.3.2.6 Развитие внутренних органов	82
2.3.2.7 Химический состав мышечной ткани	85
2.3.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	85

2.3.2.9 Экономическая эффективность	87
2.3.3 Результаты товарного выращивания двухлеток карпа в садках	89
2.3.3.1 Физико-химические свойства воды в водоеме	90
2.3.3.2 Динамика массы и развития карпа	91
2.3.3.3 Кормление карпа и эффективность использования комбикормов	94
2.3.3.4 Биохимические показатели крови	100
2.3.3.5 Товарные качества	102
2.3.3.6 Развитие внутренних органов	104
2.3.3.7 Химический состав мышечной ткани	106
2.3.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	107
2.3.3.9 Экономическая эффективность	109
<b>3 Заключение</b>	<b>111</b>
<b>3.1 Выводы</b>	<b>116</b>
<b>3.2 Предложение производству</b>	<b>117</b>
<b>Список использованной литературы</b>	<b>118</b>

## 1 Введение

**Актуальность темы.** Продовольственная проблема является одной из основных проблем современности. В рыбе содержатся полноценные животные белки, жиры, витамины и микроэлементы. Биологическая ценность белков рыбы не ниже, чем мяса, но они легче усваиваются организмом. Так, если из 100 граммов белков говядины усваивается 15 г, то из 100 г белков рыбы усваивается 40 г. А также кислоты Омега-3 и Омега-6, которые снижают риск возникновения болезней сердца и сосудов, снижают уровень холестерина, защищают клетки и улучшают обменные процессы, регулируют кровяное давление, способствуют повышению умственной активности (Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2011, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014).

С 2004 г. по 2013 г. объем рыболовного промысла в мире снизился на 0,6 % или 0,5 млн. тонн до 91,9 млн. тонн. При этом рост населения на планете диктует необходимость увеличения производства пищевой рыбной продукции. Резервом и единственно-возможным выходом является рыбоводство, продукция которого быстро увеличивает свои объемы на рынке. Общее мировое производство рыбы, в том числе продукции рыболовства и аквакультуры, достигло рекордного показателя в 154 млн. тонн в 2013 году, причем, на долю аквакультуры к 2013 году будет приходиться около 60 % от общего объема производства, согласно новому исследованию, проведенному Институтом международного мониторинга «Worldwatch Institute», основанного в Соединенных Штатах (Александров С.Н., 2005, Богданов Н.И., 2011, <http://www.dirgenera.ru/topic312.htm>).

В условиях Саратовской области рыбоводство является приоритетным направлением эффективного использования биоресурсов внутренних водоемов. Общая площадь водного рыбохозяйственного фонда здесь составляет свыше 300 тыс. га. Производством прудовой рыбы в области занимаются 144 хозяйства всех форм собственности. В настоящее время в области рыборазведение осуществляется в трех направлениях: прудовое рыбоводство, садковое рыбоводство и выращивание рыбы в УЗВ.

В условиях садковых хозяйств легче организовать нормированное кормление рыбы, осуществлять ветеринарный надзор, получать более точную информацию о физиологическом состоянии рыбы.

Самым популярным объектом прудового и индустриального рыбоводства традиционно является карп. Эта недорогая вкусная живая рыба пользуется постоянным спросом у населения.

Йод является не генотоксическим жизненно-важным элементом. Оптимальная интенсивность поступления йода в организм составляет 100-150 мкг/день. Дефицит йода может развиваться при поступлении этого элемента в организм в количестве менее чем 10 мкг/день, а порог токсичности равен 5 мг/день. Более 60 %, поступившего в организм йода, потребляет щитовидная железа, которая усваивает его из крови и использует в синтезе гормонов – тироксина и трийодтиронина. Щитовидная железа посредством своих гормонов регулирует деятельность других желез внутренней секреции (гипофиз, половые железы) и, тем самым, оказывает влияние на все метаболические процессы в организме человека. Йод играет важную роль в формировании необходимых нашему организму клеток – фагоцитов, своеобразных санитаров, захватывающих и уничтожающих чужеродные микроорганизмы и повреждённые клетки (Вайсер В. И., 2004, Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2011, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014, Алиева С., 2015, <http://agrocontech.ru/ru/info/ispolzovanie-ioda-v-kormlenii>).

Недостатком йода в организме страдают около 1,5 миллиарда человек в мире, а в России – примерно 70 % населения. При нехватке этого элемента развиваются йоддефицитные заболевания, в основе патогенеза которых лежит недостаточное поступление йода в организм из внешней среды. Среди них наибольшее значение имеет эндемический зоб — заболевание, которое сопровождается увеличением объема и нарушением функции щитовидной железы (ЩЖ). В основном поступление йода в организм происходит через пищеварительный тракт с пищей и водой, а также через легкие с вдыхаемым воздухом и совсем мало - через кожу. Лидером по содержанию йода являются морепродукты и съедобные водоросли. С целью борьбы с йод дефицитом обогащение йодом продуктов питания, является насущной необходимостью для населения центральных материковых зон удаленных от моря. В этой связи работа, направленная на обогащение йодом продуктов содержащих полноценные белки является весьма актуальной.

**Цель исследований** - повысить продуктивность карпа за счет использования в рационе добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- установить оптимальную норму скармливания карпу добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода;
- изучить влияние повышенных доз йода на динамику массы, сохранность и товарные качества карпа;
- определить химический состав мяса карпа и содержание в нем йода;
- определить эффективность использования карпом комбикормов с повышенными дозами йода;
- изучить биохимические показатели крови и состояние внутренних органов при скармливании карпу повышенных доз йода;
- дать экономическое обоснование использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении карпа при выращивании в садках.

**Научная новизна работы.** Впервые на основании комплексных исследований разработана оптимальная норма скармливания добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, при выращивании карпа в садках. Определена эффективность использования йода в кормлении карпа, установлено его влияние на динамику живой массы, среднесуточный прирост, использование питательных веществ корма, товарные качества рыбной продукции и содержание в ней йода. Дано экономическое обоснование использования добавки «Абиопептид с йодом» при выращивании карпа в садках.

**Теоретическая и практическая ценность.** Доказано, что использование в кормлении годовика и двухлеток карпа, при выращивании в садках, добавки «Абиопептид с йодом» в количестве 1 мл содержащей 200 мкг йода на 1 кг живой массы, соответственно, повышает продуктивность на 1,9 и 8,6 %, сохранность на 4,0 и 1,34 %, уровень рентабельности на 3,6 и 7,3 %, содержание йода в мышечной ткани на 49,16 % и снижает затраты комбикорма на единицу прироста на 0,9 и 5,6 %, по сравнению с контрольной группой.

**Методология и методы исследований.** В работе использованы эмпирические и теоретические методы исследований. Решение задач базируются на экспериментальных данных и известных теоретических положениях кормления объектов аквакультуры и технологий подготовки кормов к скармливанию. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается достаточно большим объемом экспериментальных исследований и использованием апробированных методик для проведения учетов и анализа, применением математических методов обработки экспериментальных данных

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- оптимальная норма скармливания карпу добавки «Абиопептид с йодом» составляет 1 мл на 1 кг массы рыбы с содержанием 200,0 мкг йода;

- скармливание добавки «Абиопептид с йодом» годовикам и двухлеткам карпа, при выращивании в садках, повышает у них продуктивность, сохранность и выход съедобных частей тела;

- выращивание карпа на комбикормах с повышенным содержанием йода повышает содержание этого микроэлемента в мышечной ткани;

- использование в кормлении карпа, при выращивании в садках, повышенных доз йода снижает затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы;

- кормление карпа комбикормами с повышенными дозами йода не оказывает отрицательного влияния на функциональное состояние внутренних органов и биохимические показатели крови;

- введение в комбикорм добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, при выращивании годовиков и двухлеток карпа в садках повышает уровень рентабельности производства рыбной продукции.

**Апробация работы и степень достоверности результатов.** Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2013 год (Саратов 2014); 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 проблем» (Саратов, 2015); на расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова (Саратов, 2015).

**Публикации результатов исследований.** Основные материалы диссертации изложены в 6 научных статьях, в том числе 3 статьи в журналах,



рекомендованных ВАК РФ: «Вестник АПК Ставрополя», «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета», «Аграрный научный журнал». По материалам исследований получен патент РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 131 странице компьютерного набора и состоит из введения, основной части и заключения, списка литературы. Содержит 42 таблицы и 5 рисунков. Список использованной литературы включает в себя 122 источника, в том числе 27 на иностранных языках

## **2 Основная часть**

### **2.1 Обзор литературы**

#### **2.1.1 Биология карпа**

Карп - это одна из основных рыб, разводимых в прудовых хозяйствах нашей страны. Такая популярность связана с рядом ценных биологических особенностей и хозяйственно полезных качеств, которыми обладает карп. Это теплолюбивая рыба. По скорости роста, выносливости, всеядности, использованию кормов, а также хорошим вкусовым качествам он превосходит многие пресноводные рыбы. Карп неприхотлив к условиям содержания, легко приспосабливается к изменениям гидрохимического режима, кормовой базы и других факторов. Благоприятные температурные условия для питания, роста и размножения карпа 18—30 °С. Половая зрелость у карпа наступает в возрасте 2—5 лет и зависит от температурного режима водоема. В северных и центральных районах страны самки карпа достигают половой зрелости на четвертом-пятом году жизни, в южных — на втором-третьем год; причем самцы созревают раньше самок. В условиях постоянно высокой температуры самки и самцы созревают в возрасте около одного года (Анисимова И.М., Лавровский В.В., 1991, Александров С.Н., 2005, Власов В.А., 2008, Привезенцев Ю.А., 2000, Adamek Z., Musil J. & Sukop I., 2004, Farkas T., Csengeri I., Majoros F. & Olah J., 1978, [http://rybnik.com.ua/publ/vyrashhivanie\\_i\\_razvedenie\\_karpa/1-1-0-2](http://rybnik.com.ua/publ/vyrashhivanie_i_razvedenie_karpa/1-1-0-2), [http://enc-dic.com/enc\\_biology/Semestvo-karpove-syprinidae-1687](http://enc-dic.com/enc_biology/Semestvo-karpove-syprinidae-1687)).

Карпы очень плодовиты. Плодовитость тесно связана с условиями содержания. В естественных условиях обитания нерест обычно проходит при

температуре 17—20 °С на прибрежных участках водоема, покрытых луговой и водной растительностью, которая служит субстратом для клейких икринок.

Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры воды и равна 3—6 суток. На второй-третий день после выклева личинки переходят на активное питание. Важную роль в этот период играет естественная пища. Личинки в первые дни питаются мелкими представителями зоопланктон (коловратками, дафниями, циклопами), а потом поедают более крупные формы. Старшие возрастные группы питаются главным образом бентосными организмами. Пищей им служат личинки хирономид (мотыль), олигохеты, моллюски. Карп охотно поедает и хорошо усваивает дополнительно задаваемые корма как растительного, так и животного происхождения (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Карп>).

Карп — крупная рыба. Встречаются особи массой 25 кг и длиной более 1 м. Потенциальные возможности роста у карпа весьма велики. При благоприятных условиях содержания карп уже на первом году жизни может достигать массы 0,5—1,0 кг на втором году — 1,5—2,0 кг. Для прудовых хозяйств, расположенных в центральных районах страны, установлен следующий стандарт по массе: сеголетки — 25—30 г, двухлетки - 400—500 г, трехлетки — 1000—1200 г (Александров С.Н., 2005, Анисимова И.М., 1991, Иванов А.А., 2003, Богданов Н.И., 2011, Барышникова Т., 2006, Fajmonova E., Zelenka J., Komprda T., Kladroba D. & Sarmanova I. (2003), Steffens W. & Wirth M. (2007).

По чешуйчатому покрову различают чешуйчатого, зеркального и голого карпов. Зеркальный карп имеет очень крупную чешую, похожую на зеркальце. Отсюда и название. Крупные чешуйки могут располагаться на теле неправильными рядами или в беспорядке (с разбросанной чешуей, как говорят рыбоводы), а также вдоль боковой линии - особого органа чувств у рыб. Боковая линия представляет собой ряд отверстий в чешуе и на коже, на дне которых расположены чувствительные нервные клетки. При движении рыбы

или в покое они воспринимают давление потоков воды и таким образом получают информацию об окружающей обстановке.

Преимущества зеркальных карпов состоят в том, что их легче чистить перед приготовлением. Недостатки в том, что они хуже зимуют и обладают пониженной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. Голый, или кожистый карп покрыт редкими чешуйками, расположенными чаще всего возле хвоста и жаберных крышек. Как и зеркальный карп, хуже переносит зимовку, больше подвержен заболеваниям, чем чешуйчатый карп. Следует подчеркнуть, что рыбы с разным чешуйчатым покровом это не отдельные породы карпа так особи с различным покровом могут встречаться внутри одной породы. Селекционная работа в карповодстве в нашей стране была начата в начале тридцатых годов и сейчас довольно успешно продолжается. Главной задачей является создание не продуктивной породы карпа вообще, что в общем-то мало реально, особенно в нашей огромной стране, отличающейся огромным разнообразием условий, а создание пород, отличающихся высокими показателями в конкретной зоне рыбоводства со своими специфическими условиями. В настоящее время существует несколько пород и породных типов, отвечающих этим требованиям. Наиболее известные и раньше всех выведенные украинские карпы. По сравнению с беспородным карпом эти породы отличаются широкой и высокой спиной, лучше используют естественную кормовую базу водоема, быстрее растут, лучше зимуют, отличаются повышенной плодовитостью и сохранностью личинок. Украинский рамчатый карп назван так потому, что туловище рыб окаймляет двойной ряд чешуи в виде рамки.

Первоначально селекцию украинских карпов осуществляли в двух противоположных направлениях. Для экстенсивного выгульного рыбоводства в неспускных водоемах и больших русловых прудах предназначались чешуйчатые карпы. Основное направление селекции заключалось в развитии у рыб поисковой способности. Поэтому выращивание племенных рыб проводили

в основном на естественной пище при однократной плотности посадки. Введение концентрированных кормов допускалось лишь при истощении естественной кормовой базы в отдельные периоды. Селекцию рамчатого карпа проводили при уплотненной плотности посадки и эффективном использовании искусственных кормов (Привезенцев Ю.А., 2000, Герасимов Ю.Л., 2003, Богудская Н.Г., 2004, Левадный В.С., 2005, Богданов Н.И., 2011, <http://carpexpert.ru/ukrainskie-karpy>).

По мере развития интенсификации прудового рыбоводства, направления селекции чешуйчатого и рамчатого карпа сблизились. Это привело к уменьшению различий между этими двумя группами. В дальнейшем для выращивания обеих групп стали использовать кормовые смеси при уплотненной посадке.

Селекцию украинских пород карпа производили по закрытому типу с использованием внутривидового скрещивания большого числа рыб (20-30 производителей). На завершающем этапе в дополнение к интенсивному массовому отбору проводили оценку производителей по качеству потомства и семейный отбор. В 1954—1956 гг. украинские чешуйчатые и рамчатые карпы были признаны первыми отечественными породами карпа.

Украинский чешуйчатый карп имеет сплошной чешуйный покров, образованный правильными рядами чешуи (как у сазана). По сравнению с рамчатым, чешуйчатый карп имеет более высокую поисковую способность и полнее использует естественную пищу. В связи с этим первоначально чешуйчатый карп был рекомендован для условий экстенсивного, а в дальнейшем и интенсивного рыбоводства. Благодаря чему он получил широкое распространение.

Чешуйчатые карпы имеют преимущества по темпу роста, выходу двухлетков и эффективности использования естественной кормовой базы. При выращивании в благоприятных условиях средняя масса украинских чешуйчатых карпов может быть до 3 кг (у трехлетков).

Эти породы карпа кроме Украины выращивают в южных и черноземных районах России.

Для условий Сибири специально выведены такие породы, как сарбоянский и алтайский карп. Они приспособлены для суровых зимних условий этого региона, для чего при их создании был использован амурский сазан, отличающийся очень хорошей зимостойкостью. Помимо высокой зимостойкости рыбы этих пород способны быстро расти во время короткого, но жаркого континентального лета.

Для районов северо-запада России больше всего подходит ропшинский, селекционированный в рыбхозе «Ропша» Ленинградской области. Он хорошо зимует во время длительной, но не очень суровой зимы и достаточно быстро растет во время, не слишком жаркого лета, характерных для Карелии, Псковской, Ленинградской и других областей.

В 1989 году была зарегистрирована порода «Парский чешуйчатый карп». Она выведена для III-IV зон рыбоводства, включающих такие области как Рязанская, Тульская, Калужская, Орловская, Курская, Липецкая, Брянская, Белгородская и некоторые другие. Свое название порода получила по названию рыбхоза «Пара» Рязанской области, где более полувека назад были начаты работы по ее созданию. Помимо высоких продуктивных качеств рыб этой породы отличает повышенная плодовитость. В настоящее время выделен московский тип парского карпа, районированный для II зоны рыбоводства, включающей, в том числе, юг Московской области. Продолжаются работы по выведению среднерусской породы карпа, предназначенной для рыбоводных хозяйств средней полосы России: Московской, Тверской, Ярославской и других областей. В 1998 году завершена апробация и получены свидетельства на новые породы, районированные для V-VI зон рыбоводства, включающих Краснодарский, Ставропольский края, Дагестан и некоторые другие районы Северного Кавказа. Эти породы, ангелинский чешуйчатый и ангелинский зеркальный, выведены на опытном участке Ангелинского рыбхоза

Краснодарского края, почему и получили такие названия. Они отличаются повышенной устойчивостью к такому опасному заболеванию, широко распространенному на юге, как краснуха карпа. По своим биологическим особенностям, таким как высокая скорость роста, скороспелость, выход съедобных частей, неприхотливость, способность хорошо усваивать разные виды кормов, а также высокие вкусовые качества мяса, карп занимает первое место среди всех прудовых рыб. Это наиболее распространенный и ценный объект выращивания. Он хорошо растет в прудах, озерах, выработанных карьерах, рисовых чеках и других водоемах. Хорошо приспосабливается к различным почвенно-климатическим условиям, гидрохимическим особенностям водоемов. Этот вид наиболее удобный, доступный и экономически достаточно выгодный для выращивания не только в больших специализированных рыбхозах, но и в условиях фермерских и личных подсобных хозяйств (Богерук А.К., 2001, 2002, Богутская Н.Г., 2004, Антипова Л.В., 2009, Козлов А.В., 2003, Анисимова И.М., 1991, Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю., Киреева И.Ю., 2007, Williams D.R., Li W., Hughes M.A. and et., 2008). В России в настоящее время используется 19 пород и кроссов карпа.

### **2.1.2 Биологическая роль и обмен йода в организме рыб**

Йод является незаменимым (эссенциальным) элементом в питании млекопитающих, востребованным для синтеза тиреоидных гормонов щитовидной железы — тироксина Т4 и его активной формы трийодтиронина Т3, регулирующих множество физиологических процессов, включая рост и развитие организма, процессы метаболизма глюкозы, протеина, жира и репродуктивные функции. В эмбриональном периоде тиреоидные гормоны оказывают исключительное действие на формирование основных структур головного мозга, отвечающих за моторные функции и интеллектуальные

способности человека, способствуют формированию «улитки» слухового анализатора.

Основными природными источниками йода для человека являются пищевые продукты. Йоддефицитными заболеваниями называются все патологические состояния, развивающиеся в результате дефицита йода в питании, и которые могут быть предотвращены при нормальном потреблении йода. Однако патологии, вызванные дефицитом йода на этапе внутриутробного развития и в раннем детском возрасте, являются необратимыми и практически не поддаются лечению и реабилитации (Вайсер В. И., 2004, Алиева С., 2010, Спиридонов А. А., 2011, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Акчурина И.В., Поддубная И.В., 2014, <http://agrocontech.ru/ru/info/ispolzovanie-ioda-v-kormlenii>).

Спектр йоддефицитных заболеваний включает патологии беременности и плода (аборты, мертворождения, врожденные аномалии, кретинизм, психомоторные нарушения, низкорослость, глухонмота), заболевания щитовидной железы (зоб и его осложнения, гипо тиреоз, в том числе врожденный, йодиндуцированный тиреотоксикоз), нарушение функции репродуктивной системы (импотенция у мужчин, бесплодие у мужчин и женщин). В интеллектуальной сфере к клиническим проявлениям дефицита йода относятся: кретинизм, нарушения умственного развития у детей и подростков, нарушения когнитивных (познавательных) функций у взрослых (Широкова В.И., Голоденко В.И., Демин В.Ф. и др., 2005). Показатели умственного развития населения, проживающего в условиях йодного дефицита, снижаются в среднем на 10–15 пунктов IQ, наблюдается пониженная способность к принятию решений, отсутствие инициативы. Регионы с крайне низким уровнем потребления йода характеризуются невысоким уровнем жизни, остановкой в развитии общественных отношений ([www.unicef.ru](http://www.unicef.ru)).

При Всемирной организации здравоохранения при участии Минздравсоцразвития РФ, существует Международный совет по контролю за йод дефицитными заболеваниями (МСКИДЗ). Биологическое значение йода



заключается в том, что он входит в состав молекул гормонов щитовидной железы: тироксина (Т4), содержащего 4 атома йода, и трийодтиронина (Т3), в составе которого 3 атома йода. Недостаточность поступления йода в организм приводит к разворачиванию цепи последовательных приспособительных процессов, направленных на поддержание нормального синтеза и секреции гормонов щитовидной железы. Но, если дефицит этих гормонов сохраняется достаточно долго, то происходит срыв механизмов адаптации с последующим снижением синтеза тиреоидных гормонов и развитием заболеваний, обусловленных дефицитом йода.

Важно отметить различие в метаболизме органического и неорганического йода, что связано с регулирующей ролью печени в данном процессе. При употреблении морских продуктов (рыбы, водорослей), соединений йода с белком молока, в которых йод содержится в органической форме, йодированный белок сначала под действием протеолитических ферментов в тонком кишечнике распадается на аминокислоты, с одной из них, тирозином, связан йод. Затем йодированные аминокислоты через воротную вену попадают в печеночные клетки - гепатоциты. Необходимое количество йода поступает в кровь и щитовидную железу, а избыток его через желчные пути выводится из организма с калом. Использование неорганического йода, который всасывается в желудке и не проходит «фильтрации» в печени, чревато нарушением функции щитовидной железы и передозировкой йода ([www.seaweed.su](http://www.seaweed.su)).

Щитовидная железа (ЩЖ) весьма значима для организма. Ее йодированные гормоны — тироксин (тетрайодтиронин, Т4) и трийодтиронин (Т3) — оказывают разностороннее действие на организм, обеспечивая рост, физическое развитие. Специфическим действием тиреоидных гормонов можно считать их влияние на морфогенетические процессы — обеспечение нормального процесса роста, развития и дифференциации тканей и органов, особенно центральной нервной системы.

Таблица 1 - Спектр йоддефицитной патологии (ВОЗ, 2003)

Периоды жизни	Потенциальные нарушения
Внутри-утробный	Выкидыши и мертворождения, врожденные аномалии (пороки) развития, повышенная смертность плода. Эндемический неврологический кретинизм (умственная отсталость, косоглазие, глухонмота), эндемический микседематозный кретинизм (гипотиреоз -снижение функции щитовидной железы, и карликовость - отставание в росте)
Новорожденные	Зоб новорожденных, врожденный гипотиреоз (скрытый и явный)
Дети и подростки  Взрослые	Эндемический зоб (диффузный и/или узловой), ювенильный (подростковый) гипотиреоз, нарушение умственного и физического развития (плохая учеба в школе, трудности в освоении математики и языка, отставание в росте и физическом развитии), задержка полового созревания у девочек и мальчиков, увеличения заболеваемости другими болезнями в 1,5-2 раза при наличии диффузного увеличения щитовидной железы без нарушения ее функции  Зоб и его осложнения, гипотиреоз, умственные нарушения (снижение памяти и интеллекта), бесплодие (как у женщин, так и у мужчин), ранний климакс (как у женщин, так и у мужчин), риск рождения ребенка с эндемическим кретинизмом, узловой/многоузловой токсический зоб (автономной повышение функции щитовидной железы при многолетнем существовании зоба), повышение риска развития рака щитовидной железы при наличии узлового/многоузлового зоба
Во все возрастные периоды	Повышение поглощения радиоактивного йода при ядерных катастрофах, снижение интеллекта и творческого потенциала

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/м<sup>3</sup>. Содержание йода в грунте имеет значительные колебания (от 50 до 9000 мкг/л), что связано с глубиной промерзания грунта в течение последнего ледникового периода. В организм рыбы йод поступает с пищей и водой. Но в воде обычно хватает всех необходимых минералов за исключением йода. Поэтому основным источником йода становятся корма и добавки. Всасывание йода происходит в передних отделах тонкого кишечника. Исходным материалом для биосинтеза Т4 и Т3 являются аминокислота L-тирозин и йод, который обычно поступает в организм с пищей и водой в виде йодидов. ЩЖ обладает исключительной способностью извлекать йод из крови, являясь своеобразным йодным насосом (Рубцовенко А.В., 1991, Растопшина Л.В., 2007, Tocher D.R. & Dick J.R., 1999, Vasiliev A.A., Poddubnaya I.V., Akchurina I.V. and et., 2014).

Существует активный механизм переноса йодидов в фолликулярные клетки против концентрационного градиента. Этот механизм регулируется ТТГ, от которого зависит количество захваченного йода. Транспорт йодидов в клетки щитовидной железы ингибируют некоторые химические соединения, например тиоцианат, перхлорат калия, перйодат. На этом основано их применение как антитиреоидных препаратов. В тиреоцитах йодиды под влиянием йодпероксидазы и перекиси водорода окисляются в высокоактивный молекулярный йод. Молекулярный йод быстро связывается с тирозином, входящим в состав специфического белка, синтезируемого фолликулярными клетками щитовидной железы, тиреоглобулина. Таким образом, возникают моно- и дийодтирозины. В дальнейшем уже в полости фолликул происходит

конденсация йодтирозинов с образованием тетраiodтиронина (тироксина, Т4) и трийодтиронина (Т3), которые накапливаются в фолликулах щитовидной железы. Прежде чем попасть в кровь молекулы Т4 и Т3 отщепляются от молекулы тиреоглобулина под действием протеолитических ферментов (Моррисон В. В., Чеснокова Н. П., 2008, Широкова В. И., Голоденко В.И., Демин В.Ф. и др., 2005).

В щитовидной железе образуется преимущественно Т4, и только 20 % присутствующего в крови и тканях Т3, а остальная его часть образуется периферическими тканями путем дейодирования тироксина.

Йод содержится в недостаточном количестве или не сбалансирован с некоторыми другими микроэлементами (Ca, Mn, Cu); с этим связано распространение в этих зонах эндемического зоба. В приморских областях количество йода в 1 м<sup>3</sup> воздуха может достигать 50 мкг, в континентальных и горных - составляет 1 или даже 0,2 мкг. Таким образом усвояемость йода напрямую зависит от его концентрации.

Депонирование йода в организме преимущественно в щитовидной железе, изменение содержания йода в последней и в крови в зависимости от функционального состояния щитовидной железы указывают с несомненностью на роль щитовидной железы в церебрально-эндокринной регуляции йодного обмена. Это подтверждается еще и тем, что после удаления железы отмечается более выраженная зависимость содержания йода в крови и моче от внешних влияний, чем это имеет место при нормальных условиях.

В различных биогеохимических провинциях содержание йода в суточном рационе колеблется. Потребность животного в йоде зависит от его физиологического состояния, времени года, температуры, адаптации организма к содержанию йода в среде. Введение в организм йода повышает основной обмен, усиливает окислительные процессы, тонизирует мышцы.

Щитовидная железа (ЩЖ) весьма значима для организма, особенно развивающегося. Ее йодированные гормоны — тироксин (тетраiodтиронин, Т4)

и трийодтиронин (Т3) — оказывают разностороннее действие на организм, обеспечивая рост, физическое развитие. Чем оптимальнее концентрация этих гормонов, тем совершеннее формообразовательные процессы.

Специфическим действием тиреоидных гормонов можно считать их влияние на морфогенетические процессы — обеспечение нормального процесса роста, развития и дифференциации тканей и органов, особенно центральной нервной системы.

И хотя гормоны щитовидной железы специфически связаны с дифференцировкой и ростом тканей, на первый план выступает их действие на обмен веществ. Одним из наиболее выраженных эффектов гормонов щитовидной железы является их влияние на энергетический обмен. Они увеличивают потребление кислорода во всех органах и тканях (кроме головного мозга, клеток системы мононуклеарных фагоцитов и гонад), тем самым повышая активность окислительных процессов, усиливают интенсивность обменных процессов и теплопродукцию в организме.

В физиологических условиях гормоны щитовидной железы стимулируют синтез белков. Однако в избыточных количествах они обладают катаболическим эффектом. Катаболическое действие гормонов приводит к форсированному распаду белков скелетных и сердечной мышц, костной ткани.

Гормоны щитовидной железы оказывают гипергликемизирующее действие за счет активации распада гликогена в печени и мышечной ткани, торможения его синтеза из углеводов и ресинтеза из молочной кислоты, а также за счет активации глюконеогенеза. Одновременно они потенцируют гликогенолитическое и гипергликемическое действия адреналина.

Под влиянием гормонов щитовидной железы происходят торможение липогенеза из углеводов, мобилизация жиров из депо и усиление их окислительного распада, поэтому при повышении уровня гормонов щитовидной железы уменьшаются запасы жира в организме, снижается концентрация триглицеридов, холестерина и фосфолипидов в крови.

Исключительно важным свойством тиреоидных гормонов является их способность повышать чувствительность тканей к действию катехоламинов. Это достигается за счет увеличения экспрессии  $\beta$ -адренорецепторов в тканях, особенно в сердечной и скелетной мышцах, жировой ткани, лимфоцитах, а также за счет подавления активности фермента моноаминоксидазы, разрушающей симпатический нейромедиатор норадреналин.

Кроме того, тиреоидные гормоны повышают уровень транскрипции генов соматотропина и тем самым оказывают стимулирующее действие на секрецию и эффекты соматотропного гормона. Нарушения функции щитовидной железы могут проявляться в форме гипотиреозов и гипертиреозов.

Гипотиреоз — состояние, обусловленное недостаточной продукцией тиреоидных гормонов или снижением их биологического эффекта на тканевом уровне. 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 (Рубцовенко А. В., 1991).

Приобретенные формы первичных гипотиреозов возникают главным образом в результате аутоиммунных, воспалительных, опухолевых процессов в щитовидной железе, приводящих к деструктивным или атрофическим изменениям в железе. При болезни поражение фолликулярных клеток щитовидной железы является результатом действия аутоантител как на антигены тиреоглобулина, так и на микросомальный антиген тиреоидной пероксидазы. Реже 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 — $\alpha$ -рецептора,  $\beta$ 1- и  $\beta$ 2-рецепторов — в большинстве случаев периферического гипотиреоза наблюдается мутация генов  $\beta$ 1- и  $\beta$ 2-рецепторов, что приводит к снижению их чувствительности к гормонам щитовидной железы (Моррисон В.В., Чеснокова Н.П., 2008). 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, появлению зоба.

Под зобом или струмой понимают стойкое увеличение размеров щитовидной железы, которое является результатом ее гиперплазии. Так, при йоддефицитном (эндемическом) зобе в связи с недостатком йода снижается синтез гормонов ЩЖ. Гипофиз, стимулированный механизмом обратной связи, выделяет большое количество ТТГ. Последний приводит к диффузному разрастанию щитовидной железы и возникновению зоба.

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 у рыб 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 и конденсацию йодтирозинов, а следовательно, и образование тиреоидных гормонов.

Причиной гипертиреоза может быть слабая связь гормонов с транспортными белками. 99,9 % Т4 и 99,6 % Т3 находятся в связанной с белками крови форме (Моррисон В.В., Чеснокова Н.П., 2008).

Большая часть тиреоидных гормонов связана с тироксинсвязывающим глобулином, остальная часть с тироксинсвязывающим преальбумином и альбумином плазмы. И только свободная фракция обуславливает биологическое действие тиреоидных гормонов.

Диффузный токсический зоб в настоящее время рассматривается как аутоиммунное заболевание и развивается у рыб с наследственной предрасположенностью. Развитие диффузного токсического зоба связывают с появлением тиреостимулирующих антител (ТСА). Их около 6, они принадлежат к иммуноглобулинам класса G. ТСА являются антителами к рецепторам ТТГ или другим белковым структурам, тесно связанным с этими рецепторами, в частности со стимуляторами аденилатциклазы.

Взаимодействие тиреостимулирующих антител с комплементарным антигеном мембраны тиреоцитов оказывает тиреотропиноподобное действие и ведет к усилению синтеза и секреции тиреоидных гормонов



Клиническая картина гипертиреоза складывается из симптомов, вызванных нарушением обмена веществ. 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 (Рубцовенко А.В., 1991, Вилутис О.Е., Васильев А.А., Поддубная И.В. и др., 2014, Vasiliev A.A., Poddubnaya I.V., Akchurina I.V. and et., 2014).

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. Две трети людей с нарушением функций щитовидной железы страдают различными психическими расстройствами. Субклинический гипотиреоз является фактором риска развития депрессии, а аффективные психические расстройства встречаются чаще среди людей больных зобом, чем у людей без зоба. При наиболее тяжелом течении микседемы наступает снижение памяти и интеллектуальных возможностей, наблюдается потеря прежних навыков, эмоциональная тупость, монотонное благодушие.

При тиреотоксикозе практически у всех больных наблюдаются расстройства эмоциональной сферы, от слабодушия и слезливости до аффективных вспышек гнева.

Более 85 % детей в йоддефицитном регионе имеют отклонения по тем или иным показателям интеллектуально-мнестической сферы. У детей, проживающих в условиях умеренного йод-дефицита, даже после нормализации функции щитовидной железы сохраняются стойкие когнитивные нарушения (Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2011).

Йод – это редкий, но чрезвычайно рассеянный в природе элемент, который в небольших количествах содержится в воде, воздухе, почве и практически всех живых организмах, от растений до млекопитающих. Йод и его соли хорошо растворимы в воде, поэтому основная «кладовая» йода – это моря и океаны. В одной тонне морской воды содержится 20–30 мг солей йода (йодидов). В мантии и магмах и в образовавшихся из них породах (гранитах, базальтах) соединения йода рассеяны. История йода в земной коре связана с живым веществом и биогенной миграцией. В биосфере наблюдаются процессы его концентрации, особенно морскими организмами (водорослями, губками). Из океана соединения йода, растворенные в каплях морской воды, попадают в атмосферу и переносятся ветрами на континенты. Местности, удаленные от океана или отгороженные от морских ветров горами, обеднены йодом. Йод легко адсорбируется органическими веществами почв и морских илов. При уплотнении этих илов и образовании осадочных горных пород происходит десорбция, часть соединений йода переходит в подземные воды. Так образуются используемые для добычи йода йодо-бромные воды, особенно характерные для районов нефтяных месторождений (местами 1 литр этих вод содержит свыше 100 мг йода). Количество йода в «сухопутных» растениях и животных зависит от почвы, на которой они живут. Если местность расположена близко к морю, то почва там насыщена йодом, и растения будут содержать достаточно этого элемента. В организмах животных, потребляющих эти растения, тоже будет много йода.

Если же местность удалена от моря (горы, большие равнины и т.д.), то продукты там бедны йодом. Содержание йода в растениях, молочных и мясных продуктах непостоянно и зависит от того, в какой области были выращены фрукты и овощи и какой корм получали животные. Там, где йода в почве мало, растения содержат в 10–30 раз меньше йода, чем их «собратья» в тех приморских регионах, где почва насыщена йодом.

Недостаточное поступления йода в организм человека — важнейшая проблема мирового масштаба. Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) 1600 миллионов людей проживают в йоддефицитных регионах, йоддефицитными заболеваниями затронуты более 740 миллионов человек, а около 50 миллионов в той или иной степени страдают от расстройств умственной деятельности, вызванной йодной недостаточностью (Linus Pauling Institute). В Европе только 4 страны никогда не сталкивались с дефицитом йода и его последствиями, это — Исландия, Финляндия, Норвегия и Швеция.

К эндемическим йоддефицитным территориям относятся, как сказано выше, горные цепи, аллювиальные равнины, особенно высокогорные, а также регионы, находящиеся на достаточном расстоянии от моря. Однако дефицит йода может обнаруживаться и в больших городах, в том числе в индустриально развитых странах (UNICEF, ICCIDD).

В настоящее время борьба с дефицитом йода координируется в глобальном масштабе Международным советом по контролю за йоддефицитными заболеваниями — МСКЙДЗ (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, ICCIDD), работающим в тесном контакте с ВОЗ и ЮНИСЕФ (Детский Фонд ООН).

Серьезные усилия мирового сообщества привели к значительным успехам в борьбе с дефицитом йода, благодаря проделанной работе удалось ликвидировать угрозу развития отклонений в работе мозга у миллионов новорожденных, значительно снизить последствия дефицита йода в странах Европы, Азии, Африки и Америки.

В России более половины территории относятся к йоддефицитным регионам по содержанию йода в почве и воде. На сегодняшний день около 75% жителей России испытывают дефицит йода различной степени ([www.unicef.ru](http://www.unicef.ru)). Наиболее выражен дефицит йода в горных и предгорных районах (Северный Кавказ, Алтай, Сибирское плато, Дальний Восток и т.д.). Значительно снижено

потребление йода на всей территории Центральной части России, на Среднем и Верхнем Поволжье.

В нашей стране распространенность йододефицитных заболеваний среди городского населения составляет 10–15 %, сельского — 13–35 %, уровень потребления йода составляет 40–80 мкг/день, что в 3 раза меньше рекомендованных норм. Ситуация в России еще усугубляется тем, что на протяжении последних 10 лет программы по массовой профилактике йододефицитных состояний были практически свернуты. Поэтому проведение массовой, групповой и индивидуальной йодной профилактики в России сверхактуальна. Не исключением являются и страны СНГ.

Проблема йодной недостаточности является актуальной и для Республики Беларусь, что подтверждается наличием практически повсеместного дефицита йода в почвах и водах страны. По результатам изучения йодной обеспеченности в широкомасштабном исследовании, проведенном под эгидой ВОЗ, Республика Беларусь отнесена к странам с легкой и средней степенью йодной недостаточности (Мохорт Т. В. и др., 2007).

На Украине по данным Института эндокринологии и обмена веществ им. В. П. Комисаренко АМН среднестатистический житель этой страны потребляет в день 40–80 мкг йода, что в 2–3 раза меньше его суточной потребности. Свыше 60 % населения Украины проживает в условиях дефицита йода. По результатам исследований около 38 млн. украинцев испытывают йодный дефицит различной степени.

Для Казахстана проблема йододефицита также является актуальной. В республике (в отдельных ее областях и Алматинской области в частности) наблюдается низкий уровень содержания йода в почве и воде. Йод недополучают 60–70 % жителей Восточно-Казахстанской области, в Западном Казахстане эта цифра составляет 30–35 %, на юго-востоке республики — 40 %.

Проблема дефицита йода актуальна и в Азербайджане. Около 40 % населения Азербайджана испытывают проблемы со здоровьем в связи с нехваткой йода (Алиева С., 2010).

Сколько же йода необходимо человеку? Всего около 5 г в течении жизни. Но йод должен поступать в организм в очень малых дозах и ежедневно. Причем потребность в йоде в течение жизни у человека разная (таблица 2).

Таблица 2 – Потребность в йоде в зависимости от возраста

Возрастные периоды	Потребность в йоде в микрограммах в сутки (мкг/сутки)
Дети до 1 года	50
Дети младшего возраста - 2-6 лет	90
Дети 7-12 лет	120
Молодые люди (старше 12 лет) и взрослые	150
Беременные и кормящие женщины	200
Люди пожилого возраста	100

Человек получает йод преимущественно из пищи, относительно небольшие количества также поступают вместе с воздухом и водой.

Способов, с помощью которых можно избавиться от йододефицита, не много – можно принимать БАДы с йодом, добавлять его в пищу или же дышать воздухом, насыщенным йодом. Так для борьбы с дефицитом йода ВОЗ, ЮНИСЕФ и ICCIDD рекомендует использовать йодированную соль. Йодирование соли является методом доступным и дешевым, хотя и не лишенным некоторых недостатков, главный из которых — значительное уменьшение содержания йода в соли с течением времени. Также применяется йодирование различных продуктов.

В настоящее время все большее и большее внимание медицинских работников привлекается к применению йода в органической форме, то есть в продуктах, который подстраивается под каждый индивидуальный организм здорового или больного человека, регулируя йодный обмен, являясь не менее эффективным, чем неорганический йод, но и безопасным.

В организм рыбы йод способен поступает с пищей, водой. Но в воде обычно хватает всех необходимых минералов за исключением йода. Поэтому основным источником йода становятся корма и добавки. Всасывание йода происходит в передних отделах тонкого кишечника. В различных биогеохимических провинциях содержание йода в суточном рационе колеблется. Потребность животного в йоде зависит от его физиологического состояния, времени года, температуры, адаптации организма к содержанию йода в среде.

Проводятся исследования по изучению содержания йода у пресноводных и морских промысловых рыб. Так, иранские ученые в 2010 году проводили исследования по определению содержания йода в мышцах часто потребляемых двух видов промысловых рыб красного горбыля (*Otolithes ruber*), Индо-Тихоокеанской королевской макрели (*Scomberomorus guttatus*) и омаров (*Panulirus homarus*), рыбы были пойманы в Персидском заливе и у них определено содержание йода. Среднее значение йода в красном горбыле, индо-тихоокеанской королевской макрели и омаров составляло соответственно,  $195 \pm 108,9$ ,  $179 \pm 93,39$  и  $287,4 \pm 78,8$  мкг на кг сухого веса (Ansari M., Raissy M., Shakeryan A. и др., 2010).

Похожие исследования проводились в Пакистане с той разницей, что исследовалась не только морская, но и речная рыба и гораздо большее количество её видов, но данные по этим исследованиям вызывают вопросы так, как противоречат всем известным данным по содержанию йода в рыбе, так например содержание йода в пресноводной рыбе по данным их исследований

превышает его содержание в морской (Ведемейер Г.А., 1985, Forth W. and et., 1974, Fauconneau B., Alamidurante H., Laroche M. and et., 1995).

В США и странах Европы ведутся исследования по использованию йода в кормлении рыб с целью повышения их устойчивости к стрессу. Так в США Ахмед Мустафа (2003) провел эксперимент по использованию йода в кормлении радужной форели. В эксперименте участвовали сто шестьдесят особей радужной форели средней навеской 70 г. Их разделили на две группы контрольную и экспериментальную, их содержали в одинаковых условиях с оптимальным водным режимом. Экспериментальную группу кормили с добавлением йодированного калия в количестве 20 мг/кг корма, а контрольную группу кормили без использования йодированного калия.

Так же рыба подвергалась физическому стрессу каждый день в течение двух минут, чтобы получить типичные последствия стресса, а затем каждые две недели проводили исследование влияния кормления, в течение 12 недель. Образцы оценивались по длине, весу, артериальному давлению, измеряли содержание глюкозы, уровень кортизола (гормона стресса), а также уровни Т3 и Т4 гормонов щитовидной железы. Из этого исследования видно, что использование йода в качестве добавки в основной рацион увеличивает выработку гормонов щитовидной железы у форели, которые впоследствии снижают выработку гормона стресса кортизола, а также ускоряют рост рыбы. Подобные результаты использования йодированного корма в рыбоводных хозяйствах могут быть использованы, как не гормональные стимуляторы роста для улучшения показателей скорости роста и выживания культурных лососевых рыб, таких как форель и семга.

У рыб не получающих в своём рационе достаточное количество йода могут проявляться признаки развития зоба, а следовательно, сокращаются коллоиды и увеличивается объем эпителия, как это видно из исследований заболевания зобом у личинок данио рерио.

Проводились исследования влияния гормонов щитовидной железы на развитие рыб данио-рерио и обнаружил, что ингибирование THs у личинок данио-рерио развивает редукцию плавников, влияет на формирование чешуи и пигментацию, но эти последствия могут быть устранены с добавлением в корма экзогенного T4. Хотя экзогенные THs гормоны могут оказывать влияние на развитие личинок рыб, недостаточно внимания уделялось возможности введения THs с помощью живых кормовых организмов, главным образом, потому что не было достигнуто достаточного основания полагать, что беспозвоночные кормовые организмы содержат значительные количества THs гормонов и связанных с ними ферментов и он обратил внимание, что эти последствия могут быть устранены с добавлением в рацион в достаточных количествах соединений йода, или синтетического тироксина. Так же у личинок данио рерио поедающих обогащенную йодом артемию отмечались более высокие показатели выживаемости ( $61,5 \% \pm 8,8 \%$ ) по сравнению с личинками поедающими не обогащенную артемию ( $49,8 \% \pm 8,7 \%$ ,  $p = 0,004$ ).

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

М. Moren и др. (2008) обнаружили повышение общего уровня йода в теле, при кормлении палтуса личинками артемии обогащенной Lipiodol. Однако исследования, которые они провели, не показали улучшения в росте или выживаемости личинок палтуса, это было связано с ограниченной биодоступность липидов, связанного йода.

В. Рибейро и др. (2009) установили в ходе своих исследований, что у личинок сенегальской солеи (*Solea senegalensis*) которых кормили артемией обогащенной йодидом натрия (NaI) концентрация йода в тканях была в 5-10 раз выше, чем у тех, которых кормили не обогащенной артемией. Они обнаружили, что у личинок питающихся обогащенной артемией общая длина и сухой вес



были больше, чем у личинок питающихся не обогащенной артемией. Они не отслеживали изменения в выживаемости личинок связанных с обогащением йодом, но обнаружили, что у личинок, которые не получают добавок йода появлялись признаки зоба.

Также может быть, что личинки рыб потреблявших в своём рационе обогащенные йодом кормовые организмы вырабатывают больше коллоидов для хранения дополнительного йода или йодированных соединений. Область коллоидов щитовидного фолликула содержит тиреоглобулин, йодированный белок, который является предшественником гормона щитовидной железы. На основании этого можно предположить, что искусственное обогащение кормовых организмов йодом так же является эффективным способом доставки йода в организм рыб и через мясо в организм человека.

Добавление препаратов щитовидной железы в корм ускоряет развитие молоди. При длительном скармливании тиреоидина золотым рыбкам и карасям наблюдаются изменения в пигментных клетках кожи. Через 1-2 недели после начала кормления тиреоидином происходит отчетливая экспансия пигмента в меланофорах и концентрация его в ксантофорах. В дальнейшем, по прошествии еще двух - трех недель, начинается депигментация кожи, выражавшаяся в исчезновении меланофоров и ксантофоров из чешуек грудной и брюшной области. Депигментация особенно ярко была выражена по свободному краю чешуек и на плавниках. Отмечено, что кормление щитовидной железой изменяет хлоридный обмен у колюшек.

В Германии в 2003 г. был проведён эксперимент по использованию в рационе при откорме гольцов (*Salvelinus* sp.) морской водоросли ламинарии. Были сформированы две группы гольцов экспериментальная и контрольная по 400 особей в каждой. Они получали стандартные коммерческие корма для рыб и корма дополненные коричневыми водорослями (*Laminaria digitata*) в концентрации 0,8 %, соответственно. Каждые четыре недели проводился

контрольный убой по 10 рыб из обеих групп и было проанализировано содержание йода в них.

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

Страдает и нервная система. Больные рыбы с гипертиреозом отличаются повышенной раздражительностью, беспокойством, повышенной двигательной возбудимостью.

Основной метод повышения обогащения рациона йодом является введение специальных минеральных веществ, содержащих его, например иодид калия, иодид натрия или йодат калия. Также не следует забывать о разнообразии рациона. К недостатку минеральных веществ у разного вида особей может быть наследственная предрасположенность. В связи с этим, если у одной и той же разновидности рыб наблюдаются частые опухоли щитовидной железы, их не рекомендуется размножать.

За рубежом проводились исследования влияния йода на развитие, рост, товарные качества разных видов морских и пресноводных видов рыб. Большинство исследователей приходят к выводу, что йод положительно влияет на разнообразные виды рыб (Deraniyagala S.P., Perera W.VS.M., Fernando W.S., 1999; Ansari M., Raissy M., Shakeryan A. и др., 2010; Azmat R., Talat R., и Mahmood S., 2008), но отсутствуют данные по использованию йодсодержащих добавок в содержании и разведении карповых.

Не смотря на проводимые исследования и работы в этом направлении, информации по использованию йода в кормлении рыб использующихся в аквакультуре крайне мало.

Так как сельхозпродукция, произведенная в Саратовской области, содержит недостаточно йода, то для обогащения в рацион животных вводят йод в различных формах.

Основным объектом рыбоводства в Саратовской области является карп, и обогащение его мышечной ткани йодом позволит выполнить сразу две задачи, удовлетворить потребность организма человека в полноценном белке и одновременно восполнить традиционный для нашего региона дефицит йода.

### **2.1.3 Пути решения дефицита йода в животноводстве**

Были разработаны различные стратегии для борьбы с дефицитом йода в питании человека. Наиболее распространенным способом является йодирование соли, для этих целей используется соединение йода и калия (KI) но эта мера не является достаточно эффективной, так как дефицит йода по данным германских учёных наблюдается у 30 % населения (Gartner R., Manz F., Grossklaus R., 2001).

Основным методом йодной профилактики, рекомендованным ВОЗ, является употребление йодированной соли. Во многих европейских странах существуют специальные правительственные программы и стандарты по йодированию пищевой соли (Йодомарин, 2010). В России, Беларуси, Украине, Казахстане и Азербайджане основным средством борьбы с дефицитом йода также является йодирование соли.

Содержание йода в йодированной соли в РФ определяется по ГОСТ 51575–2000. К примеру, в соли марки «Экстра» (п-во Мозырь соль) содержание КIO3 составляет  $40 \pm 15$  мг/кг, что эквивалентно  $23,8 \pm 8,9$  мг/кг йода, и при потреблении среднесуточной нормы в 6 г соли поступление йода в организм человека может увеличиться на 100–200 мкг.

Исследования, проведённые Закарпатским институтом эпидемиологии, микробиологии и гигиены, показали, что при хранении в течение 3 месяцев

пищевой соли, йодированной йодистым калием, потери йода составили 65–100 %.

По наблюдениям Мохнача В.О. (1974) йодистый калий придаёт соли неприятный горький привкус, который не переносят дети и беременные женщины. Также он отмечает необходимость принять во внимание следующее, относительно применения йодированной пищевой соли.

Все количественные определения содержания йода и его потерь при транспортировке и хранении соли относятся к «сырому» продукту, т.е. проводятся до того, как соль применяется в кулинарии по своему прямому назначению. Между тем, в громадном большинстве случаев при варке или другой кулинарной обработке пищи йодированная соль подвергается резким термическим воздействиям, что, конечно, ещё больше снижает содержание йода в готовых изделиях (Мохнач В. О., 1974).

В России обеспечение населения йодированной солью составляет не более 35 %. Такой же процент наблюдается в Украине и Азербайджане.

Недостаточное обеспечения населения России йодированной солью, быстрое естественное снижение содержания йода в соли с течением времени приводит к необходимости активного использования альтернативных методов борьбы с йодной недостаточностью, в том числе путём йодирования продуктов животноводства и птицеводства.

Другая стратегия борьбы с дефицитом йода является использование йодсодержащих добавок в рационах сельскохозяйственных животных йодом (неорганические соли и органические соединения йода), и таким образом производить продукцию с высоким содержанием йода (Kaufmann S., Rambeck W.A., 1998; Rambeck W.A., Schuhmacher A., Gropp J. and et., 1999). Так, например использование в кормлении свиней морской водоросли ламинарии являющейся богатым источником йода, содержащей около 4 г йода на кг сухого вещества приводит к очевидному увеличению содержания йода в их мясе (He M.L., Hollwich W. и Rambeck W.A., 2002).

Аналогичные эффекты зафиксированы в кормлении птицы (Rambeck W.A., Suweta G.P., Opitz B. и др., 1999). Кроме того, большое количество йода в водорослях, выявило ряд важных преимуществ, таких как стабильно высокое содержание йода, а так же обогащение другими необходимыми микроэлементами и витаминами.

В индустриально развитых странах, кроме программ по йодированию соли, осуществляются также государственные программы по коррекции содержания йода в пище путем применения в сельском хозяйстве, животноводстве и птицеводстве йодсодержащих дезинфицирующих средств и йодсодержащих добавок в кормовых рационах скота (Широкова В.И., Голоденко В.И., Демин В.Ф. и др., 2005).

Также для борьбы с дефицитом йода используют йодирование продуктов животноводства и птицеводства.

Использование соединений йода в кормлении сельскохозяйственных животных в последние годы становится всё более востребовано, так как исследования, проводимые в этом направлении, в различных отраслях животноводства показывают положительные результаты. Наиболее изучено в нашей стране влияние йода и его органических соединений в птицеводстве. На примере использования йодосодержащих добавок в этой отрасли мы можем видеть насколько полезно, и оправдано, а также экономически эффективно использование йода в индустриальном рыбоводстве. Так, опыты, проведённые в Алтайском крае, показали, что использование добавок йода в кормлении кур-несушек в дозе 1,4 мг/кг способствовало увеличению яйценоскости на 25,10 %, массы яиц — на 9,7 % и сохранности птицы — на 8,0 % (Растопшина Л.В., 2007, <http://agrocontech.ru/ru/info/ispolzovanie-ioda-v-kormlenii>).

За рубежом активно проводятся исследования по использованию йодсодержащих добавок в индустриальном рыбоводстве с различными целями, такими как устранение йододефицита у населения, повышение продуктивности

рыб, повышение сопротивляемости организма заболеваниям и неблагоприятным условиям внешней среды.

Обогащенное йодом молоко является основным источником йода в Северной Европе, Австралии, США и Великобритании (WHO, UNICEF). В Великобритании, например, «летнее» коровье молоко содержит в среднем 90 мкг йода/л, а в зимний период, когда коровы питаются йодированными кормами, содержание йода в молоке увеличивается в среднем до 210 мкг/л.

Йодированные продукты являются важнейшим источником йода для людей, страдающих гипертонической болезнью, сердечно-сосудистыми заболеваниями или вынужденных придерживаться бессолевой диеты. К тому же во многих странах в настоящее время приняты государственные программы по ограничению потребления соли с целью уменьшения количества сердечно-сосудистых заболеваний.

Достижения последних лет в области генетики и селекции позволили существенно увеличить скорость роста живой массы птицы, однако более продуктивные животные характеризуются повышенной чувствительностью к стрессам, а низкая иммунокомпетентность часто приводит к вспышкам заболеваний (Фисинин В.И., Сурай П., 2008). В состоянии же стресса потребность в микроэлементах возрастает (World Poultry Science), что подчеркивает важность обеспечения именно высокопродуктивных кроссов птицы микронутриентами, в том числе и йодом.

Опыт мирового и отечественного птицеводства показывает, что добиться высокой продуктивности можно только от здоровой птицы (Фисинин В.И., 2009).

Интересно также отметить, что обработка йодом семян повышает урожайность отдельных сельскохозяйственных культур, что может оказаться полезным и для кормовых растений.

«Значение йода для развития растений подтверждается многочисленными экспериментами. Подкормка йодом повышает урожай зелёной массы

хлопчатника, кукурузы, овса, овощей, сахарной свёклы и т.д. на 6—22% (Пейве Я.В., 1964). Интересные и важные результаты получены Ш.М. Кулиевым (1962). Для повышения урожайности хлопчатника он применил 0,1%-й раствор йодистого калия и 0,1%-й раствор йодиднафтената для замачивания семян в течение 6 часов, что дало прибавку урожая хлопчатника на 15,3 и 18,8% соответственно. Таких примеров в литературе очень много, и положительное влияние йодной подкормки на рост и развитие культурных растений не вызывает никаких сомнений» (Мохнач В.О., 1974).

В фармацевтическом аспекте йод — биологически высокоактивный химический элемент и уникальное, созданное природой лекарственное вещество, являющееся основным действующим началом для большого числа медикаментов, широко применяемых в медицине и ветеринарии. Он определяет антимикробное, фунгицидное, антигельминтное, антивирусное и противопротозойное действия йодсодержащих препаратов, в особенности антисептиков.

Ряд авторов (Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., Кислова О.Ф. и др., 2011) предлагает использовать для обогащения продукции животноводства и птицеводства препарат «Монклавит-1». Это лекарственное средство широкого спектра действия, производства завода «Оргполимерсинтез», представляющее собой водно-полимерную систему на основе йода в форме комплекса поли-N-винилами дациклосульфойодида. Лекарственное средство «Монклавит-1» зарегистрировано в Российской Федерации (за № ПВР-2–4.6/01766), Республике Беларусь, Украине и Азербайджане, имеет сертификат соответствия № РОСС RU.ФВ01.В18596 от 01.04.2009 г. и выпускается в соответствии с ТУ № 9337–007–46270704–2006.

По их мнению, монклавит не имеет противопоказаний и побочных действий на организм животных и птицы. Препарат позволяет снизить количество применяемых антибиотиков, хорошо дополняет схемы введения лекарственных средств.

Йод, содержащийся в монклавите в особой форме, усиливает процессы ассимиляторной фазы белкового обмена веществ, способствует усвоению организмом животного фосфора и кальция. Участие йода в синтезе белковых соединений железа, кобальта, цинка, меди и других металлов делает его необходимым для каталитического осуществления синтеза таких соединений, как гемоглобин, кобаламин и др.

Гормональный йод стимулирует и сенсibiliзирует симпатическую нервную систему и, тем самым, косвенно повышает приспособительные и защитные реакции организма. Усилению защитной реакции организма способствует повышение йодом фагоцитарной активности лейкоцитов и выраженные дезинтоксикационные свойства полимеров, содержащихся в Монклавите, по отношению к токсинам.

Применение «Монклавита-1» позволяет улучшить качество животноводческой и птицеводческой продукции по основным показателям, получать обогащенную йодом продукцию.

Вся продукция животноводства и птицеводства после применения «Монклавит-1» может использоваться без ограничений.

Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., Кислова О.Ф. и др. (2011) ввели коэффициент обогащения  $K_{\text{йод}}$ , прямо пропорциональный концентрации йода в продукте и обратно пропорциональный количеству йода, потребляемого животным в сутки с кормом:

$$K_{\text{йод}} = C_{\text{I,foodstuff}} / C_{\text{I,feed}}$$

где  $C_{\text{I, foodstuff}}$  — концентрация йода в продукте, мкг/unit (мкг/кг, мкг/л, мкг/яйцо — в зависимости от объекта исследования);

$C_{\text{I, feed}}$  — концентрация йода в корме, мг/кг.



Количество йода, потребляемое животным в сутки, определяется следующей простой формулой:

$$Q_{I \text{ per bw}} = C_{I, \text{feed}} * W_{\text{feed}} / W_{\text{animal}}$$

где  $Q_{I \text{ per bw}}$  — количество (quantity) йода, потребляемое животным в сутки, в расчёте на 1 кг веса тела, мг/кг bw\*;

$C_{I, \text{feed}}$  — концентрация (concentration) йода в корме, мг/кг;

$W_{\text{feed}}$  — вес корма (weight), потребляемого животным в сутки, кг;

$W_{\text{animal}}$  — вес животного, кг.

\* — bw — body weight (англ. «вес тела»), используется для обозначения расчёта на кг веса тела.

Достаточное содержание йода в пищевых продуктах в том числе в пресноводной рыбе, обеспечило бы полноценное функционирование щитовидной железы и нормальную выработку её гормонов тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3), влияющих на эффективную жизнедеятельность многих органов и систем организма.

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

Целью этого исследования является увеличение содержания йода в мясе рыбы и изучение его влияния на рост, развитие и товарное качество рыбы.

#### **2.1.4 Организация полноценного кормления карпа в садках**

В настоящее время в нашей стране индустриальное рыбоводство базируется в основном на импортных кормах. Они хорошо разрекламированы,

изготавливаются преимущественно из высококачественных компонентов с применением новейших технологий.

В последнее время в России возрождаются после тяжелого экономического кризиса старые и появляются новые, оснащенные современным оборудованием, небольшие заводы по производству рыбных кормов, но качество их продукции пока, к сожалению, не отличается стабильностью. Активное развитие аквакультуры, в России сдерживается по ряду причин, важнейшая из которых — отсутствие конкурентоспособных отечественных кормов.

К разработке полноценного кормления рыб приковано самое пристальное внимание ученых многих стран с развивающейся аквакультурой, в том числе и нашей страны. Рецептура кормов для рыб разных видов и возраста постоянно обновляется, в их состав вводятся новые компоненты и кормовые добавки, отражающие новейшие данные по изучению физиологии и обмена веществ у гидробионтов (Абросимова Н.А., 2005, Гамыгин Е.А., 1987, Килик В.А., 1985, Остроумова И.Н., 2001, Желтов Ю.А., Алексеенко А.А. 2006, Мясников Г.Г., 2006, Mraz J. & Pickova J., 2011, Norberg B., Kjesbu O.S., Taranger, G.L., 2000).

Рацион подавляющего большинства рыб в природе состоит преимущественно из животной пищи. Это, в основном, водные беспозвоночные (низшие ракообразные, черви, личинки насекомых, моллюски), а также мелкая рыба. Сухое вещество этих организмов на 50-70 % состоит из белка при незначительном содержании углеводов. В качестве основной энергии рыбы используют белки и жиры пищи. При этом, будучи холоднокровными животными, они не нуждаются в расходовании энергии для поддержания постоянно высокой температуры тела. Отсюда затраты корма на прирост у рыб ниже, чем у сельскохозяйственных животных и птиц.

При соблюдении всех условий содержания и норм кормления 1 кг сухого полноценного корма может давать 1 кг прироста живой массы рыбы. Но интенсивный рост и низкий расход корма возможны только при наличии

достаточного количества полноценного по аминокислотному составу белка — около половины рациона — 40-50 %, а на ранних этапах в периоды интенсивного роста — 55-60 %.

Высокий уровень протеина — основная особенность полноценного питания рыб. При этом потребность в белке снижается с возрастом и с понижением температуры воды (Щербина М.А., 1973, Щербина М.А., Абрасимова Н.А., Сергеева Н.Т., 1985, Скляр В.Я., 2001, Желтов Ю.А., 2004, Менькин В.К., 2004, Мясников Г.Г., 2006, Пономарев С.В., 2007, Pickova J. & Morkore T., 2007, Takeuchi T., 1996).

Основным источником полноценного белка в кормах рыб служит рыбная мука. Хорошим ее заменителем являются высокобелковые продукты микробного синтеза — паприн, гапирин, эприн, выпуск которых, к сожалению, прекращен. Дополнительным источником протеина в кормах рыб могут быть мясная мука, гидролизные дрожжи, растительные компоненты с высоким содержанием белка — шроты, соевые продукты и др. В кормах для ранней молоди используется сухое молоко, сухой яичный белок и др. (Желтов Ю.А., 2006).

Углеводы пищи не имеют той значимости для рыб, какую они имеют для теплокровных животных. Рыбы не приспособлены для переваривания и утилизации большого количества углеводов. Избыток их пагубно сказывается на здоровье рыб. Особенно чувствительны к нему холодолюбивые рыбы (оптимальная температура воды 14-16 °С), например, лососевые, сиговые. Избыток растительной пищи, богатой углеводами, вызывает переполнение печени гликогеном и твердыми насыщенными жирами. При этом размер печени может увеличиваться в 1,5-2 раза и более. Этот процесс усугубляется с понижением температуры воды.

Первоначально уровень углеводов в кормах рыб ограничивали 25%, но с появлением новой технологии — экструдирования, при которой переваримость растительных компонентов существенно повышается, норма введения

углеводов была пересмотрена. Теперь она составляет для холодолюбивых рыб не более 15-16 %. Теплолюбивые (карпы, тиляпия и др.) в условиях высокой температуры воды (25-30 °С) способны метаболизировать и более высокое количество углеводов, попадающее с пищей (<http://nabitablet.ru/prudovoe-rybovodstvo/1450-metody-izucheniya-rosta-ryby-chast-2.html>).

Жиры рыб, как и других водных животных, имеют свои особенности. Они отличаются большим содержанием высоконенасыщенных жирных кислот типа линоленовой (омега 3), которые придают текучесть рыбьему жиру и должны поступать с пищей. Растительные жиры, часто вводимые в состав кормов рыб, богаты другой ненасыщенной жирной кислотой — линолевой (омега 6). Основным источником омега 3 кислот в составе кормов для рыб служит рыбий жир. Полная замена его на растительные масла приводит к дисбалансу жирнокислотного состава в организме рыб, к снижению их роста и жизнестойкости к заболеваниям и повышенной смертности. В связи с дефицитом рыбьего жира отрабатываются возможные пределы его замены на растительные жиры без нарушений физиологического статуса рыб.

Общее количество липидов в кормах колеблется в широких пределах. В последние годы появилась тенденция значительного увеличения жира в составе рыбных кормов с целью снижения расхода белка в энергетическом обмене и сохранения его для роста. Количество жира в современных кормах достигает иногда 30 и более процентов, что при высоком содержании белка существенно повышает скорость роста рыб, увеличивает переваримость питательных веществ, снижает загрязнение воды экскрементами и уменьшает затраты корма на единицу прироста. Такие концентрированные корма требуют особого внимания к условиям хранения и нормам раздачи (Щербина М.А., Абрасимова Н.А., Сергеева Н.Т., 1985, Скляр В.Я., 2001, Остроумова И.Н., 2001, Желтов Ю.А., 2004, Менькин В.К., 2004, Мясников Г.Г., 2006, Mraz J., Machova J., Kozak P., Pickova J., 2012, Henderson R.J., Tocher D.R., 1987, Fontagne-Dicharry S., Medale F., 2010).

В природе рыбы получают с естественной пищей большое количество специфического каротиноида водных организмов – астаксантина. Именно астаксантин придает ярко-розовую окраску мышцам и икре лососевых — форели, лосося, кеты, горбуши, нерки и др. Он не синтезируется в организме рыб, практически не встречается в продуктах наземного происхождения и должен поступать с пищей в качестве незаменимого фактора питания. Астаксантином богаты водные беспозвоночные, являющиеся пищей рыб, особенно, ракообразные. Попытки включения в состав кормов форели вытяжки  $\beta$ -каротина из моркови не привели к изменению окраски тканей. После 8-месячного кормления сохранился бледный цвет мышц, икры, покровов. Форель, также как и другие лососевые, не усваивает  $\beta$ -каротины пищи (Пономарев С.В., 2006).

Астаксантин выполняет не только пигментирующую роль. Также как  $\beta$ -каротин наземных позвоночных, он является провитамином А и сильным антиоксидантом у водных животных. Подобные же функции выполняет и другой, менее распространенный среди гидробионтов каротиноид кантаксантин. Из нескольких сот найденных в природе каротиноидов только астаксантин и кантаксантин окрашивают ткани лососевых рыб в розовый цвет. В искусственные корма их вводят чаще всего в виде препаратов Керофилл Пинк (содержит астаксантин) и Керофилл Ред (содержит кантаксантин). Доза включения— из расчета 40-50 мг свободного каротиноида в 1 кг корма. Препараты выпускает известная швейцарская фирма Hoffman-La Roche.

Витаминное питание рыб также отличается своими характерными особенностями. Если у теплокровных животных, особенно у жвачных, значительная часть витаминов, в том числе группы В, обеспечивается за счет кишечной микрофлоры, то у рыб низкая температура обитания и короткий пищеварительный тракт не способствуют развитию большого количества микроорганизмов.

Потребность в витаминах при выращивании рыб обеспечивается обычно путем введения в корма премиксов, включающих 14-15 витаминов. Разработке витаминных премиксов для рыб разных видов и возраста уделяется много внимания. При этом учитывается возможность их разрушения в процессе изготовления кормов, их транспортировки и хранения, особенно под влиянием продуктов перекисного окисления липидов, присутствия в составе кормов металлов с переменной валентностью (железо, медь), при воздействии высокой температуры, освещенности, влажности и др. факторов. Соотношение витаминов в премиксах, их нормы введения постоянно корректируются, уточняются характерные для рыб признаки авитаминозов (Мясников Г.Г., 2004, Проскуренко И.В., 2000, Nathanailides С., Lopez-Albors O., Stickland N.C., 1995, Nicholas G., Bennoun M., Porter A., Mativet S. and et., 2002, Pickova J., Morkore T., 2007).

Большие проблемы возникали долгое время в форелевых хозяйствах из-за окисления липидов в кормах и быстрого разрушения витаминов. Особенно низкой устойчивостью отличается аскорбиновая кислота, являющаяся природным антиоксидантом. Уже через 1,5-2 месяца хранения кормов в них остается не более 20-30 % этого витамина, что в дальнейшем приводит к истощению антиоксидантной системы форели, резкому падению гемоглобина в крови, жировой дегенерации печени и вызывает в последующем массовую гибель рыбы. Включение в состав кормов подсолнечных фосфатидов, обладающих антиоксидантными свойствами, а также своевременное опрыскивание гранулированных кормов свежим раствором витамина С предотвращало развитие патологических процессов и восстанавливало нормальное состояние. На Западе эту проблему удалось решить путем использования в составе кормов стабилизированной формы аскорбиновой кислоты с многократно увеличенным сроком хранения.

Среди разводимых рыб наиболее чувствительны к дефициту витамина С лососевые, сиговые, осетровые. Установлено, что они, также как и многие

другие рыбы, не способны синтезировать аскорбиновую кислоту, поэтому присутствие ее в пище обязательно.

В отличие от вышеперечисленных, в организме карпов аскорбиновая кислота образуется в достаточном количестве, и эти рыбы обладают большей выносливостью при потреблении длительно хранящихся кормов.

Особенность минерального питания рыб состоит в том, что они получают макро- и микроэлементы не только с пищей, но и непосредственно из воды. Установлена их способность извлекать из воды кальций, магний, натрий, калий, железо, цинк, медь, марганец, селен, йод, кобальт. Растворенные минеральные элементы, попадая через жабры в кровяное русло, обычно усваиваются эффективнее, чем поступающие с пищей, так как последние должны еще преодолеть пищеварительный барьер. Как показали эксперименты, потребность в кальции у карпа практически полностью удовлетворяется из воды, если его концентрация в воде составляет 40-80 мг в 1 л и выше, то есть — при обычном содержании этого элемента в природных водах средней и южной полосы России. С другой стороны, фосфор, концентрация которого в природных водах минимальна (обычно исчисляется в сотых долях мг/л), должен поступать с пищей в достаточном количестве. Расчет фосфора в корме для рыб затруднен из-за низкой усвояемости его из кормовых компонентов. В рыбной и мясокостной муке он входит в состав нерастворимых гидроксиапатитов, в растительных ингредиентах он содержится в составе труднопереваримых солей фитиновой кислоты — фитатов. Особенно низкой усвояемостью фосфора отличаются карповые рыбы, у которых отсутствует желудок и, следовательно, нет кислого пепсинового переваривания.

Переваримость фосфора из искусственных кормов у рыб, по данным разных авторов, колеблется в очень широких пределах, в среднем составляя 15-20 % от его валового содержания. Для увеличения доступного фосфора в состав кормов вводят растворимые моно- и дифосфаты, усвояемость фосфора из

которых достаточно высока — 80-100 %. Нерастворимые трифосфаты не эффективны в кормлении рыб.

Из микроэлементов крайне низкой концентрацией в природных пресных водах отличаются йод, кобальт, селен. Поэтому особенно важно контролировать их присутствие в корме. С другой стороны, ряд биогенных тяжелых металлов — железо, магний, цинк, марганец, находятся часто в избытке из-за антропогенного загрязнения водоемов. Это обычно не учитывается при расчете минеральных веществ в кормах. Очевидно, что к составлению минеральных премиксов необходим дифференцированный подход, учитывающий содержание элементов в воде, поступающей в рыбоводные хозяйства.

Минеральное питание рыб еще слабо разработано, особенно это касается интенсивности усвоения элементов из корма и из воды у молоди (Шмаков Н.Ф., 1986, Скляр В.Я., 2001, Желтов Ю.А., 2004, Менькин В.К., 2004, Мясников Г.Г., 2006, Оберлис Д., Скальный А., 2008, Schapira G., 1964, Schoen R.A., Imhof K.L., Lewis A.J., 2011).

В садковых хозяйствах рыбу выращивают не во всем водоеме, а в отдельной огороженной его части – садке. Такой способ обладает рядом преимуществ: более рационально используется водоем рыба и быстрее достигает товарной массы. Но затраты на кормление значительно увеличиваются, поскольку ограничен доступ рыбы к естественным кормам водоема. Полноценные комбикорма для садковых рыб, по сравнению с комбикормами для прудовых рыб, отличаются повышенной питательностью и высокой стоимостью.

Для нормального роста и развития рыбам, как и млекопитающим, необходим оптимальный набор питательных веществ рациона, основными из которых являются белки, жиры, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы (Менькин В.К., 2004, Хохрин С.Н., 2002, Макарец Н.Г., 2007).



Потребности рыб в питательных веществах обусловлены генетически, но могут довольно сильно варьироваться в зависимости от условий содержания (в частности, от химического состава воды и ее температуры в водоеме).

Белки выполняют в организме рыб многообразные функции: служат пластическим материалом для построения клеток и тканей организма, входят в состав ферментов, антител, гормонов. Поэтому особое внимание при составлении рационов для рыб уделяется содержанию в кормах протеина. В полноценных стартовых комбикормах для личинок и мальков карпа содержится не менее 45 % сырого протеина, в комбикормах для сеголеток прудового карпа – 26 %, двухлеток – 23 % (<http://fish-farming.ru>).

Проведенный анализ литературы показывает, что недостаточное поступление йода в организме человека – важнейшая проблема мирового масштаба. В настоящее время все большее внимание медицинских работников привлекается к применению йода в органической форме, то есть в продуктах, который подстраивается под каждый индивидуальный организм здорового или больного человека, регулируя йодный обмен, являясь более эффективным, чем неорганический йод, но и безопасным. Поэтому изучение добавок с содержанием повышенных доз йода при выращивании карпа в садках является очень важным на данном этапе развития аквакультуры РФ.

## 2.2 Методология и методы исследований

В период с 2013 по 2015 гг. за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МД-6254.2014.4 нами проводились исследования по изучению влияния добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, на рост, развитие и товарные качества карпа при выращивании в садках в естественном температурном режиме IV зоны рыбоводства Российской Федерации.

Исследования проводили на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», в учебно-научно-технологическом центре «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, в ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области и на базе малого инновационного предприятия ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области по схеме, представленной на рисунке 1.

Прогнозируемый опыт проводили в лабораторной аквариумной установке (Васильев А.А., Волков А.А., Гусева Ю.А. и др., 2010) по схеме, представленной в таблице 3. Для опыта по принципу аналогов отобрали 50 особей карпа парской породы, возраст (0+), с навеской 50 г и разместили их по 10 штук в пять аквариумов объемом 250 л каждый. В течение подготовительного периода, продолжительностью семь суток, вся подопытная рыба находилась в одинаковых условиях. В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор. Водообмен каждого аквариума составлял 20 л/ч.



Рисунок 1. Общая схема исследований

Таблица 3 – Прогнозируемый опыт на карпах в аквариумах

Группа	Количество особей, шт.	Тип кормления
1-контрольная	10	Комбикорм + Абиопептид (ОР)
2-опытная	10	ОР с добавкой йода из расчета 100 мкг на 1 кг массы рыбы
3-опытная	10	ОР с добавкой йода из расчета 150 мкг на 1 кг массы рыбы
4-опытная	10	ОР с добавкой йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы
5-опытная	10	ОР с добавкой йода из расчета 500 мкг на 1 кг массы рыбы

Научно-хозяйственный опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, на рост, развитие и товарные качества годовиков карпа при выращивании в садках проводили ООО «Энгельский рыбопитомник» Саратовской области табл. 4). Для опыта было отобрано 1800 особей карпа украинской породы, возраст (1+), с навеской 21,0 г. В течение подготовительного периода, продолжительностью семь суток, вся подопытная рыба находилась в одинаковых условиях. Рыбу выращивали в плавучей системе садков из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×2,8 м, в течение 126 дней.

Таблица 4 - Схема первого научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество особей, шт.	Тип кормления
1-контрольная	600	Комбикорм + Абиопептид (О.Р)
2-опытная	600	ОР с добавкой йода из расчета 500 мкг на 1 кг массы рыбы
3-опытная	600	ОР с добавкой йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы

Научно-производственный опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, на рост, развитие и товарные качества двухлеток карпа при выращивании в садках проводили на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» с. Подстепное Энгельсского района Саратовской области по схеме, представленной в таблице 5.

Для исследований были отобраны 600 особей двухлеток карпа парской породы, возраст (2+), с навеской 445 г и размещены в 2 садка по 300 штук в каждый. В течение подготовительного периода, продолжительностью семь суток, вся подопытная рыба находилась в одинаковых условиях.

Таблица 5 - Схема второго научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество рыб, шт.	Тип кормления
1-контрольная	300	Комбикорм + «Абиопептид» (ОР)
2-опытная	300	ОР с добавкой йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы

Садки, представляли собой систему из безузловой латексированной дели размеров 2,5х2,5х2,8 м установленных на плавучих понтонах.

В период исследований кормление карпа производилось 3 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени полнорационным комбикормом. Для этого использовался специализированный комбикорм. Химический состав и питательность комбикорма представлены в таблице 6.

Условия кормления рыб регламентировались рекомендациями М.А. Щербина и Е.А. Гамыгина (2006) и ГОСТом Р52346-2005.

Таблица 6 – Химический состав и питательность комбикорма, %

Компоненты	Содержание
Пшеница	5,50
Ячмень	5,50
Рыбная мука	10,00
Дрожжи	34,00
Шрот подсолнечный	30,50
Мел	1,00
Фосфат неорганический	1,00
Метионин	0,50
Премикс	1,00
В 1 кг корма содержится, %	
ЭКЕ	0,92
Обменная энергия, МДж	10,8
Сухое вещество	85,73
Сырой протеин	334,2
Сырой жир	3,16
Сырая клетчатка	4,85
БЭВ	32,84
Кальций	1,63
Фосфор	1,47
Железо, мг	9,35
Медь, мг	1,42
Цинк, мг	14,85
Кобальт, мг	0,14
Марганец, мг	6,38

Йод скармливали в составе препарата «Абиопептид с йодом» выпускаемого ООО Фирма «А-Био» г. Пущено Московской области из расчета

1 мл на 1 кг массы рыбы. Это сухой панкреатический гидролизат соевого белка средней степени расщепления, который содержит 20 – 30 % свободных аминокислот и 70 – 80 % низших пептидов.

Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания растворенного кислорода и массы рыбы. Для корректировки суточных норм кормления осуществляли контрольный облов рыбы 1 раз в 10 дней. Живую массу определяли методом взвешивания на электронных весах регулярно – один раз в 10 дней.

На основе результатов контрольных взвешиваний, по методике Г.Г. Марченко (1993), рассчитывали абсолютный, среднесуточный и относительный приросты массы карпа.

Гидрохимический режим водоема исследовали в начале и конце опыта, температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно.

Измерение температуры на поверхности и на дне водоема и кислорода в воде проводились с помощью термооксиметра OxyScan по стандартной методике. Глубина пруда измерялась с помощью эхолота–прибора, в основе которого лежит использование часов для измерения глубины. С поверхности в глубину посылается звуковой импульс и принимается эхо, отраженное от дна океана. Часы измеряют интервал времени от отправления импульса до возвращения эха. Глубина определяется по запаздыванию эха:  $h=vt/2$ . рН измеряли с помощью карманного рН метра, который показывает наличие кислотности и щёлочности в воде. Наличие химических веществ в воде определялись взятием проб. Пробы воды отбирались в 3 точках: у берега и в центре водоёма, а затем анализ проводился в лаборатории НОЦ «Промышленной экологии».

Химический состав корма определяли стандартными методами, применяемыми в зооанализе (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1965):

- первоначальную влагу – высушиванием навески корма до постоянной массы при температуре 60–65 °С;
- гигроскопическую влагу – высушиванием воздушно-сухого вещества при температуре 100-150 °С до постоянной массы;
- общий азот – по методу Кьельдаля (для пересчета азота на протеин использовали коэффициент 6,25);
- сырую клетчатку – методом Геннеберга и Штомана;
- сырую золу – сжиганием навески корма в муфельной печи;
- сырой жир – экстрагированием с помощью авиационного бензина в аппарате Сокслета;
- кальций – оксалатным методом;
- фосфор – колориметрическим методом;
- безазотистые экстрактивные вещества – расчетным путем.

Анализ химического состава мышечной ткани карпа устанавливали по методикам, изложенным Л.В. Антиповой, И.А. Гловой и И.А. Роговым (2004).

Гематологические показатели определяли в начале и в конце опыта с использованием гематологического анализатора автоматического типа PSE 90 VET. Пробы крови на анализ брали из сердца у 10 рыб в каждой группе. Отбор крови карпа проводили согласно методическим указаниям по проведению гематологического обследования рыб, утвержденным Минсельхозпрод России в 1999 г.

Эффективность выращивания карпа определяли в конце научно-хозяйственного опыта по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям. Для этого мы определяли соотношение съедобных и несъедобных частей тела, и химический состав мышечной ткани карпа по принятым в рыбоводстве методикам (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007). На основании полученного цифрового материала по продуктивным показателям рыбы была рассчитана экономическая



эффективность влияния добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, на рост, развитие и товарные качества карпа при выращивании в садках.

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке с учетом рекомендаций Г.Ф. Лакина (1990) с использованием программного пакета MS Excel 2007.

## **2.3 Результаты собственных исследований**

### **2.3.1 Результаты прогнозируемого опыта в аквариумах**

Прогнозируемый опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, на рост и развитие карпа проводились в аквариумной установке, в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы».

Для исследований мы отобрали 50 особей карпа парской породы средней массой 50 г и распределили их по 10 штук в пять аквариумов объемом 250 л каждый. Кормление рыбы проводилось 3 раза в день, суточную дачу корма рассчитывали с учетом температуры воды, содержания растворенного кислорода и массы рыбы.

#### **2.3.1.1 Физико-химические свойства воды**

В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор. Водообмен каждого аквариума составлял 20 л/ч. Гидрохимический режим воды исследовали в начале и конце опыта, температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно в 12:00 ч (таблица 7).

Таблица 7 — Гидрохимический состав воды в аквариумах

Показатели	Полученные данные	Требования ОСТ 15.372.87
рН	6,5	7,0-8,0
Кислород, мг Ог/л	8,2-11,0	Не менее 6,0
Цветность, градусы	20	30
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,3	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,02	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,6	1,0
Фосфаты, мг/л	0,1	0,3
Общая жесткость, мг-экв/л	3,2	3,8-4,2
Хлориды, мг/л	0,6	20-35
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,2	0,5
Медь, мг/л	0,009	0,01
Цинк, мг/л	0,007	0,01
Кобальт, мг/л	0,01	0,01

Полученные данные свидетельствуют о том, что вода в лабораторной аквариумной установке отвечает требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания карповых рыб. Температура воды на протяжении всего периода исследований была в пределах допустимых физиологических колебаний на уровне 18 – 20 °С.

### 2.3.1.2. Динамика роста карпа

Рыбы подопытных групп находились в одинаковых условиях содержания, поэтому динамика их массы наиболее достоверно отражает влияние повышенных доз йода на их рост и развитие. Результаты выращивания карпа в лабораторной аквариумной установке в течение 6 недель, представлены в таблице 8.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что наиболее интенсивно рыба росла в 4- и 5- опытных группах, в этих группах норма ввода

йодсодержащего препарата была на уровне 200 и 500 мкг на 1 кг массы рыбы. Общий прирост рыбы за период опыта в 4- и 5- опытных группах оказался на 19,0 и 16,1 % соответственно, выше, чем в контрольной. В остальных подопытных группах интенсивность роста отличалась незначительно. Следует отметить, что в связи с постоянством температуры воды в аквариумной установке значительных колебаний скорости роста в подопытных группах не наблюдалось.

Таблица 8 – Динамика роста карпа в аквариумах, г

Период опта, нед.	Группа				
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная	4-опытная	5-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±8,2	98±8,5	107,1±8,7	107,0±8,3
Прирост за опыт	48,4	48,0	48,2	57,6	56,5

В ходе лабораторных исследований сохранность рыбы во всех подопытных группах, в связи с оптимальными условиями выращивания, составила 100,0 %.

### 2.3.1.3 Эффективность использования комбикормов

Расчет затрат кормов на 1 кг прироста карпа представлен в таблице 9. Все рыбы на протяжении эксперимента были здоровы, отличались активным поведением и находились под постоянным контролем.

Таблица 9 – Затраты комбикорма на 1 кг прироста массы карпа

Период выращи вания, недели	Группа														
	1-контрольная			2-опытная			3-опытная			4-опытная			5-опытная		
	кг	МДж	СП*, г	кг	МДж	СП*, г	кг	МДж	СП*, г	кг	МДж	СП*, г	кг	МДж	СП*, г
1	2,47	26,69	825,99	2,92	31,50	974,75	2,66	28,72	888,58	2,26	24,41	755,22	2,31	24,90	770,48
2	2,92	31,55	976,32	2,77	29,92	925,73	2,88	31,06	961,26	2,02	21,80	674,70	2,08	22,45	694,56
3	2,05	22,11	684,27	2,86	30,87	955,20	2,56	27,66	856,04	2,07	22,41	693,31	2,17	23,42	724,85
4	2,34	25,26	781,57	2,35	25,33	783,83	2,33	25,12	777,23	2,21	23,88	738,88	2,43	26,28	813,18
5	2,89	31,18	964,81	2,45	26,43	817,97	2,64	28,52	882,50	2,43	26,30	813,73	2,59	27,97	865,47
6	4,22	45,61	1411,27	2,68	28,97	896,35	2,84	30,62	947,46	2,99	32,32	1000,09	2,72	29,39	909,52
В среднем за опыт	3,39	36,62	1133,21	3,27	35,37	1094,40	3,28	35,41	1095,76	2,93	31,66	979,62	3,00	32,40	1002,61

\*- сырой протеин

В лабораторной аквариумной установке результаты поедаемости и эффективности использования комбикормов получаем более точные, в связи с отсутствием естественной кормовой базы. Рыба поедала корм полностью в течение 4-5 мин. после начала кормления.

Результаты исследований показывают, что кормовой коэффициент был во всех группах на оптимальном уровне, так как гидрохимические показатели воды в аквариумах в период исследований были в пределах физиологической нормы. Лучшие показатели окупаемости комбикорма оказались в 4- и 5-опытных группах, здесь они были ниже на 13,5 и 11,5 % соответственно.

### 2.3.1.4 Экономическая эффективность

Для установления оптимальной нормы скармливания препарата «Абиопептид» с различными дозами содержания йода была рассчитана экономическая эффективность его использования в лабораторном опыте (таблица 10).

Таблица 10 – Экономическая эффективность прогнозируемого опыта

Показатель	Группа				
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная	5- опытная
1	2	3	4	5	6
Масса в начале, кг	0,51	0,50	0,49	0,49	0,51
Масса в конце, кг	0,99	0,98	0,98	1,07	1,07
Прирост, кг	0,48	0,48	0,48	0,58	0,56
Стоимость 1 кг посадочного материала, руб.	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Стоимость всего посадочного материала, руб.	43,35	42,5	42,33	42,08	42,93

1	2	3	4	5	6
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	18,0	18,1	18,1	18,2	18,3
Скормлено комбикорма на группу, 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 1 л добавки, руб.	212,6	212,6	212,6	212,6	212,6
Скормлено добавки, л	0,036	0,035	0,035	0,038	0,038
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
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	3,39	3,27	3,28	2,93	3,00
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	100	100	100	100	100
Выручка от реализации рыбы, руб.	99,4	98	98	107,1	107
Себестоимость рыбы, руб.	80,64	78,38	78,40	80,78	81,95
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	81,13	79,98	80,00	75,43	76,59
Прибыль от реализации рыбы, 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 от реализации, руб.		0,87	0,84	7,56	6,29

Анализируя данные таблицы 10 можно отметить, что не смотря на повышение стоимости комбикормов в 4- и 5- опытных группах, за счет значительных снижений затрат комбикормов на 1 кг прироста наибольшая прибыль от реализации рыбы была получена в этих группах.

Из полученных данных можно сделать вывод, что внесение в комбикорм добавки «Абиопептид с йодом» с содержанием йода 200 и 500 мкг наилучшим образом сказывается на продуктивности карпа и снижает затраты кормов на единицу прироста. С целью проверки лабораторных данных необходимо было провести научно-хозяйственный опыт.

### **2.3.2 Результаты товарного выращивания годовика карпа в садках**

Научно-хозяйственный опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом» на рост, развитие и товарные качества годовиков карпа при выращивании в садках проводили в ООО «Энгельский рыбопитомник» Саратовской области. Для опыта было отобрано 1800 особей карпа украинской породы, возраст (1+), с навеской 21,0 г. В течение подготовительного периода, продолжительностью семь суток, вся подопытная рыба находилась в одинаковых условиях. Затем ее кормили согласно схеме исследований.

#### **2.3.2.1 Физико-химические свойства воды в водоеме**

Водоем является средой обитания для многочисленных живых организмов, для нормальной жизнедеятельности которых необходим ряд параметров физико-химического состояния водной среды.

Температура является основным абиотическим фактором, определяющим рост рыб. Установлено, что с увеличением температуры воды до определенного предела скорость роста рыб возрастает, а затем резко замедляется (Дж. Бретт, 1983). Положительное влияние повышения температуры до определенного предела на рост рыб обусловлено увеличением интенсивности обменных процессов в организме, повышением пищевых потребностей, увеличением степени ассимиляции пищи и эффективности ее использования на рост (Докунина К.Н., 1974; Москул Г.А., 1994; Килик В.А., Чиркина В.В.,

Бурда Т.И., 1985). Повышение температуры воды выше 35,7 °С является для карпа летальной границей (Ведемейр Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л.С., 1981), а в пределах температур 32,5-34,8С - дискомфортной зоной (Алабастер Дж., Ллойд Р., 1984).

Для пойкилотермных животных особое место в жизнедеятельности занимает кислород, растворенный в воде, обеспечивающий у них нормальный обмен веществ. У рыб - консументов разных трофических уровней окислительные процессы позволяют осуществлять расщепление накопленных за счет питания энергоемких высокомолекулярных веществ (углеводы, жиры, белки) с высвобождением энергии химических связей, используемой затем в метаболическом круговороте для поддержания жизненных функций и для синтеза новых веществ, в том числе для генеративного обмена. Дефицит кислорода в воде обуславливает высокие затраты корма, т. к. при хорошей поедаемости корма, но при плохом его усвоении имеют место низкие приросты рыбы (Власов В.А., 1989, Kammerad В., Катра А., 1987).

За период опыта было отмечено постоянство физико-химических показателей воды. В месте установки садков скорость течения воды составляла 0,2 - 0,3 м/с, а при смене погоды и порывах ветра скорость течения возрастала до 0,7 м/с. Это создавало в садках необходимый водообмен для поддержания жизнедеятельности рыбы. Гидрохимические показатели представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Средние гидрохимические показатели воды

Показатель	Значение
Среднесуточная температура воды, °С	20,3 ±0,6
Содержание растворённого кислорода в воде, мг/л	6,8 ±0,2
рН воды	7,5±0,3



Среднесуточные колебания температуры воды лежали в пределах + 20,3-21,0 °С (таблица 12). Содержание растворённого в воде кислорода составило 6,8 мг/л, что соответствует требованиям к качеству воды для выращивания карповых рыб. Величина водородного показателя была стабильна и равнялась 7,5.

Таблица 12 - Средняя температура воды на дне садка за период опыта

Период выращивания, неделя	Средняя температура воды, °С	Количество градусо-дней
1	17,9±0,4	125,6
2	18,7±0,4	130,9
3	21,2±0,3	148,4
4	21,5±0,4	150,5
5	22,0±0,3	154,0
6	21,1±0,6	147,7
7	23,0±0,2	161,0
8	22,9±0,2	160,3
9	22,6±0,3	158,2
10	20,7±0,4	144,9
11	17,7±0,2	123,9
12	19,1±0,5	133,7
13	22,6±0,3	158,2
14	20,9±0,6	146,3
15	18,3±0,4	128,1
16	16,3±0,5	114,1
17	14,2±0,6	99,4
18	13,5±0,6	94,5
Всего за период	-	2565,1

### 2.3.2.2 Динамика массы и развития карпа

В ходе исследований мы проводили еженедельные взвешивания подопытного карпа. Динамика изменений живой массы тела карпов представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Динамика массы карпа, г

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

Примечание: \* -  $P > 0,95$ ; \*\* -  $P > 0,99$

В ходе опытного выращивания было установлено, что наилучшие показатели по динамике живой массы были получены в третьей группе с содержанием в рационе йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы. Так к третьей недели эксперимента живая масса в третьей группе превышала контроль на 3,13 %, а к концу опыта на 1,2 %.

Данные о приросте ихтиомассы за период эксперимента представлены в таблице 14. Анализ полученных данных по приросту ихтиомассы показывает, что введение в рацион 200 мкг йода на 1 кг массы рыбы сопряжено с увеличением живой массы и сохранности карпа. Так в 1-опытной группе сохранность составила 91,0 %, во 2-опытной – 94,0 % и 3-опытной – 95,0 %.

Абсолютный прирост показатель, определяющий интенсивность роста за конкретный промежуток времени и характеризует различия между животными по величине прироста живой массы за данный отрезок времени. Опытные данные, свидетельствуют о наибольших темпах роста во 2 и 3 опытных группах по сравнению с контролем (таблица 15) на протяжении всего периода выращивания.

Для суждения о сравнительной скорости роста вычисляют относительный прирост, или относительную скорость роста. Выражение скорости роста не в абсолютных, а в относительных величинах позволяет судить о напряженности процесса роста (таблица 16).

Согласно опытным данным, наибольшие темпы роста были отмечены в 3-опытной группе, получавшей йодсодержащую добавку из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы.

Рыбоводно-биологические показатели выращивания карпа в садках приведенные в таблице 17, свидетельствуют, что наибольшей живой массы достигли рыбы в 3 опытной группе при сохранности 95 %. Это позволило получить в данной группе наибольший прирост ихтиомассы, по сравнению с контрольной и 3-опытной группами.

Таблица 14 – Динамика ихтиомассы, кг

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
Начало опыта	12,6	12,78	12,84
1	25,84	24,57	25,07
2	33,93	32,15	34,03
3	38,97	40,072	40,88
4	68,59	69,83	74,24
5	77,06	78,02	79,05
6	98,09	99,59	101,15
7	116,05	117,64	120,21
8	132,75	137,93	138,00
9	146,27	152,53	154,59
10	166,84	175,43	179,48
11	194,87	202,72	207,57
12	221,76	232,04	236,50
13	253,30	263,37	271,28
14	279,60	295,68	300,06
15	308,38	324,73	329,92
16	354,91	369,21	378,23
17	393,17	408,17	419,57
18	434,17	448,26	463,08

Таблица 15 – Абсолютный прирост ихтиомассы, кг

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	13,24	11,79	12,23
2	8,08	7,58	8,95
3	5,04	7,91	6,85
4	29,62	29,75	33,35
5	8,46	8,19	4,81
6	21,03	21,56	22,09
7	17,95	18,05	19,05
8	16,70	20,28	17,79
9	13,51	14,59	16,58
10	20,56	22,90	24,80
11	28,03	27,28	28,17
12	26,88	29,32	28,93
13	31,54	31,32	34,77
14	26,29	32,31	28,77
15	28,77	29,05	29,86
16	46,51	44,47	48,30
17	38,27	38,95	41,34
18	41,00	40,08	43,51
За опыт	421,57	435,48	450,24

Таблица 16 – Относительный прирост ихтиомассы, %

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	105,10	92,28	95,28
2	31,30	30,85	35,71
3	14,87	24,62	20,15
4	76,00	74,26	81,58
5	12,34	11,74	6,48
6	27,29	27,63	27,95
7	18,30	18,13	18,84
8	14,39	17,24	14,81
9	10,18	10,58	12,02
10	14,06	15,01	16,04
11	16,80	15,56	15,71
12	13,79	14,46	13,94
13	14,23	13,50	14,70
14	10,38	12,27	10,61
15	10,29	9,82	9,95
16	15,08	13,70	14,64
17	10,78	10,55	10,93
18	10,43	9,82	10,37

Таблица 17 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания карпа

Показатели	Группа		
	1 контроль	2 опытная	3 опытная
Продолжительность эксперимента, сут.	126,0	126,0	126,0
Выживаемость, %	91,0	94,0	95,0
Масса начальная, г	21,0±0,2	21,3±0,3	21,4±0,3
Масса конечная, г	795,2±4,1	796,2±2,1	811,0±3,2**
Абсолютный прирост, г	774,2	774,9	789,6
Абсолютный прирост к контролю, %	-	100,1	101,9
Среднесуточный прирост, г	6,1	6,1	6,3

Примечание: \* -  $P > 0,95$ ; \*\* -  $P > 0,99$

### 2.3.2.3 Кормление карпа и эффективность использования комбикормов

В период научно-хозяйственного опыта кормление карпа производилось 3 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени полнорационным комбикормом. Для этого использовался специализированный комбикорм.

Сбалансированное питание рыб является важным фактором, обеспечивающим их нормальную жизнедеятельность и правильный обмен веществ. Правильная организация биологически полноценного кормления рыб способствует максимальному проявлению их генетического потенциала. Количество скормливаемых рыбе кормов зависит от температуры воды, насыщению ее кислородом и массой рыбы, в связи с этим в наших исследованиях суточная дача кормов корректировалась еженедельно (таблица 18).

В зависимости от состояния рыбы, ее активности и условий окружающей среды величина суточной нормы может колебаться в пределах 15 % от

значения, указанного в таблице 18. Количество скормливаемых кормов увеличивалось в соответствии с увеличением массы рыбы.

Таблица 18 – Нормы кормления карпа, % от общей массы

Масса рыбы, г	Температура воды, °С			
	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30
5 - 20	6,0	8,0	10,0	13,0
20 - 50	4,5	5,5	7	8,5
50 - 100	3,3	4,5	6,2	7,5
100 - 200	2,3	3,7	5,0	6,3
200 - 500	1,8	2,7	3,5	4,5
500- 1000	1,5	1,9	2,2	2,4

Результаты исследований о затратах комбикорма, обменной энергии и сырого протеина, которые были скормлены рыбам подопытных групп в период опыта представлены в таблицах 19-21.

Результаты расчетов свидетельствуют о повышенном потреблении комбикорма во 2- и 3- опытных группах на 3,4 и 5,8 % по сравнению с контролем соответственно.

Результаты исследований показывают, что затраты сырого протеина на 1 кг прироста массы карпа были в подопытных группах на различном уровне. Так в среднем за опыт, они были самыми большими в 3-опытной группе и самыми низкими в 1-контрольной группе.

Изучение эффективности использования йодсодержащего препарата в кормлении карпа при выращивании в садках показало, что его влияние на затраты комбикорма сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста карпа, по сравнению с контрольной группой незначительны, но в тоже время отмечена тенденция к их снижению во 2-опытной группе по сравнению с контрольной и 1-опытной группами (таблица 22).



Таблица 19 - Скормлено комбикорма на группу, кг

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	14,47	13,76	14,04
2	17,10	16,20	17,15
3	19,64	21,08	20,61
4	28,81	29,33	29,94
5	32,37	32,78	33,20
6	41,20	41,83	42,48
7	36,55	37,06	37,87
8	41,82	43,45	43,475
9	46,075	48,045	48,69
10	52,55	55,26	56,51
11	61,39	63,86	65,38
12	69,85	73,09	74,50
13	79,79	82,96	85,45
14	62,63	66,23	67,21
15	69,07	72,74	73,90
16	79,49	80,94	84,72
17	88,07	91,43	93,98
18	97,25	100,41	103,73
Итого	938,125	970,455	992,835

Таблица 20 - Скормлено сырого протеина на группу, кг

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	4,83	4,59	4,69
2	5,71	5,41	5,73
3	6,56	7,04	6,88
4	9,62	9,80	10,00
5	10,81	10,95	11,09
6	13,76	13,97	14,19
7	12,21	12,38	12,65
8	13,97	14,52	14,52
9	15,39	16,05	16,27
10	17,56	18,46	18,88
11	20,51	21,34	21,85
12	23,34	24,42	24,89
13	26,66	27,72	28,55
14	20,93	22,14	22,46
15	23,08	24,31	24,69
16	26,56	27,63	28,31
17	29,43	30,55	31,40
18	32,50	33,55	34,66
Итого	313,43	324,83	331,71

Таблица 21 - Потребление обменной энергии с кормом на группу, МДж

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	156,29	148,62	151,64
3	212,15	227,67	222,55
4	311,15	316,75	323,31
5	349,56	353,93	358,58
6	444,96	451,74	458,82
7	394,80	400,23	408,95
8	451,63	469,24	469,50
9	497,61	518,91	525,94
10	567,59	596,82	610,31
11	662,97	689,66	706,17
12	754,42	789,41	804,60
13	861,75	895,98	922,90
14	676,42	715,32	725,90
15	746,03	785,60	798,15
16	858,57	893,20	915,01
17	951,16	987,45	1015,02
18	1050,36	1084,43	1120,28
Итого	9947,42	10324,96	10537,63

Таблица 22 – Затраты комбикорма на 1 кг прироста ихтиомассы, кг

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	0,53	0,61	0,59
2	1,79	1,82	1,57
3	3,39	2,05	2,50
4	0,66	0,68	0,62
5	3,40	3,58	6,48
6	1,54	1,52	1,50
7	2,29	2,32	2,23
8	2,19	1,83	2,13
9	3,09	2,98	2,62
10	2,24	2,10	1,96
11	1,87	2,03	2,01
12	2,28	2,18	2,26
13	2,21	2,33	2,14
14	3,03	2,57	2,97
15	2,18	2,28	2,25
16	1,48	1,64	1,53
17	2,08	2,12	2,05
18	2,15	2,28	2,16
Итого	2,24	2,25	2,22

Данные о затратах препарата в период эксперимента представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Скормлено препарата на группу, мл

Период выращивания, нед.	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
1	25,84	24,57	25,07
2	33,93	32,15	34,02
3	38,97	41,82	40,88
4	68,59	69,832	71,27
5	77,06	78,02	79,05
6	98,09	99,59	101,15
7	116,05	117,64	120,21
8	132,75	137,93	138,00
9	146,27	152,53	154,59
10	166,84	175,43	179,4
11	194,87	202,72	207,57
12	221,76	232,04	236,50
13	253,30	263,37	271,28
14	279,60	295,68	300,06
15	308,38	324,73	329,92
16	354,9	369,21	378,23
17	393,17	408,17	419,57
18	434,17	448,26	463,08
Итого, л	3,34	3,47	3,55

Затраты препарата в период проведения эксперимента, возрастали во всех группах в связи с увеличением ихтиомассы особей и увеличением суточной дозы корма.

#### **2.3.2.4 Биохимические показатели крови**

Для комплексной оценки состояния организма рыб недостаточно знать только их морфологические признаки, необходимо учитывать и их гематологические показатели.

Морфологический состав крови, в значительной степени отражает интенсивность обменных процессов в организме рыб и может иметь корреляционные связи с возрастом, темпом роста, развитием и продуктивностью. Кровь вместе с лимфой и межклеточной жидкостью составляет внутреннюю среду организма, т.е. среду, в которой функционируют клетки, ткани и органы. У карповых рыб кровь составляет в среднем 4 % от массы тела, но гемоглобин в ней способен усиленно поглощать кислород, что и компенсирует малый объём крови (Головина Н.А., Романова О.В. и др., 2008).

Кровь рыб имеет ярко-красный цвет, маслянистую на ощупь консистенцию, солоноватый вкус и специфический запах рыбьего жира (Иванов А.А., 2003).

Морфологическая и биохимическая характеристика крови различна у разных видов в связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни. Внутри одного вида эти показатели колеблются в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, состояния особей (Кудрявцев А.А и др., 1969; Анисимов И.М., Лавровский В.В., 1991).

Исследования показали, что даже кратковременное полноценное кормление обуславливает значительные изменения в показателях крови рыб. Оптимальные гематологические показатели у рыб были отмечены в вариантах, где использовались сбалансированные рационы. Результаты изучения

гематологических показателей карпа в наших исследованиях представлены в таблице 24.

Таблица 24 - Гематологические показатели карпа

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

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

Анализ полученных данных позволяет сказать, введение в рацион карпа при его выращивании в садках повышенных доз йода привело к снижению количества эритроцитов, во 2-опытной группе, получавшей 500 мкг йода на 1 кг массы рыбы. Снижение показателей в данной группе наблюдалось по всем пунктам исследования крови: содержание лейкоцитов, средний объем эритроцитов, содержание гемоглобина в одном эритроците и гематокрит

привело к ослаблению защитных и дыхательных функций организма и как следствие уменьшению темпов роста

Содержание гемоглобина в крови карпа, было в пределах физиологической нормы, но наименьшее его содержание отмечено так же во 2-опытной группе, по сравнению с другими подопытными группами.

В 1-контрольной и в 3-опытной группах показатели были выше чем в начале исследования, что свидетельствовало о усилении обменных процессов.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что признаков стресса по гематологическим показателям у карпа не обнаружено, а введение в комбикорм карпа при выращивании в садках йодсодержащих добавок способствует увеличению интенсивности обменных процессов.

### **2.3.2.5 Товарные качества**

Рыба считается полноценным продуктом питания. В ней содержатся необходимые человеку белки, экстрактивные азотистые вещества, липиды, углеводы, минеральные вещества и вода. В тканях рыбы имеются все известные витамины и высокоактивные ферменты. Около 40 % питательных веществ, получаемых человеком из пищи животного происхождения, приходится на рыбу и рыбные продукты (Кудряшева А. А. и др., 2007).

Рыба обладает диетическими свойствами ее рекомендуют больным и престарелым людям. В ней мало соединительных тканей. Белки полноценны, потому что содержат полный набор незаменимых аминокислот и легко усвояемы. Рыбий жир превосходит жир наземных животных по содержанию ценных полифеновых жирных кислот, которые легко усваиваются, способствуют снижению холестерина в крови человека и в то же время способны к быстрому окислению. Минеральные вещества на много разнообразнее, чем в мясе наземных животных. В рыбе содержится много витаминов Д, Е, А, F, В и других (Козлов А.П., 1981; Волкова Н.Л., 1986; Житенко П.В., 1989; Кудряшева А.А., Саватеева Л.Ю., 2007).



Одним из наиболее существенных достоинств рыбы является то, что по пищевым и кулинарным качествам она не уступает мясу, а по легкости усвоения даже превосходит его.

Все части рыбы делятся на съедобные (мускулатура, икра, молоки, печень, сердце), несъедобные (чешуя, жабры, пищевой тракт, почки, плавательный пузырь) и условно съедобные, то есть съедобные после тепловой обработки (голова, кости, плавники, хрящи). Выход съедобной части у большинства рыб составляет 45-60 %, а у осетровых видов рыб – до 85 % (Кудряшева А.А., Саватеева Л.Ю., Саватеев Е.В., 2007).

Оценка качества выращенной рыбной продукции была проведена в конце научно-хозяйственного опыта. Для убоя были отобраны особи карпа с примерно одинаковой массой: 795,0 г в контрольной группе, 756,0 и 811,0 г во 2 и 3 опытных группах соответственно (таблица 25).

Таблица 25 - Результаты убоя годовика карпа

Показатели	Группа					
	1-контрольная		2-опытная		3-опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	795,0	100,0	796,0	100,0	811,0	100,0
Масса: головы и плавников	132,77	16,7	133,73	16,8	133,0	16,4
кожи	34,98	4,4	34,23	4,3	33,25	4,1
костной ткани	65,19	8,2	66,86	8,4	65,69	8,1
мышечной ткани	514,37	64,7	518,20	65,1	530,39	65,4
внутреннего жира	19,88	2,5	18,31	2,3	26,76	3,3
жабр, слизи, крови, полостной жидкости	27,83	3,5	24,68	3,1	21,90	2,7
съедобных частей	534,24	67,2	536,50	67,40	557,16*	68,7
несъедобных частей	260,76	32,8	259,50	32,6	253,84*	31,3

Части тела условно были поделены на съедобные (кожа, мышечная ткань, внутренний жир, вердце и печень) и несъедобные (голова плавники, костная ткань, чешуя, спиральный клапан, кишечник, жабры, слизь кровь и др.).

Анализ полученных данных свидетельствует, что доля съедобных частей у рыбы в 3-опытной группе была выше, а выход несъедобных частей ниже по сравнению с аналогичными данными особей 1 и 2 групп.

Результаты полученные в ходе научно-хозяйственного опыта свидетельствуют, что использование в составе комбикорма добавки «Абиопептид с йодом» из расчета 200 мкг/кг массы рыбы незначительно повышает выход съедобных частей.

### 2.3.2.6 Развитие внутренних органов

Для полной оценки товарных качеств карпа необходимо учитывать состояние внутренних органов, для этого нами была проведена разделка карпа, осмотр и оценка состояния внутренних органов (таблица 26).

Таблица 26 – Масса внутренних органов

Наименование	Группа					
	1-контрольная		2-опытная		3-опытная	
	г	% от массы	г	% от массы	г	% от массы
Сердце	2,5±0,4	0,31	2,2±0,2	0,27	2,6±0,3	0,32
Печень	2,9±0,5	0,36	2,0±0,4	0,25	2,5±0,2	0,31
Спиральный клапан	0,9±0,1	0,11	0,7±0,1	0,09	0,8±0,2	0,10
Кишечник	10,3±0,7	1,28	7,6±0,5	0,95	7,9±0,4	0,98

Тело карпа состояло из головы, туловища и хвоста. Рот небольшой, зубы на челюстях отсутствуют. При дальнейшем осмотре выявили, что поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкулиризованная. Это свидетельствует о том, что они богаты кровеносными сосудами. От внешней среды жабры у карпа предохраняет жаберная крышка, под ней располагаются жаберные дуги. На одной из жаберных дуг отсутствуют жаберные листочки и размещаются глоточные зубы, а над ними в верхней части глотки имеется плотная подушечка. Со стороны, обращенной в жаберную полость, находятся жаберные лепестки, несущие дыхательную поверхность. У основания жаберные лепестки сливаются друг с другом, а свободные концы их расходятся. Жаберные лепестки двух соседних жаберных дуг плотно прилегают друг к другу, образуя жаберную решетку, через которую прокачивается вода. Основу жаберного лепестка составляет костистый скелет, который удерживает их в точном и постоянном отношении друг к другу и к другим лепесткам. Поперек жаберного лепестка расположены складки, называемые жаберными лепесточками. Они представляют собой функциональную дыхательную поверхность и покрыты густой сетью кровеносных капилляров. Поэтому имеют насыщенный красный цвет. Патологий в их развитии нами не обнаружено. Различий в строении между образцами опытных и контрольной групп не обнаружено.

Значительную роль у карпа в процессе дыхания имеет кожа, при осмотре установлено, что кожа весит около 4 % от общей массы рыбы, имеет слизистую поверхность, на ней расположена чешуя.

Особым аспектом газообмена у рыб является гидростатическая функция плавательного пузыря, который является производным кишечника. При вскрытии у карпа видно сообщение его с пищеводом воздушным потоком (открытопузырный вид). Он имеет форму мешка молочно-серебристого цвета, расположен между позвоночником и кишечником, а изнутри покрыт многорядным эпителием, в стенках которого располагаются гладкие мышечные

волокна, имеет два отдела. Патологий в его развитии не обнаружено. Различий в строении между карпом опытных и контрольной группы не выявлено.

При исследовании кровеносной системы отмечено, что сердце имеет относительно небольшие размеры. Имеется один круг кровообращения. Сердце состоит из четырех отделов: венозного синуса или пазухи, где собирается венозная кровь; предсердия; желудочка и луковидной аортой. Между желудочком и луковидной аортой располагаются два полулунных клапана. Патологий в развитии сердца не обнаружено. Масса сердца в опытных группах не значительно выше, чем в 1-контрольной. Различий в строении между рыбами контрольной и опытных групп не обнаружено.

По строению пищеварительная система карпа относится к безжелудочным рыбам. Пищеварительный тракт у него состоит из пищевода, переднего и заднего отдела кишки, спирального клапана в заднем отделе средней кишки и органов, участвующих в пищеварении – селезенка, поджелудочная железа. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта, естественного для карпа, бледно-розового цвета. В переднем отделе кишечника имеется 7-8 продольных складок. Патологий при осмотре желудочно-кишечного тракта не обнаружено. Кишечник был лучше развит в опытных группах, чем в контрольной. Различий в строении между образцами опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

При разделке карпа была исследована его выделительная система. Почки были темно-красного цвета. Располагались в полости тела под позвоночником по обе стороны спинной артерии. Почечные клубочки развиты слабо. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной группы не обнаружено.

Результаты наших исследований показали, что йодсодержащего препарата в составе комбикорма для карпа, при выращивании в садках, не оказало негативного воздействия на развитие внутренних органов карпа.

### 2.3.2.7 Химический состав мышечной ткани

Товарные качества рыбы зависят не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, важное значение в этой оценке имеет определение их качественных показателей. Для этого в наших исследованиях мы определили химический состав мышечной ткани карпа (таблица 27).

Таблица 27 - Химический состав мышечной ткани карпа, %

Показатель	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
Влага	75,34±1,21	75,61±1,0	73,77±0,91
Сырой протеин	20,84±0,36	20,90±0,5	21,65±0,55
Сырой жир	2,60±0,22	2,54±0,55	3,05±0,20
Зола	1,22±0,09	1,55±0,1	1,53±0,05

Проведенные нами исследования показали, что мышечная ткань карпа подопытных групп богата протеином и жиром. Незначительное различие в содержании золы в мышечной ткани карпа соответствует уровню потребления минеральных веществ с комбикормом. Так наименьшее содержание золы было во 2-опытной группе получавшей в составе комбикорма микроэлементы в количестве 5 % от нормы. В 3- опытной группе содержание золы было больше на 0,1%. Достоверных различий в химическом составе мышечной ткани между рыбами контрольной и опытных групп не отмечено.

### 2.3.2.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Физиологические и химические методы исследования мышечной ткани рыб позволяют установить состав, входящих в нее питательных веществ и

консистенцию, однако вкусовые качества мышечной ткани определяются только при ее органолептической оценке.

С целью изучения влияния повышенных доз йода на вкусовые качества рыбы мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона подопытной рыбы на кафедре «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова. Готовый продукт (бульон и вареное рыбное мясо) оценивался по ряду свойств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на научных принципах. Вареное рыбное мясо карпа оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету (рис. 2). Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (рис. 3).

Полученные нами данные показывают, что мясо карпа подопытных групп имело приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью.

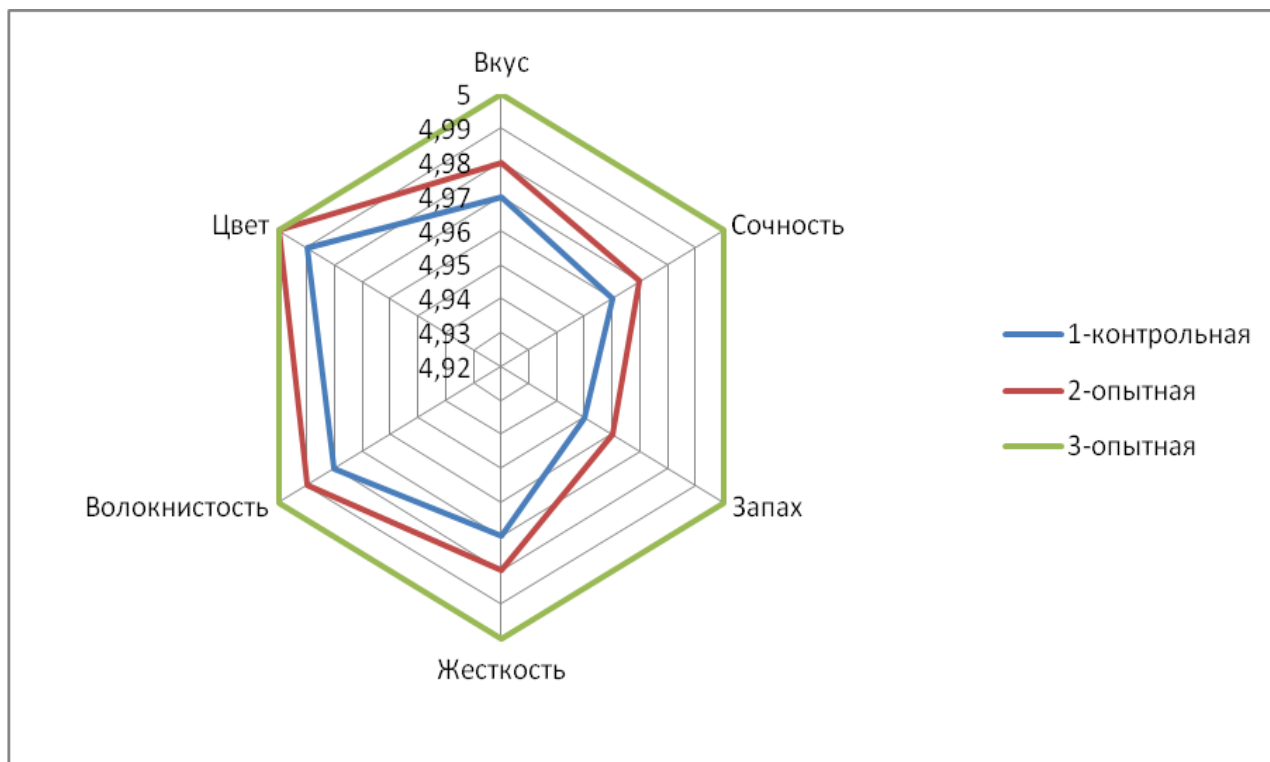


Рисунок 2. Оценка органолептических показателей филе карпа, балл

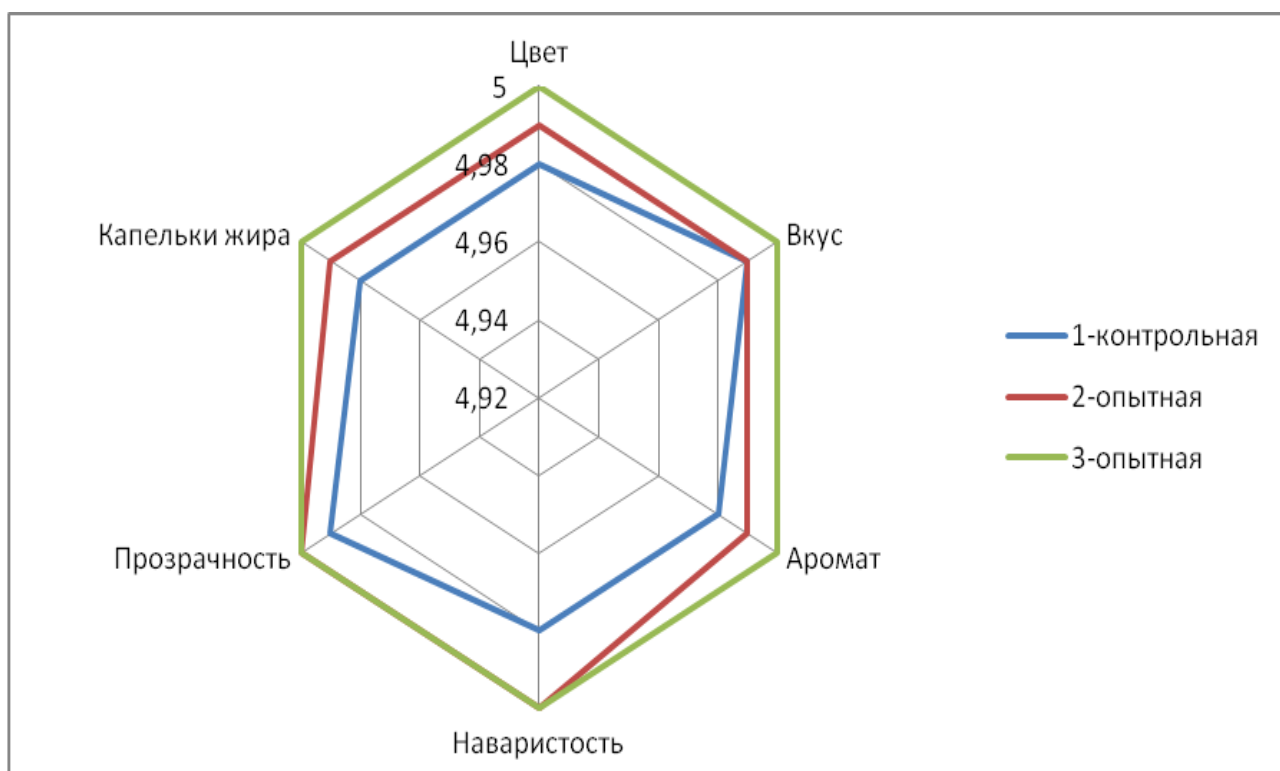


Рисунок 3. Оценка органолептических показателей рыбный бульон, балл

Результаты дегустации рыбного бульона, полученного при варке карпа из подопытных групп, показали, что рыбный бульон во всех группах был вкусным, ароматным и наваристым, имел приятный цвет и был прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве.

На основании проведенной органолептической оценки можно сделать вывод, что применение повышенных доз йода в кормлении карпа при выращивании в садках не оказывает негативного влияния на органолептические свойства рыбного мяса и бульона.

### 2.3.2.9 Экономическая эффективность

При выращивании карпа в садках основные затраты приходятся на долю кормов, составляя более 60 % от всех затрат (таблица 28). Это связано с высокозатратным производством гранулированных комбикормов для рыб и отсутствием в садках дополнительных кормовых источников.

Таблица 28 - Структура себестоимости карпа при выращивании в садках, %

Показатель	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
Посадочный материал	4,89	5,01	5,52
Корма	65,62	64,46	60,66
Заработная плата	11,65	12,12	13,45
Амортизация	3,27	3,51	3,87
Накладные затрата	8,60	8,79	9,71
Прочие затраты	5,97	6,11	6,79
Итого	100,00	100,00	100,00

Расчет экономической эффективности использования в составе комбикормов йодсодержащих препаратов при выращивании карпа в садках представлены в таблице 29.

Приведенные данные свидетельствуют о наибольшей эффективности выращивания карпа в садках с использованием в кормлении йодсодержащего препарата в концентрации 200 мкг на кг, при рентабельности производства продукции до 64,7%.

Таблица 29- Экономическая эффективность

Показатели	Группа		
	1- контроль	2- опытная	3- опытная
1	2	3	4
Количество рыбы в начале опыта, шт.	600,0	600,0	600,0
Количество рыбы в конце опыта, шт.	546,0	563,0	571,0
Сохранность, %	91,0	93,8	95,2
Общая масса рыбы в начале, кг	12,61	12,8	12,9



1	2	3	4
Средняя масса 1 рыбы в начале, г	21,0	21,3	21,4
Общая масса рыбы в конце, кг	434,2	448,3	463,1
Средняя масса 1 рыбы в конце, кг	0,795	0,796	0,811
Валовой прирост рыбы за опыт, кг	421,6	435,5	450,2
Прирост 1 рыбы в среднем, г	774,2	774,1	789,6
Скормлено кормов за опыт, кг	954,3	985,2	911,3
Затраты корма на 1 кг прироста рыбы, кг	2,3	2,3	2,0
Стоимость 1 кг корма, руб.	18,0	18,3	18,2
Стоимость корма на 1 кг прироста, руб.	40,8	41,4	36,8
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	62,1	64,2	60,7
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	26,1	28,8	28,1
Рыночная стоимость 1 кг рыбы, руб.	100,0	100,0	100,0
Рыночная стоимость всей рыбы, тыс. руб.	43,4	44,8	46,3
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	37,9	35,8	39,3
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	16,5	16,0	18,2
Уровень рентабельности, %	61,1	55,7	64,7

Полученные данные позволяют сделать вывод, что при выращивании карпа в садках экономически эффективно использовать в составе комбикормов соединения с йодом в дозе 200 мкг на 1 кг массы рыбы.

### **2.3.3 Результаты товарного выращивания двухлеток карпа в садках**

Научно-производственный опыт по выращиванию двухлеток карпа при использовании в кормлении добавки «Абиопептид с йодом» был проведен на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» в с. Подстепное Энгельского района Саратовской области.

Для исследований были отобраны 600 особей двухлеток карпа парской породы, средней массой 445 г и размещены в 2 садка по 300 штук в каждый. Кормление производилось гранулированными комбикормами 4 раза в сутки через равные промежутки времени согласно схемы исследований. Суточные нормы кормления корректировались каждые 7 дней в соответствие с ростом рыбы.

### 2.3.3.1 Физико-химические свойства воды в водоеме

Гидрохимический режим водоема исследовали в начале и конце опыта, температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно (таблица 30).

Таблица 30 - Гидрохимический режим водоема

Показатели	Значения	ОСТ 15.372-87
Температура воды, °С	25,3	24 - 26
рН	7,2	7,0-8,0
Цветность, градусы	15	30
Кислород, мг Ог/л	7,2	Не менее 6,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,38	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,004	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,36	1,0
Фосфаты, мг/л	0,1	0,3
Общая жесткость, мг-экв/л	3,5	3,8-4,2
Кальций, мг-экв/л	1,5	1,8-2,1
Хлориды, мг/л	16,5	20-35
Марганец, мг/л	0,074	0,01
Железо, мг/л	0,32	0,5
Медь, мг/л	0,007	0,01
Цинк, мг/л	0,0039	0,01
Кобальт, мг/л	0,0032	0,01
Йод, мг/л	0,0068	0,01

Исследования показали, что температура воздуха в период научно-хозяйственного опыта держалась в диапазоне от 19,0 до 32,5 °С и в среднем составила 25,3 °С. При этом температура на дне садках была в диапазоне от 17,1 до 24,5 °С и в среднем не превышала 20,7 °С, а содержание растворенного кислорода в воде держалось в диапазоне от 4,5 до 9,5 мг/л, в среднем составив 7,2 мг/л. Полученные данные находились в пределах физиологической нормы для выращивания двухлеток карпа.

### 2.3.3.2 Динамика массы и развития карпа

Основным критерием оценки изучаемых факторов является изучение их влияния на рост и развитие рыбы, характеризующееся массой рыбы и абсолютным приростом (таблица 31). Прирост массы тела рыб зависит от условий содержания и полноценности питания.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что рост и развитие двухлеток карпа в садках проходило интенсивно с 5 недели выращивания, чему способствовал благоприятный гидрохимический режим водоема. Пик приростов пришелся с 6 по 10 недели выращивания. С 14 недели наблюдался спад в динамике роста массы. При этом с первой недели исследований напряженность роста в опытной группе была значительно выше, чем в контрольной. К окончанию опыта мы получили в контрольной группе рыбу со средней массой  $1466,9 \pm 11,7$  г, а в опытной  $1593,7 \pm 15,1$  г.

Общий прирост за 16 недель выращивания карпа составил в опытной группе на 126 г больше, чем в контрольной. Зависимость прироста карпа, температуры воздуха и воды представлены на рисунке 4.

Анализ графика на рисунке 4 позволяет выявить закономерность между приростом живой массы карпа и температурой воздуха и воды на дне садка. Пока температура воды находилась в пределах физиологической норма карпа, прослеживался интенсивный темп роста подопытных рыб. При снижении

температуры воздуха и вследствие этого температуры воды наблюдается спад приростов карпа. Рыба не сразу реагирует на повышение температуры воды и быстро реагирует на её снижение. На графике видно, что более высокая скорость роста отмечена в опытной группе выше по сравнению с контрольной.

Скорость роста двухлеток карпа рассчитана в таблице 32.

Таблица 31 – Динамика массы двухлеток карпа, г

Период опыта, недели	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
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
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≥ 0,95; \*\*P≥ 0,99; \*\*\*P≥ 0,999

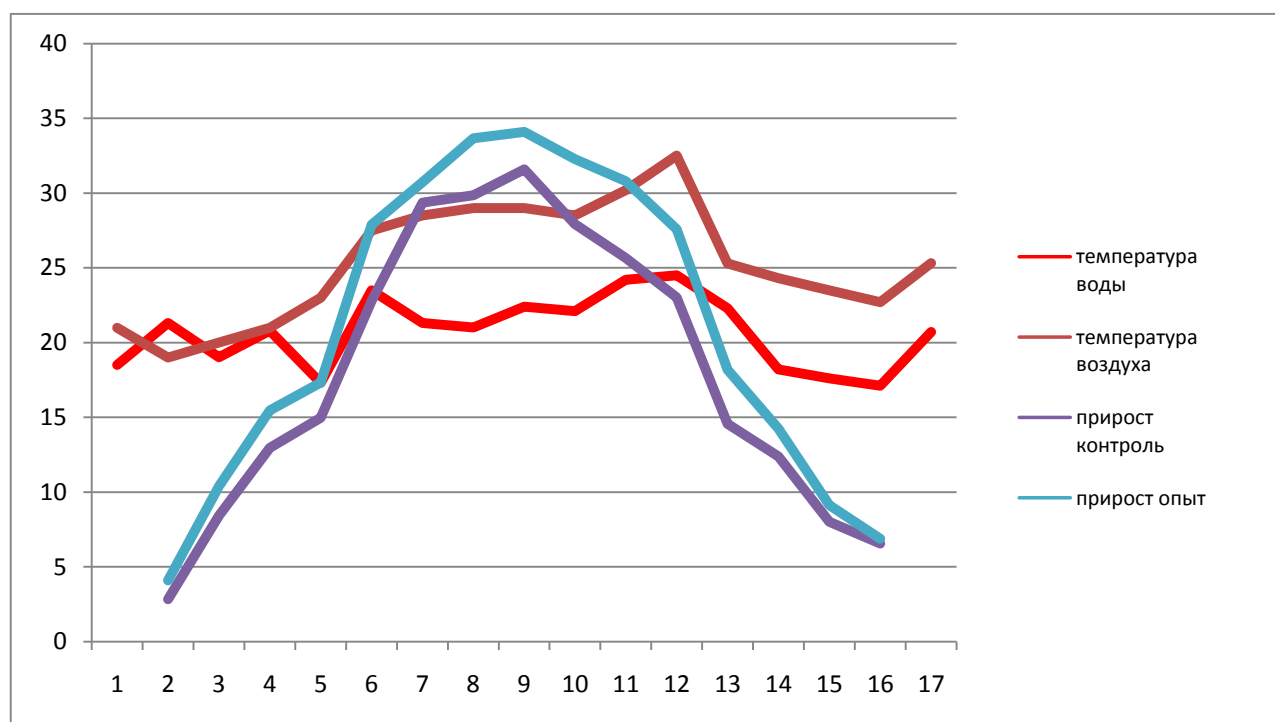


Рисунок 4. Взаимосвязь приростов карпа и температуры окружающей среды

Таблица 32 – Абсолютный прирост двухлеток карпа, г

Период выращивания, недели	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
1	2	3
1	33,30	34,40
2	33,10	41,60
3	45,80	54,40
4	52,90	61,00
5	80,50	98,10
6	103,70	108,20
7	108,70	118,50
8	112,00	120,00
9	99,00	113,60
10	91,00	108,40
11	86,20	97,10

1	2	3
12	56,60	64,00
13	44,20	50,10
14	28,60	32,10
15	23,40	24,20
16	23,30	22,60
Всего за период	1022,30	1148,30

В результате наших исследований установлено, что самая высокая напряженность роста наблюдалась у животных с 5-недели выращивания, снижение наблюдалось с 12 недели в контрольной группе и с 14 недели в опытной.

### **2.3.3.3 Кормление карпа и эффективность использования комбикормов**

Результаты учета затрат комбикорма, обменной энергии и сырого протеина, которые были скормлены рыбам подопытных групп в период опыта представлены в таблицах 33-35. В опытной группе было скормлено на 7,84 % больше корма, чем в контрольной группе.

Результаты исследований показывают, что затраты сырого протеина на 1 кг прироста массы карпа были в подопытных группах на различном уровне. Так в среднем за опыт, они были самыми большими в 1-контрольной группе и самыми низкими во 2-опытной группе.

Изучение эффективности использования йодсодержащего препарата в кормлении двухлеток карпа при выращивании в садках показало, что его влияние на затраты комбикорма, сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста карпа, по сравнению с 1-контрольной группой незначительны, но в тоже время отмечена тенденция к их снижению во 2-опытной группе (табл. 36).

Таблица 33 - Скормлено комбикорма на группу, кг

Период выращивания, неделя	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
1	25,21	25,25
2	26,46	26,75
3	27,81	28,58
4	30,20	31,45
5	32,61	34,42
6	36,92	39,59
7	42,31	45,41
8	44,39	47,96
9	37,92	40,85
10	41,62	45,15
11	44,86	49,07
12	48,07	52,72
13	50,18	55,13
14	51,82	57,02
15	52,89	58,22
16	53,76	59,13
Итого	647,03	696,70

Таблица 34 - Скормлено сырого протеина на группу, кг

Период выращивания, неделя	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
1	8,43	8,44
2	8,84	8,94
3	9,29	9,55
4	10,09	10,51
5	10,90	11,50
6	12,34	13,23
7	14,14	15,18
8	14,84	16,03
9	12,67	13,65
10	13,91	15,09
11	14,99	16,40
12	16,06	17,62
13	16,77	18,42
14	17,32	19,06
15	17,68	19,46
16	17,97	19,76
Итого	216,57	233,17



Таблица 35 - Потребление обменной энергии с комбикормом на группу, МДж

Период выращивания, нед.	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
1	272,268	272,7
2	285,768	288,9
3	300,348	308,664
4	326,16	339,66
5	352,188	371,736
6	398,736	427,572
7	456,948	490,428
8	479,412	517,968
9	409,536	441,18
10	449,496	487,62
11	484,488	529,956
12	519,156	569,376
13	541,944	595,404
14	559,656	615,816
15	571,212	628,776
16	580,608	638,604
Итого	6998,724	7535,16

Таблица 36 – Затраты комбикорма на 1 кг прироста ихтиомассы, кг

Период выращивания, нед.	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
1	3,79	3,19
2	3,70	2,77
3	2,20	1,88
4	2,37	2,00
5	1,43	1,26
6	1,29	1,28
7	1,42	1,34
8	1,41	1,45
9	1,36	1,27
10	1,71	1,53
11	1,86	1,79
12	3,03	2,91
13	4,05	3,89
14	6,47	6,28
15	8,07	8,50
16	8,24	9,25
В среднем за опыт	2,33	2,20

Данные о затратах добавки «Абиопептид с йодом» скормленного в период эксперимента представлены в таблице 37.

Таблица 37 - Скормлено добавки «Абиопептид с йодом», мл

Период выращивания, нед.	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
1	933,66	935,34
2	980,17	990,79
3	1030,18	1058,44
4	1118,61	1164,84
5	1207,82	1274,87
6	1367,29	1466,13
7	1567,16	1681,98
8	1775,41	1918,39
9	1995,72	2150,22
10	2190,45	2376,06
11	2361,02	2582,43
12	2529,97	2774,79
13	2640,90	2901,57
14	2727,54	3000,82
15	2783,59	3064,41
16	2829,46	3112,35
Итого, л	30,04	32,45

Данные нашего учета показывают, что затраты добавки «Абиопептид с йодом» в период проведения эксперимента, возрастали во всех группах пропорционально увеличению ихтиомассы рыб и увеличением суточной дозы скармливаемого комбикорма.

#### **2.3.3.4 Биохимические показатели крови**

Исследование гематологических показателей рыб имеет большое значение для обоснования адаптационных возможностей организма и оценки условий выращивания и кормления (Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Сизова Е.А., 2012, Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., 2013).

Гематологические показатели объективно отражают физиологическое состояние рыб. Кровь рыб составляет в среднем 4 % от массы тела, имеет маслянистую на ощупь консистенцию, ярко-красный цвет, солоноватый вкус, специфический запах рыбьего жира, рН 7,5 (Камышников В.В., 2004).

В связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни, у разных видов рыб различается и морфологическая и биохимическая характеристика крови. Внутри одного вида эти показатели колеблются в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, состояния особей.

Исследования в области кормления рыб показали, что даже кратковременное полноценное кормление обуславливает значительные изменения в показателях крови рыб. При использовании сбалансированных рационов получают оптимальные показатели.

В наших исследованиях для изучения влияния повышенных доз йода на организм рыб был проведен анализ крови рыб по основным морфобиохимическим показателям (таблица 38).

Таблица 38 – Морфологические и биохимические показатели крови

Показатель	В начале опыта	В конце опыта	
		1-контрольная	2-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$0,93 \pm 0,01$	$1,30 \pm 0,02$	$1,50 \pm 0,02^{**}$
Лейкоциты, $10^9/л$	$121,60 \pm 1,20$	$125,20 \pm 1,60$	$134,10 \pm 1,10^{**}$
Тромбоциты, $10^9/л$	$26,70 \pm 0,6$	$28,80 \pm 0,5$	$34,50 \pm 0,7^{**}$
Гематокрит, %	$14,05 \pm 0,20$	$14,70 \pm 0,30$	$15,20 \pm 0,25$
Гемоглобин, г/л	$47,0 \pm 1,35$	$80,0 \pm 1,38$	$95,0 \pm 1,47^{**}$
Содержание белка в сыворотке крови, г/л	$20,10 \pm 1,30$	$40,60 \pm 1,20$	$48,50 \pm 1,40^{**}$
АсТ, Ед/л	$2,3 \pm 0,20$	$3,70 \pm 0,3$	$4,02 \pm 0,25$
АлТ, Ед/л	$0,60 \pm 0,05$	$2,5 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,15$

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

Проанализировав полученные данные, можно сказать, что гематологические показатели у выращенной товарной рыбы соответствуют нормальному физиологическому состоянию.

Увеличение количества эритроцитов связано с изменениями, как абиотических факторов среды, так и физиологическим состоянием организма: повышением температуры воды, солености, усилением интенсивности питания. Так как абиотические факторы среды во время проведения исследований оставались неизменны, то возможно, что йод в органической форме, участвуя в процессах кроветворения, активировал образование эритроцитов.

Лейкоциты обеспечивают специфические иммунологические реакции, общее количество их в период опыта изменялось незначительно, превышая содержание тромбоцитов.

Тромбоциты участвуют в свертывание крови и обладают фагоцитарной активностью, в наших исследованиях их содержание увеличилось на  $5,7 \times 10^9/л$  в сравнение с контрольной группой.

Гемоглобин является важным диагностическим показателем изменения содержания кислорода, в наших исследованиях наблюдается более высокое содержание гемоглобина в конце опыта во всех опытных группах. Возможно это связано с более интенсивным обменом у особей развивающихся в оптимальных температурных условиях.

Биохимические показатели крови карпа показывают достоверное увеличение в процессе роста рыб количества общего белка.

Известно, что АЛТ и АСТ являются маркерами, свидетельствующими о нарушениях и повреждениях мышц, печени и других внутренних органов.

Анализируя полученные показатели, можно сказать об отсутствии патологических процессов в печени и сердце. Отмечено повышение содержания показателей АЛТ и АСТ в конце опыта. Коэффициент де Ритиса — соотношение активности сывороточных АСТ (аспартатаминотрансфераза) и АЛТ (аланинаминотрансфераза). Значение коэффициента в норме составляет  $1,33 \pm 0,42$  или  $0,91-1,75$ . Проведенные расчеты показали, что коэффициент Де Ритиса в период исследования во всех группах находился в пределах физиологической нормы.

Изменения биохимических показателей свидетельствуют о том, что введение в рацион карпа йодсодержащих добавок не вызывают существенных изменений в обмене веществ рыбы. Все изученные показатели находились в пределах физиологической нормы

### **2.3.3.5 Товарные качества**

Одним из наиболее существенных достоинств рыбы является то, что по пищевым и кулинарным качествам она не уступает мясу, а по легкости усвоения даже превосходит его.

Все части рыбы делятся на съедобные (мускулатура, икра, молоки, печень, сердце), несъедобные (чешуя, жабры, пищевой тракт, почки,

плавательный пузырь) и условно съедобные, то есть съедобные после тепловой обработки (голова, кости, плавники, хрящи). Выход съедобной части у большинства рыб составляет 45-60 %, а у осетровых видов рыб – до 85 % (Кудряшева А.А., Саватеева Л.Ю., Саватеев Е.В., 2007).

Оценка качества выращенной рыбной продукции была проведена в конце научно-хозяйственного опыта. Для убоя были отобраны особи карпа с массой в 1- контрольной группе 1400 г, а во 2- опытной 1600 г (таблица 38). Части тела условно были поделены на съедобные (кожа, мышечная ткань, внутренний жир, сердце и печень) и несъедобные (голова плавники, костная ткань, чешуя, спиральный клапан, кишечник, жабры, слизь кровь и др.).

Таблица 38 - Результаты убоя двухлеток карпа

Показатели	Группа			
	1-контрольная		2-опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	1400,0±2,1	100,0	1600,0±2,0	100,0
Масса: головы и плавников	207,2±1,8	14,8	230,4±1,9***	14,4
кожи	60,2±0,6	4,3	65,6±0,7**	4,1
костной ткани	117,6±0,7	8,4	113,6±0,5**	7,1
мышечной ткани	911,4±1,0	65,1	1073,6±1,2***	67,1
внутреннего жира	32,2±0,4	2,3	44,32±0,5***	2,8
жабр, слизи, крови, полостной жидкости	43,4±0,7	3,1	43,2±0,6	2,7
внутренние органы	28,0±0,3	2,0	29,28±0,4	1,8
съедобных частей	1031,8±1,4	73,7	1212,8±1,6***	75,8
несъедобных частей	368,2±0,9	26,3	387,2±1,1***	24,2

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

Анализ полученных данных свидетельствует, что доля съедобных частей у рыбы во 2-опытной группе была выше на 2,1 %, чем в контрольной группе.

Данные полученные в ходе научно-хозяйственного опыта свидетельствуют, что использование в составе комбикорма добавки «Абиопептид с йодом» из расчета 200 мкг/кг массы рыбы незначительно повышает выход съедобных частей.

### 2.3.2.6 Развитие внутренних органов

Для полной оценки товарных качеств карпа необходимо учитывать состояние внутренних органов, для этого нами была проведена разделка карпа, осмотр и оценка состояния внутренних органов (таблица 40).

Таблица 40 – Масса внутренних органов

Показатели	Группа			
	1-контрольная		2-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
Спиральный клапан	1,54±0,1	0,11	1,6±0,1	0,10
Кишечник	17,22±0,7	1,23	17,28±0,5	1,08

Тело карпа состояло из головы, туловища и хвоста. Рот небольшой, зубы на челюстях отсутствуют. При дальнейшем осмотре выявили, что поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкулиризованная. Это свидетельствует о том, что они богаты кровеносными сосудами. От внешней среды жаберы у карпа предохраняет жаберная крышка, под ней располагаются жаберные дуги. На одной из жаберных дуг отсутствуют жаберные листочки и



размещаются глоточные зубы, а над ними в верхней части глотки имеется плотная подушечка. Со стороны, обращенной в жаберную полость, находятся жаберные лепестки, несущие дыхательную поверхность. У основания жаберные лепестки сливаются друг с другом, а свободные концы их расходятся. Жаберные лепестки двух соседних жаберных дуг плотно прилегают друг к другу, образуя жаберную решетку, через которую прокачивается вода. Основу жаберного лепестка составляет костистый скелет, который удерживает их в точном и постоянном отношении друг к другу и к другим лепесткам. Поперек жаберного лепестка расположены складки, называемые жаберными лепесточками. Они представляют собой функциональную дыхательную поверхность и покрыты густой сетью кровеносных капилляров. Поэтому имеют насыщенный красный цвет. Патологий в их развитии нами не обнаружено. Различий в строении между образцами опытных и контрольной групп не обнаружено.

Значительную роль у карпа в процессе дыхания имеет кожа, при осмотре установлено, что кожа весит около 4 % от общей массы рыбы, имеет слизистую поверхность, на ней расположена чешуя.

Особым аспектом газообмена у рыб является гидростатическая функция плавательного пузыря, который является производным кишечника. При вскрытии у карпа видно сообщение его с пищеводом воздушным потоком (открытопузырный вид). Он имеет форму мешка молочно-серебристого цвета, расположен между позвоночником и кишечником, а изнутри покрыт многорядным эпителием, в стенках которого располагаются гладкие мышечные волокна, имеет два отдела. Патологий в его развитии не обнаружено. Различий в строении между карпом опытных и контрольной групп не выявлено.

При исследовании кровеносной системы отмечено, что сердце имеет относительно небольшие размеры. Имеется один круг кровообращения. Сердце состоит из четырех отделов: венозного синуса или пазухи, где собирается венозная кровь; предсердия; желудочка и луковидной аортой. Между

желудочком и луковидной аортой располагаются два полулунных клапана. Патологий в развитии сердца не обнаружено. Масса сердца в опытных группах не значительно выше, чем в 1-контрольной. Различий в строении между рыбами контрольной и опытных групп не обнаружено.

По строению пищеварительная система карпа относится к безжелудочным рыбам. Пищеварительный тракт у него состоит из пищевода, переднего и заднего отдела кишки, спирального клапана в заднем отделе средней кишки и органов, участвующих в пищеварении – селезенка, поджелудочная железа. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта, естественного для карпа, бледно-розового цвета. В переднем отделе кишечника имеется 7-8 продольных складок. Патологий при осмотре желудочно-кишечного тракта не обнаружено. Кишечник был лучше развит в опытных группах, чем в контрольной. Различий в строении между образцами опытных и контрольной группы так же не обнаружено.

При разделке карпа была исследована его выделительная система. Почки были темно-красного цвета. Располагались в полости тела под позвоночником по обе стороны спинной артерии. Почечные клубочки развиты слабо. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной групп не обнаружено.

Результаты наших исследований показали, что использование йодсодержащей добавки в составе комбикорма для карпа, при выращивании в садках, не оказало достоверного влияния на развитие внутренних органов карпа.

### **2.3.3.7 Химический состав мышечной ткани**

Товарные качества рыбы зависят не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, важное значение в этой оценке имеет определение

их качественных показателей. Для этого в наших исследованиях мы определили химический состав мышечной ткани карпа (таблица 41).

Таблица 41 - Химический состав мышечной ткани карпа, %

Показатель	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
Влага	74,82±1,18	71,62±1,12
Сырой протеин	19,54±0,27	22,30±0,44*
Сырой жир	3,20±0,35	3,44±0,41
Зола	2,44±0,09	2,64±0,13

\*P>0,95

Проведенные нами исследования показали, что мышечная ткань карпа подопытной группы богата протеином и жиром. Достоверных различий в химическом составе мышечной ткани между рыбами контрольной и опытной группы не отмечено.

### 2.3.3.8 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

С целью изучения влияния повышенных доз йода на рост, развитие и товарные качества карпа при выращивании в садках на вкусовые качества рыбы, мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона подопытных рыб на кафедре «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова (рис. 5).

Готовый продукт (бульон и вареное рыбное мясо) оценивался нами по ряду свойств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на научных принципах. Вареное рыбное мясо оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету; рыбный бульон – по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира.

Полученные нами данные органолептической оценки рыбного филе показывают, что филе карпа опытной группы имело более приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью.

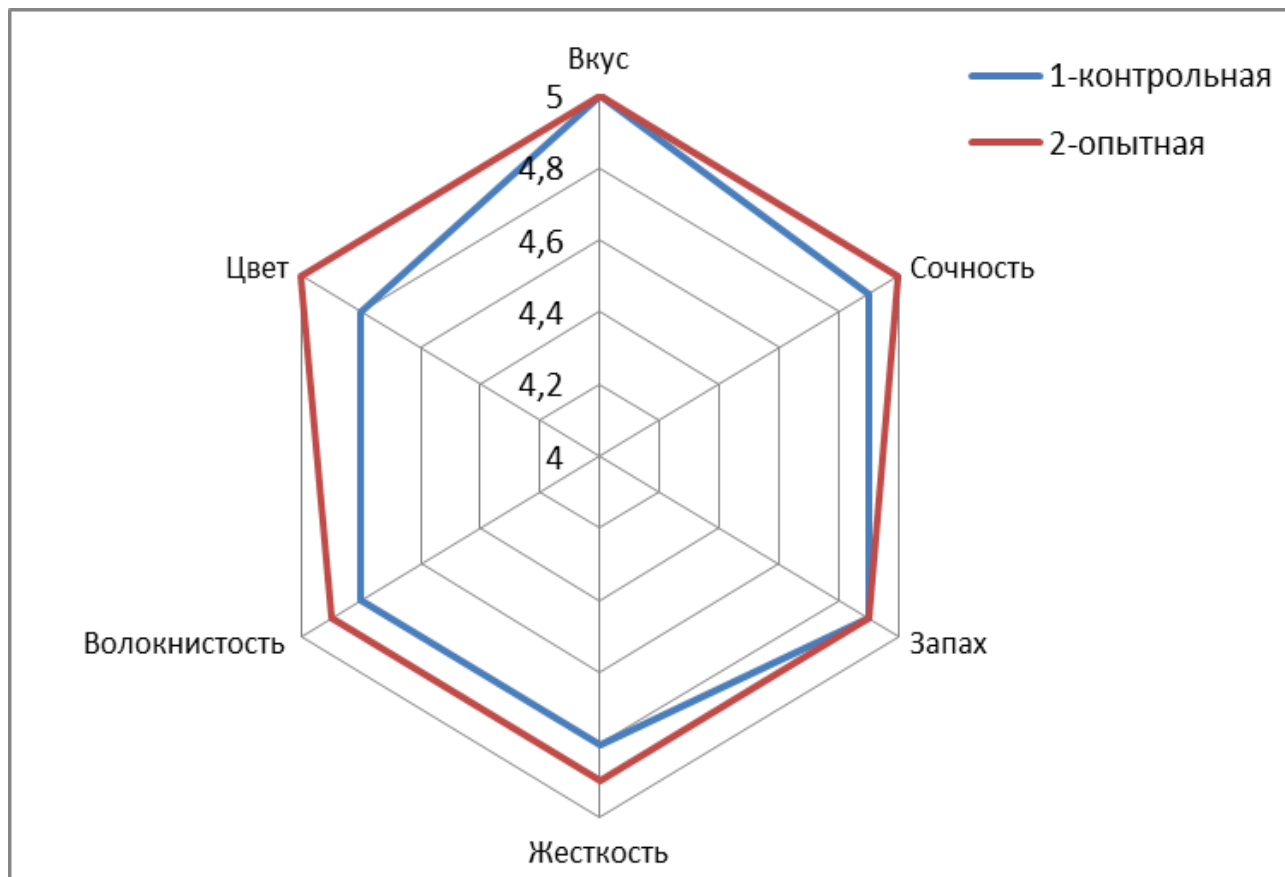


Рисунок 5. Профилограмма образцов вареного рыбного мяса

Результаты дегустации рыбного бульона, полученного при варке рыбы опытных групп, показали, что рыбный бульон во всех группах был вкусным, ароматным и наваристым, имел приятный цвет и был прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве.

На основании проведенной органолептической оценки можно сделать вывод, что применение йодсодержащих добавок, с повышенным содержанием йода, не оказывает отрицательного влияния на органолептические свойства рыбного мяса и бульона.

### 2.3.3.9 Экономическая эффективность

Важнейшим показателем для производства является экономическая эффективность выращивания карпа, наши расчеты представлены в таблице 42.

Таблица 42 - Экономическая эффективность выращивания карпа

Показатель	Группа	
	1-контрольная	2-опытная
Ихтиомасса в начале, кг	133,38	133,62
Ихтиомасса в конце, кг	410,73	452,61
Прирост ихтиомассы, кг	277,35	318,99
Количество особей в конце, шт.	280,00	283,00
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
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	11,65	12,54
Стоимость 1 л препарата, руб.	212,00	212,50
Количество препарата, л	30,04	32,45
Итого стоимость препарата, тыс. руб.	6,37	6,90
Стоимость комбикормов с препаратом, 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
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	24,11	29,42
Уровень рентабельности, %	25,14	32,47

Как видно наибольший экономический эффект можно получить при выращивании карпа с применением в кормлении йодсодержащей добавки «Абиопептид с йодом». Несмотря на повышение общей себестоимости выращивания двухлеток карпа на 1,61 тыс. руб., дополнительно полученная прибыль от выращивания опытной группы составила 3,41 тыс. руб. При этом уровень рентабельности производства повышается на 7,33 %.

### 3 Заключение

Важнейшей составной частью продовольственного обеспечения населения белком животного происхождения является рыба. Однако в последние годы объем промысла ценных в пищевом отношении видов рыб сократился и восстановить его можно только за счет искусственного выращивания - аквакультуры.

Одна из основных рыб, разводимых в прудовых хозяйствах нашей страны – это карп. Такая популярность связана с рядом ценных биологических особенностей и хозяйственно полезных качеств, которыми обладает карп. Это теплолюбивая рыба. По скорости роста, выносливости, всеядности, использованию кормов, а также хорошим вкусовым качествам он превосходит многие пресноводные рыбы. Карп неприхотлив к условиям содержания, легко приспосабливается к изменениям гидрохимического режима, кормовой базы и других факторов.

Садковое рыбоводство и возможность выращивания карпа в садках являются большим резервом для увеличения объемов производства рыбной продукции.

В настоящее время важнейшей проблемой мирового масштаба является недостаточное поступления йода в организм человека. Основными природными источниками йода для человека являются пищевые продукты.

Борьба с дефицитом йода координируется в глобальном масштабе Международным советом по контролю за йоддефицитными заболеваниями (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, ICCIDD), работающим в тесном контакте с Всероссийской организацией здравоохранения и ЮНИСЕД (Детский Фонд ООН).

В мире проводятся исследования по изучению содержания йода у пресноводных и морских промысловых рыб. Так, иранские ученые в 2010 году проводили исследования по определению содержания йода в мышцах часто потребляемых двух видов промысловых рыб красного горбыля (*Otolithes ruber*), Индо-Тихоокеанской королевской макрели (*Scomberomorus guttatus*) и омаров (*Panulirus Homarus*), рыбы были пойманы в Персидском заливе и у них определяли содержание йода. Среднее значение йода в красном горбыле, индо - тихоокеанской королевской макрели и омаров составляло соответственно,  $195 \pm 108,9$ ,  $179 \pm 93,39$  и  $287,4 \pm 78,8$  мкг на кг сухого веса (Ansari M., Raissy M., Shakeryan A. и др., 2010). Похожие исследования проводились в Пакистане с той разницей, что исследовалась не только морская, но и речная рыба и гораздо большее количество её видов, но данные по этим исследованиям вызывают вопросы так, как противоречат всем известным данным по содержанию йода в рыбе, так например содержание йода в пресноводной рыбе поданным их исследований превышает его содержание в морской.

В США и странах Европы ведутся исследования по использованию йода в кормлении рыб с целью повышения их устойчивости к стрессу. Так в США провели эксперимент по использованию йода в кормлении радужной форели.

За рубежом проводились исследования влияния йода на развитие, рост, товарные качества разных видов морских и пресноводных видов рыб. Большинство исследователей приходят к выводу, что йод положительно влияет на разнообразные виды рыб (Deraniyagala S.P., Perera W.VS.M., Fernando W.S., 2000; Ansari M., Raissy M., Shakeryan A. и др., 2010; Azmat R., Talat R., и Mahmood S., 2008), но отсутствуют данные по использованию йодсодержащих добавок в содержании и разведении карповых видов рыб.

Не смотря на проводимые исследования и работы в этом направлении, информации по использованию йода в кормлении рыб использующихся в аквакультуре крайне мало.



При проведении наших исследований была поставлена задача - повысить продуктивности карпа за счет использования в рационе препаратов с содержанием повышенных доз йода. Планируя эксперименты по выбранной тематике, мы использовали общепринятые методики исследований.

Нами были изучены условия выращивания карпа различных половозрастных групп в лабораторных аквариумах и в садках, установленных в водоеме на территории ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области и на базе малого инновационного предприятия ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области, кроме того определена эффективность использования в кормлении рыбы биологически активной добавки «Абиопептид с йодом».

Предварительный анализ литературы по проблеме не позволил обнаружить четкой информации по выбранной тематике.

По результатам проведенного нами прогнозируемого лабораторного исследования мы сделали вывод, что добавка «Абиопептид с йодом» с содержанием йода 200 и 500 мкг наилучшим образом сказывается на продуктивности, затратах кормов на единицу прироста и рентабельность выращивания карпа в этих группах была выше на 9,32 и 7,31 % соответственно. Это сочетается с данными полученными в исследованиях Васильева А.А., Вилутис О.Е., Зименс Ю.Н., Масленикова Р.В. и др. (2014).

С целью подтверждения лабораторных данных мы провели два научно-хозяйственных опыты. Первый научно-хозяйственный опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом» на рост, развитие и товарные качества годовиков карпа при выращивании в садках проводили в ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области.

За период опыта было отмечено постоянство физико-химических показателей воды. Среднесуточные колебания температуры воды лежали в пределах + 20,3-21,0 °С. Содержание растворённого в воде кислорода

составило 6,8 мг/л, что соответствует требованиям к качеству воды для выращивания карповых рыб.

В ходе исследования нами была изучена динамика массы рыбы, ее сохранность и затраты корма на единицу прироста, проанализированы гематологические показатели, химический состав мышечной ткани.

Расчет экономической эффективности использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении карпа подтвердил, что наилучшие показатели по динамике живой массы были получены в третьей группе с содержанием в рационе йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы. Так к третьей недели эксперимента живая масса в третьей группе превышала контроль на 3,13 %, а к концу опыта на 1,2 %.

Результаты полученные в ходе научно-хозяйственного опыта свидетельствуют, что использование в составе комбикорма добавки «Абиопептид с йодом» из расчета 200 мкг/кг массы рыбы незначительно повышает выход съедобных частей, кроме того у карпа не было обнаружено признаков стресса по гематологическим показателям. Введение в комбикорм карпа при выращивании в садках йодсодержащих препаратов также способствовало увеличению интенсивности обменных процессов. Аналогичные данные получили Поддубная И.В., Васильев А.А, Акчурина И.В. и др. (2013).

Приведенные данные свидетельствуют о наибольшей эффективности выращивания карпа в садках с использованием в кормлении йодсодержащего препарата в концентрации 200 мкг на кг, при рентабельности производства продукции до 64,7 %.

Второй научно-производственный опыт по выращиванию двухлеток карпа при использовании в кормлении добавки «Абиопептид с йодом» был проведен на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» с. Подстепное Энгельского района Саратовской области.

Исследования показали, что температура воздуха в период научно-хозяйственного опыта держалась в диапазоне от 19,0 до 32,5 °С и в среднем

составила 25,3 °С. При этом температура на дне садках была в диапазоне от 17,1 до 24,5 °С и в среднем не превышала 20,7 °С, а содержание растворенного кислорода в воде держалось в диапазоне от 4,5 до 9,5 мг/л, в среднем составив 7,2 мг/л. Полученные данные находились в пределах физиологической нормы для выращивания двухлеток карпа.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что рост и развитие двухлеток карпа в садках проходило интенсивно с 5 недели выращивания, чему способствовал благоприятный гидрохимический режим водоема. Пик приростов пришелся с 6 по 10 недели выращивания. С 14 недели наблюдался спад в динамике роста массы. При этом с первой недели исследований напряженность роста в опытной группе была значительно выше, чем в контрольной. К окончанию опыта мы получили в контрольной группе рыбу со средней массой  $1466,9 \pm 11,7$  г, а в опытной  $1593,7 \pm 15,1$  г. Общий прирост за 16 недель выращивания карпа составил в опытной группе на 126 г больше, чем в контрольной.

Изучение эффективности использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении двухлеток карпа при выращивании в садках показало, что его влияние на затраты комбикорма сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста карпа, по сравнению с контрольной группой незначительны, но в тоже время отмечена тенденция к их снижению во 2-опытной группе по сравнению с контрольной и 1-опытной группами. Подобные результаты были получены Вилутис О. Е., Поддубная И. В., Васильев А. А., Тарасов П. С. (2014).

Нами были изучены гематологические показатели у выращенной товарной рыбы, которые соответствовали нормальному физиологическому состоянию, свидетельствуя о том, что введение в рацион карпа повышенных норм йода не вызывает отрицательных изменений в обмене веществ рыбы. Эти данные согласуются с результатами полученными Акчуриной И.В., Поддубной И.В., Васильевым А.А. и др. (2013).

Полученные нами данные подтверждают, что наибольший экономический эффект можно получить при выращивании карпа с применением в кормлении добавки «Абиопептид с йодом». Не смотря на повышение себестоимости выращивания двухлеток карпа на 1,61 тыс. руб., дополнительно полученная прибыль от выращивания опытной группы составила 3,41 тыс. руб. При этом рентабельность производства повышается на 7,33 %. Аналогичные результаты получили Вилутис О.Е., Маслеников Р.В, Поддубная И.В., Васильев А.А. и др. (2015).

Проведенные исследования позволяют рекомендовать рыбоводным хозяйствам, в целях повышения продуктивности и товарных качеств карпа при выращивании в садках скармливать в составе комбикорма добавку «Абиопептид с йодом» из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы.

### **3.1 Выводы**

Анализ и обобщение экспериментальных материалов, полученных в наших исследованиях по изучению эффективности использования добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, в кормлении годовиков и двухлеток карпа при товарном выращивании в садках, позволяют сделать следующие выводы:

1. Оптимальной нормой скармливания добавки «Абиопептид с йодом» при товарном выращивании карпа в садках, является 1,0 мл на 1 кг массы рыбы, содержащего 200,0 мкг йода.

2. Введение в комбикорм йода, из расчета 200 мкг на 1 кг живой массы, повышает у годовиков и двухлеток карпа, соответственно, продуктивность на 1,9 и 8,6 %, сохранность на 4,0 и 1,34 %, и выход съедобных частей тела на 1,5 и 2,1 %, по сравнению с контрольной группой.

3. Скармливание карпу комбикормов с повышенным содержанием йода повышает концентрацию этого микроэлемента в мышечной ткани на 49,16 %.

4. При использовании повышенных доз йода в кормлении годовиков и двухлеток карпа снижаются затраты комбикорма на 1 кг прироста ихтиомассы, соответственно, на 0,9 и 5,6 %, по сравнению с контрольной группой.

5. Кормление годовиков и двухлеток карпа гранулированными комбикормами с повышенными дозами йода из расчета 200 мкг на 1 кг живой массы, поддерживает биохимические показатели крови в оптимальных физиологических границах и не оказывает отрицательного влияния на функциональное состояние внутренних органов.

6. Применение повышенных доз йода в кормлении годовиков и двухлеток карпа, соответственно, снижает его себестоимость на 2,25 и 5,54 %, и повышает рентабельность производства рыбной продукции на 3,6 и 7,3 %, по сравнению с контрольной группой.

### **3.2 Предложение производству**

В целях повышения продуктивности и товарных качеств годовика и двухлеток карпа при товарном выращивании в садках рекомендуем скармливать в составе комбикорма добавку «Абиопептид с йодом» из расчета 1,0 мл на 1 кг массы рыбы, содержащей 200,0 мкг йода.

### Список использованной литературы

1. Абросимова, Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. - Ростов-на-Дону, 2005. - 144 с.
2. 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.
3. Алабастер, Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб/ Дж. Алабастер, Р. Ллойд. - М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. - 344 с.
4. Александров, С.Н. Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители / С.Н. Александров, В.В. Пожидаев: Попул. изд. – М.: АСТ, Сталкер, 2005. – 240 с.
5. Алиева, С. «Ликвидировать йододефицит раз и навсегда»/ С. Алиева, [Электронный ресурс] URL: <http://www.zerkalo.az>, (Дата обращения 10.03.2015).
6. Анисимова, И. М. Ихтиология: учебное пособие для студентов вузов / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 288 с.
7. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов // М.: КолосС, – 2004. – 571 с.
8. Антипова, Л.В. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, О.А. Василенко и др. – М.: ГИОРД, 2009. – 472 с.

9. 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
10. Барышникова, Т. Разведение рыб и раков / Т. Барышникова. - М.: Феникс, 2006. – 224 с.
11. Богданов, Н.И. Прудовое рыбоводство / Н.И. Богданов, А.Ю. Асанов. – Пенза, 2011. – 89 с.
12. Богерук, А. К. Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб (На примере карпа) / А.К. Богерук, Н. И. Маслова. — М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2002. - 188 с.
13. Богерук, А. К. Справочник по племенным рыбоводным хозяйствам Российской Федерации / А. К. Богерук, Н. Ю. Евтихиева, Н. С. Козловская, И. А. Луканова - М.: Минсельхоз РФ, 2001. – 166 с.
14. Богутская, Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. / Н.Г. Богутская, А.М. Насека.- ЗИП РАН, КМК научных изданий, Москва, 2004. – 224 с.
15. Бретт, В. Физиологическая энергетика / Ред. Хоара У., Рендолла Д., Бретта Дж.М. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — С. 203-275.
16. Вайсер, В.И. Роль йода в питании человека / В.И. Вайсер // Витамакс - XXI Век, №9, 2004. – С. 64-72.
17. Васильев, А.А. Влияние йода на функциональное состояние щитовидной железы и рост молоди ленского осетра / А.А. Васильев, О.Е. Вилутис, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная, А.А. Карасев // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы

ветеринарной онкологии и иммунологии» // Под ред. А.А. Волкова, А.В. Молчанова. – Саратов: ИЦ «Наука». - 2014. - С. 58-61.

18. 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.

19. Ведемейер, Г.А. Стресс и болезни рыб / Г. А. Ведемейер, Ф. П. Мейер, Л. Смит. - М.: 1981. -128 с.

20. Вилутис, О. Е. Влияние йода на функциональное состояние щитовидной железы и рост молоди ленского осетра / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Поддубная, И. В. Акчурина, А. А. Карасев // Материалы Международной научно-практической конференции. Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии – Саратов ИЦ «Наука», - 2014, - С 56-61.

21. Вилутис, О. Е. Влияние йодсодержащей кормовой добавки на функциональное состояние щитовидной железы молоди ленского осетра / О.-Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Акчурина, И. В. Поддубная, П.-С. Тарасов // Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора С.А. Лапшина «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» - Саранск изд-во Мордовского университета, - 2014, - часть 1, - С 54-57.

22. Вилутис, О. Е. Эффективность йодированных кормов, используемых в кормлении рыбы / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Поддубная, И. В. Акчурина, П. С. Тарасов // Научно-теоретический и практический журнал Оралдын Ғылым жаршысы № 26 (105) ЖШС «Уралнауцкнига», - 2014, - С 10-16.

23. Вилутис, О. Е. Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, П. С. Тарасов // Материалы VIII Всероссийской



научно-практической конференции» Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», - 2014, С - 163-166.

24. Вилутис, О. Е. Изучение действия йодсодержащего препарата на продуктивность ленского осетра / О.Е. Вилутис, А.А. Васильев А.А. Васильев, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная, П.С. Тарасов // Лапшинские чтения - 2013: Материалы IX Международной научно-практической конференции в 2-х частях – Саранск, изд-во Мордовского университета. – 2013. - часть 1. - С. 58–60.

25. Вилутис, О. Е. Изучение действия йодсодержащего препарата на продуктивность ленского осетра / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Акчурина, И. В. Поддубная, П. С. Тарасов // Лапшинские чтения - 2013: Материалы IX Международной научно-практической конференции в двух частях «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» – Саранск изд-во Мордовского университета, - 2013, - часть 1 – С. 58 – 60.

26. Вилутис, О.Е. Эффективность йодированных кормов, используемых в кормлении рыбы / О.Е. Вилутис, А.А. Васильев, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная, П.С. Тарасов // Научно-теоретический и практический журнал. Серия: Сельское хозяйство, география и геология. - 2014. - № 26. - С. 10-17.

27. Власов, В.А. Фермерское рыбоводство/ В.А. Власов. – М.: ООО Столичная типография, 2008. – 168 с.

28. Волкова, Н. Л. Гигиеническая экспертиза рыбы и рыбопродуктов / Н. Л. Волкова. - М.: Минздрав СССР, ЦОЛИУВ, 1986.

29. Гамыгин, Е. А. Комбикорма для рыб / Е. А. Гамыгин, В. Я. Лысенко, В. Я. Склярков. - М.: Агропромиздат, 1989. - 168 с.

30. Гамыгин, Е. А. Корма и кормление рыбы. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов [Текст] / Е. А. Гамыгин. - М., 1987. - Вып. 1. - С. 1-82.

31. Гамыгин, Е. А. Корма и кормление рыбы: Обзорн. Информ. /Е. А. Гамыгин /ЦНИИТЭИРХ. – М.: 1987. – Вып. 1. – 82 с.

32. Герасимов, Ю.Л. Основы рыбного хозяйства/ Ю.Л. Герасимов.– С.: Самарский Университет, 2003. – 254 с.
33. Головина, Н.А. Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб. / Н.А. Головина, Н.Н. Романова, О.В. Корабельникова. //Рыбное хозяйство –2008, № 4. - 63-66 с.
34. Докукина, К. Н. Повышение эффективности зимовки нестандартных сеголетков карпа на теплых водах ГРЭС / К. Н. Докукин // Сб. научных трудов ВНИИПРХ, 3, 1974. – 324 с.
35. Желтов, Ю.А. Кормление племенных карпов разных возрастов в племенных хозяйствах / Ю.А. Желтов, А.А. Алексеенко. – Киев, 2006. – 169 с.
36. Желтов, Ю.А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю.А. Желтов – Киев: Фирма ИНКОС, 2006. – 191-192 с.
37. Желтов, Ю.А. Кормление рыбы экструдированными гранулами комбикормов при выращивании их в разных условиях / Ю.А. Желтов., Н.И. Бескровная, Н.А. Рудой– Киев.: Аграрная наука, 2004. – 78-83 с.
38. Желтов, Ю.А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводств / Ю.А. Желтов – Киев: Фирма ИНКОС, 2006. – 154 с.
39. Желтов, Ю.А. Экструдированные гранулы комбикормов при выращивании рыб / Ю.А. Желтов // Новые технологии. – Киев: Фирма ИНКОС, 2004. - Сентябрь № 9. – 24-25 с.
40. Житненко, П. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства. Справочник / под редакцией П. В. Житенко. - М.: Агропромиздат, 1989. – 235 с.
41. Зименс, Ю.Н. Влияние йодированных дрожжей на использование питательных веществ корма ленским осетром / Ю.Н. Зименс, А.А. Васильев, И.В. Поддубная // Материалы III международной научно-практической

конференции: «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия». 15-16 августа, Новосибирск: Международный научный институт «Educatio». - 2014. – С. 132-133.

42. 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 им. Н.И. Вавилова. – 2014. - № 8. – С. 18 – 21.

43. Зименс, Ю.Н. Экономическая эффективность использования йодированных дрожжей в рыбоводстве / Ю.Н. Зименс, Р.В. Масленников, А.А. Васильев, И.В. Акчурина, И.В. Поддубная // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 7. - Ч. 1. - С. 67-68.

44. 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. – 2014. - № 10. – С. 20 – 23.

45. Иванов, А. А. Физиология рыб / А. А. Иванов. - Мир, 2003. - 284 с. - 8.

46. Индустриальные методы рыбоводства [Электронный ресурс] URL: <http://fish-farming.ru> (Дата обращения 13.03.2015)

47. Информация о карповых видах рыб. Украинские породы карпа. [Электронный ресурс] URL: <http://carpexpert.ru/ukrainskie-karpy/> (Дата обращения 5.04.2015)

48. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России / Ю.П. Мамонтов, Н.Е. Гепецкий, А.И. Литвиненко и др. – С-Петербург, 2000. – 47-85 с.

49. Использование йода в кормлении [Электронный ресурс] URL: <http://agrocontech.ru/ru/info/ispolzovanie-ioda-v-kormlenii>. (Дата обращения 8.01.2015)

50. Камышников, В.В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. — М.: МЕДпресс-информ, 2004. — С. 234—297.
51. Килик, В. А. Эколого-физиологические основы белкового питания рыб/В. А. Килик, В. В. Чиркина, Т. И. Бурда – М., 1985. – С. 43-45.
52. Козлов, А. В. Разведение рыбы, рачков, креветок в приусадебном водоеме/ А.В. Козлов – М.: Аквариум, 2003. – 176 с.
53. Козлов, А.П. Контроль качества рыбных товаров в торговле / А. П. Козлов. - М.: Экономика, 1981. – 278 с.
54. Кудрявцев, А.А. Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев – М.: Колос, 1969. - 306 с.
55. Кудряшова, А. А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А. А. Кудряшова, Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев – Москва: Колос, - 2007. – 304 с.
56. Кулиев, Ш. М. Влияние новых йодных микроудобрений на рост развитие и урожай хлопчатника и пшеницы в условиях Азербайджанской ССР: Автореферат дис. Кандидата сельскохозяйственных наук / Ш.М. Кулиев. — Баку : Академия наук Азербайджанской ССР отделение биологических наук, 1963. – 16 с.
57. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин // – М.: Высшая школа, – 1990. – 352 с.
58. Лебедев, П.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. - М. - Россельхозиздат. - 1965.
59. Левадный, В.С. Прудовое разведение рыб и раков / В.С. Левадный— М.: Аделант, 2005. – 192 с.
60. Макарцев, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных/ Н.Г. Макарцев - Калуга, 2007. - 608 с.

61. Марченко, Г. Г. Учебно-методическое пособие по разведению сельскохозяйственных животных с основами частного животноводства [Текст] / Г.Г. Марченко // Саратов, 1993. – С. 26-27.
62. Масленников, Р.В. Оценка эффективности применения йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра при выращивании в садках / Р.В. Масленников, И.В. Поддубная, А.А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2015. - № 5. – С. 20-23.
63. 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: Издательский центр «Наука», 2015. – 378 с.
64. Менькин, В.К. Кормление животных / В.К. Менькин– М.: «Колос», 2004. - 360 с.
65. 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
66. Моррисон, В.В., Чеснокова Н.П. Патологическая физиология / под ред. В.В. Моррисона, Н.П. Чесноковой. - С.: СГМУ, 2008. - 699 с.
67. Москул, Г.А. Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища / Г.А. Москул. СПб., - 1994. – 136 с.
68. Мохнач, В.О. Йод и проблемы жизни. Л., 1974. С. 74
69. Мохорт, Т. В. Результаты внедрения стратегии ликвидации йодной недостаточности в республике Беларусь / Т. В. Мохорт, С. В. Петренко, А. Е. Океанов, Н. Д. Коломиец // Международный эндокринологический журнал 2(8) 2007 / Оригинальные исследования /Original Researches/.

70. Мясников, Г.Г. Кормление карпа / Г.Г. Мясников– Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. – 156 с.
71. Оберлис, Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных/ Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный - СПб.: Наука, 2008. – 544 с.
72. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова – ГоСНИОРХ, 2001. – 372 с.
73. Патент на полезную модель № 132315 Российская Федерация, МПК А 01 К 63/00 (2006.01. Система садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы / Васильев А. А., Поддубная И. В., Вилутис О. Е., Тарасов П. С., Карасев А. А.; патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Центр индустриального рыбоводства». – 2013114042/13; заявл. 28.03.2013; опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26.
74. Пейве, Я.В. Об основных закономерностях распределения валовых запасов и подвижных форм микроэлементов в почвах СССР / Я.В. Пейве // Доклады к УШ международному конгрессу почвоведов. Серия "Физика, химия, биология и мелиорация почв СССР". М., 1964. - С. 108-112.
75. Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева – М.: Колос, 2006. - 318 с.
76. Пономарев, С.В. Фермерская аквакультура / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007. – 192 с.
77. Привезенцев, Ю.А. Выращивание рыб в малых водоемах / Ю.А. Привезенцев – М.: Колос, 2000. – 128 с.
78. Проскуренко, И.В. Фермерское рыбоводное хозяйство. Пособие для фермера рыбоведа / И.В. Проскуренко. – С-Петербург.: Гипрорыбфлот, 2000. – 226 с.
79. Растопшина, Л. В. Изучения влияния дополнительного введения йода в рацион цыплят бройлеров / Л. В. Растопшина, Е. Ю. Костина, В. Н.

Хаустов// Вестник алтайского государственного аграрного университета, № 3, - 2007. – С. 45 - 47.

80. Рубцовенко, А.В. Патологическая физиология / А.В. Рубцовенко - Саратов, 1991. – 599 с.

81. Семейство Карповые (Cyprinidae)- Биологическая энциклопедия [Электронный ресурс] URL: [http://enc-dic.com/enc\\_biology/Semestvo-karpove-syprinidae-1687](http://enc-dic.com/enc_biology/Semestvo-karpove-syprinidae-1687). (Дата обращения 10.03.2015)

82. Семькина, А.С. Эффективность использования органических соединений йода в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ / А.С. Семькина, Ю.Н. Зименс, И.В. Поддубная // Сборник статей международной научно-практической конференции «Научные аспекты глобализационных процессов». 23 сентября, Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС. - 2014. – С. 31-32.

83. Скляр, В.Я. Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В.Я. Скляр, Н.А. Студенцова– М.: ФГНУ Росинформагротех, 2001. – 56 с.

84. Спиридонов, А.А. Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / А.А.Спиридонов, Е.В. Мурашова, О.Ф. Кислова - Санкт-Петербург «ООО СПС –Принт», 2011. - 116 с.

85. Технология рыбы и рыбных продуктов [Электронный ресурс] URL: <http://nabitabet.ru/prudovoe-rybovodstvo/1450-metody-izucheniya-rosta-ryby-chast-2.html>(Дата обращения 12.04.2015).

86. Фисинин, В. Н. Природные минералы в кормлении животных и птицы / В. Н. Фисинин, П. Сурай / Животноводство России. 2008. - № 8. - С. 66-68.

87. Фисинин, В.И Птицеводство России - стратегия инновационного развития.- М.: Типография Россельхозакадемии, 2009. - 147с.

88. Хохрин, С.Н. Корма и кормление животных / С.Н. Хохрин – СПб.: Лань, 2002. – 512 с.

89. Широкова, В. И. Йодная недостаточность: диагностика и коррекция / В. И. Широкова, В.И. Голоденко, В.Ф. Демин и др. // Педиатрия, № 6 — 2005. – С. 34-37.
90. 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.
91. Щербина, М. А. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства / М. А. Щербина, Н. А. Абрасимова, Н. Т. Сергеева Рекомендации. – Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1985.-85 с.
92. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре /М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин – М.: ВНИРО, 2006. – 360 с.
93. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 130 с.
94. [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Карп> (Дата обращения 25.03.2015).
95. [Электронный ресурс] URL: [www.seaweed.su](http://www.seaweed.su) (Дата обращения 25.02.2015).
96. 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 / Adamek Z., Musil, J. & Sukop, I. // *Agriculturae Conspectus Scientiftcus*. - 2004. 69(1). P. - 21-27.
97. 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 and F. Fadaeifard // *Journal Food, Agriculture and Environment*.- WFL. - 2010, Vol. 8, Issue 3&4. P - 228-229.



98. Azmat, R. Distribution of Iodine in Marine and Fresh Water Fishes from Sindt Regions of Pakistan / Azmat R., Talat R., Mahmood S. // Journal of Applied Sciences 2008.8(9), - P. 17901792.
99. Deraniyagala, S. P. Short communication iodine in marine prawns and its fate on boiling / S. P. Deraniyagala, W.VS.M. Perera, W.S. Fernando // J.Natn. Sci. Fozcndation Sri Lanka, 1999. 27(3): - P. 197-202.
100. Fajmonova, E. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets / Fajmonova, E., Zelenka, J., Komprda, T., Kladroba, D. & Sarmanova, I. // Czech Journal of Animal Science, 2003. 48(2), 85-92.
101. Farkas, T. Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus / Farkas T., Csengeri, I., Majoros, F. & Olah, J. // 1758. Aquaculture, 1978. 14(1), - P. 57-65.
102. Fauconneau, B. Growth and meat quality relations in caip / Fauconneau B., Alamidurante, H., Laroche, M., Marcel, J. & Vallot, D. // Aquaculture, 1995. 129(1-4), - P. 265-297.
103. Fontagne-Dicharry S. The lipid content of aquacultured fishes and their factors of differences. Les lipides des poissons d'aquaculture et leurs facteurs de variation / Fontagne-Dicharry S., Medale F. // 2010, 17(4), - P. 209-213.
104. Forth, W. Iron absorption, a mediated transport across mucosal epithelium / W. Forth, W. G. Hoekstra, J. W. Suttie, H. E. Ganther, W. Mertz (eds) Trace Element Metabolism in Animals – 2. 1974. - P. 199- 215.
105. Hamre, K Rotifers enriched with iodine and selenium increase survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae / K. .Hamre, T. A. Mollan, O. Saele, B. Erstad Aquaculture. – 2008. - 284(1–4): - P. 190-195.
106. He, M.L. Supplementation of algae to the diet of pigs : a new possibility to improve the iodine content in the meat / He M.L., Hollwich W., Rambeck W.A. // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 2002, 86, - P. 97-104

107. Henderson, R.J. The lipid-composition and biochemistry of fresh-water fish / Henderson, R.J. & Tocher, D.R. // *Progress in Lipid Research*, 1987, 26(4), - P. 281-347.
108. Moren M, Sloth JJ, Hamre K. 2008. Uptake of iodide from water in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) *Aquaculture* 285(1–4): - P. 174-178.
109. Mraz, J. Factors influencing fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) muscle / Mraz J., Pickova J. // *Neuroendocrinology Letters*, 2011, 32 (Suppl.2), - P. 3-8.
110. Mraz, J. Lipid content and composition in common carp - optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems / Mraz, J., Machova, J., Kozak, P., Pickova, J. // *Journal of Applied Ichthyology*, 2012, 28(2), - P. 238-244.
111. Nathanailides, C. Temperature- and developmentally-induced variation in the histochemical profile of myofibrillar ATPase activity in carp / Nathanailides C., Lopez-Albors O., Stickland N.C. // *Journal of Fish Biology*, 1995, 47(4), - P. 631-640.
112. Nicholas, G. Severe iron deficiency anemia in transgenic mice expressing liver hepcidin / G. Nicholas, M. Bennoun, A. Porter, S. Mativet, C. Beaumont B., Grandchamp M., Sirtito M., Samadogo A., Kahn S. // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2002. P. - 99.
113. Norberg, B. Proceedings of the 6 th International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish / B. Norberg, O.S. Kjesbu, G.L. Taranger, – Bergen: Institute of Marine Research and Universite of Bergen, 2000. – 499 p.
114. Pickova, J. Alternate oils in fish feeds / Pickova, J., Morkore, T. // *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2007, 109(3), - P. 256-263.
115. Rambeck, W.A. Algae as a source of iodine for poultry. New strategy to fight iodine deficiency disorders in man / W.A. Rambeck, G.P. Suweta, B. Opitz, R. Abril, P. Marchal and B. Ungelenk. - *Tierärztliche Praxis*, 1999, 27 (K), - 82 p.

116. Schapira, G. Iron metabolism, past, present, and future / G. Schapira // Gross F. (ed) Iron Metabolism. – Berlin: Springer-Verlag 1964. - P. 1 – 8.
117. Schmid, S. Marine algae as natural source of iodine in the feeding of freshwater fish – a new possibility to improve iodine supply of man / Schmid S., Ranz D., He M.L., Burkard S., Lukowicz M.V., Reiter R., Arnold R., Deit H.Le, David M. and Rambeck W.A. // *Revue Med. Vet.*, 2003, 154, 10, P. 645–648.
118. Schoen, R.A. Nutrient requirements of fish and shrimp / R.A. Schoen, K.L. Imhof, A.J. Lewis. – Washington, D.C.: The national academies press, 2011. – 376 p.
119. Steffens, W. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinea tinea*) / Steffens W. & Wirth, M. // *Aquaculture International*, 2007, 15(3-4), - P. 313-319.
120. Tocher, D.R. Polyunsaturated fatty acid metabolism in a cell culture model of essential fatty acid deficiency in a freshwater fish, carp (*Cyprinus carpio*) / Tocher D.R. & Dick, J.R. // *Fish Physiology and Biochemistry*, 1999, 21(3), - P. 257-267.
121. Vasilyev A. A. Influence of iodine on efficiency of fish / A. A. Vasilyev, I. V. Poddubnaya, I. V. Akchurina, Ol. Ye. Vilutis, P. S. Tarasov // *Journal of Agricultural Science*, Vol. 6, - 2014, - No. 10, - P. 79-83.
122. Williams, D.R. Genomic resources and microarrays for the common carp *Cyprinus carpio* L. / Williams D.R., Li, W., Hughes, M.A., Gonzalez, S.F. and et. // *Journal of Fish Biology*, 2008, 72(9), - P. 205 - 217.