

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ  
КОМБИКОРМА – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ  
РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ**



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный  
университет имени Н.И. Вавилова»

А.А. ВАСИЛЬЕВ, П.А. ГРИЩЕНКО,  
А.А. КАРАСЕВ, Т.В. КОСАРЕВА

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ  
КОМБИКОРМА – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ  
РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ**

Саратов 2020

УДК 639.3.043.13;639.311  
ББК 47.2  
В93

Рецензенты:

заслуженный работник рыбного хозяйства России,  
доктор биологических наук, профессор кафедры  
аквакультуры и рыболовства ФГБОУ ВО «Астраханский  
государственный технический университет»

*С.В. Пономарев*

доктор биологических наук, профессор  
заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья  
и аквакультуры

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

*Е.П. Мирошникова*

**В93** **Высокоэффективные комбикорма – основа повышения рыбо-  
продуктивности** / А.А. Васильев, П.А. Грищенко, А.А. Карасев,  
Т.В. Косарева; под ред. А.А. Васильева / ФГБОУ ВО Саратовский  
ГАУ. – Саратов, 2020. – 240 с.

**ISBN 978-5-9758-1711-2**

В книге описываются результаты изучения влияния микроэлементов (железо, медь, марганец, цинк и кобальт) в соединении с аспарагиновой аминокислотой, кормовой добавки «Абиопептид с йодом» и зерна сорго на продуктивность, сохранность, интенсивность обменных процессов и товарные качества карпа. Дано научное, практическое и экономическое обоснование их использования при выращивании карпа в садках, установленных в водоемах, в естественном температурном режиме IV зоны рыбоводства Российской Федерации.

Предназначена для научных работников, специалистов рыбоводных хозяйств и студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» и «Зоотехния».

УДК 639.3.043.13; 639.311  
ББК 47.2

**ISBN 978-5-9758-1711-2**

© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020  
© Васильев А.А., Грищенко П.А.,  
Карасев А.А., Косарева Т.В., 2020

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Рыбоводство является важнейшей отраслью экономики. Это связано с тем, что рыба – незаменимый продукт в рационе питания человека. В ней содержатся все необходимые 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 [126, 156, 236].

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 усваиваются. Рыбий жир превосходит жир наземных животных по содержанию ценных полиеновых жирных кислот, которые легко усваиваются, способствуют снижению холестерина в крови человека; в то же время способны к быстрому окислению. Минеральные вещества более разнообразны, чем в мясе наземных животных. В рыбе содержится много витаминов Д, Е, А, F, В и др. [57, 102, 140, 156]. 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 % [156].

Таким образом, развитию отрасли рыбоводства придается особое значение, и осуществляться оно будет по трем направлениям: прудовое рыбоводство, садковое рыбоводство и выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). В условиях садковых хозяйств и УЗВ легче и быстрее организовывать нормированное кормление и учет рыбы, осуществлять ветеринарный надзор и получать более точную информацию о физиологическом состоянии рыбы. Уровень эффективности данных промышленных направлений зависит от многих факторов, основным из которых является кормовая база, а именно использование в кормлении рыб высококачественных сбалансированных комбикормов. В изучение потребности рыб в питательных веществах и разработку рецептов комбикормов внесли значительный вклад многие ученые: И.Н. Остроумова, Ю.А. Привезенцев, А.Н. Канидьев, В.Я. Складов, М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин, С.В. Пономарев, С.Н. Александров и др. [7, 59, 60, 84, 99, 178, 125, 190, 212, 213, 215, 227, 264, 268].

Для эффективного развития рыбоводства следует расширять ассортимент кормов и кормовых добавок за счет региональных кормовых ресурсов. В решении этой проблемы особая роль отводится такой альтернативной культуре, как сорго зерновое (*Sorghum bicolor*). В современных условиях роста среднегодовой температуры воздуха и часто повторяющихся засух необходимы устойчивые к этому фактору культуры. По данным В.Я. Щербакова, Н.А. Шепеля, Б.Н. Малиновского, А.П. Царева, А.В. Алабушева и др., сорго отличается засухо-, солеустойчивостью и высокой продуктивностью. В экстремально жарких погодных условиях она является гарантом получения стабильного урожая фуражного зерна [168, 254, 262].

В практике рыбоводства имеются положительные примеры использования зерна сорго в составе комбикормов. Успешное использование сорго в кормлении рыб может по-

ставить его в один ряд с традиционными злаковыми культурами. К тому же выведены новые сорта, отличающиеся более высокими кормовыми качествами, которые позволяют использовать его еще более эффективно. Питательная ценность и хорошая переваримость сорго обусловлены высоким содержанием в нем протеина и крахмала и низким уровнем антипитательных веществ. Все это свидетельствует о целесообразности дальнейшего внедрения зерна сорго в практику кормления рыб.

Изучение минерального питания рыб ведется давно, но интерес к этой проблеме особенно возрос с развитием индустриального рыбоводства. Следует отметить работы В.П. Петренко, М.А. Щербины, Н.А. Абросимовой, Н.Т. Сергеевой, И.Н. Остроумовой, В.Я. Склярова, С.В. Пономарева и многих других [99, 185, 190, 202, 211, 225, 264, 319].

К биогенным микроэлементам у рыб относят железо, медь, марганец, цинк, кобальт, селен, йод и хром. В качестве добавки данные микроэлементы чаще всего используются в виде неорганических соединений. В настоящее время проявился большой интерес к применению в рыбных комбикормах хелатов, которые успешно используются в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц. Они лучше растворяются и легче проникают через мембраны клеток, чем неорганические, и позволяют снизить норму скармливания микроэлементов в несколько раз. Одно из эффективных хелатных соединений – аспарагинаты. Производство синтетических аминокислот во многом позволило решить вопросы белкового и аминокислотного питания животных, то же самое справедливо и в отношении витаминов. Вместе с тем прогресс в области минерального питания еще не достиг того уровня, который бы отвечал современным требованиям. Поэтому изучение эффективности применения аспарагинатов в питании рыб весьма насущно.

В качестве кормовых добавок наиболее важным является использование в питании рыб веществ, обогащенных йодом,

который крайне необходим для создания полноценного пищевого продукта, содержащего достаточное количество этого элемента. Это особенно важно при производстве продуктов питания из пресноводной рыбы.

Актуальность данного направления обусловлена масштабом этой проблемы на протяжении длительного времени. 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 следует выделить эндемический зоб. 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. Насущной необходимостью для населения центральных материковых зон, удаленных от моря, является обогащение йодом продуктов питания.

Возможные пути решения поставленных задач и разработка технологии рационального использования кормовых средств в индустриальном рыбоводстве – это важная и актуальная междисциплинарная работа. Ее промежуточные результаты представлены в этой книге.



---

---

## ГЛАВА I. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРПА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ТОВАРНОМ РЫБОВОДСТВЕ

Карповые рыбы (Cyprinidae) являются традиционным объектом товарного выращивания во многих странах мира. На их долю приходится самый большой объем продукции среди других видов рыб. Карповые распространены по всей Земле, кроме Южной Америки и Австралии, больше всего их в умеренном поясе Северного полушария [8].

Это весьма многочисленное семейство преимущественно пресноводных рыб, лишь немногие водятся в солоноватой воде. Ярким ее представителем является карп *Cyprinus carpio* L. – культурная форма дикого сазана, который занимает лидирующую позицию по объемам производства в сельскохозяйственном рыбоводстве [23, 26, 169, 170, 220].

В настоящее время в России при товарном производстве рыбы на карпа приходится около 70 % [197]. Повышенное внимание к этому объекту обусловлено не только его высокими питательными и вкусовыми качествами, но и сравнительно низкой и доступной ценой. В связи с этим карп является одной из основных рыб, разводимых в прудовых хозяйствах. Он хорошо растет как в прудах, специально построенных для выращивания рыбы, так и в водоемах комплексного назначения. Неприхотливость к условиям содержания позволяет карпу легко приспосабливаться к условиям гидрохимического режима водоема, кормовой базе, режиму кормления и к другим факторам.

**Строение, темпы роста карпа.** Характер и темп роста карпа, как и других видов рыб, определяются наследственными и внешними факторами. Генотип определяет индивидуальный рост и развитие на протяжении всей жизни. Наиболее интенсивный рост отмечается на ранних стадиях развития, с воз-

растом и увеличением размеров организма рост замедляется. Среди внешних факторов большое влияние на рост карпа оказывают температура, химический состав воды, освещенность, количество корма, плотность посадки и др.

Существует температурный оптимум, при котором наиболее интенсивно осуществляется обмен веществ и наблюдается быстрый рост. Наилучшим образом корм усваивается при температуре воды 20–27 °С; зона активного питания колеблется в пределах 17–34 °С. Нижние температурные границы питания карпа зависят от его упитанности и сезона года. Менее упитанные карпы потребляют корм при более низких температурах, осенью, при одной и той же температуре, процесс кормления осуществляется более интенсивно, чем весной. В весенний период нижние температурные границы потребления корма у карпа более высокие, чем осенью. Более интенсивное потребление корма у карпа происходит при длительном солнечном освещении водоема и атмосферном давлении 755–765 мм рт. ст. При ветре и волнении воды более четырех баллов аппетит у карпа снижается. Растет карп на протяжении всей жизни, в то время как рост организма теплокровных животных почти прекращается с наступлением половой зрелости. Активный рост отмечается в летние месяцы при температуре выше среднегодовой, а зимой совсем прекращается, обмен веществ понижается, и карп может потерять от 5 до 10 % своей массы.

В зонах, разных по климатическим условиям, карп растет по-разному: в северных – медленно, в южных – наиболее интенсивно. Интенсивность роста зависит также от качества, режима кормления и от физико-химического состава воды. Так, при усиленном питании рыбы насыщенность воды кислородом должна составлять 5–8 мг/л. При снижении ее до 2,0–0,5 мг/л поедание кормов и их усвояемость уменьшаются примерно в два раза, и рыба практически прекращает свой рост. Известно, что от химического состава воды во многом зависит переваривание корма и усвоение питательных веществ. Для успешного выращивания карпа необходимо соблюдать соот-

ветствие воды определенным физико-химическим показателям, регламентированным в ОСТ 15-372-87. Вода не должна иметь посторонних запахов и привкусов, цветность ее – до 585 град., прозрачность – не менее 0,75–1,00 м, содержание кислорода – не ниже 5,0 г/м<sup>3</sup>, растворенного диоксида углерода – 25,0 г/м<sup>3</sup>, рН воды – 6,5–8,5, окисляемость перманганатная – до 15 гО<sub>2</sub>/м<sup>3</sup> и др.

Карп – это крупная рыба. Встречаются особи массой 25 кг и длиной более 1 м. Потенциальные возможности роста у карпа весьма велики. При благоприятных условиях содержания уже на первом году жизни он 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 [6, 12, 20, 99, 113, 227, 235, 282, 321].

Тело карпа состоит из головы, туловища и хвоста. Рот небольшой, зубы на челюстях отсутствуют. Поверхность органов дыхания (жабр) компактная и сильно васкуляризованная. Это свидетельствует о том, что они богаты кровеносными сосудами. От внешней среды жабры 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 функ-

циональную дыхательную поверхность и покрыты густой сетью кровеносных капилляров. Значительную роль у карпа в процессе дыхания играет кожа. Она составляет около 4 % от общей массы рыбы, имеет слизистую поверхность, на ней расположена чешуя.

Особый аспект газообмена у рыб – гидростатическая функция плавательного пузыря, который является производным кишечника. При вскрытии 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. Сердце карпа относительно небольших размеров. Имеется один круг кровообращения. Сердце состоит из четырех отделов: венозного синуса (пазухи), где собирается венозная кровь; предсердия; желудочка и луковидной аорты. Между желудочком и луковидной аортой располагаются два полулунных клапана.

Пищеварительная система карпа по строению относится к безжелудочным рыбам. Пищеварительный тракт у него состоит из пищевода, переднего и заднего отделов кишки, спирального клапана в заднем отделе средней кишки и органов, участвующих в пищеварении, – селезенки, поджелудочной железы. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта, естественного для карпа, бледно-розового цвета. В переднем отделе кишечника 7–8 продольных складок.

Карп, как и все пресноводные рыбы, раздельнополый. Процесс развития половых продуктов начинается на первом году его жизни и заканчивается с наступлением половой зрелости. Карп относится к порционно нерестящимся рыбам, и в разных географических зонах он откладывает разное количество порций икры, что объясняется четко выраженной асинхронностью развития ооцитов у этого вида. Половая зрелость карпа наступает в разном возрасте. Так, в северных и центральных районах России и Европы самки достигают половой зрелости на 4–5-й год жизни, а на юге –

на 1–2 года раньше. В условиях постоянно высокой температуры самки и самцы созревают в возрасте около одного года [7, 12, 56, 116, 215]. У самок карповых рыб нерест проходит при температурах выше 17–20 °С [269]. Абсолютная плодовитость достигает 1–1,5 млн икринок, средняя плодовитость – около 500–700 тыс., рабочая – 100–180 тыс. личинок. Продолжительность инкубации икры зависит от температуры и составляет 3–5 суток. Карп откладывает икру на мягкую растительность утром, в тихую безветренную погоду на прибрежных участках и заливах. После нереста у половозрелых особей процесс развития половых продуктов продолжается около года [19, 215, 311, 324].

Выклюнувшая молодь первые 1–2 суток малоподвижна и находится на субстрате, ее развитие происходит за счет запасов желточного мешка. На второй-третий день личинки переходят на активное внешнее питание, используя в первое время мелкие (инфузории, коловратки), а затем крупные формы зоопланктона (копеподы, кладоцеры). Молодь карпа, как и других видов рыб, использует в качестве питания планктон; старшие возрастные группы карпа питаются в основном бентосом, олигохетами, моллюсками и водными растениями. Взрослый карп всеяден. Он охотно поедает и использует для прироста дополнительно задаваемые корма растительного и животного происхождения [23, 55, 56, 169].

**Породы карпа.** По типу чешуйчатого покрова различают четыре формы культурного карпа:

чешуйчатый – все тело покрыто сплошной однообразной чешуей, расположенной правильными рядами в трех направлениях, с ярко выраженной боковой линией;

зеркальный – имеет крупную неоднородную чешую, покрывающую все тело или отдельные участки на спине, по боковой линии и на брюшке;

зеркальный линейный – с ровным рядом чешуек, расположенных вдоль боковой линии;

голый (кожистый) – тело почти лишено чешуйчатого покрова, за исключением нескольких чешуек возле основания спинного плавника, головы и хвоста [142].

На основе вышеперечисленных разновидностей селекционерами были выделены породы карпа: парский, среднерусский, ропшинский (гибрид карпа с амурским сазаном), сарбоянский (сибирский), украинский, краснодарский, белорусский, немецкий, казахстанский, венгерский и др. В России в настоящее время используется 19 пород и кроссов карпа, имеющих различные хозяйственно-ценные свойства: быстрый темп роста, мясистость, зимостойкость, устойчивость к различным заболеваниям и т. д. [22, 212–215].

Украинские карпы – наиболее известны и раньше всех выведены. По сравнению с беспородным карпом эти породы отличаются широкой и высокой спиной, повышенной плодовитостью и сохранными личинок, лучше используют естественную кормовую базу водоема, быстрее растут, лучше зимуют. Украинский рамчатый карп назван так потому, что его туловище 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 [20, 24, 61, 160, 215].

По мере развития прудового рыбоводства направления селекции чешуйчатого и рамчатого карпа сблизились, что 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 осуществляли по закрытому типу с использованием внутривидового скрещивания большого числа рыб (20–30 производителей). На завер-

шающем 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). Он имеет более высокую поисковую способность и полнее использует естественную пищу по сравнению с рамчатым карпом. В связи с этим первоначально чешуйчатый карп был рекомендован для условий экстенсивного, а в дальнейшем и интенсивного рыбоводства. Благодаря этому 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 достигать 3 кг (у трехлетков). Эти породы кроме Украины выращивают в южных и черноземных районах России.

Для условий Сибири специально выведены сарбоянский и алтайский карпы. Они приспособлены для суровых зимних условий 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 карп, селекционированный в рыбхозе «Ропша» Ленинградской области. Он хорошо зимует во время длительной не очень суровой зимы и достаточно быстро растет в условиях не слишком жаркого лета, характерных для Карелии, Псковской, Ленинградской и других областей.

В 1989 г. была зарегистрирована порода парский чешуйчатый карп. Свое название порода получила по названию рыбхоза «Пара» Рязанской области, где более полувека назад были начаты работы по ее созданию. Она выведена для III–IV зон рыбоводства: Рязанской, Тульской, Калужской, Орловской,

Курской, Липецкой, Брянской, Белгородской и некоторых других областей. 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 себя, в том числе, и 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 г. завершена апробация и получены свидетельства на новые породы, районированные для V–VI зон рыбоводства (Краснодарский, Ставропольский края, Дагестан и некоторые другие районы Северного Кавказа). Эти породы карпа, 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 и широко распространенному на юге заболеванию, как краснуха.

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 [12, 14, 22, 24, 141, 212–216, 324].

Таким образом, карп благодаря своим биологическим особенностям (скороспелости, высокой скорости роста, жизнеспособности, выносливости и некоторым другим свойствам) занимает первое место среди выращиваемых рыб в прудовых хозяйствах. Его характеризуют как наиболее ценный и выгодный объект разведения. К тому же, данная рыба пользуется широким спросом благодаря наличию вкусного, полноценного по качественному составу мяса при сравнительно низкой рыночной стоимости.



---

---

## ГЛАВА II. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛНОЦЕННОГО ПИТАНИЯ КАРПА

### 2.1. Питание карпа в естественных и индустриальных условиях

В естественных условиях пища рыб состоит из животных, населяющих грунт (зообентос), толщу воды (зоопланктон), а также из организмов, которые заселяют подводную растительность, и части растений, погруженных в воду (перифитон), остатков высших растений, их семян, а также детрита. Пищевыми объектами карпа, как и многих других рыб, являются ракообразные, личинки насекомых (хиროномусы), черви (олигохеты), моллюски (пизидиум, лимнея), мелкая рыба и др. [190, 215, 268].

Если рассматривать пищевые предпочтения на всем протяжении жизненного цикла, то известно, что после вылупления молодь карпа питается остатками желтка и мелкими формами планктонных организмов (инфузории, коловратки). По мере роста в питании карпа начинают преобладать крупные формы ветвистоусых рачков. В пище подростов и крупного карпа могут встречаться моллюски, личинки и мелкая молодь других видов рыб. К концу лета биомасса естественной пищи снижается до минимума. В это время карп подбирает семена водных растений и использует в качестве основного питательного ресурса малопитательный детрит, который служит источником витаминов и других биологически активных веществ. Крупные двухлетки карпов, достигшие массы 400–500 г, могут поедать разложившуюся растительность, органические удобрения, детрит.

В связи с тем, что пищевые запасы в естественных водоемах ограничены и претерпевают сезонные изменения, рыбководные хозяйства широко применяют концентрированные комбикорма для сохранения интенсивного роста карпа. Комбинированное кормление рыб позволяет получать значительно больше рыбной продукции, чем при содержании их только на естественной пище.

Установлено, что для нормального роста и развития рыб необходимо рациональное кормление, которое должно удовлетворять их потребности как в органических, так минеральных веществах [79, 80, 88, 137, 150, 228].

Для организации эффективного питания рыб необходимо знать биологические особенности выращиваемых объектов, потенциальные возможности их роста, пищевые потребности, распределение энергии корма в процессе жизнедеятельности организма. Так, теория этапности развития, обоснованная В.В. Васнецовым, показывает, что развитие рыб – это четко последовательный ряд определенных этапов, каждый из которых имеет определенные отличия. Группы этапов объединяются в периоды развития [42]. Рост, как следствие развития, постепенен, но также скачкообразен. Большое влияние на продолжительность периодов развития оказывает ряд абиотических и биотических факторов (температурный режим, гидрохимический режим, состояние естественной кормовой базы и др.), которые могут изменять интенсивность обменных процессов в организме. Именно здесь заложены большие возможности для увеличения скорости роста рыбы, при минимальных затратах кормовых и водных ресурсов. Обмен веществ у рыб разных экологических групп имеет свою биоэнергетическую специфику, которая заключается в определенном соотношении пластического, энергетического и генетического обменов.

Разработку рецептур комбикормов необходимо проводить на основании теории этапности развития с учетом всех особенностей вида. Так, для молодых организмов не-

обходимо относительно большее поступление питательных веществ, что связано с быстрым наращиванием массы. С возрастом обеспечение питательными веществами снижается, так как происходит снижение обменных процессов. Учитывая возраст рыб, различают две группы кормов – стартовый, предназначенный для молоди, и продукционный – для сеголетков, годовиков и других возрастных групп [1, 204, 205, 225, 227, 244, 245, 268].

### **2.1.1. Питательность кормов и структура рациона карпа**

Для нормального роста и развития рыбы нуждаются в определенном наборе питательных веществ. Состав кормов должен включать в себя полный набор питательных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности и оптимального роста рыб: протеин с незаменимыми аминокислотами, жиры с незаменимыми жирными кислотами, простые и сложные углеводы, минеральные вещества и витамины [58, 59, 74, 84, 125, 190, 210, 224, 289–292].

Если в естественных условиях рыба обеспечена пищей за счет естественных кормовых организмов, то в условиях рыбоводных предприятий данные кормовые организмы могут обеспечить только часть кормового рациона. Здесь их доля составляет не более 20–25 % прироста, в то время как основная часть прироста приходится на кормление рыб специальными комбикормами. При индустриальном способе выращивания весь прирост рыбы возможен только за счет применения определенных комбикормов. В данном случае рыба лишена естественной пищи, т.е. ее обмен веществ практически полностью находится под контролем человека [32, 74, 134, 243].

**Белок** – основное вещество живой материи. В процессе обмена веществ ему принадлежит ведущая роль. Белки входят в состав клеточных мембран и обеспечивают жесткость и эластичность мышц, скелета и тканей других органов. Они принимают участие в транспортных и каталитических

процессах, входят в состав ферментов. Обеспечивают защитную функцию, являясь основой антител, и принимают участие в процессах регуляции обмена веществ в составе гормонов [80, 81, 131, 134, 164, 166].

При организации кормления особое внимание уделяется качеству и количеству белка в корме как основному фактору, обеспечивающему рост рыб [73, 132, 133, 271].

Потребность рыб в протеине превышает потребности сельскохозяйственных животных в 2–3 раза. Количество протеина в сухом веществе объектов питания рыб (ракообразных, водных насекомых, моллюсков и микроводорослей) составляет 50–70 %, детрита – 20–30 %, в наземных растениях, за исключением бобовых, – 7–14 %.

Известно, что полноценность белковой составляющей корма определяется наличием незаменимых аминокислот, которые должны содержаться в количестве, необходимом для потребности рыб. Для карпа, как и других рыб, незаменимыми являются те же аминокислоты, что и для высших животных: лизин, аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин [30, 36, 58, 86, 125, 189, 280, 294, 303]. Содержание незаменимых аминокислот в корме должно соответствовать пластическим и функциональным нуждам организма. У разных видов рыб потребности в незаменимых аминокислотах могут не совпадать. С. Ogino, S.J. Kaushik, G. Cuzon [301, 302, 313] приводят данные потребности определенных видов в незаменимых аминокислотах (табл. 1).

Несбалансированность белков по незаменимым кислотам приводит к ожирению, так как на синтез тканей расходуется только то количество аминокислот, которое может быть связано незаменимой кислотой, находящейся в дефиците. Излишек остальных аминокислот идет на энергетические затраты и образование жира.

По данным некоторых авторов, заменимые аминокислоты должны составлять 33–50 % от всех аминокислот рациона [190]. Потребности в общем количестве сырого протеина

связаны с видоспецифическими и возрастными значениями. Они изменяются в зависимости от стадии развития рыб и экологических условий.

Таблица 1

**Потребности некоторых видов рыб и наземных позвоночных в незаменимых аминокислотах, % белка**

Аминокислота	Карп	Радужная форель	Канальный сом	Цыплята	Крысы
Лизин	5,3	7,3	5,0	5,2	5,8
Гистидин	1,5	2,3	1,5	1,5	2,5
Аргинин	3,8	5,7	4,3	6,3	5,0
Треонин	3,3	4,8	2,1	3,3	4,2
Метионин	1,6	2,9	2,3	4,0	5,0
Валин	3,0	6,2	4,8	3,6	5,0
Фенилаланин	3,0	5,5	4,8	6,7	6,7
Изолейцин	2,3	4,7	2,6	3,5	4,2
Лейцин	4,1	9,6	3,5	6,8	6,3
Триптофан	0,6	0,5	0,5	1,0	1,3

При выращивании карпа в естественных условиях рацион представляет собой смесь комбикорма и компонентов естественной кормовой базы. Для сеголеток карпа оптимальный уровень белка в сухом веществе корма составляет 28–30 %. Для старших возрастных групп рекомендуют корма с содержанием белка 20–26 %. В комбикормах для двухлеток и трехлеток количество белка может быть снижено до 18–19 % при достаточно хорошей обеспеченности естественными кормами. При выращивании двухлеток в прудах с плотностью посадки менее 3000 экз./га можно применять зерно злаков, которые содержат 12–13 % белка [265]. По данным И.Н. Остроумовой, при индустриальном выращивании карпа требуются корма,

содержащие белок: для сеголеток – 40–50 %, для годовиков – 30–40 % [190].

Основным источником белка и незаменимых аминокислот в комбикормах являются корма животного происхождения (рыбная мука, мясная и отчасти мясокостная и др.). Кроме того, ценным компонентом комбикормов для рыб являются продукты микробного синтеза – дрожжи, бактериальная масса [188, 241, 242]. При переработке микроорганизмов из белково-витаминного концентрата получают кормовые концентраты лизина, фенилаланина, метионина, а при обработке микроорганизмами свекольных продуктов – липрин (концентрат лизина и бетаина). Данные синтетические аминокислоты используют для того, чтобы сбалансировать аминокислотный состав корма [210, 281].

Растительные корма по сравнению с животными кормами бедны аминокислотами. К тому же соотношение аминокислот в них часто неполноценно. В жмыхах и шротах белка содержится значительно больше, чем в семенах, из которых они были произведены. Данные компоненты часто используют в комбикормах для рыб старших возрастов, в большей степени для карпа. В последние годы в кормлении рыб используют панкреатический гидролизат соевого белка, который позволяет заменить в рационе радужной форели, осетров или карпа до 9 % рыбной муки [75, 78, 89, 90, 133, 134, 167].

В настоящее время состав кормов балансируется по содержанию незаменимых аминокислот в компонентах животного, растительного и микробиологического происхождения на основании разработанных норм кормления рыб и кормовых таблиц с учетом температуры воды и массы рыбы [82, 83, 86, 146, 209].

**Жир** – другой важный показатель питательности кормов. Жиры необходимы рыбам (как и другим животным) в первую очередь как источник энергии. Мягкие жиры растительного и животного происхождения усваиваются рыбой на 90–95 % и способствуют снижению затрат белка на

энергетические цели, высвобождая его для построения тканей тела. Недостаток или отсутствие жира (в частности, комплекса полиненасыщенных жирных кислот) приводит к замедлению роста, расстройству физиологических функций, цирроидному перерождению печени, обводнению тканей, уменьшению количества белка и жира в теле рыб [6]. При разработке комбикормов большое внимание уделяется соотношению белка и жира. Лучшие результаты получаются при сходном соотношении в рационах белка и энергии, т. е. каждый грамм белка должен сопровождаться одним и тем же количеством энергии, различающимся для рыб разного возраста: около 7 ккал для молоди и 10–12 ккал для старших возрастов. Известно, что липиды играют более значительную белоксберегающую роль, чем углеводы.

В условиях тепловодного рыбоводства для интенсивного роста карпа массой 40–350 г достаточно 5 % жира при уровне белка 35–40 % и углеводов вместе с клетчаткой 35–36 %. Для карпа массой 900 г оптимальный уровень жира составил 6–7 %, при том же содержании белка и углеводов.

Биологическая ценность жира оценивается наличием незаменимых (эссенциальных) полиненасыщенных жирных кислот. К ним относятся линоленовая и линолевая кислоты, а также их производные – эйкозапентаеновая, докозапентаеновая и арахидоновая кислоты. Для теплолюбивого карпа необходимы линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Так, при отсутствии в питании карпа линолевой и линоленовой кислот уже через несколько недель наблюдается дистрофия мышечной ткани.

Содержание общих липидов в комбикормах зависит от объекта аквакультуры и варьирует в широких пределах в зависимости от биологии, характера питания, возраста, условий среды, а также условий выращивания. По данным G. Corraze [277], оптимальный уровень липидов в кормах для карпа составляет не более 18 % от сухого вещества.

**Углеводы** являются основным источником энергии в кормах для теплокровных животных. Карпы постоянно используют углеводы пищи в энергетическом обмене и откладывают их избыток в виде резервных липидов.

На утилизацию углеводов оказывают влияние температура, состав корма и биологически активные вещества. Высокая температура способствует лучшей утилизации углеводов, а при снижении температуры данная способность ослабевает. Переваримость крахмала имеет обратную зависимость с его содержанием и с уровнем жира в корме [288]. В условиях высоких температур использование в комбикормах для карпа двойной дозы витаминного премикса при высоком уровне углеводов увеличивает скорость роста рыб и отложение жира в теле [261].

По данным М.А. Щербины [265], для прудового карпа оптимальный уровень углеводов составляет 40–50 %, дальнейшее увеличение возможно при хорошей обеспеченности естественными пищевыми объектами за счет повышения в рационах зерна злаковых культур. В условиях индустриального выращивания для сеголеток массой от 1 до 150 г рекомендуемый уровень углеводов 29–37 %, а для крупных карпов массой от 150 г до 1 кг – 34–43 % рациона.

Сырую клетчатку относят к трудногидролизуемым углеводам. Одни рыбы (лососевые) почти не переваривают ее, другие (карп) хорошо расщепляют и всасывают. Переваримость клетчатки в некоторых жмыхах и шротах составляет 26–52 % [6]. Трудногидролизуемые углеводы с точки зрения современных позиций рассматриваются в большей степени как балластные вещества, которые необходимы для нормального пищеварения. Они также служат субстратом для кишечных микроорганизмов, которые участвуют в симбиотном пищеварении. Как следствие, данная микрофлора синтезирует в организме витамины В<sub>12</sub>, С, В<sub>8</sub> (инозитол), фолиевую кислоту и ферменты, разрушающие пентозаны, пектиновые вещества и гемицеллюлозы. Основные высоко-



протеиновые компоненты комбикормов для рыб также содержат немного углеводов: мука рыбная – до 10 %, мяскоотсная – 2 % [209].

**Минеральные вещества** необходимы рыбам для построения структурных частей тела и тканей организма и осуществления важнейших функций – дыхания, кроветворения, размножения и др. Микроэлементы участвуют в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия, активизируют ферментативную и гормональную деятельность [58, 59, 62, 121, 124, 143, 272, 284].

Известно, что рыбы способны активно сорбировать непосредственно через жабры и кожу кальций, фосфор, калий, магний, натрий, серу, хлор и другие элементы. Помимо воды источником минералов служат комбикорма и естественная пища. Такие элементы, как фосфор, цинк, йод, марганец, кобальт, селен и другие должны поступать в организм вместе с пищей [267].

В комбикормах хорошими источниками микроэлементов и минеральных веществ являются водорослевая мука, а также рыбная и крилевая мука [190]. Минеральные вещества некоторых сырьевых компонентов могут находиться в форме, которая плохо доступна для ферментов пищеварительного тракта безжелудочных рыб. Например, фосфор рыбной муки в виде гидроксиапатита или фосфор злаковых культур в соединении с фитиновой кислотой, а также фитаты железа, цинка, марганца [267].

Симптомы минеральной недостаточности или избыточности у рыб – снижение аппетита, возникновение патологических изменений (особенно на ранних стадиях развития) и торможение роста. Дефицит микроэлементов ведет к ослаблению иммунной защиты животных [224, 259, 307].

По данным Е.П. Мирошниковой [178], на минеральный состав рыбы непосредственное влияние оказывает уровень протеина в рационе. Так, снижение содержания протеина в корме ведет к уменьшению концентрации йода и железа в рыбе, а содержание марганца, напротив, увеличивается.

Для восполнения дефицита в микроэлементах, как правило, применяют неорганические формы солей микроэлементов. Однако многие исследователи отмечают, что микроэлементы из неорганических форм плохо усваиваются клетками кроветворных органов. Прежде всего, это связано с тем, что в желудочно-кишечном тракте образуются нерастворимые и малорастворимые их соединения, такие как сульфиды и др. К тому же, включение их в рацион восполняет дефицит минералов лишь на время. Более эффективное решение данного вопроса – это применение их природных форм (хелатов), содержащих органические формы микроэлементов в легкоусвояемой форме. Применение хелатных соединений микроэлементов обеспечивает лучшую усвояемость, что способствует достижению более высокой продуктивности животных [111, 224, 256, 259, 307].

В статье П.А. Грищенко, А.А. Васильева, Г.А. Хандожко и др. [66] представлены результаты изучения влияния скармливания аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в составе комбикормов для карпа в количестве 10 % от общепринятой нормы данных микроэлементов. Авторы рекомендуют использовать в составе комбикорма соли микроэлементов аспарагиновой кислоты. Так, на 1 кг гранулированного комбикорма необходимо вводить аспарагинаты железа в количестве 9,35 мг, меди – 1,42 мг, марганца – 6,38 мг и кобальта – 0,14 мг [30, 70].

**Витамины** необходимы рыбам, как и всем животным, для нормальной жизнедеятельности. В организме они исполняют роль катализаторов биохимических реакций, протекающих в каждой клетке, участвуют в регуляции обмена веществ. Поэтому недостаток витаминов ведет к сбою обменных процессов, что отрицательно сказывается на росте, продуктивности и воспроизводстве животных. Они получают витамины только с пищей. Отсутствие какого-либо витамина в пище ведет к ослаблению жизненных процессов в организме и развитию авитаминозов. Обычно это

обусловлено крайне однообразным кормлением. Различают гиповитаминозы, вызванные ограниченным поступлением витаминов в корма, и гипервитаминозы, связанные с использованием комбикормов, содержащих слишком большие дозы витаминов. Содержание витаминов в комбикормах зависит от состава входящих в них сырьевых компонентов.

Искусственное кормление рыб должно основываться на качественных компонентах и правильной структуре рациона, что имеет решающее значение для обеспечения нормального пищеварения и соответственно высокой продуктивности [170]. Большое значение имеет также способ скармливания, который должен подбираться с учетом вида рыб, их возраста и условий содержания [145].

### **2.1.2. Режим кормления карпа**

Наряду с питательностью и полноценностью скармливаемых комбикормов немаловажная роль отводится режиму кормления. Карп относится к безжелудочным рыбам, в связи с этим он не может одновременно потреблять много корма. В естественных условиях он питается небольшими порциями на протяжении дня. Суточная ритмика его питания во многом зависит от температуры и кислородного режима. При оптимальной температуре наполненность кишечника наблюдается через 2,5–3,5 ч после раздачи корма, в то время как при пониженной температуре – через 4,5–5,0 ч.

Аппетит рыб определяется также содержанием кислорода в воде, которое изменяется в широком диапазоне от перенасыщения в дневные часы до дефицита в утренние часы. Максимальная активность питания карпа отмечается в 11–16 ч, минимальная – с 21 до 8 ч утра. Частота кормления рыб является важным моментом в рыбоводстве. Многоразовая раздача комбикорма в период активных температур способствует планомерному питанию рыб и более экономному

расходу корма. Так, в теплых водах ранняя молодь карпа должна получать корм до 20 раз в день, сеголетки – до 16 раз, двухлетки – до 9 раз. Это уменьшает потери корма, улучшает его усвоение.

В условиях традиционного ведения прудового хозяйства обеспеченность рыб кормом регулируется изменением плотности их посадки и применением дополнительных кормовых ресурсов, которые обусловлены сезонностью изменений естественной кормовой базы.

В современных условиях при интенсивном выращивании карпа можно получить по 2–3 т и более рыбы с 1 га водной площади, что во многом обусловлено использованием дополнительных искусственных кормов. При выращивании рыбы в теплых водах по интенсивным технологиям в рыбоводных емкостях продуктивность может достигать 150–250 кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, кормовая ценность комбикормов имеет свою видовую специфичность в зависимости от объекта выращивания. Повышение интенсификации рыбной отрасли в индустриальных хозяйствах во многом обусловлено использованием сбалансированных высококачественных комбикормов и соблюдением определенной технологии кормления. Более калорийный корм, сбалансированный по аминокислотам, при наличии витаминов и микроэлементов способствует повышению скорости роста рыбы.

---

---

## ГЛАВА III. РЕЗЕРВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ В РЫБОВОДСТВЕ

### 3.1. Значение микроэлементов в питании рыб

Микроэлементы содержатся в живом организме в минимальных количествах, однако они абсолютно необходимы для нормального роста и осуществления важнейших функций – дыхания, кроветворения, размножения и др. Микроэлементы участвуют в образовании скелета и гемоглобина крови, в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия, активизируют ферментативную и гормональную деятельность [58, 59, 62, 121, 124, 143, 212, 272, 284].

Роль микроэлементов в организме рыб сходна с их ролью в организме других животных. Основное отличие от наземных позвоночных состоит в том, что рыбы получают микроэлементы не только с пищей, но и непосредственно из воды. Изучение микроэлементов в питании рыб ведется давно, но интерес к ним особенно возрос в последние 10–15 лет. К биогенным микроэлементам у рыб относят железо, медь, марганец, цинк, кобальт, селен, йод, хром [58, 81, 258, 285].

**Железо** является важной составной частью гемпростетической группы дыхательного пигмента гемоглобина, который связывает и переносит кислород. Входя в состав гемосодержащих ферментов, катализирует тканевое дыхание (цитохромы, каталазы, пероксидазы и др.), принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах. По сравнению с млекопитающими рыбы обладают очень малым количеством железа, что объясняется небольшим объемом крови. Дефицит железа в организме рыб вызывает снижение уровня гемоглобина и эритроцитов в крови [162].

Рыбы способны абсорбировать железо из воды через жабры. Однако считается, что из-за низкой концентрации железа в водоемах основным его источником у рыб служит пища. Потребность в железе у карпа равна 200 мг/кг [222]. В среднем в организме усваивается только около 10 % железа, поступившего с пищей. Пищевое железо обычно присутствует в двух формах – гемовой и негемовой [317]. Гемовое железо было получено в кристаллической форме Хоппе-Сейлером в 1867 г. Присутствие негемового железа в плазме не было известно до 1925 г., когда Фостес и Тиволле впервые сообщили о наличии в плазме крови железа, отличного от железа гемоглобина.

В тканях животных 40 % железа содержится в гемовой форме (в гемоглобине и миоглобине), 60 % – в негемовой форме, в основном в составе ферритина. Всасывание железа происходит в основном в двенадцатиперстной кишке и верхних отделах тощей кишки, однако небольшие его количества могут усваиваться и в желудке, подвздошной и прямой кишке. Усвоение железа регулируется энтероцитами слизистой оболочки [287] и печеночным пептидом гепцидином [310]. В присутствии альтернативных органических носителей (например, аскорбиновой, лимонной кислот или аминокислот) комплексы железа могут разрушаться, делая его доступным для усвоения. При отсутствии альтернативных носителей железо образует оксиды и гидроксиды и становится в значительной мере недоступным для усвоения [185].

Из организма выводятся очень малые количества железа, большая часть которого возвращается и вновь используется организмом. При избытке железа в организме рыб происходит перенасыщение им печени, ухудшается усвояемость фосфора, меди, снижаются резервы витамина А в печени, стимулируется перекисное окисление липидов. Высокие дозы железа токсичны для рыб [161, 222].

**Медь** принимает активное участие в обмене веществ, регулируя многие реакции клеточного дыхания. В больших количествах медь находят у рыб в органах и тканях с активным метаболизмом – в глазах, печени, мозге, сердце.

У большинства видов животных получаемая с пищей медь усваивается плохо. Усвояемость зависит от количества поступления и химической формы, уровней поступления ионов некоторых других металлов и органических веществ, а также от возраста животного. Абсорбция меди в кишечном тракте более эффективна во время роста или на фоне ее дефицита. Механизм всасывания меди до конца не понятен. Известно, что она в больших количествах откладывается в печени в составе металлотионеина и других белков с небольшой молекулярной массой.

Между железом и медью имеются определенные взаимоотношения. Медь способствует всасыванию железа, необходимого для синтеза гемоглобина. Печень – это депо для меди и служит индикатором обеспеченности микроэлементом. Содержание меди в корме ниже 3 мг на 1 кг снижает интенсивность роста молоди карпа [190].

*Марганец* входит в состав многих ферментативных систем, активизирует обмен белков, жиров, углеводов, оказывает влияние на фосфорно-кальциевый обмен. От присутствия марганца зависит рост рыб, образование костей, кроветворение, размножение. Он способствует формированию скелета рыбы и лучшему образованию половых продуктов, то есть активизирует функции воспроизводства. Участвует в качестве катализаторов глютамина в окислительных процессах в организме и влияет на деятельность ряда ферментов. Кроме того, оказывает влияние на углеводный обмен, который находится во взаимодействии с витаминами группы В и Е, необходим также для биосинтеза витамина С. Потребность карпа в марганце, по данным Н.Т. Сергеевой [222], равна 12–13 мг на 1 кг живой массы.

Основным депо марганца является скелет, где он присутствует преимущественно в виде неорганических соединений. Даже небольшое повышение марганца в корме с 17 до 22 мг/кг снизило его расход из скелета на 66 % [222]. При дефиците марганца происходят отклонения в костеобразовании, наблюдается укорочение тела.

Марганец обладает липотропным действием, являясь активатором супероксиддисмутаза – ферментов, обезвреживающих продукты перекисного окисления липидов. Дефицит марганца может привести к жировому перерождению печени. Всасывается не менее 5 % марганца, содержащегося в рационе, на этот процесс влияет источник углеводов, присутствие фитата и животного белка, содержание в рационе других микроэлементов [185]. Поглощенный марганец быстро переносится в печень, появляется в желчи и экстретируется с фекалиями.

Одним из нарушений, встречающихся при дефиците марганца у рыб, является развитие катаракты глаз. Это заболевание вызывается не столько недостатком марганца, сколько взаимосвязанностью его обмена с другими элементами, в данном случае с цинком.

**Цинк** вовлекается во многие метаболические пути в организме, в том числе он связан с метаболизмом простогландинов, нуклеиновых кислот, белков, жиров, углеводов. Цинк оказывает влияние на рост рыб, развитие, размножение, принимает активное участие в образовании костей, в кроветворении, влияет на зрение. Дефицит цинка у рыб проявляется в плохом росте, потере аппетита, повышении смертности. Цинк поступает в организм рыб из воды и с пищей.

По данным Н.Ю. Евтушенко [95], содержание цинка в мышцах, печени и других органах изменяется у карпа в одинаковой степени при поступлении его перорально и через жабры. Это свидетельствует о равном значении этих путей поступления микроэлемента в организм рыб. Потребность в пищевом цинке 15–30 мг/кг, повышенное содержание цинка препятствует нормальному росту.

Цинк входит в состав дыхательного фермента карбоангидразы, который ускоряет диссоциацию угольной кислоты на воду и угольный ангидрид и таким образом обеспечивает выделение  $\text{CO}_2$  из организма. Цинк входит в состав инсулина, его присутствие активизирует ферменты, благодаря чему он оказывает влияние на углеводный, белковый и жировой обмен и на окислительно-восстановительный процесс.



**Кобальт** входит в структуру витамина В<sub>12</sub> и составляет 4,5 % его молекулы. Рыбы, как и большинство животных, нуждаются в кобальте для обеспечения синтеза витамина В<sub>12</sub> кишечной микрофлоры. В составе витамина В<sub>12</sub> кобальт принимает участие в синтезе гемоглобина и мышечных белков. Он необходим для работы ферментов, витаминов, гормонов, влияющих на белковый, жировой и углеводный обмен.

Кобальт также поступает в организм рыб, как из воды, так и из пищи. Однако в водной среде он содержится обычно в минимальных количествах, что и усиливает значение этого элемента в составе кормов рыб.

Положительное влияние соли кобальта на физиологическое состояние сеголетков карпа установлено впервые. Рыбоводно-биологические исследования показали, что соли хлористого кобальта, адсорбируясь на комбикорме при его замешивании до тестообразного состояния, не только стимулируют рост сеголетков карпа, но и улучшают их физиологическое состояние, повышают эффективность использования корма. При добавлении в корм соли хлористого кобальта из расчета 0,08 мг чистого кобальта на 1 кг живой массы рыбы в сутки (или 3 г хлористого кобальта на 1 т корма) сеголетки лучше росли, чем в контрольных прудах, снижался кормовой коэффициент. За период кормления сеголетки прирастали на 25–30 % больше, чем в контроле. По современным данным, минимальная потребность рыбы в кобальте составляет 0,1 мг на 1 кг живой массы [222].

**Йод** является необходимым элементом в питании животных, хотя потребность в нем исчисляется очень малыми величинами. Более половины всего йода организма входит в состав гормонов щитовидной железы: тироксина и трийодтиронина, регулирующих метаболическую активность животных, в том числе рыб. Эти гормоны играют большую роль в окислительных процессах в клетках, в осуществлении нейромускулярного контроля, циркулирующих жидкостей и метаболизме нутриентов роста рыб.

Йод легко поступает через жабры рыб из воды и активно извлекается из пищи в пищеварительном тракте. В пресных водах содержание йода минимально, поэтому необходимо использовать его при приготовлении кормосмесей для рыб [190].

Мнение ученых всего мира о биологической роли микроэлементов в организме рыб совпадают: одинаково плохо в питании, как их избыток, так и недостаток. Поэтому разработка новых и корректировка существующих детализированных норм скармливания микроэлементов рыбам является важной и актуальной задачей зоотехнической науки и практики. Главное при этом – поиск новых способов производства минеральных добавок и разработка новых форм минеральных соединений.

### **3.2. Оптимизация минерального питания**

Одним из важных условий увеличения продуктивных показателей является оптимизация минерального питания. Известно, что и недостаточное, и избыточное поступление минеральных элементов в организм может вызвать нарушение обмена веществ, с проявлением специфических признаков недостаточности. Следствием дисбаланса минеральных элементов является снижение продуктивности, воспроизводительных способностей, специфические заболевания и даже гибель животных. Дефицит микроэлементов ведет к ослаблению иммунной защиты животных [224, 259, 307].

Высокое содержание микроэлементов в кормах не может служить критерием их полноценности. Это связано с тем, что микроэлементы, находясь в кормах в различных формах, отличаются прочностью связей в составе органических и неорганических соединений и эффективностью усвоения их в организме. Большинство минеральных элементов из кормов усваиваются в организме животных лишь на 25–30 %. Поэтому в животноводстве для компенсации недостатка микроэлементов используют премиксы, содержащие смеси минеральных со-

единений солей. Однако многие исследователи отмечают, что микроэлементы из неорганических форм плохо усваиваются клетками кроветворных органов. Это, прежде всего, связано с тем, что в желудочно-кишечном тракте образуются нерастворимые и малорастворимые их соединения, такие как сульфиды и т.д. Введение в рацион микроэлементов в форме неорганических соединений имеет ряд недостатков:

- в организме с трудом всасываются свободные ионы металлов, несущие электрический заряд;
- в присутствии карбонатов, а также в жесткой воде, образуются плохо растворимые, не усваиваемые организмом соединения ионов металлов;
- все соли микроэлементов, используемые в качестве кормовых добавок, гидролизуются с образованием практически нерастворимых гидроксидов, которые выводятся с калом;
- в составе премиксов ионы металлов минеральных солей являются катализаторами окисления витаминов, поэтому ценность премиксов зачастую снижается.

На протяжении последних лет в животноводстве для восполнения дефицита в микроэлементах, как правило, применяют их неорганические формы. Однако установлено, что соли минеральных веществ не полностью усваиваются в желудочно-кишечном тракте животных, в то время как хелатные соединения биогенных элементов с органическими лигандами проявляют разные виды биологической активности и полностью усваиваются. Эти свойства хелатных соединений делают их привлекательными для теории и практики кормления.

Хелатами называют комплексы микроэлементов с органическими соединениями (с протеином, пептидами, аминокислотами). Они лучше растворяются и легче проникают через мембраны клеток, чем неорганические. Хелатные формы представляют собой наиболее оптимальную для организма форму соединений. Эти соединения обладают высокой биологической активностью, обеспечивают лучшую ассимиляцию металлов, что в свою очередь положительно влияет на рези-

стенность, продуктивные и воспроизводительные функции сельскохозяйственных животных.

Хелатные комплексные соединения имеют ряд преимуществ перед неорганическими солями: при длительном хранении не слеживаются; не нарушают рН желудочно-кишечного тракта; стирается конкуренция между биометаллами в процессе всасывания; в желудочно-кишечном тракте улучшается транспорт биометаллов через его стенки. Избыток комплексных соединений депонируется во внутренних органах и расходуется по мере необходимости; органическая часть комплексов, после отщепления микроэлементов, вовлекается в процессы обмена и служит источником дополнительной энергии или выводится из организма через выделительную систему; при передозировке не оказывают токсического действия на организм животных. В ряде исследований доказано, что применение хелатных соединений микроэлементов обеспечивает лучшую ассимиляцию металла, чем при введении его в рацион в неорганической или какой-нибудь другой органической форме, что в свою очередь способствует более высокой продуктивности животных и снижению норм микроэлементов, расхода корма на единицу продукции.

Влияние хелатов на усвоение микроэлементов связано с их константой устойчивости (КУ). При константе устойчивости менее 13 или более 17 хелат малоактивен. Он эффективен в случае, если КУ выше, чем у соединений микроэлементов с компонентами корма (выше 13), и ниже, чем у соединений в тканях организма (ниже 17). При этом хелатирующий агент захватывает металл из корма, транспортирует через кишечную стенку и «отдаёт» тканям. Исследования по использованию комплексонатов биометаллов в области животноводства и птицеводства свидетельствуют о целесообразности использования недостающего количества микроэлементов в рационе сельскохозяйственных животных в виде комплексонатов, так как активность биометаллов в составе комплексонатов по сравнению с неорганическими солями намного выше. Кроме

того, частично или полностью стирается антагонизм между элементами, ингибируются многочисленные факторы корма, абсорбции биоэлементов, повышается доступность микроэлементов и т.д. [93].

Эксперименты и ветеринарная практика показывают, что комплексные соединения легко усваиваются организмом, и животные могут переносить довольно большие дозы микроэлементов, являющиеся токсичными при даче неорганических солей.

Биологическая активность металлов и широкое участие во всех важнейших метаболических процессах в клеточном химизме зависят от их хелатирующей способности. Комплексные соединения металлов оказывают влияние практически на все виды обмена. Так, на содержание гемоглобина, эритроцитов крови положительно влияют хелаты меди. Механизм положительного действия хелатокомплексных соединений, по мнению В.В. Логинова и Р.Г. Бинева [162], связан с тем, что они имеют меньшую реактивную способность по сравнению с ионами металлов, исключают образование неусваиваемых или малоусваиваемых соединений, более активно включаются в соответствующие биохимические циклы. Этим объясняется, в определенной степени, тот факт, что при использовании хелатных комплексов была получена более высокая продуктивность сельскохозяйственных животных, чем от применения солей меди, кобальта, йода [161, 162].

Как правило, хелаткомплексные соединения более устойчивы к внешнему воздействию по сравнению с «открытыми» комплексными соединениями. Известно, что хелаты полностью всасываются в пищеварительном тракте с сохранением большой стабильности комплексов и всех им присущих свойств. В этом отношении их ценное преимущество перед обычными формами водорастворимых неорганических солей металлов, которые, будучи в виде ионов, быстро вступают в реакции в пищеварительном тракте с другими ионами, меняя при этом исходные качества.

Исследования под руководством Б.Д. Кальницкого показали, что биологическая доступность микроэлемента (железа, марганца, меди и кобальта) из аминокислотных солей выше, чем из соответствующих сульфатов [122].

Особый интерес для животноводства представляют соединения металлов с аминокислотами. Известно, что при образовании таких соединений наблюдаются изменения их химических и биологических свойств, причем ионы металлов в сочетании с аминокислотами становятся менее токсичными и могут катализировать различные биохимические процессы. Не менее важно, что высокая эффективность применения микроэлементов органических форм, их более полноценная усваиваемость в живом организме позволяют сократить дозы в 3–4 раза, а биологический эффект будет тот же. В результате такого подхода значительно сокращается их концентрация в побочной продукции животноводства, что существенно снижает загрязнение окружающей среды. В связи с высокими требованиями экологов в странах с развитым животноводством (США, Германия, Франция) активно ведутся работы по введению хелатов в корма животным.

Биологическая эффективность применения хелатных соединений железа с аминокислотами в кормлении поросят подтверждается испытаниями, которые показали стимуляцию гемопоеза, увеличение в сыворотке крови железа и снижение ЖСС. Увеличивалась лизоцимная и каталазная активность сыворотки крови, концентрация тиоловых соединений и уровня нуклеиновых кислот. Научно-производственными и лабораторными экспериментами установлено, что синтетические хелаты биогенных металлов оказывают благоприятное воздействие на накопление микроэлементов в депо-органах, увеличение их выделения с молоком лактирующих свиноматок и повышение репродуктивных функций животного организма, повышение среднесуточных привесов и сохранности поросят [122]. Хелаткомплексы меди и кобальта с аминокислотами способны не только активизировать важнейшие ферментные системы, но и оказывать стимулирующее действие на синтез

белка. По данным А.Н. Трошкина [237], введение в рацион свиней микроэлементов в виде хелатных комплексов способствует активации белкового обмена и повышению продуктивных качеств в организме животных и в период откорма.

Известно, что металлоорганические хелатные соединения (глицинаты меди и кобальта) оказывают стимулирующее действие на синтез кератинов шерсти и волос, ростовые процессы и приросты у животных. Выраженное стимулирующее влияние металлохелатов на выработку противобруцеллезных антител отмечено как у лабораторных животных, так и у телят. Дальнейшие исследования подтвердили, что при инъекциях хелаткомплексов меди, кобальта и йода увеличивается активность церулоплазмينا, концентрация сиаловых кислот, пропердина, содержание тиоловых соединений, сульфгидрильных групп,  $\gamma$ -глобулиновой фракции белков сыворотки крови. Все эти данные говорят о способности хелатных соединений меди, кобальта и других металлов мобилизовать защитные силы организма.

В работах, проведенных на птице, показано, что скормливание хелатных соединений положительно влияет на яйценоскость, снижает смертность и повышает живую массу при уменьшении затрат корма на единицу продукции. В опытах на курах-несушках установлено увеличение жизнеспособности при введении в их рацион глицината меди и глицината цинка по сравнению с птицей, получавшей добавки сульфата цинка. Яйценоскость при этом повышалась в среднем на 14–15 %. Улучшалось качество яиц.

Неорганическая форма соединений микроэлементов сравнительно трудно усваивается организмом животных, а включение их в рацион восполняет дефицит минералов лишь на время. Более эффективное решение данного вопроса – создание их природных форм (хелатов), содержащих органические формы микроэлементов в легкоусвояемой форме. Применение хелатных соединений микроэлементов обеспечивает лучшую усвояемость, что способствует достижению более высокой продуктивности [256].

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что хелатные соединения имеют положительное значение в практике кормления животных, но наибольший интерес представляют соединения микроэлементов с аминокислотами. Наши исследования были направлены на изучение влияния органических соединений железа, меди, цинка, марганца и кобальта с аспарагиновой кислотой на продуктивность карпа.

Аспарагиновая кислота (аминоянтарная кислота, аспарат) – органическая алифатическая аминокислота, одна из 20 протеиногенных аминокислот организма. Встречается во всех организмах в свободном виде и в составе белков. Химическая формула:  $\text{COONHCH}_2\text{CHNH}_2\text{COOH}$ . Аспарагиновая кислота является носителем микроэлементов от корней к листьям растений и способствует их накоплению. Похожий эффект происходит и в организме животных.

Аспарагинаты – это комплексы микроэлементов в соединении с аспарагиновой кислотой. В ООО «Саратовская биотехнологическая корпорация 2007» разработана новая технология хелатирования микроэлементов, не имеющая аналогов в мире. С 2009 г. осуществляется серийный выпуск минеральных подкормок, и аспарагинаты успешно используются в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц.

Е.А. Ширялкин, А.А. Васильев и А.П. Коробов [257] установили, что наибольший прирост живой массы был у свиней (2-я опытная группа), получавших 10 % аспарагинатов от общепринятой нормы, их масса возросла на 8,34 кг ( $P < 0,05$ ) и на 1,65 кг по сравнению, соответственно с контрольной (100 % норма микроэлементов в неорганической форме) и 1-й опытной (5 % микроэлементов в виде аспарагинатов) группами. У животных 2-й опытной группы затраты корма на 1 кг прироста также были меньше по сравнению с аналогами из других групп. Полученные результаты позволили сделать вывод, что использование в рационах молодняка свиней комплекса микроэлементов железа, марганца, цинка, меди и кобальта в связи с аспарагиновой кислотой в количестве 10 % от нормы способствует повышению продуктивности животных.



Исследования, проведенные в ООО «Время 91» Энгельсского района Саратовской области, показали, что использование в рационах комплекса микроэлементов в связи с аспарагиновой кислотой положительно влияло на изменение живой массы поросят в опытных группах. За период опыта наибольший прирост живой массы был у животных 2-й опытной группы, получавшей микроэлементы в количестве 10 % от общепринятой нормы. Животные этой группы также потребляли наибольшее количество корма, но в расчете на 1 кг прироста живой массы затраты у них были меньше на 4,53 руб. в сравнении с контрольной группой [257].

В статье А.П. Коробова и Д.В. Ермакова (2012) представлены результаты исследований по изучению влияния скармливания аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в составе комбикормов в количестве 7,0 % от общепринятой нормы данных микроэлементов на продуктивные качества кур-несушек. Полученные данные убедительно свидетельствуют о положительном влиянии данного микроминерального комплекса в соединении с аспарагиновой аминокислотой на продуктивность кур-несушек. Эффективность скармливания нового микроминерального комплекса выражается в повышении яйценоскости кур и снижении затрат кормов на единицу продукции.

Использование данного комплекса микроэлементов в хелатной форме в кормлении свиней и птицы оказало положительное влияние на их продуктивность и, по нашему мнению, является перспективным, но недостаточно глубоко изученным резервом интенсификации животноводства нашей страны. Применение аспарагинатов в питании карповых рыб изучалось нами впервые.

### **3.3. Ботанические особенности зерна сорго и его роль в питании рыб**

Сорго – одна из древних и широко распространенных сельскохозяйственных культур. Название она получила за высокорослость от латинского слова *Sorgus*, что в переводе означает возвышаться, выситься [65, 248].

Первичным центром происхождения данной культуры считается Северо-Восточная Африка, в частности, Эфиопия и Судан, где в настоящее время произрастает наибольшее количество ее диких видов и культурных форм. К вторичным центрам происхождения относится Индия и Китай, где сорго начали возделывать с III тыс. до н. э. В Европу сорго завезли в XV веке, а в Америку в XVII веке [174].

По данным FAO STAT, в 2010 г. посевные площади под зерновое сорго в мире составили более 40,5 млн га. Первое место по площади произрастания сорго занимает США – около 2 млн га, затем Мексика – 1,7, Аргентина – 0,8, Китай – 0,6, Австралия – 0,5, Россия – 0,08 млн га. Урожайность семян во Франции составила 55,1 ц/га, в США – 45,1 ц/га, в Аргентине – 48,3 ц/га, Мексике – 39,2 ц/га, Китае и Австралии – 31,7 ц/га и в России – 10,5 ц/га.

Данная культура занимает пятое место в мировом производстве среди зерновых культур после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя [320]. Среди зернофуражных культур сорго занимает третье место после кукурузы и ячменя по валовым сборам зерна [117, 240].

На юге России в 1880 г. начинается изучение сорго, а активное внедрение в производство начинается только в конце 40-х – начале 50-х годов XX века [4, 252, 262].

Сорго используется на зернофураж, зеленую массу, силос, травяную муку, концентрированные гранулы, сенаж, сено, монокорм, а также в комбикормовой, крупяной и крахмало-паточной промышленности [252]. Зерновое сорго является страховой культурой, так как характеризуется стабильностью урожаев даже в наиболее засушливые годы. Так, в течение многих лет урожай зерна сорго в сухой степи при соблюдении необходимой технологии выращивания не опускался ниже 10 ц/га. На юго-востоке России зерновое сорго по урожайности превышает основную зернофуражную культуру – ячмень на 4–5 ц/га, а в очень засушливые годы – в 2–3 раза [4, 65, 120].

Сорго принадлежит к семейству злаковых или мятликовых (*Poaceae* Barnhart), роду сорго (*Sorghum* Moench.) и включает в себя 60–70 видов возделываемого сорго [249]. В 1967 г. Е.С. Якушевский предложил систематизировать существующее многообразие возделываемых видов сорго по способу их использования на хозяйственные группы: зерновое, или обыкновенное, сахарное, веничное и травянистое [270].

Из однолетних культурных форм сорго наиболее ценной зернофуражной культурой является сорго обыкновенное. Оно имеет мощную корневую систему мочковатого типа. Корни расходятся от узла кушения тонкими длинными нитями во все стороны (на 60–130 см), проникая в почву на глубину до 250–300 см.

Метелка у зернового сорго с ярко выраженной центральной осью. Длина ее варьирует от 15 до 35 см. По плотности метелки делят на рыхлосжатые, сжатые и комовые, по форме – на цилиндрические, округлые, яйцевидные, овальные, веретеновидные и др., по положению метелки относительно стебля различают изогнутые и прямостоячие. На веточках расположены попарно колоски, один из которых обоеполый – плодоносящий, а другой – однополый мужской, бесплодный.

Зерно сорго имеет округлую или сплюснутую форму. Окраска зерна может быть кремовой, белой, красной и коричневой. По наличию пленок различают пленчатое и голозерное сорго. Масса 1000 зерен колеблется в широком диапазоне – от 17 до 50 г.

Зерно сорго состоит из оболочек, зародыша и эндосперма. Эндосперм составляет около 82,4 % массы целого зерна, а зародыш – 9,6 %. Различают сорта сорго с высокой долей роговидного эндосперма и сорта, в эндосперме которого преобладает мучнистая зона. Кроме того, существуют зерна с восковидным эндоспермом. В таком зерне периферийный слой выглядит не роговидным, а напоминает восковую свечу. Соотношение в эндосперме мучнистой

и роговидной зон отражается на интенсивности переваривания зерна [103].

Созревание зерна, как и цветение, происходит сверху вниз. В период созревания зерно сорго проходит несколько фаз спелости: молочную, молочно-восковую, восковую и полную. Степень спелости зерна может быть определена только по его консистенции и влажности, так как стебли и листья сохраняют зеленую окраску даже тогда, когда зерно уже созрело.

Выносливость и исключительная засухоустойчивость сорговых культур обеспечивается мощной корневой системой, способной извлекать влагу и питательные вещества из глубоких слоев почвы.

Необходимо отметить, что сорговые культуры чувствительны к улучшению водного режима, при достаточном увлажнении растут в несколько раз быстрее, чем при дефиците влаги [4, 144, 252–254]. Урожайность зернового сорго при орошении повышается в среднем в 2,3 раза [114].

Исключительная засухоустойчивость, солеустойчивость, высокая продуктивность делают эту культуру в экстремально жарких погодных условиях гарантом получения стабильного урожая фуражного зерна. Данная культура позволяет получать в 1,5–2,0 раза больше зерна и в 2 раза больше зеленой массы по сравнению с другими яровыми культурами [72].

За последние несколько лет в Саратовской области и в Российской Федерации в целом наблюдается постоянный рост среднегодовой температуры воздуха, все чаще повторяются засухи сильной интенсивности. В данных погодных условиях погибают зерновые культуры яровой пшеницы, овса, ячменя [129]. В связи с этим необходимо обратить особое внимание на использование сорго в севооборотах и в кормопроизводстве, которое даже при неблагоприятных условиях дает стабильные урожаи зерна.

Содержание питательных веществ в зерне сорго зависит от сорта и условий выращивания. По химическому составу оно

близко к кукурузе и ячменю. Анализируя литературные данные по компонентному составу зерна сорго, можно сказать, что в нем содержится 10,1–15,6 % протеина, 0,5–4,5 % жира, 70,8–84,9 % БЭВ, 1,7–6,9 % клетчатки и 1,3–3,3 % [4, 65, 267, 309]. Следует отметить, что среди злаковых культур выделяют по содержанию обменной энергии кукурузу, пшеницу, рожь, сорго; сырого протеина – пшеницу, тритикале, рожь; по сумме незаменимых аминокислот – тритикале, пшеницу, сорго, ячмень и овес; по лизину – ячмень, тритикале, рожь, овес, сорго [260]. Данные питательности злаковых культур приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Энергетическая и протеиновая питательность зерновых культур**

Культура	Содержится в 1 кг корма					
	обменная энергия, МДж			сырого протеина, г	незаменимых аминокислот, г	лизина, % от сырого протеина
	для КРС	для свиней	для птицы			
Ячмень	10,5	12,7	11,2	113	45,2	3,6
Овес	9,2	10,8	10,8	108	44,2	3,4
Кукуруза	12,2	13,7	13,8	103	38,9	2,0
Пшеница	10,7	13,6	12,4	133	46,3	2,9
Сорго	10,8	12,5	12,6	110	46,0	3,2
Рожь	10,3	12,3	12,7	120	40,7	3,5
Просо	9,1	10,2	11,7	108	42,6	2,4
Тритикале	10,1	11,6	11,8	130	47,6	3,6

Благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот белок сорго имеет большую биологическую ценность. Аминокислотный состав сорго значительно колеблется, что обусловлено генетическими и региональными особенностями его сортов. В 1 кг зерна содержится, г: валина – 5,1–7,3, триптофана – 0,9–1,0, треонина – 3,2–5,0, лизина – 1,4–5,0, метио-

нина – 0,4–3,3, аргинина – 4,3–13,3, фенилаланина – 3,5–7,3, гистидина – 1,9–5,5, изолейцина – 4,2–5,3 [4, 139, 267].

В семенах сорго углеводы представлены крахмалом, декстриноподобными веществами, гемицеллюлозой, клетчаткой и сахарами. Среди них в количественном соотношении первое место занимает крахмал. Он представляет собой гомополисахарид, состоящий из двух полимеров амилозы – около 20 % и амилопектина – около 80 % [230].

Зерно сорго с роговидным эндоспермом имеет высокую плотность за счет прочных межмолекулярных связей протеиновых телец с крахмальными гранулами и белком протеинового матрикса. Крахмальные гранулы роговидного эндосперма погружены в непрерывный протеиновый матрикс, основу которого составляют белки глютелины. Каждая гранула окружена большим количеством протеиновых телец, в основе состоящих из белков проламинов. Проламины способны образовывать прочные связи друг с другом, крахмалом, а также с белками протеинового матрикса и составляющими клеточной стенки, создавая тем самым плотную упаковку. Таким образом, именно проламины ответственны за формирование труднорасщепляемой структуры, которая затрудняет процесс проникновения пищеварительных ферментов к гранулам крахмала [295].

Зерна с мучнистым эндоспермом перевариваются значительно лучше, так как содержат меньше протеиновых телец и крахмальные гранулы лежат свободнее [279]. Восковидная структура эндосперма обеспечивается качественной структурой крахмала, который на 100 % состоит из амилопектина. Проламины протеиновых телец способны образовывать комплексы с амилозой, а не с амилопектином. В то время как для обычных (невосковидных) сортов соотношение амилозы и амилопектина 20–30 и 70–80 % соответственно [27]. Необходимо отметить, что, по данным F. Vergot [275], амилопектин (основной полисахарид крахмала) плохо ферментируется организмом рыб, что снижает переваримость такого зерна в целом.

Зерно сорго вводят в состав комбикормов для различных видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Это объясняется определенной питательной ценностью, а также наличием в зерне большего количества сахаров, каротина, некоторых микроэлементов, витаминов, В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, Е, чем в ячмене [121, 253].

Есть положительные опыты применения зерна сорго в кормлении птицы в ОАО «Птицефабрика Дергачевская» Саратовской области. Здесь на протяжении ряда лет выращивают зерновое сорго сортов Перспективное 1 и Старт. Составление рационов для кур-несушек с использованием зерна сорго позволило в этом хозяйстве повысить яйценоскость кур на 12–15 %. Также проводились опыты по скармливанию зерна сорго овцам. Было установлено, что замена зерна ячменя на зерно сорго положительно влияет на мясную и шерстную продуктивность [65].

Введение в состав комбикорма зерна сорго для откорма свиней положительно отразилось на их продуктивности, затратах кормов на единицу продукции, а также на их здоровье. Зерно и зеленую массу с успехом используется в кормлении крупного рогатого скота, особенно бычков на откорме [154, 247]. Масштабные опыты, проведенные на экспериментальной ферме Поволжского НИИ сорго и кукурузы (ныне ФГНУ РосНИИСК Россорго), показали высокую эффективность использования сорго при откорме бычков [120].

На питательную ценность сорго влияет содержание в нем танина, которое достаточно сильно колеблется в зависимости от сорта, может достигать 5 % [268]. Так, у большинства сортов сорго окрашенные оболочки зерна имеют в своем составе глюкозид танин [138, 293]. Зерно, содержащее танин, горьковатое, с вяжущим привкусом. Скармливание такого зерна сельскохозяйственным животным приводит к нарушению обмена веществ, как органического, так и минерального. При использовании его в кормлении рыб наблюдалось снижение переваримости протеина и

углеводов до 60 и 20 % соответственно. Это объясняется связыванием танинами белков пищеварительных ферментов – трипсина и  $\alpha$ -амилазы [267, 268, 297]. Танины присутствуют в некоторых сортах сорго, имеющих бурую, красную и черную окраску [4].

В настоящее время имеются сорта с низким содержанием танинов и совсем без них. Кормовое зерно может содержать танины в пределах 0,5–2,5 % от массы зерна. С увеличением содержания танинов энергетическая ценность зерна снижается. В образцах зернового сорго с окраской оболочки от белой до светло-розовой содержание танина колеблется от 0,03 до 1 %, а при увеличении интенсивности окраски его процентное содержание повышается от 1,0–2,0 % и более [139]. По некоторым данным, продовольственное сорго с белой окраской зерна не содержит танинов [94, 153].

Иногда сорго может содержать в своем составе синильную кислоту, которая образуется под действием энзимов, имеющихся в растении, из цианогенного глюкозида дурриана. По рекомендациям Н.И. Чернышова и И.Г. Панина [250], зерно сорго, содержащее синильную кислоту, следует вводить в состав комбикорма в количестве не более 10,0 %.

Исследования по применению зерна сорго в кормах для рыб проводили ученые Саратовского ГАУ. Одни изучали переваримость зерна сорго карпом в прудовых условиях [264, 266], другие – эффективность использования зерна при выращивании рыбы в садках [40, 71, 149]. Н.Т. Сергеева и др. в 1985 г. изучали влияние сорго сорта Жемчуг на продуктивность форели. Данный сорт положительно отличался от испытанных ранее сортов повышенным содержанием метионина (в 3,8 раза), лизина (на 60,0 %) и пониженным – фенилаланина (в 1,5 раза). В ходе испытаний было отмечено, что доступность лизина зерна этого сорта у форели была в 1,5 раза выше, чем у карпа при использовании обычных сортов, а скор лизина повысился в 2 раза. В целом, белки сорго плохо перевариваются в пи-



щеварительном тракте форели (65,0 %). Коэффициент видимой переваримости сухого вещества сорго у этих рыб составляет 22,0 %, что связано с низкой доступностью углеводов – всего 19,0 % [223, 264].

У желудочных и безжелудочных рыб переваримость сырого протеина белка сорго хуже, чем других видов зерна. Переваримость сырого протеина составляет 62,0–65,0 %. Низкая переваримость зерна косвенно подтверждает отрицательное действие танинов на активность протеолитических ферментов.

В зерне сорго преобладают линолевая, олеиновая, пальмитиновая и линоленовая жирные кислоты – 44,0; 29,0; 13,0 и 7,0 % (от общей суммы) соответственно. Переваримость общих липидов была на достаточно высоком уровне и составляла для форели 81,0 % и для карпа 87,0 % [223].

Доступность углеводной части сорго значительно варьируется в зависимости от вида рыб. Так, для форели углеводная часть доступна всего на 19,0 %, для осетровых рыб – на 46,0 %, а для карпа – на 61,0 %. Применение большого количества сорго вызывает нарушения в обмене веществ, происходит обводнение тканей, снижается уровень белков и углеводов при одновременном накоплении жира.

На основании экспериментов, проведенных в 1970-х гг. во ВНИИПРХ, были сделаны выводы, что в комбикормах для рыб можно использовать зерно сорго в качестве углеводистого компонента в количестве от 5,0 до 15,0 %. При кормлении карпа только одним зерном сорго происходит нарушение обмена веществ. Это приводит к задержке роста и ожирению [267]. Позднее в КрасНИИРХ были проведены исследования, в ходе которых на базе рецептур К-2М и К-3М были разработаны комбикорма. В них зерно пшеницы замещалось зерном сорго в количестве 7,5 и 15,0 %. Анализ результатов исследований показал, что норма ввода зерна сорго в комбикорма в первый период выращивания сеголеток карпа не должна превышать 7,5 %. При товарном выращивании сеголеток карпа в комбикормах продовольствен-

ную пшеницу можно заменить зерном сорго в количестве 7,5–15,0 % [226].

Существуют рекомендуемые нормы ввода зерна сорго в комбикорма для рыб. Так, для хищных рыб норма составляет не более 20,0 %, а для всеядных и растительноядных рыб среднее значение – 18,0 %, а максимальное – 35,0 % [300].

Имеются данные, что при использовании зерна сорго целесообразно вводить в комбикорма рыбную муку и продукты микробиосинтеза. При гранулировании, экструдировании, экспандировании и других методах баротермической обработки переваримость веществ сорго улучшается в большей степени, чем у других видов зерна [268, 269].

Таким образом, зерно сорго является достаточно ценным видом корма. Есть многочисленные положительные примеры его использования в кормлении сельскохозяйственных животных, птиц и отдельные данные об использовании его в кормлении рыб. Поэтому детализация норм скармливания зерна сорго рыбам – актуальная и важная задача, стоящая перед отечественной наукой, особенно в условиях глобального потепления.

#### **3.4. Биологическая роль йода и пути преодоления его дефицита в питании 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 [207].

При Всемирной организации здравоохранения, при участии Минздравсоцразвития РФ, существует Международный совет по контролю за йоддефицитными заболеваниями (МСКИДЗ). Недостаточное поступление йода в организм приводит к разрыванию цепи последовательных приспособительных процессов, направленных на поддержание нормального синтеза и секреции гормонов щитовидной железы. Если же дефицит этих гормонов сохраняется достаточно долго, то происходит срыв механизмов адаптации с последующим снижением синтеза тиреоидных гормонов и развитием заболеваний, обусловленных дефицитом йода.

***Заболевания, вызванные дефицитом йода.*** Йоддефицитными заболеваниями называются все патологические состояния, развивающиеся в результате недостатка йода в питании. При нормальном потреблении йода они могут быть предотвращены. Однако патологии, вызванные дефицитом йода на этапе внутриутробного развития и в раннем детском возрасте, являются необратимыми и практически не поддаются лечению и реабилитации [9, 28, 33, 49, 53, 107, 205, 229, 255]. Спектр йоддефицитных заболеваний представлен в табл. 3.

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)).

Очень значима для любого организма щитовидная железа (ЩЖ). Ее йодированные гормоны – тироксин (тетраiodтиронин, Т4) и трийодтиронин (Т3) – оказывают разностороннее действие на организм, обеспечивая рост, физическое развитие. Специфическим действием тиреоидных гормонов можно считать их влияние на морфогенетиче-

ские процессы – обеспечение нормального процесса роста, развития и дифференциации тканей и органов, особенно центральной нервной системы. Щитовидная железа обладает исключительной способностью извлекать йод из крови, являясь своеобразным йодным насосом [108, 198, 199, 217, 219, 322, 323].

Таблица 3

### Спектр йоддефицитной патологии

Период 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, карликовость – отставание в росте).
Новорожденные	Зоб новорожденных, врожденный гипотиреоз (скрытый и явный).
Дети и подростки	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.
Взрослые	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 (автономное 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

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 и др. На этом основано их применение как антигипотиреоидных 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 [180, 255]. В щитовидной железе образуется преимущественно Т4, только 20 % присутствующего в крови и тканях Т3, а остальная его часть образуется периферическими тканями путем дейодирования тироксина.

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

В различных биогеохимических провинциях содержание йода в суточном рационе колеблется. Потребность в йоде зависит от физиологического состояния животного, времени года, температуры, адаптации организма к содержанию йода в среде. Введение этого элемента в организм повышает основ-

ной обмен, усиливает окислительные процессы, тонизирует мышцы и накапливает в них йод [206, 314].

Большое влияние на функциональную активность щитовидной железы оказывает уровень йода в питании рыб [198, 199]. 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, 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 [219].

Приобретенные формы первичных гипотиреозов возникают главным образом в результате аутоиммунных, воспалительных, опухолевых процессов в щитовидной железе, приводящих к деструктивным или атрофическим изменениям в железе. 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 периферического гипотиреоза, 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 тиреоид-

ным 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 [180].

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, который 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. 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, следовательно, и образование тиреоидных гормонов.

Причиной гипертиреоза может быть слабая связь гормонов с транспортными белками, 99,9 % Т4 и 99,6 % Т3 находятся в форме, связанной с белками крови [180].

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 комплексным 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 [46, 219, 323].

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. 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 % де-

тей в йоддефицитном регионе имеют отклонения по тем или иным показателям интеллектуально-мнестической сферы. У детей, проживающих в условиях умеренного йоддефицита, даже после нормализации функции щитовидной железы сохраняются стойкие когнитивные нарушения [229].

Недостаточное поступление 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. 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 – 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).

***Природные источники йода.*** Йод – это редкий и 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. 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 йодобромные воды, особенно характерные для районов нефтяных месторождений (местами 1 л 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.

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 подвержено значительным колебаниям (от 50 до 9000 мкг/л), что связано с глубиной промерзания грунта в течение последнего ледникового периода.

Основными природными источниками йода для человека являются пищевые продукты. 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, т.е. не проходит «фильтрации» в печени, чревато нарушением функции щитовидной железы и передозировкой йода.

**Способы преодоления дефицита йода.** 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.). Снижено потребление йода на всей территории Центральной части России, в Среднем и Верхнем Поволжье.

В нашей стране распространенность йоддефицитных заболеваний среди городского населения составляет 10–15 %, среди 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 йоддефицитных состояний были практически свернуты. Поэтому проведение массовой, групповой и индивидуальной йодной профилактики в России сверхактуальна. Не исключение являются и страны СНГ.

Проблема йодной недостаточности является актуальной и для Республики Беларусь, что подтверждается наличием прак-

тически повсеместного дефицита йода в почвах и водах страны. По результатам изучения йодной обеспеченности в широкомасштабном исследовании, проведенном под эгидой ВОЗ, республика отнесена к странам с легкой и средней степенью йодной недостаточности [183].

В Украине, по данным Института эндокринологии и обмена веществ им. В.П. Комисаренко АМН, среднестатистический житель страны потребляет в день 40–80 мкг йода, что в 2–3 раза меньше его суточной потребности. Свыше 60 % населения проживают в условиях дефицита йода.

Для Казахстана проблема дефицита йода также является актуальной. В республике (в отдельных ее областях и Алма-тинской 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 его нехваткой [9].

Йод должен поступать в организм в очень малых дозах и ежедневно. Причем потребность в йоде в течение жизни у человека разная (табл. 4). Человек получает йод преимущественно из пищи, относительно небольшие количества также поступают вместе с воздухом и водой.

Учеными были разработаны различные стратегии для борьбы с дефицитом йода в питании человека. Способов, с помощью которых можно избавиться от дефицита йода, немного – 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 рекомендуют использовать йодированную соль. Для этих целей используется соединение йода и калия (KI), но эта мера, по данным германских ученых, не является достаточно эффективной (Gartner R., Manz F., Grosskla-  
us R., 2001).

**Потребность в йоде в зависимости от возраста**

Возрастные периоды	Потребность в йоде, 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

Во многих европейских странах существуют специальные правительственные программы и стандарты по йодированию пищевой соли. В России, Беларуси, Украине, Казахстане и Азербайджане основным средством борьбы с дефицитом йода также является йодирование соли. В РФ содержание йода в йодированной соли определяется по ГОСТ 51575–2000. К примеру, в соли марки «Экстра» (п-во «Мозырь соль») содержание  $KIO_3$  составляет  $40 \pm 15$  мг/кг, что эквивалентно  $23,8 \pm 8,9$  мг/кг йода. При потреблении среднесуточной нормы соли в 6 г поступление йода в организм человека может увеличиться на 100–200 мкг.

Исследования, проведенные 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 В.О. Мохнач [182], йодистый калий придает соли неприятный горький привкус, который не переносят дети и беременные женщины. Также он предлагает принять во внимание относительно ограниченное применение 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 приме-

няется в кулинарии по своему прямому назначению. В большинстве случаев при варке или другой кулинарной обработке пищи йодированная соль подвергается резким термическим воздействиям, что, конечно, еще больше снижает содержание йода в готовых изделиях [182].

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 путем йодирования продуктов животноводства и птицеводства.

В настоящее время все большее внимание медицинских работников направлено на применение йода в органической форме, то есть в продуктах. Он 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 поступать с пищей, водой. В воде обычно хватает всех необходимых минералов за исключением йода. Поэтому основным его источником становятся корма и добавки [37]. 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 [36, 51].

Проводятся исследования по изучению содержания йода у пресноводных и морских промысловых рыб. Так, иранские ученые в 2010 г. проводили исследования по определению содержания йода в мышцах часто потребляемых видов промысловых рыб – красного горбыля (*Otolithes ruber*), индо-тихоокеанской королевской макрели (*Scomberomorus guttatus*) и омаров (*Panulirus homarus*). Рыбы были пойманы в Персидском заливе. Среднее значение йода в красном горбыле, индо-

тихоокеанской королевской макрели и омахах составляло  $195 \pm 108,9$ ;  $179 \pm 93,39$  и  $287,4 \pm 78,8$  мкг/кг сухой массы, соответственно [273].

Похожие исследования проводились в Пакистане. Разница лишь в том, что исследовали не только морскую, но и речную рыбу. Полученные данные противоречат известным данным о содержании йода в рыбе. В пресноводной рыбе йода содержится больше, чем в морской [43, 285, 287].

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 в 2003 г. провел эксперимент по использованию йода в кормлении радужной форели. В эксперименте участвовали 160 особей радужной форели средней навеской 70 г. Их разделили на две группы контрольную и экспериментальную, 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 него.

Рыба также подвергалась физическому стрессу каждый день в течение 2 мин, чтобы получить типичные последствия стресса. Затем каждые две недели проводили исследование влияния кормления, в течение 12 недель. Образцы оценивались по длине, массе тела, 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 применения йодированного корма в рыбоводных хозяйствах могут быть использованы как негормональные стимуляторы роста для улучшения показателей скорости



роста и выживания культурных лососевых рыб, таких как форель и семга.

У рыб, не получающих в своем рационе достаточного количества йода, могли проявляться признаки развития зоба. Следовательно, сокращались коллоиды, и увеличивался объем эпителия, как это видно из исследований заболевания зобом у личинок данио-рерио.

Исследования влияния гормонов щитовидной железы на развитие рыб данио рерио показали, что ингибирование ТНс у личинок данио-рерио развивает редукцию плавников, влияет на формирование чешуи и пигментацию, но эти последствия могут быть устранены с добавлением в корма экзогенного Т4. Хотя экзогенные ТНс-гормоны могут оказывать влияние на развитие личинок рыб, недостаточно внимания уделялось возможности введения ТНс с помощью живых кормовых организмов, так как не было оснований полагать, что беспозвоночные кормовые организмы содержат значительные количества гормонов ТНс и связанных с ними ферментов. Таким образом, эти последствия могут быть устранены с добавлением в рацион в достаточных количествах соединений йода или синтетического тироксина. Также 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. Намре и др. [296] 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 обогащенную коловратку.

М. Морген и др. [305] обнаружили повышение общего уровня йода в теле, при кормлении палтуса личинками артемии, обогащенной *Lipiodol*. Однако проведенные исследования не показали улучшения в росте или выживаемости личи-

нок палтуса, что было связано с ограниченной биодоступностью 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 сухая масса 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 появляются признаки зоба.

Также может быть, что личинки рыб, потреблявшие в своем 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 его 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 происходят отчетливая экспансия пигмента в меланофорах и концентрация его в ксантофорах. В дальнейшем, через 2–3 недели, начинается депигментация кожи, выражающаяся в исчезновении меланофоров и ксантофоров из чешуек грудной и брюшной области. Депигментация особенно ярко выражается по свободному краю чешуек и на плавниках. Отмечено, что кормление с использованием препа-

ратов щитовидной железы изменяет хлоридный обмен у колюшек.

В Германии в 2003 г. был проведен эксперимент по использованию в рационе при откорме гольцов (*Salvelinus sp.*) морской водоросли ламинарии. Были сформированы две группы рыб – экспериментальная и контрольная по 400 особей в каждой. Они получали стандартные коммерческие корма и корма, дополненные коричневыми водорослями (*Laminaria digitata*), в концентрации 0,8 %. Каждые четыре недели проводили контрольный убой по 10 рыб из обеих групп, после чего анализировали содержание в них йода. Исследователи смогли продемонстрировать значительное увеличение содержания йода в рыбе, которая получала водоросли с кормом ( $539 \pm 86$  мкг йода/кг живой массы) по сравнению с контрольной рыбой ( $143 \pm 10$  мкг йода/кг). Кроме того, определяли распределение йода в рыбе. В обеих группах была обнаружена очень высокая концентрация йода в коже [318]. Страдает и нервная система. Рыбы, больные гипертиреозом, отличаются повышенной раздражительностью, беспокойством, повышенной двигательной возбудимостью.

Основной метод обогащения рациона йодом – введение специальных минеральных веществ, содержащих его, например йодида калия, йодида натрия или йодата калия. Альтернативой им могут служить кормовые добавки отечественного производства, содержащие йод в органической форме [29, 36, 39, 45, 232]. Также не следует забывать о разнообразии рациона. Недостаток минеральных веществ у разного вида особей может быть обусловлен наследственной предрасположенностью. Поэтому если у одной и той же разновидности рыб наблюдаются частые опухоли щитовидной железы, то их не рекомендуется размножать.

В разных странах проводились исследования влияния йода на развитие, рост, товарные качества разных видов морских и пресноводных видов рыб. Они свидетельствуют о том, что йод положительно влияет на разнообразные виды

рыб [273, 274, 278, 283]. Однако отсутствуют данные по использованию йодсодержащих добавок в содержании и разведении карповых рыб.

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

Другая стратегия борьбы с дефицитом йода – использование йодсодержащих добавок в рационах сельскохозяйственных животных (неорганические соли и органические соединения йода), что позволит производить продукцию с высоким содержанием йода. Так, например, использование в кормлении свиней морской водоросли ламинарии, являющейся богатым источником йода, содержащей около 4 г йода на 1 кг сухого вещества, приводит к очевидному увеличению содержания йода в их мясе [298].

Аналогичные эффекты зафиксированы в кормлении птицы [316]. Кроме того, большое количество йода в водорослях выявило ряд важных преимуществ, таких как стабильно высокое содержание йода, а также 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 [255].

Также для борьбы с дефицитом йода используют йодирование продуктов животноводства и птицеводства. Использование соединений йода в кормлении сельскохозяйственных животных в последние годы становится все более востребовано, так как исследования, проводимые в этом направлении, в различных отраслях животноводства показывают положительные результаты. Наиболее изучено

в нашей стране применение йода и его органических соединений в птицеводстве. Пример использования йодсодержащих добавок показывает, насколько полезно и оправдано, а также экономически эффективно использование йода в индустриальном рыбоводстве [41, 133, 234]. Так, опыты, проведенные 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 % [217].

За рубежом активно проводятся исследования по использованию йодсодержащих добавок в индустриальном рыбоводстве с различными целями, такими как устранение дефицита йода 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, сердечнососудистыми 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 сердечнососудистых 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 [239]. 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 [238].

Следует 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 зеленой массы хлопчатника, кукурузы, овса, овощей, сахарной свеклы и т.д. на 6–22 % [196]. Интересные и важные результаты получены Ш.М. Кулиевым [157]. Для повышения урожайности хлопчатника он применил 0,1%-й раствор йодистого калия и 0,1%-й раствор йодиднафтената для замачивания семян в течение 6 ч. Это дало прибавку урожая хлопчатника на 15,3 и 18,8 % соответственно. Таких примеров в литературе очень много. Положительное влияние йодной подкормки на рост и развитие культурных растений не вызывает никаких сомнений» [182].

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 противопаразитарное действия йодсодержащих препаратов, в особенности антисептиков.

А.А. Спиридонов, Е.В. Мурашова, О.Ф. Кислова и др. [229] предлагают использовать для обогащения продукции животноводства и птицеводства препарат «Монклавит-1». Это лекарственное средство широкого спектра действия, представляющее собой водно-полимерную систему на основе йода в форме ком-

плекса поли-N-винилами дациклосульфойодида. Лекарственное средство «Монклавит-1» зарегистрировано в Российской Федерации (№ 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, препарат не имеет противопоказаний и побочных действий на организм животных и птицы, позволяет снизить количество применяемых антибиотиков, хорошо дополняет схемы введения лекарственных средств.

Йод, содержащийся в препарате «Монклавит-1» 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 «Монклавит-1», по отношению к токсинам.

Применение препарата «Монклавита-1» позволяет улучшить качество животноводческой и птицеводческой продукции по основным показателям, получить обогащенную йодом продукцию. Вся продукция животноводства и птицеводства после применения данного препарата может использоваться без ограничений.

А.А. Спиридонов, Е.В. Мурашова, О.Ф. Кислова и др. [229] ввели коэффициент обогащения  $K_{\text{йод}}$ , прямо пропорциональный концентрации йода в продукте и обратно пропор-

циональный количеству йода, потребляемого животным в сутки с кормом:

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

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

Количество йода, потребляемое животным в сутки, определяется следующей 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 расчете на 1 кг массы тела, мг/кг bw\*;  $C_{I, \text{feed}}$  – концентрация (concentration) йода в корме, мг/кг;  $W_{\text{feed}}$  – масса корма (weight), потребляемого животным в сутки, кг;  $W_{\text{animal}}$  – масса животного, кг; \* – bw - body weight (англ. «масса тела»), используется для обозначения расчета на 1 кг массы тела.

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

На основании всего вышесказанного можно предположить, что использование йодсодержащих добавок в кормлении товарной пресноводной рыбы, используемой в промышленном рыбоводстве, является еще одним важным путем решения проблемы дефицита йода у населения России. Целью этого исследования является увеличение содержания йода в мясе рыбы и изучение его влияния на рост, развитие и товарное качество рыбы.



---

---

## **ГЛАВА IV. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЕЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПИТАНИИ КАРПА**

С 2009 по 2012 г. нами проводились междисциплинарные исследования по изучению эффективности использования аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в питании карпа и их влиянию на продуктивность и товарные качества карпа при выращивании до товарной массы в садках в естественном температурном режиме IV зоны рыбоводства Российской Федерации.

Многолетние исследования проводили на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», кафедры «Технологии переработки мясных и молочных продуктов», межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», в Центральной аналитической лаборатории Государственного научно-исследовательского института промышленной экологии Нижнего Поволжья и в Приволжском филиале ФГУ «Управление Саратовмелеоводхоз» Марковского района Саратовской области по схеме, представленной на рис. 1.

### **4.1. Влияние аспарагинатов на рост карпа**

Прогнозируемый опыт по определению влияния аспарагинатов на рост карпа проводили в аквариумной установке в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» (рис. 2).

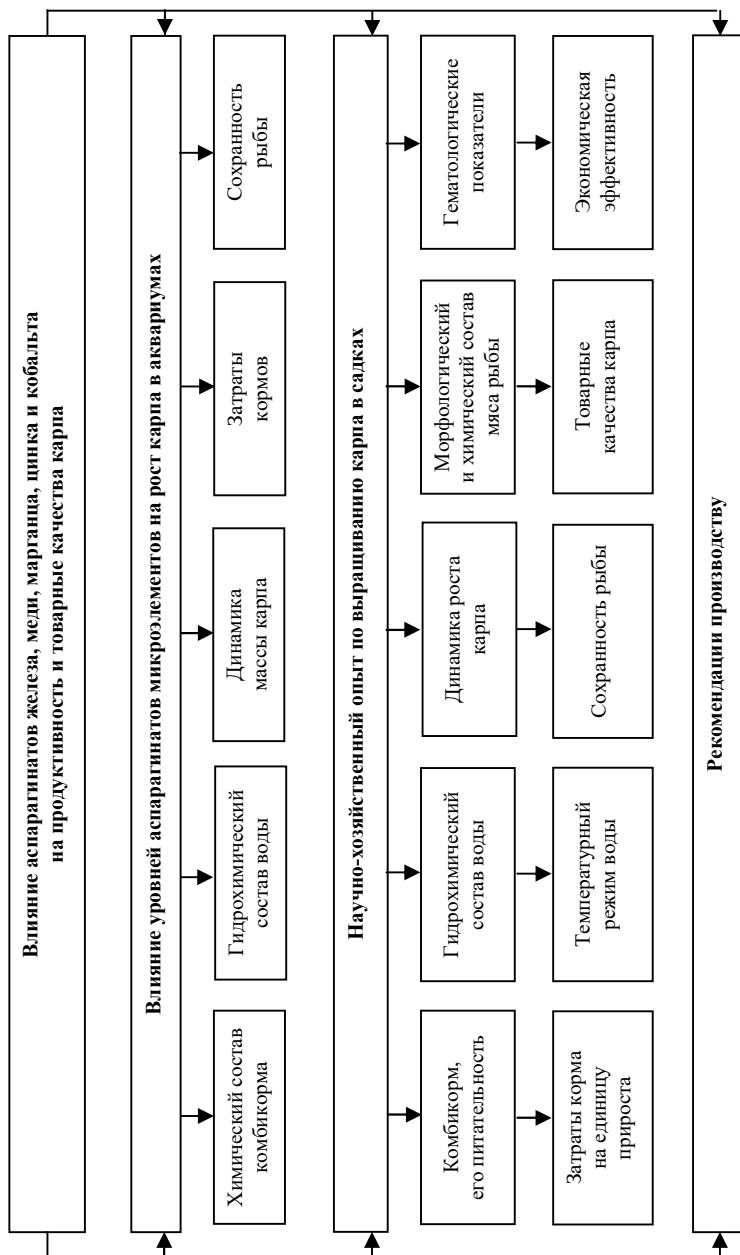


Рис. 1. Общая схема исследований



Рис. 2. Лабораторный опыт в аквариумной установке

Для опыта отобрали 40 особей карпа парской породы массой около 200 г и разместили их по 10 шт. в четыре аквариума объемом 250 л каждый. 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. Кормление рыбы проводили 2 раза в день, в 9:00 ч. и в 19:00 ч., в соответствии со схемой исследований (табл. 5).

Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания растворенного кислорода и массы рыбы. Для корректировки суточных норм кормления каждые 7 дней проводили контроль роста рыбы.

Таблица 5

**Схема кормления карпа в лабораторном опыте**

Группа	Характер кормления
1-я контрольная	Гранулированный комбикорм (ОР) с микроэлементами в виде неорганических соединений в количестве 100 % от нормы
2-я опытная	ОР с микроэлементами в виде органических соединений в количестве 5 % от нормы
3-я опытная	ОР с микроэлементами в виде органических соединений в количестве 10 % от нормы
4-я опытная	ОР с микроэлементами в виде органических соединений в количестве 15 % от нормы

Анализ воды в аквариумах показал, что по гидрохимическому составу вода отвечала требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания карповых рыб (табл. 6). Температура воды на протяжении всего периода исследований была в пределах допустимых физиологических колебаний 19–21 °С.

Таблица 6

**Гидрохимический состав воды в аквариумах**

Показатель	Полученные данные	Требования ОСТ 15.372.87
1	2	2
pH	6,3	7,0-8,0
Кислород, мг/л	7,9–10,4	Не менее 6,0
Цветность, град.	25	30
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,2	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,8	1,0
Фосфаты, мг/л	0,2	0,3
Общая жесткость, мг-экв./л	3,4	3,8-4,2

1	2	3
Хлориды, мг/л	0,4	20-35
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,3	0,5
Медь, мг/л	0,008	0,01
Цинк, мг/л	0,009	0,01
Кобальт, мг/л	0,01	0,01

Наиболее достоверно влияние уровней аспарагинатов на рост карпа отражает динамика массы рыбы. Результаты выращивания карпа в лабораторной аквариумной установке в течение 6 недель, представленные в табл. 7, показали, что наименьший прирост массы рыбы был получен в 4-й опытной группе, в которой карп поедал комбикорм с наибольшим процентным содержанием микроэлементов в органической форме.

Таблица 7

#### Динамика массы карпа в аквариумах, г

Период выращивания, недели	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Начало опыта	204,0±1,0	206,2±1,1	203,4±0,9	205,3±1,2
1	210,9±2,2	211,9±2,1	210,3±2,0	211,8±2,1
2	219,6±2,6	220,5±2,4	219,1±2,5	218,0±2,7
3	229,2±2,9	227,3±3,0	229,0±3,2	227,8±3,3
4	239,0±4,0	238,5±4,1	239,7±4,4	237,7±4,2
5	249,4±4,6	248,5±4,7	250,8±4,9	246,8±4,6
6	260,5±5,0	259,9±5,2	261,0±5,1	253,7±5,4
Прирост за опыт	56,5	53,7	57,6	48,4

Не имели достоверных отличий показатели в 1-й контрольной и 3-й опытной группах, где микроэлементы были в неорганической форме – 100 % от нормы и в органической – 10 % от нормы. Полученные данные показывают возможность замены в комбикормах для карпа неорганических соединений микроэлементов на органические без потери продуктивности рыбы.

Ежедневный контроль над потреблением комбикорма рыбой свидетельствует о том, что этот показатель был на высоком уровне. Рыба поедала корм полностью в течение 4–5 мин после начала кормления. Расчет затрат кормов на 1 кг прироста карпа представлен в табл. 8.

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. В среднем за опыт наименьшие затраты корма на 1 кг прироста массы карпа наблюдались в 1-й контрольной и 3-й опытной группах соответственно: комбикорма – 3,02 и 2,96 кг, обменной энергии – 32,57 и 29,82 МДж, сырого протеина – 1007,71 и 988,62 г. Наибольшие затраты корма были в 4-й опытной группе, которая получала аспарагинаты микроэлементов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в количестве 15 % от общепринятой нормы.

Полученные данные свидетельствуют о различном влиянии уровней аспарагинатов в комбикорме на продуктивность карпа. Так, скармливание аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в составе гранулированного комбикорма в количестве 5 и 15 % от общепринятой нормы снизили продуктивность карпа соответственно на 4,96 и 14,34 %. Аспарагинаты в количестве 10 % от общепринятой нормы положительно влияли на прирост карпа в 3-й опытной группе, который был на 1,95 % больше, чем в контроле.

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

## Затраты комбикорма на 1 кг прироста массы карпа

Период выращивания, неделя	Группа											
	1-я контрольная			2-я опытная			3-я опытная			4-я опытная		
	кг	МДж	Сп*, г	кг	МДж	Сп*, г	кг	МДж	Сп*, г	кг	МДж	Сп*, г
1	3,73	37,55	1244,97	4,56	45,95	1523,32	3,71	37,44	1241,31	3,98	40,11	1330,00
2	3,05	30,79	1020,79	3,10	31,29	1037,55	3,01	30,35	1006,31	3,76	37,89	1256,16
3	2,88	29,05	963,25	4,09	41,18	1365,45	2,79	28,11	931,93	3,10	31,24	1035,70
4	2,95	29,70	984,84	2,56	25,78	854,59	2,70	27,18	901,22	2,90	29,22	968,94
5	2,90	29,19	967,70	3,01	30,29	1004,30	2,72	27,43	909,33	3,29	33,18	1099,93
6	2,83	28,54	946,13	2,75	27,69	917,91	3,10	31,23	1035,39	4,51	45,43	1506,17
В среднем за опыт	3,02	32,57	1007,71	3,17	32,00	1060,89	2,96	29,82	988,62	3,51	35,38	1173,05

\* сырой протеин

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта на продуктивность карпа и о необходимости проведения производственной проверки при выращивании карпа в открытом водоеме в естественном температурном режиме.

## 4.2. Выращивание карпа в садках

Научно-хозяйственный опыт выращивания карпа в садках проводили в Приволжском филиале ФГУ «Управление Саратовмелеоводхоз» в пруду площадью 157 га, расположенном на территории Бородаевского муниципального округа Марковского района, на расстоянии от берега около 20 м. Это обеспечило постоянство физико-химических показателей воды. Скорость течения воды в период проведения научно-хозяйственного опыта в месте установки садков была 0,2–0,3 м/с, при смене погоды и порывах ветра доходила до 0,7 м/с. Это создавало в садках водообмен, достаточный для поддержания необходимого кислородного режима и вымывания продуктов жизнедеятельности рыбы.

Для выращивания карпа использовали систему садков, разработанную Г.А. Хандожко, В.В. Вертей и А.А. Васильевым (2008), которая включала в себя 4 садка размером 2,5×2,5×2,5 м. Садки с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм были изготовлены из безузловой латексированной дели. Глубина водоема в месте расположения системы садков составляла 4,9 м (рис. 3).

Для опыта отобрали 2400 особей карпа парской породы, приобретенных в Нововоронежском рыбопитомнике Воронежской области. По методу групп-аналогов сформировали 4 группы по 600 особей в каждой, молодь была приучена к поеданию гранулированных комбикормов.

На основе анализа рекомендуемых рецептов комбикормов мы разработали рецепт комбикорма для выращивания



карпа, состав и питательность которого представлены в табл. 9. Комбикорм был изготовлен в ОАО «Саратовский комбикормовый завод» по ТУ 8-63-5-99. При производстве комбикорма учитывали физиологические потребности возрастных групп карпа в основных питательных веществах, макро- и микроэлементах.



Рис. 3. Система садков для выращивания рыбы

В период опыта рыбы 1-й контрольной группы в составе комбикорма получали премикс, содержащий микроэлементы на основе неорганических солей, в количестве 100 % от нормы. Рыбы 2, 3 и 4-й опытных групп получали тот же комбикорм с различным уровнем микроэлементов (железо, медь, цинк, кобальт и марганец) в виде аспарагинатов (органические соединения) в количестве соответственно 5, 10 и 15 % от их уровня в контрольной группе.

Таблица 9

**Состав и питательность комбикорма для карпа**

Состав, %	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Пшеница	15,0	15,0	15,0	15,0
Отруби пшеничные	19,0	19,0	19,0	19,0
Подсолнечное масло	3,0	3,0	3,0	3,0
Мука мясная	3,0	3,0	3,0	3,0
Шрот подсолнечный	9,0	9,0	9,0	9,0
Шрот соевый	35,0	35,0	35,0	35,0
Мука рыбная жирная	10,0	10,0	10,0	10,0
Дрожжи кормовые	5,0	5,0	5,0	5,0
Премикс Р1	1,0	–	–	–
Премикс Р2	–	1,0	–	–
Премикс Р3	–	–	1,0	–
Премикс Р4	–	–	–	1,0
<b>Содержание питательных веществ в 1 кг комбикорма</b>				
Обменная энергия, МДЖ	10,8	10,8	10,8	10,8
Сырой протеин, г	334,2	334,2	334,2	334,2
Сырая клетчатка, г	55,6	55,6	55,6	55,6
Сырой жир, г	58,5	58,5	58,5	58,5
Лизин, г	19,6	19,6	19,6	19,6
Метионин + цистин, г	10,1	10,1	10,1	10,1
Кальций, г	9,1	9,1	9,1	9,1
Фосфор, г	8,4	8,4	8,4	8,4
Натрий, г	2,0	2,0	2,0	2,0
Железо, мг	93,5	4,67	9,35	14,0
Медь, мг	14,19	0,70	1,42	2,13
Цинк, мг	148,5	7,42	14,85	22,27
Кобальт, мг	1,43	0,07	0,14	0,21
Марганец, мг	63,8	3,19	6,38	9,57

Результаты наших исследований показали, что содержание растворенного кислорода в воде, а это основной показатель в рыбоводстве, составляло 6,5–8,3 мг O<sub>2</sub>/л, что выше минимально допустимого значения по ОСТ 15.372-87 (табл. 10). Общая жесткость воды, рН, количество кальция и хлоридов находились в оптимальных границах, а содержание азотистых соединений, фосфатов и цветность воды были ниже предельно допустимых норм, определенных ОСТ 15.372-87. По полученным данным, качество воды в пруду соответствует предъявляемым требованиям, т.е. она пригодна для выращивания карпа.

Таблица 10

**Гидрохимический состав воды в пруду**

Показатели	Значения	ОСТ 15.372-87
рН	7,8–8,3	7,0-8,0
Цветность, град.	20	30
Кислород, мг O <sub>2</sub> /л	8,4	Не менее 6,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,42	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,002	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,28	1,0
Фосфаты, мг/л	0,08	0,3
Общая жесткость, мг-экв./л	3,65	3,8–4,2
Кальций, мг-экв./л	2,03	1,8–2,1
Хлориды, мг/л	18,5	20–35
Марганец, мг/л	0,088	0,01
Железо, мг/л	0,49	0,5
Медь, мг/л	0,009	0,01
Цинк, мг/л	0,0048	0,01
Кобальт, мг/л	0,0021	0,01
Йод, мг/л	0,0075	0,01

Также важную роль в жизни рыб и других водных организмов, которые относятся к пойкилотермным видам, играет температура. Она влияет на все жизненные процессы организма: двигательную активность, питание, рост, обмен веществ, различные физиологические функции. Для каждого вида рыб и разных стадий их развития существует температурный оптимум, максимальные и минимальные пороговые уровни. Значительные отклонения температуры за пределы оптимальных величин являются стресс-факторами, снижающими активность и адаптационные способности организма рыб.

Контроль температуры при выращивании рыбы является очень важным мероприятием, обеспечивающим эффективный расход кормов, высокие темпы роста и в будущем позволяющим планировать оптимальные графики роста. В период опыта температуру атмосферного воздуха и воды в водоеме измеряли ежедневно в 7, 13 и 19 ч. Результаты измерений представлены на рисунках 4–7.

В период опыта средняя температура воздуха в течение дня составляла от 16,3 до 38,0 °С; температура воды на поверхности – от 17,0 до 27,0 °С. Температура воды на глубине 1 м была ниже, чем на поверхности, на 4,3 °С. Температура на дне садка и дне водоема была на том же уровне, что и на поверхности – от 14,0 до 27,3 °С.

Температура воздуха в утренние часы, в период опыта, колебалась от 9,0 до 35,0 °С, а температура воды на поверхности водоема – от 15,0 до 28,0 °С. Температура воды на глубине 1 м была на том же уровне, что и на поверхности; температура на дне садка была ниже, чем на поверхности на 1,0 °С. Температура на дне водоема была ниже, чем на дне садка, и ниже, чем на поверхности водоема, на 1,0 °С.

Температура воздуха в середине дня, в период опыта, была в диапазоне от 15,0 до 43,5 °С. Температура воды на поверхности изменялась от 15,0 до 28,0 °С; на глубине 1 м была на том же уровне, что и на поверхности. Температура на дне садка была ниже, чем на поверхности, на 0,5 °С, а на дне водоема ниже, чем на дне садка, на 0,5–1,0 °С и ниже, чем на поверхности водоема, на 1,0 °С.

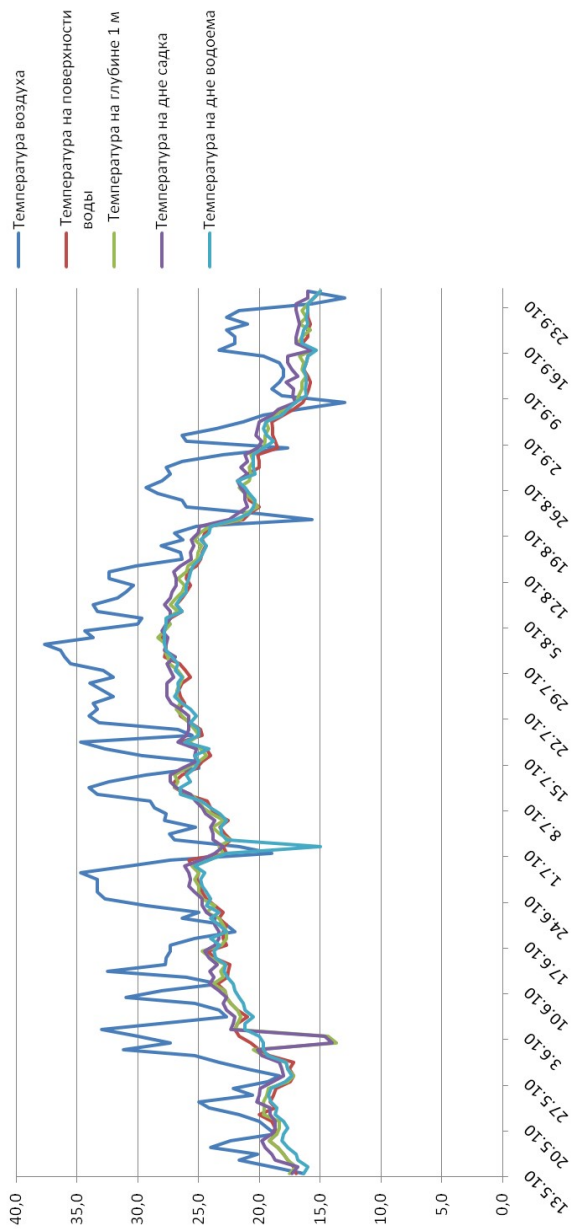


Рис. 4. Средняя температура воды и воздуха в период опыта

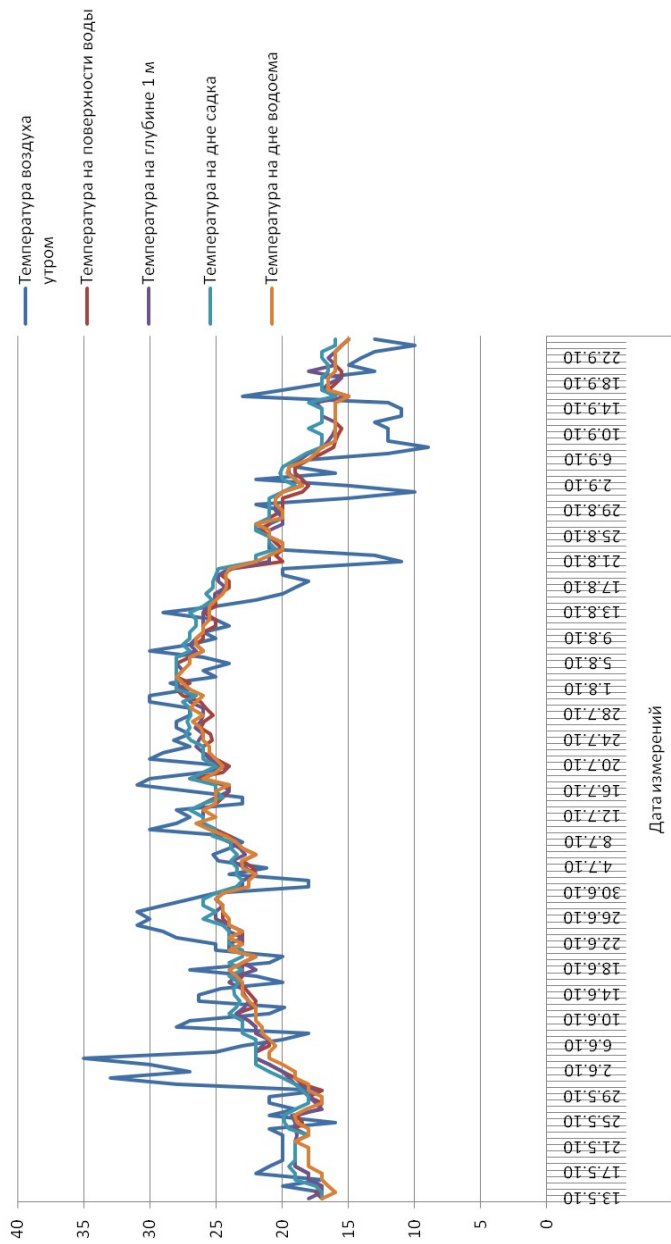


Рис. 5. Температура воды и воздуха в 7,00 ч

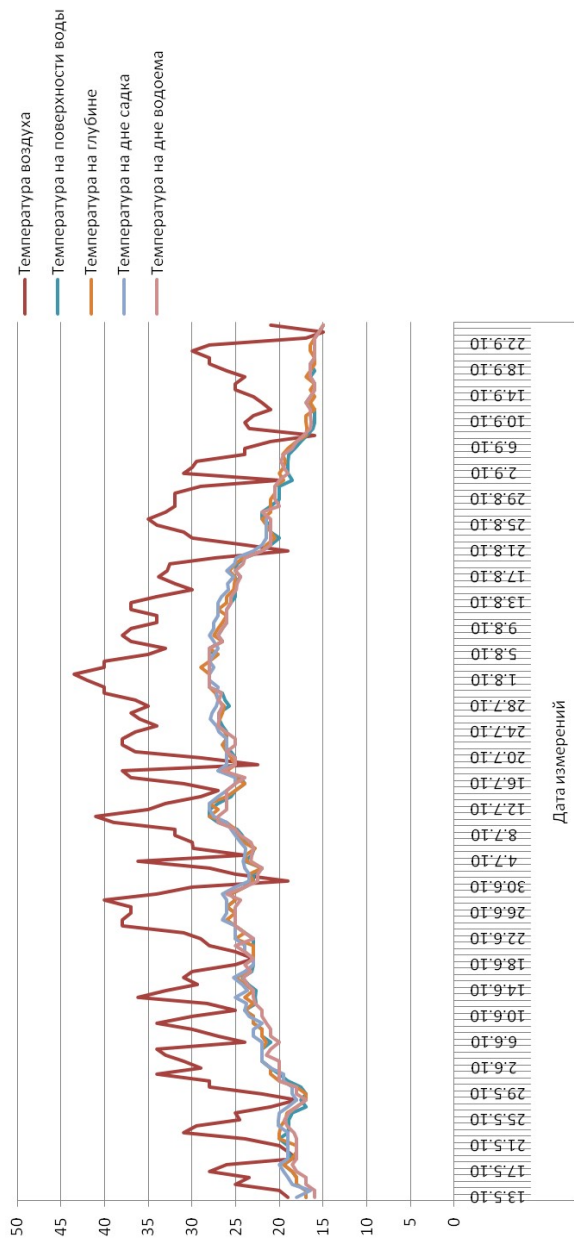


Рис. 6. Температура воды и воздуха в 13.00 ч

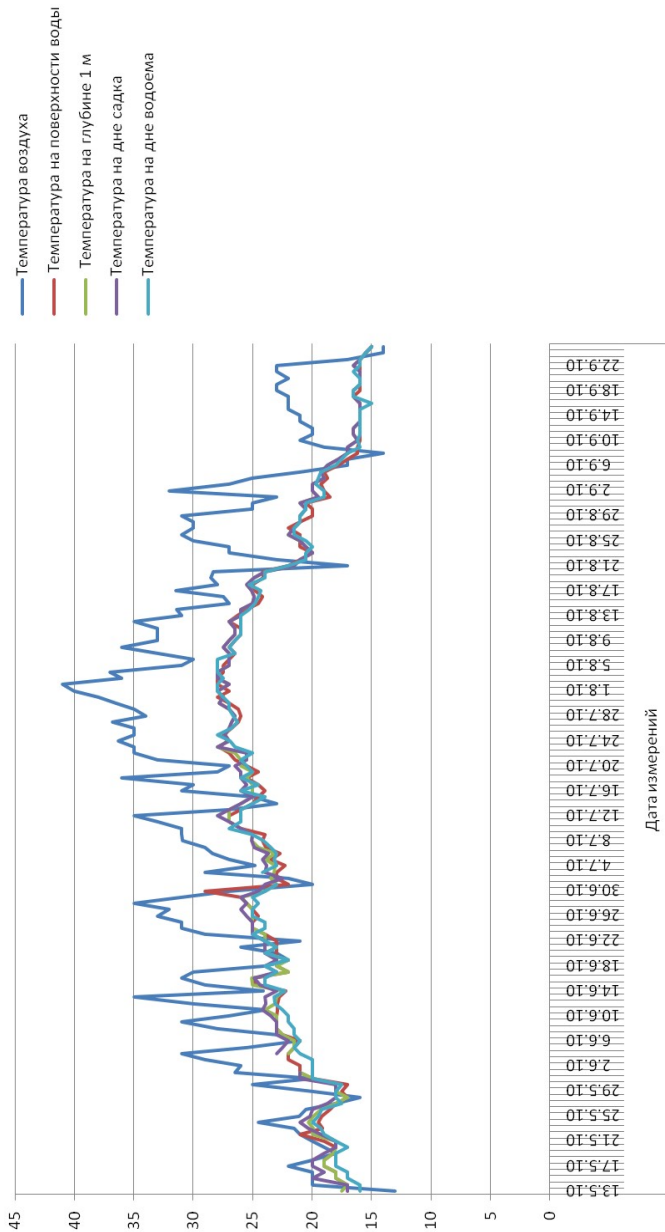


Рис. 7. Температура воды и воздуха в 19.00 ч



Температура воздуха в вечерние часы, в период опыта, была от 13,0 до 41,0 °С. Температура воды на поверхности колебалась от 15,5 до 29,0 °С; на глубине 1 м была ниже на 1,0 °С, чем на поверхности водоема. Температура на дне садка была на том же уровне, что и температура на поверхности водоема. Температура на дне водоема была ниже, чем на дне садка, на 1,0 °С и ниже, чем на поверхности водоема, на 0,5–1,0 °С.

Ежедневное измерение температуры показало, что летом 2010 г., в период аномальной жары, температура воды в водоеме оставалась в пределах физиологической нормы. Это положительно отразилось на сохранности карпа. Данный показатель во всех группах был на одинаковом уровне – 98,4–98,6 %.

Содержание в воде растворенного кислорода изменялось в зависимости от температуры воды. При повышении ее снижалось содержание растворимого кислорода (табл. 11). В последние недели опыта, несмотря на понижение температуры воды, содержание кислорода не повышалось, а продолжало снижаться. Это объясняется тем, что в этот период происходил интенсивный спуск воды в водоеме, значительно уменьшилась площадь зеркала воды и повысилась плотность рыбы.

Результаты эксперимента показали, что в течение летнего периода в условиях 4-й зоны рыбоводства все гидрохимические показатели воды находились в оптимальных параметрах, а повышение и понижение температуры до максимальных и минимальных допустимых значений проходило плавно, что способствовало высокой продуктивности карпа.

Основной критерий изучения влияния аспарагинатов на продуктивность карпа – их влияние на рост организма, характеризующееся массой рыбы и среднесуточным приростом. Прирост массы тела рыб в основном зависит от условий содержания и полноценности питания. Для учета динамики массы карпа и корректировки суточных норм кормления каждые 7 дней проводили контроль роста рыбы (рис. 8).

## Содержание кислорода в воде, мг/л

Период выращивания, неделя	На поверхности воды	На глубине 1 м	На дне садка	На дне водоема
1	14,0	13,4	13,2	12,7
2	14,3	14,1	13,7	13,0
3	13,8	13,6	13,4	12,6
4	13,6	13,2	12,5	12,2
5	13,4	12,7	12,1	11,7
6	12,7	12,4	11,9	11,4
7	12,2	11,7	11,2	10,6
8	11,7	10,8	10,6	10,2
9	10,4	10,2	10,1	9,7
10	9,2	8,9	8,6	8,2
11	8,5	7,8	7,6	7,2
12	8,0	8,7	6,7	6,6
13	6,4	5,7	5,9	5,5
14	8,5	7,5	7,3	6,5
15	9,1	8,9	8,4	8,2
16	9,0	8,9	8,8	8,5
17	10,0	8,6	8,5	8,2
18	8,5	8,0	7,5	6,5
19	8,6	8,3	8,2	8,0
20	7,8	7,6	7,4	7,0
21	6,8	6,6	6,4	6,1
22	6,6	6,7	6,2	5,7

Результаты проведенных нами исследований показывают, что примерно одинаковая начальная живая масса рыб подопытных групп 18,2–21,3 г изменялась за период выращивания по-разному. Так, живая масса карпа в 1-й контрольной группе была 980,6 г, во 2-й опытной группе – 812,4 г. В 3-й опытной

группе она была наибольшей – 990,5 г, а в 4-й опытной группе наименьшей – 790,6 г (табл. 12, рис. 9).



Рис. 8. Контрольное взвешивание рыбы



Рис. 9. Карп 3-й опытной группы в конце выращивания

Таблица 12

## Динамика массы карпа, г

Период выращивания, неделя	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Начало опыта	18,2±0,2	20,4±0,3	21,3±0,3	20,6±0,4
1	43,8±0,4	41,3±0,5	42,0±0,2	39,3±0,3
2	58,0±1,2	54,5±1,4	57,0±1,1	53,0±1,3
3	67,2±2,3	71,5±2,0	69,3±2,2	63,5±1,8
4	119,3±2,2	102,4±2,1***	120,2±2,4	97,6±2,3***
5	135,2±2,1	122,7±2,1**	136,3±2,2	108,6±2,3***
6	172,1±2,2	163,2±2,3**	169,4±2,5	149,4±2,4***
7	205,4±4,1	197,6±3,9*	203,7±4,0	172,6±3,8***
8	235,8±4,1	218,3±4,0**	235,6±4,2	198,4±4,1***
9	261,2±5,4	250,6±5,7*	262,4±4,9	216,7±5,1***
10	301,7±5,8	289,5±5,5*	302,0±5,3	258,2±4,3***
11	352,4±5,7	314,8±5,2***	351±4,9	302,8±4,1***
12	403,2±5,9	364,7±5,0***	404,2±5,1	353,4±5,6***
13	461,4±5,9	405,8±5,3***	465,1±5,8	386,4±5,2***
14	512,1±6,2	468,2±6,3***	515,5±6,4	414,5±6,1***
15	564,8±6,1	504,8±6,2***	567,8±6,4	498,7±5,3***
16	650,0±6,7	549,8±6,4***	662,4±5,9	538,9±5,7***
17	720,1±6,3	600,0±6,4***	734,8±6,2	584,2±5,9***
18	790,6±5,2	652,4±6,1***	803,2±5,8	641,4±5,4***
19	872,4±6,3	710,5±6,2***	874,1±6,4	700,0±6,2***
20	910,2±6,5	740,4±6,4***	914,3±6,3	730,4±6,3***
21	950,4±6,8	770,5±6,7***	955,4±6,8	760,5±6,9***
22	980,6±7,4	812,4±7,1***	990,5±7,2	790,6±7,3***

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

Полученные данные позволяют предположить, что уменьшение нормы скармливания микроэлементов (железо, медь, цинк, кобальт и марганец) в виде аспарагинатов в 10 раз незначительно повышает продуктивность карпа. Снижение нормы скармливания данных микроэлементов в 20 раз снижает продуктивность карпа на 17,1 %, что свидетельствует об их явном недостатке в рационе. Скармливание данных микроэлементов в количестве 15 % от нормы оказывает угнетающее действие на желудочно-кишечный тракт и железы внутренней секреции и, как следствие, снижает продуктивность карпа на 19,3 %.

Данные среднесуточного прироста массы карпов показывают, что до 10-й недели выращивания он был на одном уровне в подопытных группах. В 11 недель среднесуточный прирост повысился в 1-й контрольной и 3-й опытной группах. Он был на 9 и 48,4 % выше, чем в 4-й и 2-й опытных группах соответственно. На протяжении следующих недель выращивания данная тенденция сохранялась. В среднем за опыт среднесуточный прирост в 1-й контрольной группе составил 6,25 г, а в 3-й опытной 6,29 г, что на 20 % выше, чем во 2-й и 4-й опытных группах.

В ходе опыта нами было отмечено влияние аспарагинатов на абсолютный прирост массы карпа. Так, с 1-й по 16-ю неделю выращивания в 1-й контрольной и в 3-й опытной группах мы наблюдали интенсивное повышение абсолютного прироста массы карпа. Во 2-й и 4-й опытных группах прирост повышался менее интенсивно. С 17-й недели выращивания показатели стабилизировались. В итоге за период опыта абсолютный прирост в 1-й контрольной и 3-й опытной группах составил 962,40 и 969,20 г соответственно, что на 18,3–20,6 % выше, чем во 2-й и в 4-й опытных группах.

В ходе многочисленными исследований установлено, что абсолютный прирост не может характеризовать напряженность роста рыбы в зависимости от их собственной массы. В связи с этим для более полного суждения о сравнительном росте подопытных рыб мы определили их относительную скорость роста в разные периоды выращивания. В нашем опыте самая высокая напряженность роста наблюдалась у карпа в первую неделю выращивания и была выше всего в 1-й кон-

трольной группе, а в остальных подопытных группах она была примерно на одном уровне 90,78–102,45 %.

До 7-й недели опыта интенсивный рост сохранялся во всех подопытных группах. С 8-й недели относительный прирост во всех группах в среднем сохранялся на одинаковом уровне, однако отмечали небольшое угнетение во 2-й и 4-й опытных группах. В итоге наибольший относительный прирост за период опыта был получен в 1-й контрольной и 3-й опытной группах. Это на 60,41 и 66,83 % больше, чем во 2-й и 4-й опытных группах.

По данным анализа динамики живой массы и приростов карпа при выращивании в садках, применение аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в составе комбикормов положительно влияет на его скорость роста.

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 [1, 263, 286, 319, 321]. Количество скармливаемых кормов зависит от температуры воды, насыщения ее кислородом и массы рыбы. В связи с этим в наших исследованиях суточная норма кормов корректировалась еженедельно (табл. 13).

Таблица 13

**Нормы кормления карпа, % от общей массы**

Масса рыбы, г	Температура воды, °С			
	10–15	15–20	20–25	25–30
5–20	6	8	10	13
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

В зависимости от состояния рыбы, ее активности и условий окружающей среды величина суточной нормы может колебаться в пределах 15 % от значения, указанного в табл. 13. Количество скармливаемых кормов увеличивалось в соответствии с ростом массы рыбы. Результаты опыта показали, что затраты корма на 1 кг прироста массы карпа находились в пределах допустимой нормы. Наибольшими они были в 4-й опытной группе, а наименьшими – в 3-й опытной группе (табл. 14).

Для проведения анализа полноценности затраченного корма мы изучили затраты сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста массы карпа. Полученные данные показали, что в подопытных группах они были на различном уровне. Так, в среднем за опыт затраты сырого протеина на 1 кг прироста массы карпа были самыми большими в 4-й опытной группе (915,71 г) и самыми низкими в 3-й опытной группе (832,16 г). Затраты энергии были самыми низкими в 3-й опытной группе (26,90 МДж), что на 0,86; 1,40 и 2,70 МДж меньше, чем в 1, 2 и 4-й группах соответственно.

Изучение эффективности использования аспарагинатов в кормлении карпа при выращивании в садках показало, что снижение уровня скармливания микроэлементов в виде органических соединений до 10 % от общепринятой нормы незначительно снижает затраты комбикорма, сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста по сравнению с контрольной группой. Снижение уровня скармливания микроэлементов в виде органических соединений до 5 % от общепринятой нормы повышает данные показатели по отношению к контрольной и 3-й опытной группам.

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.

## Затраты комбикорма на 1 кг прироста живой массы карпа, кг

Период выращивания, неделя	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
1-я	0,69	0,95	1,00	1,08
2-я	1,97	2,00	1,78	1,83
3-я	3,31	1,68	2,43	2,65
4-	0,68	1,21	0,71	0,98
5-я	3,94	2,65	3,92	4,66
6-я	1,92	1,59	2,16	1,40
7-я	2,71	2,49	2,59	3,38
8-я	3,07	4,34	2,91	3,04
9-я	3,90	2,84	3,69	4,55
10-я	2,71	2,71	2,78	2,19
11-я	2,29	4,41	2,37	2,23
12-я	2,43	2,21	2,31	2,09
13-я	2,42	3,11	2,32	3,75
14-я	2,87	2,05	2,91	4,33
15-я	2,72	3,58	2,76	1,38
16-я	1,86	3,14	1,68	3,47
17-я	2,60	3,07	2,56	3,33
18-я	1,72	1,92	1,80	1,72
19-я	1,62	1,89	1,90	1,84
20-я	3,88	3,99	3,65	3,87
21-я	3,01	3,27	2,96	3,23
22-я	4,19	2,45	3,62	3,36
В среднем за опыт	2,57	2,62	2,49	2,74



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 объем крови [63].

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

Известно, что даже кратковременное полноценное кормление вызывает значительные изменения в крови рыб. Оптимальные гематологические показатели у рыб были отмечены в вариантах, где использовались сбалансированные рационы. Результаты изучения гематологических показателей карпа представлены в табл. 15.

Анализ полученных данных показал, что эритроцитов в конце опыта по сравнению с началом содержалось больше в 1-й (контрольной), 3-й и 4-й опытных группах, а во 2-й опытной группе этот показатель снизился на  $0,15 \cdot 10^{12}/л$ . Эти данные свидетельствуют о влиянии микроэлементов в органической форме на процесс образования эритроцитов и интенсивность обменных процессов организма.

Содержание лейкоцитов в начале опыта было ниже, чем в конце: в 1-й (контрольной) группе на 28,8 %, в 3-й и 4-й опытных группах – на 23,9 и 20,5 % соответственно, а во 2-й опытной группе незначительно снизилось. Это связано, с одной стороны, с пониженным обменом веществ у рыб после зимовки, а с другой – с необходимостью усилить защитные функции крови, так как окружающая среда водоемов изобилует болезнетворными организмами.

## Гематологические показатели карпа

Показатели	В начале опыта	В конце опыта			
		1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	0,96	1,32	0,81	1,33	0,97
Лейкоциты, $10^9/л$	127,4	178,9	121,8	167,6	160,3
Тромбоциты, $10^9/л$	24,0	46,0	28,0	41,0	31,0
Гематокрит, % ( $10^9$ )	16,6	14,7	12,3	14,1	13,4
Средний объем эритроцита, фл	175,0	111,8	184,1	106,3	138,3
Гемоглобин, $г/л^{-1}$	80,0	92,0	57,0	86,0	82,0
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	90,9	77,2	111,7	64,6	84,5
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, $г/л^{-1}$	571,0	693,0	612,0	609,0	611,0

Тромбоциты участвуют в свертывании крови и обладают фагоцитарной активностью, наибольшее их количество обнаружено в 1-й контрольной группе, по сравнению с данными начала опыта и опытных групп.

Определенные нами гематокрит и средний объем эритроцитов во всех подопытных группах, как в начале, так и в конце исследований, находились ниже физиологической нормы. Среднее содержание гемоглобина в эритроците во всех группах было в пределах физиологической нормы.

Содержание гемоглобина в крови карпа было в пределах физиологической нормы во всех группах, но наименьшее его содержание отмечали во 2-й опытной группе. Это, скорее всего, свидетельствует о недостаточном поступлении в организм рыб данной группы такого микроэлемента, как железо.

Полученные результаты позволили сделать следующий вывод: признаков стресса по гематологическим показателям у

карпа не обнаружено, а использование аспарагинатов в кормлении (в садках) способствует увеличению интенсивности обменных процессов.

В наших исследованиях карп при выращивании в садках с использованием гранулированных комбикормов достигал массы 790–990 г, но для контрольного убоя из подопытных групп были отобраны особи массой около 800 г (табл. 16).

Результаты убоя показывают, что при сравнительно одинаковой массе карпа масса разных частей тела и органов была разной. Так, выход съедобных частей был выше у особей 3-й опытной группы, получавших аспарагинаты в количестве 10 % от общепринятой нормы. Во 2-й и 4-й опытных группах выход съедобных частей был ниже, чем в контрольной группе, на 1,13 и 0,5 % соответственно. Выход несъедобных частей карпа во всех группах не превышал 27,0 %, но был выше во 2-й опытной группе на 1,64; 1,84 и 0,5 % по сравнению в 1-й контрольной, 3-й и 4-й опытными группами. Выход съедобных и условно съедобных частей с не большими различиями был на достаточно высоком уровне во всех группах.

Полученные в ходе исследований результаты свидетельствуют о высоких товарных качествах карпа 3-й опытной группы, получавшей в составе комбикорма микроэлементы в виде органических соединений в количестве 10 % от нормы. У рыб данной группы по сравнению с контрольной и другими опытными группами отмечается более высокий выход съедобных и условно съедобных частей тела.

Для полной оценки товарных качеств карпа необходимо учитывать состояние внутренних органов. Для этого нами была проведена разделка карпа, осмотр и оценка состояния внутренних органов (табл. 17).

Патологий при осмотре желудочно-кишечного тракта и почек также не обнаружено. Кишечник был лучше развит в опытных группах по сравнению с контролем. Различий в гистологическом строении в образцах опытных и контрольной групп не выявлено.

Таблица 16

**Результаты убоя карпа**

Показатель	Группа											
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная		4-я опытная					
	Г	% от массы	Г	% от массы	Г	% от массы	Г	% от массы				
Масса рыбы	801,9±1,2	100,00	803,4±1,1	100,00	802,5±1,2	100,00	800,7±1,0	100,00				
Масса:												
головы и плавников	131,51±1,0	16,40	142,76±1,3	17,77	133,05±1,1	16,58	122,83±0,9	15,34				
кожи	34,80±0,9	4,34	33,66±0,8	4,19	30,33±0,9	3,78	34,11±1,0	4,26				
костной ткани	65,27±1,3	8,14	67,57±1,4	8,41	62,27±1,3	7,76	82,79±1,2	10,34				
мышечной ткани	521,24±2,1	65,00	522,21±2,3	65,00	526,04±2,1	65,55	515,57±2,2	64,39				
внутреннего жира	21,89±1,4	2,73	12,85±0,7	1,60	29,37±1,0	3,66	22,74±1,3	2,84				
жабр, слизи, крови,												
полостной жидкости	27,18±0,8	3,39	24,26±0,6	3,02	21,35±0,8	2,66	22,66±0,9	2,83				
сведебных частей	543,13±2,8	67,73	535,06±2,5	66,60	555,41±2,4	69,21	538,31±2,6	67,23				
несведебных частей	204,81±2,8	25,54	218,36±2,7	27,18	203,35±2,4	25,34	213,63±2,5	26,68				
сведебных и условно												
сведебных частей	562,29±1,6	70,12	551,29±1,5	68,62	568,73±1,7	70,87	552,96±1,9	69,06				

Таблица 17

**Масса внутренних органов карпа**

Показатель	Группа											
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная		4-я опытная					
	Г	% от массы	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	2,4±0,2	0,30				
Печень	2,9±0,5	0,36	2,0±0,4	0,25	2,5±0,2	0,31	2,4±0,3	0,30				
Спиральный клапан	0,9±0,1	0,11	0,7±0,1	0,09	0,8±0,2	0,10	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	7,9±0,6	0,99				

Результаты наших исследований показали, что использование микроэлементов (железо, медь, марганец, цинк и кобальт) в соединении с аспарагиновой кислотой в составе комбикорма для карпа, при выращивании его в садках, не оказало достоверного влияния на развитие внутренних органов.

Товарные качества рыбы зависят не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, большое значение при этом имеет определение их качественных показателей. Для этого в ходе исследований мы определяли химический состав мышечной ткани карпа (табл. 18).

Таблица 18

**Химический состав мышечной ткани карпа, %**

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Влага	73,18±0,68	74,65±1,3	73,62±0,94	74,41±0,88
Сырой протеин	22,62±0,41	21,83±0,21	22,36±0,27	21,66±0,31
Сырой жир	3,20±0,17	2,72±0,23	3,12±0,19	2,83±0,16
Зола	1,00±0,09	0,80±0,09	0,90±0,08	1,10±0,07

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-й опытной группе, получавшей в составе комбикорма микроэлементы в количестве 5 % от нормы. В 3-й и 4-й опытных группах золы было больше на 0,1 и 0,3 % соответственно. Достоверных различий в химическом составе мышечной ткани между рыбами контрольной и опытных групп не отмечено.

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 орга-

нолептической оценке. Органолептический анализ выявляет качественные отличия и определяет общее или частичное качество пищевых продуктов с помощью органов чувств. При этом, несмотря на некоторый субъективизм, органолептическая оценка иногда является окончательной и решающей при определении качества рыбных продуктов.

С целью изучения влияния аспарагинатов на вкусовые качества рыбы мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона подопытной рыбы. Готовый продукт (бульон и вареное рыбное мясо) оценивали по ряду свойств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на научных принципах. Вареное мясо карпа оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету; рыбный бульон – по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и каплям жира. Результаты органолептической оценки представлены в табл. 19.

Таблица 19

**Оценка органолептических показателей филе и бульона карпа, балл**

Группа	Внешний вид	Состояние мышц на разрезе	Цвет	Консистенция	Запах	Прозрачность и аромат бульона
1-я контрольная	5	5	5	5	5	5
2-я опытная	5	5	5	5	5	5
3-я опытная	5	5	5	5	5	5
4-я опытная	5	5	5	5	5	5

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что мясо карпа подопытных групп имело приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью. Результаты дегустации бульона, полученного при варке карпа из разных групп, показали, что он был одинаково вкусным, ароматным, наваристым, прозрачным, имел приятный цвет, капельки жира присутствовали в большом количестве.

Таким образом, по данным органолептической оценки, применение аспарагинатов в кормлении карпа при выращивании в садках не оказывает влияния на вкусовые свойства рыбного мяса и бульона.

Главным источником увеличения рыбопродуктивности, улучшения качества рыбной продукции, снижения затрат и повышения экономической эффективности рыбохозяйственного комплекса в целом является совершенствование системы кормления рыбы. В этой связи неотъемлемым элементом индустриальной технологии должно быть полноценное кормление рыбы, которое обеспечивает повышение эффективности использования специализированных кормов. В структуре себестоимости рыбы стоимость кормов составляет значительную часть, поэтому одной из задач наших исследований было установление экономической эффективности использования аспарагинатов в кормлении карпа при выращивании в садках.

Данные табл. 20 свидетельствуют о том, что основные затраты при выращивании карпа в садках приходятся на посадочный материал и корма, что составляет более 60 % от всех затрат. При этом затраты были выше в 1-й контрольной и 3-й опытной группах, что связано с высокой стоимостью скормленного комбикорма в данных группах. Остальные затраты (заработная плата, амортизация, накладные затраты и др.) во всех группах были одинаковыми. В итоге финансовые затраты на выращивание рыбы во 2-й опытной группе были наименьшими. Выращивание рыбы в 1-й контрольной группе было дороже на 4,8 тыс. руб., в 3-й опытной группе – на 3,5 тыс. руб. и в 4-й опытной группе – на 1,0 тыс. руб. по сравнению со 2-й опытной группой.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что при выращивании карпа в садках экономически эффективно использовать в составе комбикормов взамен неорганических форм железа, меди, цинка, марганца и кобальта их органические соединения с аспарагиновой кислотой в количестве 10 % от общепринятой нормы.

Структура затрат на выращивание карпа в садках

Показатель	Группа							
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная		4-я опытная	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Посадочный материал	1,8	4,85	1,8	5,57	1,8	5,02	1,8	5,40
Корма	24,4	65,71	19,6	60,63	23,1	64,48	20,6	61,81
Заработная плата	4,35	11,72	4,35	13,45	4,35	12,14	4,35	13,05
Амортизация	1,25	3,37	1,25	3,87	1,25	3,49	1,25	3,75
Накладные затраты	3,15	8,48	3,15	9,74	3,15	8,79	3,15	9,45
Прочие затраты	2,18	5,87	2,18	6,74	2,18	6,08	2,18	6,54
Итого	37,13	100,00	32,33	100,00	35,83	100,00	33,33	100,00

Расчеты использования аспаргинатов при выращивании карпа в садках показали, что наибольший экономический эффект можно получить при кормлении карпа комбикормом, содержащим 10%-ю норму микроэлементов (железо, медь, цинк, марганец и кобальт) в органическом виде на основе аспарагиновой кислоты (табл. 21).

Из-за более низкой стоимости комбикорма и оптимальной продуктивности карп в 3-й опытной группе затрачивал наименьшее количество комбикорма на 1 кг прироста живой массы. Учитывая, что стоимость кормов в структуре себестоимости карпа при выращивании в садках составляет около 65 %, это положительно влияет на его себестоимость и позволяет получать наибольшую прибыль. Расчет экономической эффективности выращивания карпа в садках свидетельствует о возможности производства рыбной продукции с рентабельностью до 27,3 %.



Таблица 21

**Экономическая эффективность использования аспарагинатов при выращивании карпа в садках**

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Количество рыбы в начале опыта, шт.	600,00	600,00	600,00	600,00
Количество рыбы в конце опыта, шт.	591,00	590,00	592,00	590,00
Сохранность, %	98,50	98,33	98,67	98,33
Общая масса рыбы в начале, кг	10,92	12,24	12,78	12,36
Средняя масса 1 рыбы в начале, г	18,20	20,40	21,30	20,60
Общая масса рыбы в конце, кг	579,53	479,32	586,38	466,45
Средняя масса 1 рыбы в конце, г	980,60	812,40	990,50	790,60
Валовой прирост рыбы за опыт, кг	568,61	467,08	573,60	454,09
Прирост 1 рыбы в среднем, г	962,40	792,00	969,20	770,00
Скормлено кормов за опыт, ц	14,61	12,24	14,28	12,44
Затраты корма на 1 кг прироста рыбы, кг	2,57	2,62	2,49	2,74
Стоимость 1 кг корма, руб.	17,00	16,15	16,41	16,66
Стоимость корма, затраченного на 1 кг прироста рыбы, кг	43,69	42,31	40,86	45,65
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	67,22	65,10	62,86	70,23
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	38,95	31,20	36,86	32,76
Рыночная стоимость 1 кг рыбы, руб.	80,00	80,00	80,00	80,00
Рыночная стоимость рыбы, тыс. руб.	46,36	38,35	46,91	37,32
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	12,78	14,90	17,14	9,77
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	7,41	7,14	10,05	4,56
Уровень рентабельности, %	19,02	22,89	27,26	13,91

---

---

## ГЛАВА V. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕРНА СОРГО В КОРМЛЕНИИ КАРПА

С 2010 по 2013 г. нами проводились междисциплинарные исследования по изучению эффективности использования зерна сорго в кормлении карпа и его влияния на продуктивность и товарные качества рыбы. Опыты проводили на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции, межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» и ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области по схеме, представленной на рис. 10.

В период комплексных исследований провели прогнозируемый и проверяемый опыты по выращиванию карпа в лабораторных условиях и производственную апробацию выращивания карпа в садках в соответствии с общей схемой исследований.

### 5.1. Влияние зерна сорго на продуктивность карпа

*Прогнозируемый опыт* по изучению эффективности использования зерна сорго в кормлении карпа проводили в течение 84 дней на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» в лаборатории «Технологии выращивания и кормления рыб» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ в соответствии со схемой опыта, представленной в табл. 22.

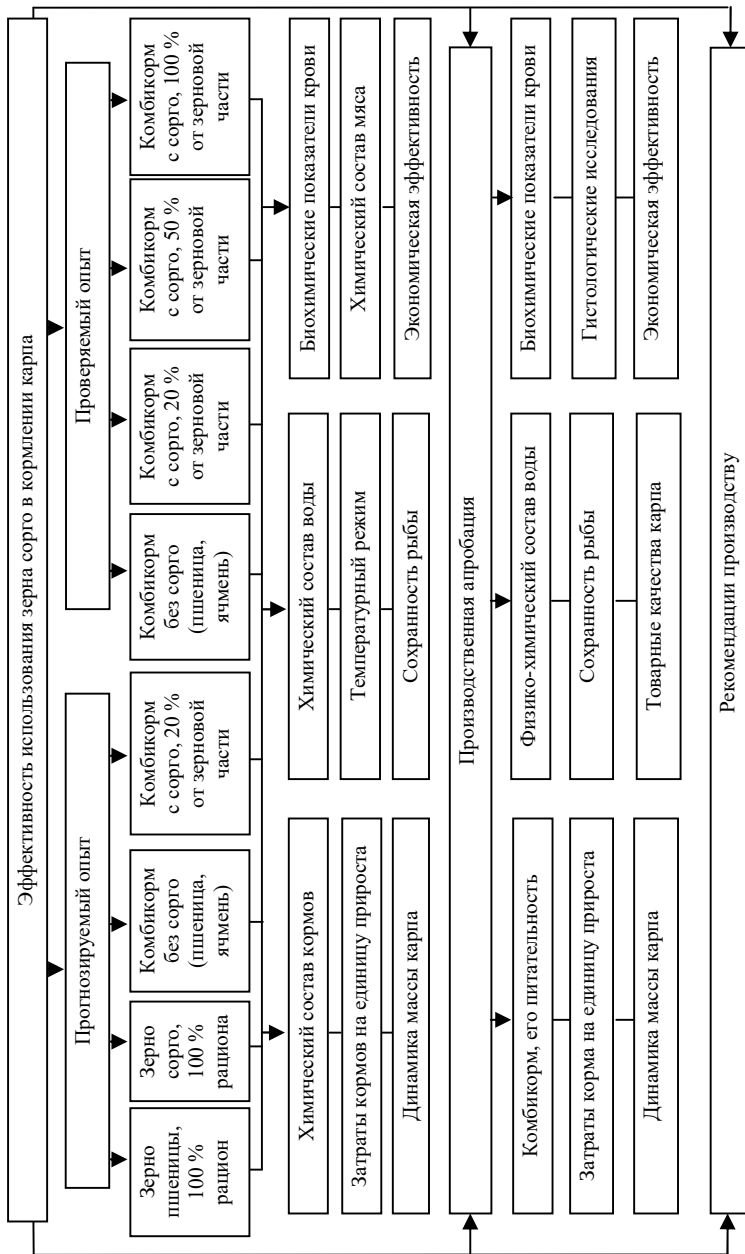


Рис. 10. Общая схема исследований

Схема прогнозируемого опыта

Группа	Тип кормления
1-я	Зерно пшеницы цельное, 100 % рациона
2-я	Зерно сорго цельное, 100 % рациона
3-я	Комбикорм без сорго (пшеница, ячмень)
4-я	Комбикорм с сорго, 20 % от зерновой части

В прогнозируемом опыте в кормлении карпа использовали зерно сорго и пшеницы, а также полнорационные комбикорма с содержанием зерна сорго и без него. Состав и питательная ценность кормов представлена в табл. 23.

Для опыта были отобраны 60 особей карпа парской породы, из которых сформировали 4 группы рыб, по 15 экземпляров в каждой. Карпа выращивали в аквариумной установке, объем каждого аквариума составлял 250 л, водообмен – 20 л/ч.

Физико-химические свойства воды определяют эффективность выращивания рыб и других гидробионтов. Рыбы являются первичноводными животными, и протекание всех жизненных функций зависит от состояния водной среды. Поэтому вода в емкостях для выращивания по своему составу должна отвечать нормам, которые обеспечивают оптимальный режим выращивания рыбы, потенциальную возможность роста и не должна создавать условий для развития различных заболеваний. От качественного состояния воды во многом зависит потребление, переваривание корма и усвоение питательных веществ [99–101]. Результаты химического состава воды в аквариумах представлены в табл. 24. По нашим данным, основные показатели качества воды в аквариумах соответствуют требованиям ОСТ 15-372-87 для выращивания карповых рыб.

## Состав и питательность кормов

Компонент, %	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Пшеница	100,00	–	25,00	25,50
Ячмень	–	–	20,50	–
Сорго	–	100,00	–	20,00
Мука рыбная	–	–	5,00	5,00
Белковая кормовая смесь	–	–	5,00	5,00
Шрот подсолнечный	–	–	35,00	35,00
Шрот соевый	–	–	5,00	5,00
Мука мясокостная	–	–	4,00	4,00
Премикс № 64	–	–	0,50	0,50
Содержание питательных веществ в 1 кг корма				
ЭКЕ	0,99	0,98	0,84	0,86
Обменная энергия, МДж	10,40	10,25	8,76	9,03
Сухое вещество, %	85,04	84,60	86,48	88,36
Сырой протеин, %	10,09	14,56	28,39	27,99
Сырой жир, %	4,30	7,40	4,96	5,71
Сырая клетчатка, %	1,79	1,93	14,74	14,15
Зола, %	3,45	1,70	7,73	7,56
БЭВ, %	65,41	59,01	30,18	32,59
Кальций, мг	0,26	0,24	1,42	1,35
Фосфор, мг	0,46	0,45	1,26	1,21

**Химический состав воды в аквариумах**

Показатель	Полученные данные	Требования ОСТ 15-372-87
рН	6,8	7,0–8,0
Кислород, мг/л	7,5–10,1	Не менее 6,0
Цветность, град.	25,0	30,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,3	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,9	1,0
Фосфаты, мг/л	0,2	0,3
Общая жесткость, мг-экв./л	3,2	3,8–4,2
Хлориды, мг/л	0,35	20–35
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Железо, мг/л	0,4	0,5

Наряду с определением химического состава воды ежедневно в 12:00 ч проводили измерения температуры, концентрации кислорода и уровня рН. Диапазон температурных колебаний на протяжении всего периода выращивания был в пределах физиологической нормы и составлял 22–25 °С. Содержание кислорода, уровень рН также были в пределах допустимых физиологических норм.

Результаты химического анализа зерна сорго и пшеницы показали, что в зерне сорго содержание сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки больше, чем в зерне пшеницы, на 4,47; 3,10 и 0,14 % соответственно. Считается, что сырая клетчатка снижает питательную ценность зерна, хотя по этому показателю, изучаемый нами сорт сорго Перспективный 1,

положительно отличается от других. Следует отметить, что, с точки зрения современных позиций, клетчатка необходима для нормального процесса пищеварения, она придает объем химусу, способствует лучшему контакту с пищеварительными ферментами, а также улучшает перистальтику кишечника. Все это способствует частичной активации переваривания остальных питательных веществ.

Анализ химического состава комбикормов показал, что комбикорм с сорго не уступает по питательности комбикорму с ячменем, а по таким показателям, как сырой жир, БЭВ превышает его. Наличие клетчатки в комбикорме с сорго на 0,59 % меньше, чем в комбикорме с ячменем. Таким образом, введение зерна сорго в состав комбикорма повысило его энергетическую ценность на 0,27 МДж.

Таким образом, в результате проведения прогнозируемого опыта по использованию зерна сорго в кормлении карпа, как в чистом виде, так и в составе комбикорма, были получены положительные результаты по таким показателям, как прирост массы, затраты кормов на 1 кг прироста и себестоимость полученной продукции. Это позволило нам продолжить дальнейшие исследования, направленные на детализацию нормы скармливания зерна сорго в составе комбикорма.

**Проверяемый опыт** по изучению возможности замены зерна пшеницы и ячменя на зерно сорго в комбикормах в количестве 20, 50 и 100 % от зерновой части комбикорма проводили в соответствии со схемой в течение 140 дней [147], табл. 25.

Необходимо отметить, что выращивание карпа в каждой группе проводилось с соблюдением питательной ценности комбикорма в каждом периоде выращивания.

Для выращивания карпа применялись комбикорма, химический состав которых соответствовал определенному периоду выращивания. Известно, что по мере нарастания массы рыб массовая доля компонентов животного происхождения и белковых продуктов микробиосинтеза в их кормах снижается, что приводит к уменьшению содержания белка.

Схема проверяемого опыта

Группа	Тип кормления
Контрольная	Комбикорм без сорго (пшеница, ячмень)
1-я опытная	Комбикорм с сорго, 20 % от зерновой части
2-я опытная	Комбикорм с сорго, 50 % от зерновой части
3-я опытная	Комбикорм с сорго, 100 % от зерновой части

Количество же углеводов и клетчатки целесообразно увеличить, об этом свидетельствует повышение растительных компонентов в рационах крупных рыб, у которых переваривание и усвоение питательных веществ корма с возрастом улучшается. В связи с этим нами были разработаны три рецепта комбикорма для карпа в зависимости от его массы. Каждый рецепт изменяли путем замещения в нем зерновой части на зерно сорго в количестве 20, 50 и 100 % (табл. 26, 27 и 28). В данных комбикормах содержание питательных веществ соответствовало рекомендуемым нормам в определенный период выращивания карпа. Так, в первый период – масса карпа до 40 г, во 2-й период – от 40 до 150 г, в 3-й – от 150 г до достижения товарной массы.

Анализ питательности приготовленных комбикормов свидетельствует о том, что включение в их состав зерна сорго не снижает этот показатель. Прослеживается прямая зависимость незначительного роста сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки с увеличением уровня ввода зерна сорго. Содержание безазотистых экстрактивных веществ уменьшается с увеличением количества сорго.

Таким образом, для изучения продуктивных свойств данных комбикормов нами были сформированы 4 группы карпа соответствующей массы для каждого периода выращивания. Температурный режим и условия содержания были одинаковыми для всех групп. Кормление проводили два раза в день, в 9:00 ч. и в 19:00 ч. Суточная норма кормления зависела от температуры воды, концентрации растворенного кислорода, массы рыбы и ее физиологического состояния.



**Состав и питательность комбикормов для карпа  
массой до 40 г**

Компонент, %	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сорго	–	3,90	9,75	19,50
Пшеница	9,75	7,80	4,88	–
Ячмень	9,75	7,80	4,88	–
Мука рыбная	20,00	20,00	20,00	20,00
Мука мясокостная	11,00	11,00	11,00	11,00
Дрожжи гидролизные	30,00	30,00	30,00	30,00
Шрот подсолнечный	18,00	18,00	18,00	18,00
Метионин	0,50	0,50	0,50	0,50
Премикс	1,00	1,00	1,00	1,00
Содержание питательных веществ в 1 кг корма				
ЭКЕ	0,91	0,91	0,91	0,92
Обменная энергия, МДж	9,52	9,53	9,56	9,60
Сухое вещество, %	87,72	87,70	87,66	87,60
Сырой протеин, %	40,07	40,27	40,56	41,05
Сырой жир, %	3,65	3,77	3,95	4,25
Сырая клетчатка, %	2,96	2,98	2,99	3,03
БЭВ, %	28,63	28,43	28,13	27,63
Кальций, %	3,12	3,12	3,13	3,13
Фосфор, %	2,29	2,29	2,29	2,29
Железо, мг	9,35	9,35	9,35	9,35
Медь, мг	1,42	1,42	1,42	1,42
Цинк, мг	14,85	14,85	14,85	14,85
Кобальт, мг	0,14	0,14	0,14	0,14
Марганец, мг	6,38	6,38	6,38	6,38

**Состав и питательность комбикормов для карпа  
массой от 40 до 150 г**

Компонент, %	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сорго	–	4,40	11,00	22,00
Пшеница	11,00	8,80	5,50	–
Ячмень	11,00	8,80	5,50	–
Мука рыбная	10,00	10,00	10,00	10,00
Дрожжи	34,00	34,00	34,00	34,00
Шрот подсолнечный	30,50	30,50	30,50	30,50
Мел	1,00	1,00	1,00	1,00
Фосфат неорганический	1,00	1,00	1,00	1,00
Метионин	0,50	0,50	0,50	0,50
Премикс	1,00	1,00	1,00	1,00
Содержание питательных веществ в 1 кг корма				
ЭКЕ	0,92	0,92	0,92	0,93
Обменная энергия, МДж	9,63	9,65	9,68	9,73
Сухое вещество, %	85,81	85,78	85,73	85,66
Сырой протеин, %	36,88	37,10	37,43	37,98
Сырой жир, %	2,82	2,95	3,16	3,50
Сырая клетчатка, %	4,81	4,83	4,85	4,89
БЭВ, %	33,40	33,17	32,84	32,28
Кальций, %	1,63	1,63	1,63	1,64
Фосфор, %	1,47	1,47	1,47	1,48
Железо, мг	9,35	9,35	9,35	9,35
Медь, мг	1,42	1,42	1,42	1,42
Цинк, мг	14,85	14,85	14,85	14,85
Кобальт, мг	0,14	0,14	0,14	0,14
Марганец, мг	6,38	6,38	6,38	6,38

**Состав и питательность комбикормов для карпа  
массой от 150 г до товарной массы**

Компонент, %	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сорго	–	7,00	17,50	35,00
Пшеница	17,50	14,00	8,75	–
Ячмень	17,50	14,00	8,75	–
Мука рыбная	5,00	5,00	5,00	5,00
Мука мясокостная	6,00	6,00	6,00	6,00
Дрожжи	15,00	15,00	15,00	15,00
Шрот подсолнечный	30,00	30,00	30,00	30,00
Лузга подсолнечная	5,00	5,00	5,00	5,00
Мел	1,00	1,00	1,00	1,00
Фосфат неорганический	1,00	1,00	1,00	1,00
Метионин	0,50	0,50	0,50	0,50
Соль поваренная	0,50	0,50	0,50	0,50
Премикс	1,00	1,00	1,00	1,00
Содержание питательных веществ в 1 кг корма				
ЭКЕ	0,87	0,87	0,87	0,88
Обменная энергия, МДж	9,08	9,11	9,16	9,23
Сухое вещество, %	84,79	84,75	84,68	84,57
Сырой протеин, %	28,75	29,10	29,63	30,50
Сырой жир, %	3,71	3,93	4,26	4,80
Сырая клетчатка, %	7,43	7,45	7,49	7,55
БЭВ, %	36,60	36,24	35,71	34,82
Кальций, %	2,10	2,10	2,11	2,12
Фосфор, %	1,50	1,50	1,50	1,51
Железо, мг	9,35	9,35	9,35	9,35
Медь, мг	1,42	1,42	1,42	1,42
Цинк, мг	14,85	14,85	14,85	14,85
Кобальт, мг	0,14	0,14	0,14	0,14
Марганец, мг	6,38	6,38	6,38	6,38

В состав премикса были включены аспарагинаты железа, меди, цинка, кобальта и марганца в количестве 10 % от общепринятых норм. Данные комбикорма были приготовлены в ОАО «Саратовский комбикормовый завод» по ТУ 8-63-5-99.

Кормление проводили 2 раза в сутки в 9:00 и 19:00 ч, с учетом температуры воды, содержания в ней кислорода, массы рыбы и ее физиологического состояния. Для корректировки суточных норм кормления проводили контроль роста рыбы каждые 7 дней. Температура воды на протяжении опыта колебалась от 21 до 25 °С, содержание кислорода в аквариуме в среднем составляло 8,7 мг/л, а рН 7,7, что было в пределах физиологической нормы. Данные показатели измеряли ежедневно в 12:00 ч.

В период исследований карпа 1-й группы кормили зерном пшеницы, а 2-й группы – зерном сорго. Период полного поедания осевших на дно зерен пшеницы и сорго составлял около 4 ч. Особи 3-й и 4-й группы поедали комбикорм на дне аквариума в течение 2 ч после кормления. Карп съедал корм не сразу, а частями, что связано с его физиологией. Разницы в поедании комбикорма с ячменем и комбикорма с сорго не наблюдалось. Для корректировки суточных норм проводили контроль роста рыбы каждые 7 дней.

Как видно из результатов взвешиваний, представленных в табл. 29, в начале опыта за две недели выращивания прирост массы карпа был примерно на одном уровне. Так, в 1-й группе прирост составил 20,13 г, во 2-й группе – 21,33 г. С третьей недели и до конца опыта прирост карпа в группах стабильно повышался. Следует отметить, что скорость роста карпа во 2-й группе была незначительно выше, чем в 1-й группе. За весь период опыта прирост массы в среднем составил в 1-й группе 134,12 г, во 2-й группе – 137,69 г. Прирост массы карпа в 4-й группе был выше, чем в 3-й, начиная с третьей по шестую недели выращивания. С шестой недели и до конца опыта прирост был незначительно выше в 3-й группе.

## Динамика массы карпа, г

Период выращивания, неделя	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Начало опыта	74,28±1,1	74,31±1,0	74,13±1,2	74,26±0,8
1-я	84,35±1,3	84,98±1,2	86,80±1,4	86,93±1,3
2-я	94,41±1,5	95,64±1,4	99,47±1,6	99,60±2,2
3-я	104,60±1,6	106,33±1,7	112,13±1,8	112,33±3,1
4-я	114,93±2,0	117,13±1,8	124,93±2,0	125,20±3,9
5-я	125,60±1,8	128,07±2,4	137,80±1,7	138,20±3,0
6-я	136,73±3,3	139,20±2,2	150,73±2,9	151,40±3,4
7-я	148,07±4,4	150,47±3,0	164,40±3,7	164,67±3,8
8-я	159,66±3,7	161,87±4,2	178,20±4,3	178,00±4,0
9-я	171,53±4,6	173,53±4,7	192,07±5,2	191,67±4,4
10-я	183,53±5,2	185,80±5,4	206,20±4,9	205,73±4,6
11-я	195,87±5,7	198,47±6,0	220,47±6,0	220,40±5,2
12-я	208,40±6,8	212,00±6,4	235,20±6,3	236,00±6,5

Результаты наших исследований показали, что рыбы с примерно одинаковой начальной живой массой в период выращивания достигали живой массы в 1-й группе 208,40 г, во 2-й группе – 212,00 г, в 3-й группе – 235,20 г и в 4-й группе – 236,00 г. Таким образом, кормление карпа зерном сорго незначительно повышает его продуктивность по сравнению с использованием в кормлении зерна пшеницы. При включении зерна сорго в состав комбикорма не снижается продуктивность карпа, так как прирост массы рыб в 3-й и 4-й группах был примерно одинаков.

Среднесуточный прирост карпа во 2-й группе был незначительно выше, чем в 1-й; за весь период опыта валовой прирост во

2-й группе был больше на 53,55 г. Затраты корма на единицу прироста массы были недостоверно выше в 1-й группе по сравнению со 2-й группой. Незначительное повышение скорости роста карпа и снижение затрат кормов при скармливании зерна сорго свидетельствуют о том, что питательная ценность зерна сорго не уступает зерну пшеницы. В 3-й и 4-й группах среднесуточный прирост и затраты корма на единицу прироста карпа были приблизительно на одном уровне. Однако наблюдалась тенденция незначительного снижения затрат кормов в 4-й группе, что связано с повышением энергетической питательности скармливаемого комбикорма с сорго. Сохранность карпа в период опыта в данных группах была на высоком уровне – 100,00 % (табл. 30).

Таблица 30

**Результаты опыта**

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Сохранность, %	100,00	100,00	100,00	100,00
Общий прирост, г	2011,80	2065,35	2416,05	2426,10
Прирост 1 особи, г	134,12	137,69	161,07	161,74
Среднесуточный прирост, г	1,60	1,64	1,92	1,93
Скормлено за опыт: комбикорма, кг	9,31	9,43	9,48	9,49
обменной энергии, МДж	96,82	96,61	83,05	85,71
сырого протеина, г	939,38	1373,01	269,14	265,63
Затраты корма на 1 кг прироста: комбикорма, кг	4,63	4,57	3,92	3,91
обменной энергии, МДж	48,15	46,82	34,34	35,32
сырого протеина, г	467,17	665,39	111,29	109,44

Расчет экономической эффективности (табл. 31) показал, что более низкая стоимость зерна сорго (5,00 руб.) по

сравнению с зерном пшеницы (5,50 руб.) положительно влияла на себестоимость рыбы, что позволило получить наибольшую прибыль. При этом необходимо отметить, что доля кормов в структуре себестоимости карпа составляет 50–60 %.

Таблица 31

**Экономическая эффективность применения зерна сорго**

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Живая масса рыбы, г	3126,00	3180,00	3528,00	3540,00
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	60,00	60,00	60,00	60,00
Стоимость всей рыбы, руб.	187,56	190,80	211,68	212,40
Затраты корма, кг	9,31	9,43	9,48	9,49
Стоимость 1 кг корма, руб.	5,50	5,00	11,40	10,83
Стоимость корма, руб.	51,21	47,15	44,73	42,36
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, руб.	25,45	22,83	108,07	102,76
Себестоимость рыбы, руб.	102,41	94,30	144,09	137,04
Прибыль от реализации всей рыбы, руб.	85,15	96,50	67,58	75,36
Уровень рентабельности, %	83,15	102,33	46,90	55,00

Более низкая стоимость зерна сорго и оптимальная продуктивность карпа позволили нам повысить уровень рентабельности производства рыбной продукции при скармливании зерна сорго до 102,33 %. Это выше по сравнению с использованием зерна пшеницы на 19,18 %. Также сравнительно низкая стоимость комбикорма с зерном сорго при относительно одинаковых затратах кормов на 1 кг прироста в 3-й и в 4-й группах дает возможность выращивать карпа с уровнем рентабельности 55,00 %. При этом рентабельность выращивания карпа в 4-й группе повышается на 8,10 % [31, 148].

**Химический состав мышечной ткани.** В конце эксперимента был проведен контрольный убой карпа с целью проведения химического состава мышечной ткани рыбы и изучения влияния корма на качественный состав мяса (табл. 32).

Таблица 32

**Содержание питательных веществ и калорийность мышечной ткани карпа**

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Сухое вещество, %	25,30±0,37	23,93±0,44	23,17±0,50	23,64±0,79
Сырой протеин, %	15,37±0,73	14,40±0,84	16,40±0,64	15,80±0,95
Сырой жир, %	5,90±0,21	6,70±0,32	3,50±0,29	4,80±0,30
Калорийность, МДж	7,16±0,47	7,26±0,36	5,72±0,31	6,40±0,41

Биометрическая обработка показателей результатов химического анализа показала, что достоверной разницы в химическом составе мышечной ткани карпа в зависимости от кормления его зерном пшеницы или зерном сорго нет.

Для определения энергетической ценности мышечной ткани карпа нами был рассчитан такой показатель, как калорийность. Незначительное повышение калорийности во 2-й группе связано с более интенсивным для данной группы накоплением жира в мышечной ткани. Анализируя данные 3-й и 4-й групп можно сказать, что комбикорм с сорго не снижает качество рыбы по химическому составу, а по калорийности имеется тенденция к повышению. Это обусловлено повышением содержания сырого жира в комбикорме с сорго на 0,75 % по сравнению с комбикормом без него.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующий вывод: скармливание зерна сорго не ухудшает химический состав мышечной ткани карпа, а незначительное повышение содержания сырого жира имеет положительную корреляцию с содержанием его в корме.



**Динамика массы карпа по периодам выращивания.** Динамика массы рыбы – один из основных рыбоводно-биологических показателей, который характеризует скорость роста и общее физиологическое состояние рыбы.

Для первого периода выращивания были отобраны особи карпа массой около 14,80 г, которых разместили в 4 аквариума по 20 шт. в каждый. В ходе экспериментального выращивания карпа были получены данные, свидетельствующие, что использование в комбикорме зерна сорго в количестве 50 % от зерновой части во 2-й опытной группе повышает прирост ихтиомассы на всем протяжении выращивания. К концу выращивания средняя масса рыб в этой группе была не достоверно выше, чем в контрольной, 1-й и 3-й опытных группах на 3,02; 1,58 и 4,48 г соответственно (табл. 33).

Таблица 33

**Динамика массы карпа первого периода выращивания, г**

Период опыта, неделя	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Начало опыта	15,20±0,3	14,40±0,3	15,00±0,2	14,60±0,3
1-я	21,50±1,0	21,47±1,4	22,91±1,2	20,97±1,0
2-я	27,17±1,4	28,26±1,6	29,28±1,7	27,13±1,3
3-я	35,57±2,4	36,87±2,5	38,24±2,9	35,04±2,6
4-я	45,37±4,4	46,81±4,6	48,39±4,8	43,51±4,2

Второй период выращивания карпа проводили на особях массой около 50,65 г, из которых сформировали 4 группы по 20 шт. в каждой. Результаты динамики роста карпа показали, что самая высокая продуктивность была во 2-й опытной группе, в которой прирост составил 104,79 г, что выше на 3,05; 1,24 и 3,91 % соответственно, чем в контрольной, 1-й и 3-й опытных группах (табл. 34).

Динамика массы карпа второго периода выращивания, г

Период опыта, неделя	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Начало опыта	50,30±1,9	51,60±1,4	50,20±1,8	50,50±1,7
1-я	63,88±2,3	65,25±2,1	63,99±2,0	64,08±1,9
2-я	77,74±3,4	79,25±3,0	78,69±3,1	78,01±3,3
3-я	89,57±4,6	92,83±3,6	92,34±3,8	91,73±4,1
4-я	109,17±4,3	111,73±4,8	111,59±4,9	109,93±5,2
5-я	130,17±7,0	132,03±7,2	131,89±6,4	130,23±7,1
6-я	151,87±8,8	155,13±8,2	154,99±8,1	151,23±8,3

Для проведения третьего периода выращивания были сформированы 4 группы карпа по 15 шт. в каждой, массой около 150,0 г. Динамика роста карпа на всем протяжении опыта была относительно стабильна, незначительное снижение прироста наблюдались на 4-й неделе во 2-й и в 3-й опытных группах. На 7-й неделе выращивания карпа снижение интенсивности роста было характерно для всех групп. На 8-й неделе темп роста карпа повысился и до конца опыта был относительно стабильным. За 70 дней учетного периода наибольшая средняя масса была во 2-й опытной группе – 507,70 г, но статистическая разница была не достоверна. Наименьший прирост за эксперимент был в 3-й опытной группе. Средняя масса карпа в этой группе в конце учетного периода составила 500,17 г. Средние показатели прироста массы в контрольной и 1-й опытной группах по сравнению со 2-й опытной группой составили 3,50 и 2,24 г соответственно (табл. 35).

Эффективность выращивания рыбы характеризуются такими показателями как сохранность, среднесуточный прирост и затраты кормов на единицу прироста рыбы. Анализируя данные первого периода выращивания можно сказать, что за весь период опыта сохранность была на высоком уровне –

100,00 % (табл. 36). Наилучшие показатели прироста карпа и затраты кормов на 1 кг прироста массы рыбы были во 2-й опытной группе. Здесь среднесуточный привес был на 9,24; 2,52 и 13,45 % выше, чем в контрольной, 1-й и 3-й опытных группах, соответственно.

Таблица 35

**Динамика массы карпа третьего периода выращивания, г**

Период опыта, мес.	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Начало опыта	150,80±3,0	149,30±3,4	150,00±3,2	151,50±3,1
1-й	267,00±7,3	262,70±13,7	265,01±9,9	263,22±12,4
2-й	415,47±19,4	413,06±21,8	416,00±20,2	411,69±21,2
3-й	505,00±21,8	504,76±26,6	507,70±22,8	500,17±23,1

Таблица 36

**Результаты первого периода выращивания карпа**

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сохранность, %	100,00	100,00	100,00	100,00
Общий прирост, г	603,40	648,20	667,80	578,20
Прирост 1 особи, г	30,17	32,41	33,39	28,91
Среднесуточный прирост, г	1,08	1,16	1,19	1,03
Скормлено за опыт: комбикорма, кг	1,10	1,11	1,13	1,07
обменной энергии, МДж	10,47	10,58	10,80	10,27
сырого протеина, г	440,77	447,00	458,33	439,24
Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы: комбикорма, кг	1,82	1,71	1,69	1,85
обменной энергии, МДж	17,33	16,30	16,16	17,76
сырого протеина, г	729,27	688,62	685,46	759,43

Введение в состав комбикорма зерна сорго в количестве 100,00 % оказывает незначительное торможение скорости роста. Это обусловлено снижением качественного состава зерновой составляющей комбикорма, так как в зерне сорго содержится повышенное количество амилопектина (основной полисахарид крахмала), который плохо ферментируется организмом рыб. В то время как для пшеничного крахмала свойственно преобладание амилозы, которая хорошо и быстро расщепляется в кишечнике [275].

Как видно из результатов первого периода выращивания карпа, снижение питательности комбикорма с максимальным содержанием зерна сорго сказывается на некотором повышении затрат кормов на 1 кг прироста.

Данные во второго периода выращивания показывают, что среднесуточный прирост в 1-й и во 2-й опытных группах выше, чем в контрольной группе, при этом во 2-й опытной группе данный показатель самый высокий. При 100,00%-й замене зерна пшеницы и ячменя на зерно сорго прирост снижается, что связано с уменьшением переваримости изучаемого компонента, а именно его крахмальной составляющей. Минимальные затраты кормов на 1 кг прироста массы рыбы были отмечены во 2-й опытной группе (табл. 37).

Таблица 37

**Результаты второго периода выращивания карпа**

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
1	2	3	4	5
Сохранность, %	100,00	100,00	100,00	100,00
Общий прирост, г	2031,40	2070,60	2095,80	2014,60
Прирост 1 особи, г	101,57	103,53	104,79	100,73
Среднесуточный прирост, г	2,42	2,47	2,50	2,40

1	2	3	4	5
Скормлено за опыт: комбикорма, кг	4,34	4,43	4,41	4,36
обменной энергии, МДж	41,79	42,75	42,69	42,42
сырого протеина, г	1600,59	1643,53	1650,66	1655,94
Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы: комбикорма, кг	2,14	2,14	2,10	2,16
обменной энергии, МДж	20,61	20,65	20,33	21,02
сырого протеина, г	789,23	793,94	786,03	820,37

Данное снижение, по-видимому, обусловлено наиболее подходящим соотношением зерновых компонентов в составе комбикорма, скармливаемого данной группе.

Результаты наших исследований в третий период выращивания карпа показали, что сохранность рыбы, как и в предыдущих периодах выращивания, была на максимальном уровне. Среднесуточный прирост карпа был наибольшим во 2-й опытной группе – 5,11 г в сутки. Вследствие этого масса карпа в этой группе в конце опыта была наибольшей по сравнению с аналогами. Затраты кормов во всех группах были приблизительно на одном уровне, но самый низкий показатель отмечали во 2-й опытной группе (табл. 38).

Необходимо отметить, что во все периоды выращивания рост карпа в изучаемых группах был на достаточно высоком уровне. Однако тенденция к повышению прироста и снижению затрат кормов во все периоды выращивания сохранялась во 2-й опытной группе, которой скармливали комбикорм с 50,00%-м содержанием зерна сорго от зерновой части.

**Расчет экономической эффективности выращивания карпа** является важным этапом для определения правильной организации полноценного кормления, так как на затраты кормов в лабораторных и производственных условиях приходится более 50 % от всех затрат.

## Результаты третьего периода выращивания карпа

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сохранность, %	100,00	100,00	100,00	100,00
Общий прирост, г	5313,00	5331,90	5365,50	5230,10
Прирост 1 особи, г	354,20	355,46	357,70	348,67
Среднесуточный прирост, г	5,06	5,08	5,11	4,98
Скормлено за опыт: комбикорма, кг	10,86	10,76	10,81	10,85
обменной энергии, МДж	98,61	98,02	99,02	100,15
сырого протеина, г	3122,25	3131,16	3203,00	3309,25
Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы: комбикорма, кг	2,04	2,02	2,01	2,07
обменной энергии, МДж	18,52	18,40	18,41	19,11
сырого протеина, г	586,5	587,82	595,563	631,35

Анализ экономической эффективности первого периода выращивания карпа показал, что введение зерна сорго в состав комбикорма в количестве 50 % от зерновой части позволяет незначительно снизить его стоимость – на 2,48 руб. на 1 кг прироста массы рыбы.

Снижение стоимости корма при незначительном повышении скорости роста карпа повышает прибыль от реализации рыбы на 7,12 руб., что на 13,40 % выше, чем в контрольной группе, и возможности производства рыбной продукции с рентабельностью производства 196,57 %. Это выше, чем в контрольной группе, на 22,41 % (табл. 39).

**Экономическая эффективность первого периода выращивания карпа**

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Живая масса всей рыбы, г	907,40	936,20	967,80	870,20
Общий прирост рыбы, г	603,40	648,20	667,80	578,20
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	120,00	120,00	120,00	120,00
Стоимость прироста рыбы, руб.	72,41	77,78	80,14	69,38
Стоимость 1 кг корма, руб.	18,04	18,00	17,95	17,86
Стоимость корма на группу, руб.	19,81	20,00	20,27	19,07
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, руб.	32,83	30,85	30,35	32,99
Себестоимость рыбы, руб.	26,41	26,66	27,02	25,43
Прибыль от реализации рыбы, руб.	46,00	51,12	53,12	43,95
Уровень рентабельности, %	174,16	191,72	196,57	172,81

Расчет экономической эффективности второго периода выращивания показал, что использование зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части позволяет незначительное снизить стоимость комбикорма на 1 кг прироста во 2-й опытной группе – на 67 коп. Снижение стоимости комбикорма на единицу прироста при незначительном повышении скорости роста карпа позволило получить наибольшую прибыль от реализации продукции и, как следствие, повысить рентабельность производства. Рентабельность выращивания рыбы при использовании комбикорма с 50,00%-м содержанием зерна сорго на 5,87 % выше, чем в контрольной группе (табл. 40).

**Экономическая эффективность второго периода выращивания карпа**

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Живая масса всей рыбы, г	3037,40	3102,60	3099,80	3024,60
Общий прирост рыбы, г	2031,40	2070,60	2095,80	2014,60
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	90,00	90,00	90,00	90,00
Стоимость прироста рыбы, руб.	182,83	186,35	188,62	181,31
Затраты кормов на группу, кг	4,34	4,43	4,41	4,36
Стоимость 1 кг корма, руб.	13,15	13,11	13,05	12,95
Стоимость корма на группу, руб.	57,11	58,01	57,51	56,41
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, руб.	28,11	28,02	27,44	28,00
Себестоимость рыбы, руб.	76,14	77,35	76,68	75,22
Прибыль от реализации рыбы, руб.	106,68	109,01	111,94	106,09
Уровень рентабельности, %	140,11	140,94	145,98	141,05

Расчет экономической эффективности выращивания карпа массой от 150 г до товарной показал, что использование в кормлении комбикорма с 50,00%-м содержанием зерна сорго от зерновой части снижает стоимость комбикорма на 1 кг прироста на 61 коп. (табл. 41). Таким образом, снижение стоимости комбикорма на единицу прироста при незначительном повышении скорости роста карпа и уменьшении затрат кормов положительно отразилось на прибыли и рентабельности производства.

Рентабельность во 2-й опытной группе была выше, чем в контрольной группе, на 6,74 %. В 3-й опытной группе, несмотря на наименьший прирост и наибольшие затраты кормов, рентабельность была больше, чем в контрольной группе, на 3,90 %. Это связано с наименьшей стоимостью ком-



бикорма, скармливаемого 3-й опытной группе, с добавлением максимального количества зерна сорго от зерновой части.

Таблица 41

**Экономическая эффективность третьего периода выращивания карпа**

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Живая масса всей рыбы, г	7575,00	7571,40	7615,50	7502,55
Общий прирост рыбы, г	5313,00	5331,90	5365,50	5230,05
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	60,00	60,00	60,00	60,00
Стоимость прироста рыбы, руб.	318,78	319,91	321,93	313,81
Затраты кормов на группу, кг	10,86	10,76	10,81	10,85
Стоимость 1 кг корма, руб.	10,05	9,99	9,89	9,73
Стоимость корма на группу, руб.	109,13	107,45	106,92	105,55
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, руб.	20,54	20,15	19,93	20,18
Себестоимость рыбы, руб.	145,51	143,27	142,56	140,73
Прибыль от реализации рыбы, руб.	173,27	176,64	179,37	173,07
Уровень рентабельности, %	119,08	123,29	125,82	122,98

**Биохимические показатели крови карпа при использовании в кормлении зерна сорго.** Кровь – это жидкая ткань, осуществляющая транспорт различных химических веществ, вследствие чего происходит интеграция всех биохимических процессов, происходящих в организме, в единую систему [17]. Химический состав крови рыб, в отличие от теплокровных животных и человека, подвержен значительным колебаниям. Это связано со слабым механизмом поддержания гомеостаза, из-за эволюционного положения рыбы в систематике.

Известно, что биохимические показатели крови в определенной степени отражают интенсивность процессов метаболизма в организме животных и могут иметь коррелятивные связи с сезоном года, темпом роста, возрастом, развитием, а также с продуктивностью [63]. Для оценки работы внутренних органов и получения информации об обмене веществ в организме карпа нами было проведено биохимическое исследование сыворотки крови. Изучение биохимических показателей позволяет получить дополнительные данные о физиологическом состоянии рыб.

Биохимическое исследование крови карпа проводили после завершения третьего периода выращивания. Результаты изучения биохимических показателей представлены в табл. 42.

Таблица 42

**Биохимические показатели крови карпа**

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
АсТ, Ед./л	268,3±10,5	233,4±14,3	237,0±7,9	265,7±5,2
АлТ, Ед./л	22,9±4,7	25,9±8,11	35,5±2,2	21,9±2,4
Белок общий, г/л	20,3±0,8	23,6±1,7	25,4±1,5	24,8±1,3
Креатинин, мкмоль/л	15,6±0,5	14,2±2,4	16,3±1,3	13,3±1,6
Мочевина, ммоль/л	3,83±0,2	3,97±0,7	4,07±0,5	4,23±0,4
Мочевая кислота, мкмоль/л	134,0±6,2	146,8±7,8	148,3±14,7	125,3±10,2
Глюкоза, ммоль/л	4,4±0,4	3,9±0,1	3,5±0,2	4,6±0,4
Амилаза, Ед./л	23,9±3,7	22,8±3,0	21,7±3,1	22,9±2,7
Щелочная фосфатаза, Ед./л	22,9±0,8	20,8±3,1	22,7±1,7	22,8±2,1
Кальций, ммоль/л	2,5±0,4	2,2±0,1	2,8±0,2	2,7±0,3
Фосфор, ммоль/л	1,9±0,2	2,0±0,3	2,2±0,2	2,1±0,2
Холестерин, ммоль/л	3,9±0,1	4,3±0,2	4,4±0,2	4,5±0,3
Триглицериды, ммоль/л	1,9±0,3	2,4±0,6	2,9±0,2	3,8±0,2

Белки крови – это важнейшие компоненты белкового обмена организма. Они регулируют коллоидно-осмотическое давление в организме, поддерживают постоянство рН, выполняют транспортную функцию. Белки плазмы могут служить резервом аминокислот [155]. Концентрация общего белка в сыворотке крови в 1, 2 и 3-й опытных группах была выше, чем в контрольной группе, на 3,3; 5,1 и 4,5 г/л соответственно. Тенденция к повышению содержания общего белка во многом определяется питательной ценностью используемых кормов, а также массой карпа.

Ферменты аланинаминотрансфераза (АлТ) и аспартатаминотрансфераза (АсТ) имеют большую диагностическую ценность при заболеваниях печени и сердца. Данные ферменты присутствуют как в клетках печени (гепатоцитах), так и в клетках сердца (кардиомиоцитах). Однако концентрация АлТ больше в клетках печени, а концентрация АсТ в клетках сердца. Следовательно, превышение данных ферментов в сыворотке крови показывает патологию в соответствующем органе. Уровень концентрации АсТ в опытных группах не превышал контроль. Увеличение показателя АлТ в сыворотке крови в 1-й и во 2-й опытных группах объясняется, по всей видимости, увеличением синтетических процессов у карпа в этих группах, а не ухудшением состояния печени, так как интенсивность его роста в 1-й и во 2-й опытных группах была выше, чем в контрольной группе.

К продуктам утилизации белка относятся такие соединения, как креатинин, мочевины и мочевая кислота. Креатинин – это конечный продукт распада креатина, который играет важную роль в энергетическом обмене. Креатин образуется в клетках печени, почках и током крови переносится в мышечную ткань, также может поступать извне. В мышечной ткани превращается в креатининфосфат (макроэргическое соединение). При отщеплении фосфатной группы от креатининфосфата образуется креатинин – важнейший показатель функционального состояния почек. Концентрация креатинина во всех

группах была приблизительно на одном уровне от 13,3 до 16,3 мкмоль/л.

Мочевина является конечным продуктом обмена аминокислот. Она образуется в организме при окислительном и неокислительном дезаминировании аминокислот, при гидролизе амидов аспарагиновой и глутаминовой кислот, а также при распаде нуклеотидов. Повышение концентрации мочевины в 1, 2 и 3-й опытных группах может быть вызвано увеличением содержания белка в скармливаемых кормах по сравнению с контрольной группой.

Мочевая кислота образуется в клетках печени в результате обмена пуриновых оснований, которые входят в состав сложных белков нуклеотидов. У рыб конечным продуктом обмена пуринов является аллантоевая кислота, которая образуется путем гидратирования аллантаина (продукт окисления мочевой кислоты). Таким образом, мочевая кислота является промежуточным продуктом обмена веществ. В организм данные белки поступают с кормом, а также синтезируются клетками печени. Во 2-й опытной группе концентрация мочевой кислоты была на 14,3 мкмоль/л больше, чем в контрольной группе, что, возможно, связано с повышенным поступлением белков с кормом.

Глюкоза является основным источником энергии в период интенсивного роста. Разница содержания глюкозы в крови в контрольной и в опытных группах статистически достоверной разницы не имеет, но прослеживается тенденция незначительного уменьшения ее концентрации по мере увеличения скорости роста. Повышение уровня глюкозы в 3-й опытной группе, по-видимому, связано со снижением темпа роста карпа и с повышением содержания свободных сахаров в комбикорме при замене его зерновой составляющей полностью зерном сорго.

Амилаза – фермент поджелудочной железы, гидролизующий крахмал, гликоген и другие углеводы. Определение ее содержания в крови необходимо для выявления отклонений в

работе поджелудочной железы. Содержание амилазы в опытных группах незначительно изменялось, и достоверной статистической разницы с контрольной группой не было выявлено. Таким образом, опытные комбикорма не оказывали существенного влияния на углеводный обмен карпа.

На состояние фосфорно-кальциевого обмена и на функциональное состояние печени указывает такой показатель, как щелочная фосфатаза. Содержание ее во всех опытных группах было приблизительно на одном уровне. Разница между контрольной и опытными группами была не достоверной.

Уровень содержания триглицеридов и холестерина в крови являются основными показателями обмена липидов. В организме большая часть холестерина синтезируется в печени, а остальная часть поступает вместе с пищей. В печени также синтезируются триглицериды (эндогенные), которые могут поступать вместе с пищей (экзогенные). Анализируя содержание холестерина и триглицеридов в опытных группах, можно сказать, что с увеличением ввода зерна сорго в комбикорма увеличивалось содержание холестерина и триглицеридов в сыворотке крови, что возможно связано с накоплением жира.

Таким образом, биохимические показатели крови карпа при использовании в кормлении комбикормов с зерном сорго в количестве 20, 50 и 100 % от зерновой части не имеют статистически достоверной разницы с контролем.

Результаты, полученные в ходе лабораторных опытов, позволяют сделать вывод о том, что зерно сорго можно вводить в состав комбикорма для карпа в первый, второй и третий период его выращивания в количестве 50 % от зерновой части комбикорма. Это положение потребовало дальнейшего подтверждения в производственных условиях при выращивании карпа в садках, установленных в открытых водоемах, в условиях естественного температурного режима IV зоны рыбоводства Российской Федерации.

## 5.2. Результаты производственной апробации зерна сорго

Наряду с экспериментальным изучением влияния зерна сорго в составе комбикорма на продуктивность карпа нами была проведена научно-производственная апробация в садках использования в кормлении карпа комбикорма с 50%-м содержанием зерна сорго в ООО «Энгельский рыбопитомник» Энгельского района Саратовской области (рис. 11).



Рис. 11. Начало производственной апробации в ООО «Энгельский рыбопитомник»

Производственную апробацию проводили в течение 112 дней в соответствии со схемой опыта (табл. 43) с целью получения достоверных научно-практических результатов исследований, подтверждающих или опровергающих результаты научных исследований, проведенных в лабораторных условиях на небольшом количестве особей карпа.

Схема опыта

Группа	Тип кормления
Контрольная	Комбикорм без сорго (пшеница, ячмень)
Опытная	Комбикорм с сорго, 50 % от зерновой части

**Температурный и химический режимы воды.** Основополагающим фактором при выращивании гидробионтов является качество водной среды. Оптимальные зоогигиенические условия среды определяются главным образом термическим, газовым и солевым составом воды, от которых зависят все биологические процессы, протекающие в водоеме. Изменение или неустойчивость данных показателей оказывает существенное влияние на функциональное состояние рыб, замедляет темп роста и приводит к снижению жизнестойкости.

Для определения качественной характеристики водной среды была взята проба воды и исследована по основным показателям. В табл. 44 представлены данные, характеризующие физико-химические параметры водной среды экспериментального водоема. Согласно им, физико-химические параметры водной среды находились в границах, близких к оптимальным значениям.

Так, цветность, азот аммонийных соединений, азот нитритов, азот нитратов, железо, фосфаты были ниже предельно допустимых норм. Уровни рН, хлоридов, кальция и общая жесткость были в пределах допустимых норм. Одним из важных показателей, определяющих физиологическое состояние карпа, является содержание растворенного кислорода, уровень которого был выше минимальной нормы для выращивания рыбы. Это положительно отразилось на активности, потреблении корма, а также на скорости роста карпа. Таким образом, качество воды в пруду соответствует рыбоводно-биологическим нормам для прудовых хозяйств (ОСТ 15–372–87), и она пригодна для выращивания рыбы.

**Физико-химические параметры водной среды**

Показатель	Значения	ОСТ 15–372–87
Кислород, мг/л	10,0	Не менее 6,0
pH	7,8	7,0–8,0
Цветность, град.	20,0	30,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,24	0,5
Азот нитритов, мг/л	0,003	0,02
Азот нитратов, мг/л	0,11	1,0
Хлориды, мг/л	28,2	20,0–35,0
Железо, мг/л	0,35	0,5
Фосфаты (PO <sub>4</sub> ), мг/л	0,21	0,3
Кальций, мг-экв./л	2,01	1,8–2,1
Жесткость общая, мг-экв./л	3,7	3–4

Температура воды для рыб, как пойкилотермных животных, является основным абиотическим фактором среды. Она определяет уровень обмена веществ рыб, двигательную активность, питание, размножение, рост и другие физиологические функции. Температура воды в пределах 20–26 °С является оптимальным условием обитания для карпа, необходимым для его роста и развития. Дальнейшее повышение температуры приводит к ухудшению кислородного режима водоема и, как следствие, к угнетению физиологического состояния рыбы [268].

Контролирование температурного режима водоема за весь вегетационный период выращивания карпа проводили три раза в день: в 7:00, 13:00 и 19:00 ч. Измерение температуры воды является важным моментом для определения нормы дачи комбикорма, который обеспечивает минимальный расход кормов, необходимый для оптимального темпа роста рыбы.

Температура воды в водоеме на момент зарыбления садков была достаточно прогрета и составила +19,3 °С. В течение всей



недели она была приблизительно на одном уровне, среднее ее значение за семь дней составило  $+17,9 \pm 0,4$  °С. Средняя температура воздуха в период выращивания карпа находилась в диапазоне от  $+12,3$  до  $+31,7$  °С. Температура воды на дне садка колебалась от  $+10,1$  до  $+23,9$  °С. За весь период выращивания карпа в садках общая сумма тепла составила 2371,2 градусо-дней (табл. 45).

Таблица 45

**Средняя температура воды на дне садка за период опыта**

Период выращивания, неделя	Средняя температура воды, °С	Количество градусо-дней
1-я	$17,9 \pm 0,4$	125,6
2-я	$18,7 \pm 0,4$	130,9
3-я	$21,2 \pm 0,3$	148,4
4-я	$21,5 \pm 0,4$	150,5
5-я	$22,0 \pm 0,3$	154,0
6-я	$21,1 \pm 0,6$	147,7
7-я	$23,0 \pm 0,2$	161,0
8-я	$22,9 \pm 0,2$	160,3
9-я	$22,6 \pm 0,3$	158,2
10-я	$20,7 \pm 0,4$	144,9
11-я	$17,7 \pm 0,2$	123,9
12-я	$19,1 \pm 0,5$	133,7
13-я	$22,6 \pm 0,3$	158,2
14-я	$20,9 \pm 0,6$	146,3
15-я	$18,3 \pm 0,4$	128,1
16-я	$16,3 \pm 0,5$	114,1
17-я	$12,2 \pm 0,6$	85,4
Всего за период	–	2371,2

Необходимо отметить, что температура воды в летний период выращивания была благоприятна для роста карпа. Снижение температуры до  $+17,7 \pm 0,2$  °С наблюдалось к концу 11-й недели. Оно не отразилось на сохранности карпа, так как снижение температуры воздуха и, как следствие, температуры воды не было резким и продолжительным.

В течение следующих трех недель температурный режим водоема постепенно повышался. На дне садка данный показатель повысился на 5,7 °С. В осенний период мы наблюдали плавное снижение температуры воды, в среднем за неделю до  $12,2 \pm 0,6$  °С. Изменение температурного режима водоема привело к снижению пищевой активности карпа и, как следствие, к завершению его кормления (рис. 12).

На питание и интенсивность роста рыбы большое влияние оказывает концентрация кислорода в воде. Снижение его до 4 мг/л снижает рост рыб на 25 %, а при 1,6 мг/л рост рыбы прекращается.

Концентрация кислорода в начале вегетационного периода, с 1-й по 5-ю недели выращивания, была на достаточно высоком уровне – от 9,6 до 10,2 мг/л на дне садка. Известно, что растворимость кислорода имеет обратную зависимость от температуры. Содержание кислорода в воде снижалось в пределах нормы с 6-й по 10-ю недели опыта на дне садка до 6,3 мг/л. Достаточно высокая температура воды в это время благоприятно влияла на темп роста карпа, на увеличение количества вносимого корма и количество выделяемых экскрементов. Это также привело к снижению содержания растворенного в воде кислорода, который используется на окисление данных продуктов. К тому же, данный температурный режим благоприятно повлиял на развитие зоопланктона, фитопланктона, высшей растительности в водоеме, что также отражается на содержании растворенного в воде кислорода. На протяжении всего опыта насыщение воды кислородом варьировало от 6,1 до 10,4 мг/л. К концу вегетационного периода из-за снижения температуры воды содержание растворенного кислорода на дне садка увеличивалось до 10,0 мг/л (рис. 13).

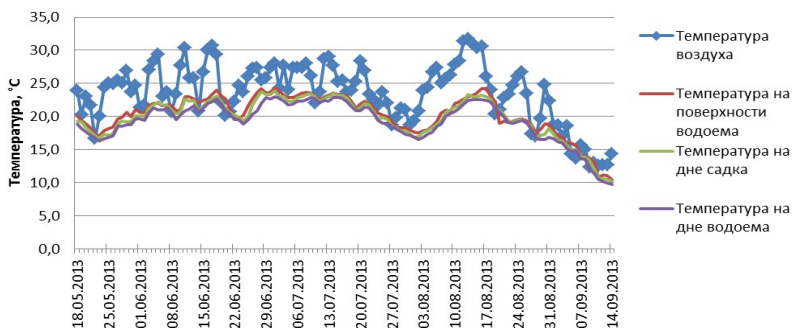


Рис. 12. Средняя температура воздуха и воды в период выращивания, °С

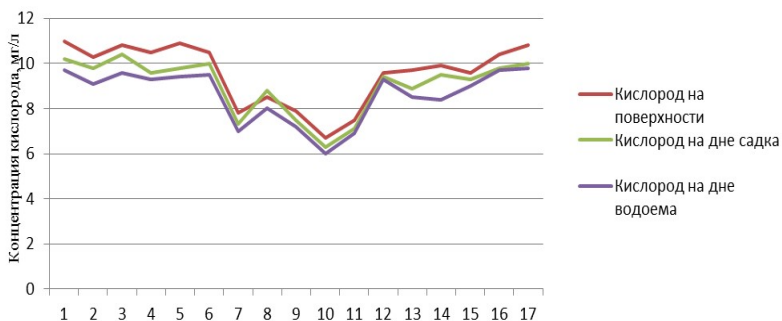


Рис. 13. Концентрация растворенного кислорода в воде, мг/л

Таким образом, исследования температурного и химического режимов воды в пруду в течение всего периода выращивания показали, что все изученные показатели соответствовали необходимым требованиям, которые предъявляют к водоемам рыбохозяйственного назначения. Колебания температуры и концентрации кислорода на всем протяжении выращивания карпа были плавными, что способствовало его сохранности, оптимальному росту и развитию.

**Динамика роста карпа.** Живая масса и прирост рыбы являются обобщенными показателями, которые отражают условия выращивания и полноценность кормления [149]. Интенсивность роста определяли путем проведения ежене-

дельных контрольных взвешиваний. Изучение динамики роста карпа в садках с использованием в опытной группе комбикорма с 50-м содержанием зерна сорго от зерновой части, показало, что в начале опыта масса годовика карпа в обеих группах была приблизительно одинаковой – 21,4 г (табл. 46).

Таблица 46

**Динамика роста карпа, г**

Период опыта, неделя	Группа	
	контрольная	опытная
Начало опыта	21,5±0,5	21,3±0,5
1-я	36,06±1,7	36,21±1,9
2-я	51,95±3,2	53,71±2,9
3-я	77,99±4,2	84,44±3,6
4-я	124,26±8,9	140,51±9,0
5-я	158,91±10,5	172,08±13,1
6-я	206,23±10,8	212,89±10,2
7-я	243,68±11,5	249,64±12,4
8-я	289,39±12,4	300,88±13,2
9-я	326,28±10,5	351,56±10,2
10-я	357,57±10,0	384,88±10,1
11-я	408,95±12,5	438,64±12,6
12-я	463,62±15,8	494,15±14,3
13-я	516,75±14,6	551,62±14,9
14-я	562,95±17,4	604,33±17,9
15-я	614,05±19,1	656,69±18,8
16-я	659,55±20,6	707,30±21,1*
Прирост за опыт	638,05	686,00

\*  $P > 0,95$

На всем протяжении выращивания карпа темп его роста в опытной группе был несколько выше, чем в контрольной группе. Так, за 112 дней выращивания наибольшей средней массы карп достиг в опытной группе – 707,30 г, что выше на 47,75 г по сравнению с контрольной группой, статистически разница достоверна ( $P>0,95$ ). Повышение динамики роста карпа в опытной группе обусловлено тем, что при введении в состав рациона зерна сорго повышается содержание сырого протеина и жира.

Анализируя данные представленные на рис. 14, можно сказать, что увеличение температуры (в пределах физиологической нормы) прямо пропорционально отражается на приросте живой массы карпа и, наоборот, снижение температуры воздуха и, как следствие, температуры воды приводит к снижению прироста карпа.

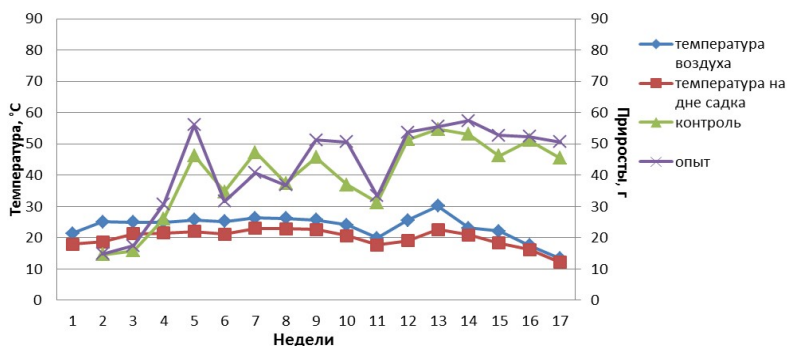


Рис. 14. Динамика абсолютных приростов карпа, г, в зависимости от температуры воды и воздуха в садках

Динамика абсолютных приростов карпа с 1-й по 5-ю недели опыта стабильно повышалась. Так, в опытной группе наблюдалось незначительное повышение скорости роста карпа по сравнению с контролем. С 6-й по 7-ю недели выращивания было отмечено незначительное снижение прироста карпа в опытной группе, который с 8-й недели выравнивался и в дальнейшем был стабильно незначительно выше контрольных зна-

чений данного показателя. После 14-й недели выращивания наблюдалось постепенное снижение прироста живой массы карпа, что было обусловлено сезонным снижением температурного режима водоема.

Динамика роста карпа показала, что использование зерна сорго в комбикормах положительно отражается на скорости роста рыбы.

Для обеспечения нормального роста и развития рыбы в условиях индустриального выращивания необходимо использовать полноценные и сбалансированные комбикорма. Они обеспечивают организм рыбы всеми необходимыми питательными веществами в оптимальном их соотношении для нормального функционирования организма определенного вида, возраста и продуктивности.

Один из главных показателей хорошо сформированного состава комбикорма – затраты кормов на единицу прироста. Величина данного показателя во многом определяется правильностью расчета суточного рациона, количество которого зависит от температуры воды и массы рыбы. Контрольные измерения физико-химических показателей воды и взвешивания проводились нами еженедельно. На основании полученных данных корректировалось количество скармливаемых комбикормов. В табл. 47 представлены результаты исследований затрат комбикорма. Для анализа полноценности рациона были изучены затраты обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста живой массы карпа.

Согласно табл. 47, в первую неделю опыта кормовой коэффициент был достаточно высоким в контрольной и опытной группах. Высокий уровень нормирования комбикорма обусловлен достаточно хорошо прогретой водой в начале выращивания. Несмотря на то, что вода была прогрета, 1-я неделя характеризовалась неустойчивостью температурного режима водоема, что отрицательно сказалось на пищевой активности и усвоении питательных веществ комбикорма карпом и привело к увеличению затрат кормов.

В последующие недели выращивания количество скормленных кормов увеличивалось в соответствии с увеличением роста карпа. Однако к 7, 9 и к 10-й неделям выращивания из-за неустойчивого температурного режима затраты кормов возрастали от 3,32 до 4,46 кг на 1 кг прироста. С 11-й недели опыта и до конца выращивания затраты кормов были в пределах 2,09–2,81 кг на 1 кг прироста.

Таблица 47

**Затраты корма, энергии и сырого протеина на 1 кг прироста карпа**

Период опыта, неделя	Группа					
	контрольная			опытная		
	кг	МДж	п.п., г	кг	МДж	п.п., г
1-я	2,12	20,18	849,48	2,08	19,88	843,65
2-я	2,11	20,09	845,48	1,91	18,26	774,70
3-я	1,72	16,56	634,34	1,50	14,52	561,45
4-я	1,45	13,96	534,76	1,30	12,58	486,59
5-я	3,15	30,33	1161,72	3,83	37,07	1433,57
6-я	2,59	23,52	744,63	3,25	29,77	962,98
7-я	4,24	38,50	1219,00	4,46	40,85	1321,50
8-я	2,99	27,15	859,63	2,73	25,01	808,90
9-я	4,39	39,86	1262,13	3,32	30,41	983,72
10-я	4,38	39,77	1259,25	4,43	40,58	1312,61
11-я	2,68	24,33	770,50	2,76	25,28	817,79
12-я	2,09	18,98	600,88	2,21	20,24	654,82
13-я	2,44	22,16	701,50	2,41	22,08	714,08
14-я	2,81	25,51	807,88	2,56	23,45	758,53
15-я	2,31	20,97	664,13	2,49	22,81	737,79
16-я	2,36	21,43	678,50	2,27	20,79	672,60
Среднее за опыт	2,73	24,98	823,05	2,69	24,89	835,55

Таким образом, результаты выращивания карпа показали, что затраты кормов в контрольной и опытной группах были приблизительно равными. Однако наименьшими они оказались в опытной группе и составили 2,69 кг на единицу прироста, что на 1,47 % меньше, чем в контрольной группе. Количество затрачиваемого сырого протеина на единицу прироста было выше на 1,50 %, содержание обменной энергии в комбикормах было приблизительно на одном уровне.

На основе анализа полученных результатов можно сказать, что скармливание комбикорма с содержанием зерна сорго в количестве 50 % от зерновой части способствует незначительному повышению рыбопродуктивности и снижению затрат кормов.

**Биохимические показатели крови карпа.** Для определения биологической ценности приготовленного нами комбикорма было изучено физиологическое состояние рыб. Известно, что оценка выращиваемых рыб по таким рыбоводным показателям, как выживаемость, скорость роста не дает полной характеристики состояния выращиваемой рыбы. Иногда при удовлетворительном росте рыбы наблюдаются серьезные отклонения в ее физиологическом состоянии. Тогда дополнительно исследуют биохимических показатели крови, которые показывают уровень обмена веществ и помогают диагностировать деструктивные процессы в организме [150].

Кровь является той средой, посредством которой клетки получают из внешней среды все необходимые питательные вещества. В составе зерна сорго могут содержаться танины и цианогликозид дуррин. Последний при нарушении технологии хранения зерна под действием собственных ферментов распадается с образованием свободной синильной кислоты. Использование в кормлении такого зерна нарушает органический и минеральный обмен веществ. К тому же наличие синильной кислоты вызывает тяжелую интоксикацию, которая приводит к нарушению работы некоторых внутренних органов или их групп, ухудшая общее физиологическое состояние организма. Попавшая в организм синильная кислота быстро всасывается в кровь и проникает через клеточные мембраны в цитоплазму всех органов, где на уровне



митохондрий избирательно блокирует дыхательный фермент цитохромоксидазу, нарушая окислительно-восстановительные процессы. Следовательно, изучение биохимических показателей крови на фоне возможного нарушения обмена веществ и интоксикации организма имеет важное диагностическое значение.

С целью изучения действия зерна сорго на физиологическое состояние карпа в конце производственной апробации было проведено биохимическое исследование крови. В сыворотке крови определяли активность аспартат- и аланинаминотрансфераз, содержание общего белка, креатинина, мочевины, мочевой кислоты, глюкозы, амилазы, щелочной фосфатазы, холестерина, триглицеридов, кальция и фосфора. Результаты исследования биохимических показателей крови карпа представлены в табл. 48.

Таблица 48

**Биохимическая характеристика крови карпа**

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
АсТ, ед./л	101,1±5,9	96,3±6,1
АлТ, ед./л	25,3±3,7	34,3±3,1
Общий белок, г/л	34,3±1,5	38,6±1,0
Креатинин, мкмоль/л	12,6±1,6	13,8±1,3
Мочевина, ммоль/л	3,2±0,3	3,8±0,2
Мочевая кислота, мкмоль/л	132,5±6,5	137,7±2,0
Глюкоза, ммоль/л	3,7±0,2	3,4±0,6
Амилаза, ед./л	29,1±1,9	24,2±2,1
Щелочная фосфатаза, ед./л	20,8±0,7	21,4±1,7
Кальций, ммоль/л	2,9±0,1	2,7±0,1
Фосфор, ммоль/л	1,5±0,1	1,8±0,2
Холестерин, ммоль/л	3,9±0,1	4,5±0,2
Триглицериды, ммоль/л	2,1±0,4	2,8±0,3

Результаты исследований показали, что концентрация общего белка в контрольной и опытной группах достоверной разницы не имела. В опытной группе данный показатель был выше, чем в контрольной группе, на 4,3 г/л. Незначительное повышение уровня общего белка на фоне повышения продуктивности в данной группе, по-видимому, обусловлено увеличением его содержания в корме. Аналогичным образом можно объяснить незначительное повышение уровня содержания холестерина и триглицеридов в опытной группе. Так, в контрольной группе концентрация холестерина и триглицеридов была на 13,3 и 25,0 % соответственно выше результатов данных показателей в контрольной группе.

В опытной группе также наблюдалось некоторое повышение в содержании небелкового азота, который в наших исследованиях включает в себя показатели азота мочевины, мочевой кислоты и креатинина. Увеличение данных показателей, вероятно, связано с незначительно повышенным поступлением белка с кормом.

Повышение концентрации АЛТ на 9 ед./л и щелочной фосфатазы на 0,6 ед./л в опытной группе указывает на повышение синтетических процессов в организме, что согласуется с полученными рыбоводными показателями. При этом в наших исследованиях достоверной разницы в их содержании не отмечено. К тому же с повышением темпа роста, как следствие усиления пластических процессов, наблюдается повышенный расход энергии, основным источником которой является глюкоза. Содержание глюкозы в опытной группе незначительно снижается на 0,3 ммоль/л.

Содержание кальция и фосфора также является важным диагностическим показателем при определенных заболеваниях и поражениях некоторых внутренних органов. По количеству этих элементов достоверной разницы в опытной и контрольной группах не выявлено.

Таким образом, замена в комбикорме зерна пшеницы и ячменя в количестве 50 % от зерновой части на зерно сорго по-

зволяет вырастить карпа массой более 700 г с сохранением нормальных биохимических показателей.

***Гистологическое исследование внутренних органов карпа.***

Для дополнительной оценки состояния организма помимо биохимических исследований крови проводили гистологическое исследование печени, почек, переднего и заднего отделов кишечника. Изучали внутренние органы рыб из контрольной и опытной групп. При наружном осмотре рыба была покрыта тонким слоем прозрачной слизи, имела цельную, блестящую чешую с характерным перламутровым оттенком. Глаза были блестящие, не запавшие в орбиты, жабры ярко-красного цвета, покрытые слизью, тело плотное и эластичное. При вскрытии карпа картина в опытной и в контрольной группах существенных отличий не имела: в полостях постороннее содержимое отсутствовало, положение органов было анатомически правильное.

Макроскопическая картина внутренних органов была следующая:

- печень объемистая, многолопастная, однородного темно-красного цвета, упругой консистенции с острыми краями. Поверхность разреза влажная с четким рисунком. На главной дольке печени с внутренней стороны расположен желчный пузырь, наполненный коричнево-зеленой желчью;

- почки расположены вдоль позвоночника над плавательным пузырем в виде ленты темно-красного цвета, блестящие, плотной консистенции;

- кишечник в виде длинной трубки, передняя часть которой значительно расширена. Слизистая оболочка кишечника на всем протяжении гладкая, блестящая, от светлого до темно-розового цвета, с небольшим количеством химуса.

Гистологическое исследование данных органов не выявило паталогического процесса в зависимости от использования комбикорма с содержанием зерна сорго. Микроскопическая картина печени контрольной и опытной групп была следующая: гепатоциты имели многоугольную форму, ядра гепатоцитов занимали центральное положение, печеночные вены были четко контурированы (рис. 15).

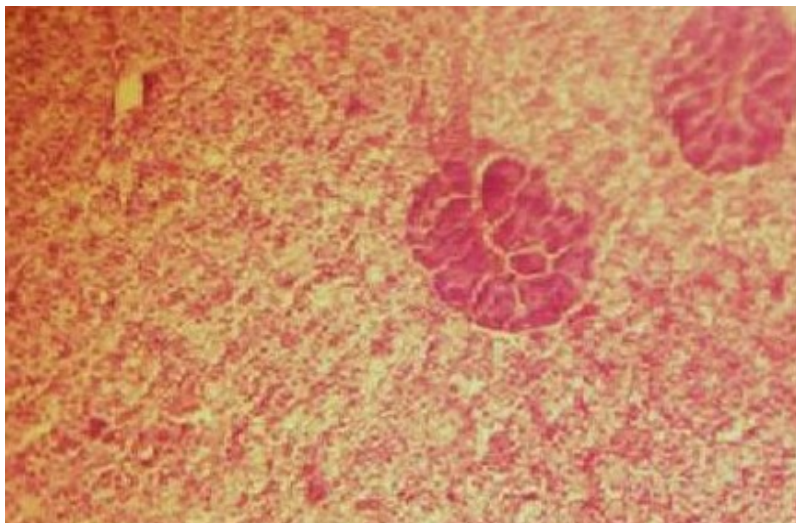


Рис. 15. Гистологический срез печени. Ув.  $\times 400$ . Окр. Г.Э.

Анализируя состояние почек можно сказать, что структура нефрона у всех исследованных рыб почти не отличалась. Почечные тельца широко варьировали в размерах. Встречались тельца крупные, увеличенные в объеме, наряду с которыми наблюдались очень мелкие, с небольшими капиллярными клубочками (рис. 16).

В переднем и заднем отделах кишечника патологические процессы не обнаружены. Оболочки стенки кишечника четко контурированы. Тинкториальные свойства тканей не были нарушены. В переднем отделе кишечника ворсинки слизистой оболочки хорошо выражены (рис. 17, 18).

Результаты наших исследований показали, что отличий в гистологическом строении образцов исследуемых органов контрольной и опытной групп не было выявлено. Таким образом, использование в кормлении карпа зерна сорго в составе комбикорма не изменяет макро- и микроскопическую картину внутренних органов рыб опытной группы.

**Оценка рыбной продукции.** В производстве при оценке рыбной продукции используют разные методы, один из которых – соотношение съедобных и несъедобных частей и анализ химического состава мышечной ткани.

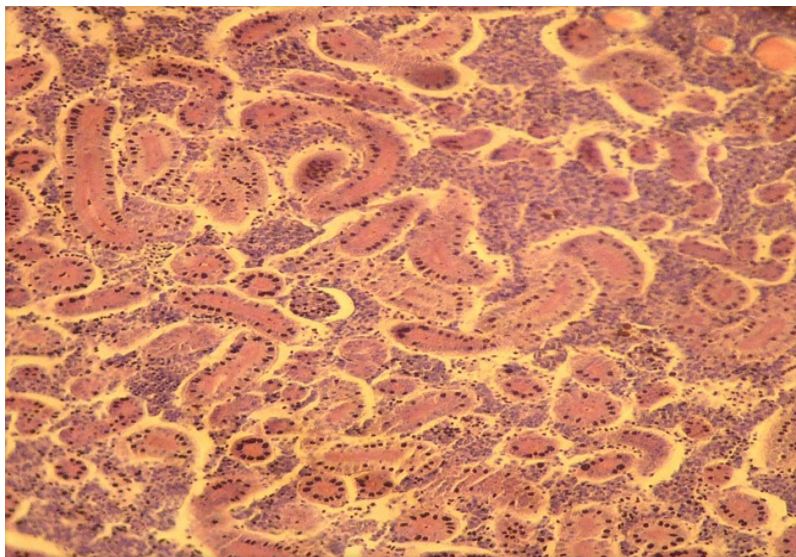


Рис. 16. Гистологический срез почки. Ув.  $\times 400$ . Окр. Г.Э.

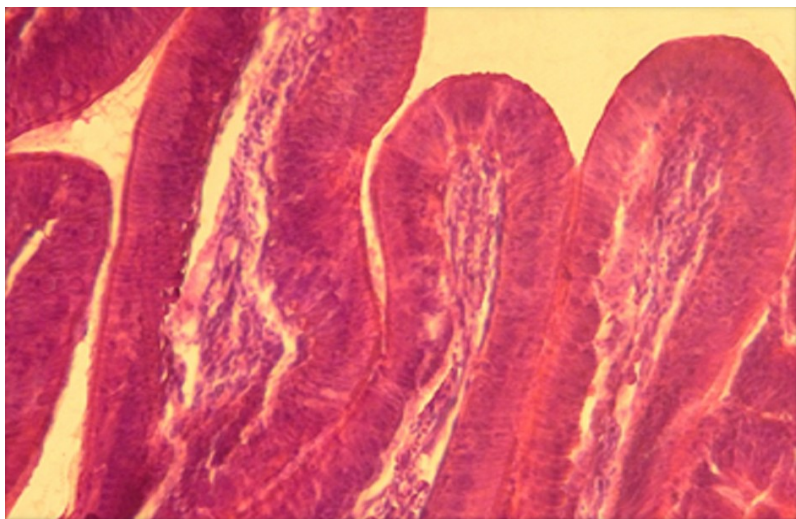


Рис. 17. Гистологический срез переднего отдела кишечника.  
Ув.  $\times 400$ . Окр. Г.Э.

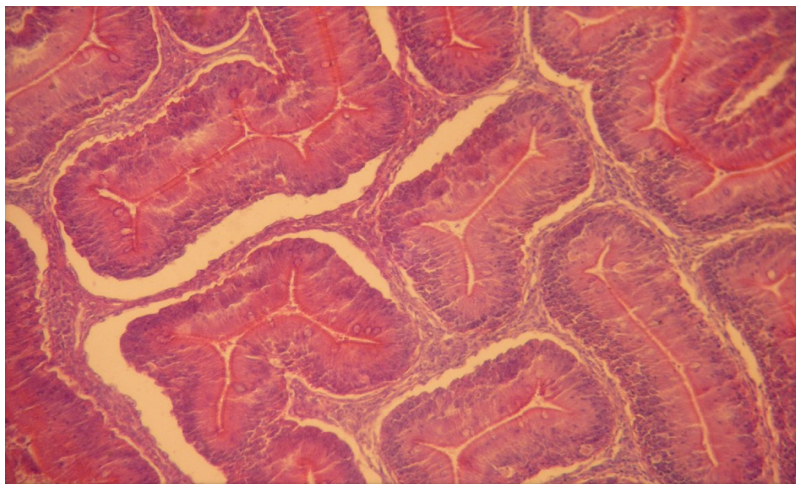


Рис. 18. Гистологический срез заднего отдела кишечника.  
Ув.  $\times 400$ . Окр. Г.Э.

При определении процентного выхода съедобных и несъедобных частей у карпа мы придерживались рекомендаций, изложенных А.А. Кудряшевой и др. [156]. Оценку качества выращенной рыбной продукции проводили в конце производственной апробации. Для убоя были отобраны особи карпа с примерно одинаковой массой: в контрольной группе – 609,43 г и в опытной группе – 611,30 г. Все части рыб 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.), табл. 49.

Анализ полученных данных показал, что доля съедобных частей у опытной рыбы была выше на 0,80 %, но статистическая разница оказалась не достоверна. Выход несъедобных частей в опытной группе был на 0,80 % меньше по сравнению с контролем. Таким образом, использование зерна сорго в составе комбикорма в количестве 50,00 % от зерновой части повышает выход мышечной ткани на 5,72 г ( $P > 0,95$ ) и, как следствие, повышается выход съедобных частей.

## Результаты уоя карпа

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Масса рыбы	609,43±1,2	100,00	611,30±1,1	100,00
Масса:				
головы и плавников	117,74±1,4	19,32	116,88±1,3	19,12
кожи	29,86±0,6	4,90	29,53±0,6	4,83
костной ткани	60,82±1,0	9,98	60,70±1,1	9,93
мышечной ткани	331,53±1,5	54,40	337,25±1,0*	55,17
внутреннего жира	19,08±0,6	3,13	19,87±0,5	3,25
жабр, слизи, крови, полостной жидкости и др.	29,07±0,6	4,77	26,35±0,8	4,31
чешуи	8,65±0,7	1,42	8,44±0,7	1,38
съедобных частей	384,55±2,09	63,10	390,62±1,74	63,90
несъедобных частей	224,88±2,25	36,90	220,68±2,07	36,10
сердца	1,95±0,05	0,32	1,90±0,09	0,31
печени	2,13±0,07	0,35	2,08±0,04	0,34
спирального клапана	0,79±0,06	0,13	0,73±0,03	0,12
кишечника	7,80±0,09	1,28	7,58±0,11	1,24

\*  $P > 0,95$ 

Определяя качественный состав мышечной ткани выращиваемого карпа, изучали ее химический состав (табл. 50). Химический состав мышечной ткани зависит от условий выращивания, кормления, кормов и их химической струк-

туры. Кормление карпа в опытной группе осуществлялось путем скармливания комбикорма с зерном сорго. Поэтому исследуемый комбикорм по зоотехнической характеристике отличался от контрольного незначительным повышением сырого протеина и сырого жира. Это отразилось на питательной ценности мышечной ткани, в которой незначительно повышалось содержание сырого протеина и наблюдалось достоверное повышение уровня сырого жира на 0,89 % ( $P>0,95$ ). Вследствие повышения в опытной группе сырого протеина и сырого жира повышалось содержание сухого вещества. В опытной группе его уровень был выше, чем в контрольных образцах, на 0,92 %.

Таблица 50

**Качественный состав мышечной ткани карпа, %**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Влага	74,46±1,21	73,54±0,91
Сырой протеин	21,84±0,36	21,93±0,55
Сырой жир	2,51±0,22	3,40±0,20*
Зола	1,19±0,09	1,16±0,05

\*  $P>0,95$

По данным химического анализа, в опыте прослеживается прямая корреляция между питательностью скармливаемых комбикормов и отложением в организме рыб питательных веществ. Достоверное повышение содержания сырого жира в мышечной ткани повышает калорийность мяса и его питательные качества.

Существует много методов определения качества продуктов питания. Физико-химические методы определения



качества мышечной ткани рыб дают возможность установить состав питательных веществ и их консистенцию. Немаловажным, а иногда и решающим фактором, определяющим ценность пищевой продукции, является также их вкусовая характеристика, которую можно определить при проведении органолептического анализа. Он позволяет установить качественные отличия пищевых продуктов с помощью органов чувств человека.

С целью изучения влияния зерна сорго на вкусовые качества рыбы мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона исследуемой рыбы на кафедре «Кормление, зоогигиена и аквакультура» Саратовского ГАУ. Исследуемые продукты оценивали по ряду свойств, значение которых базировались на сенсорных показателях органов чувств. Вареное мясо карпа оценивали по вкусу, запаху, сочности, жесткости, волокнистости и цвету. Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира. Результаты проведенной органолептической оценки представлены в табл. 51.

Таблица 51

**Оценка органолептических показателей рыбного филе  
и бульона карпа, балл**

Группа	Внешний вид	Цвет	Запах	Состояние мышц на разрезе	Консистенция	Прозрачность и аромат бульона
Контрольная	5	5	5	5	5	5
Опытная	5	5	5	5	5	5

Полученные в процессе дегустации данные показывают, что мясо карпа изучаемых групп имело приятный розовато-кремовый цвет, запах, обладало хорошим вкусом, сочностью и нежной консистенцией. Рыбный бульон имел

приятный цвет, вкус, был прозрачным, наваристым с присутствующим специфическим рыбным ароматом, капельки жира присутствовали в большом количестве.

На основании проведенной органолептической оценки можно сделать вывод, что применение зерна сорго в количестве 50 % от зерновой части в кормлении карпа не оказывает влияния на органолептические свойства рыбного мяса и бульона.

*Результаты экономической эффективности* отражают такие показатели, как себестоимость полученной продукции, прибыль от ее реализации и уровень рентабельности производства. Известно, что обеспечение организма животного полноценными и сбалансированными комбикормами способствует повышению продуктивности животного на 10–12 %. Организация кормления также занимает одно из ведущих мест при выращивании рыбы, особенно при индустриальном способе [99].

Использование полноценных кормовых средств повышает массонакопление и скорость роста рыбы на фоне снижения затрат кормов на прирост массы, что позволяет экономно использовать кормовые ресурсы. В структуре себестоимости выращивания рыбы основные затраты приходится на корма, что составляет около 65 % от всех затрат. Высокие затраты комбикорма при производстве рыбной продукции приводят к высокой себестоимости рыбы и затруднению ее реализации. В связи с этим экономия кормовых средств и поиск относительно дешевых составляющих для комбикормов является одной из главных задач в рыбководстве.

Для определения экономической эффективности выращивания карпа при использовании в кормлении комбикормов с сорго и без него нами была рассчитана экономическая эффективность соответственно для каждого периода выращивания, результаты которой представлены в табл. 52.

**Экономическая эффективность выращивания карпа**

Показатели	Период выращивания					
	1-й		2-й		3-й	
	Группа					
	контрольная	опытная	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Количество рыб в начале периода, шт.	500,00	500,00	496,00	494,00	494,00	493,00
Количество рыб в конце периода, шт.	496,00	494,00	494,00	493,00	493,00	492,00
Сохранность, %	99,20	98,80	99,60	99,80	99,80	99,80
Средняя масса 1 рыбы в начале периода, г	21,50	21,30	51,95	53,71	158,91	172,08
Средняя масса 1 рыбы в конце периода, г	51,95	53,71	158,91	172,08	659,55	707,30
Скормлено кормов на группу, кг	31,76	31,59	108,56	118,40	716,56	758,47
Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы, кг	2,11	1,99	2,06	2,03	2,91	2,88
Стоимость 1 кг корма, руб.	18,04	17,95	13,15	13,05	10,05	9,89
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, кг	38,15	35,70	27,07	26,50	29,20	28,50
Себестоимость 1 кг прироста рыбы, руб.	58,70	54,92	41,65	40,70	44,92	43,85
Рыночная стоимость 1 кг рыбы, руб.	120,00	120,00	90,00	90,00	60,00	60,00
Рыночная стоимость прироста рыбы, тыс. руб.	1,80	1,91	4,75	5,25	14,80	15,80
Прибыль, тыс. руб.	0,92	1,03	2,55	2,87	3,72	4,25
Уровень рентабельности, %	104,44	118,50	116,10	120,74	33,58	36,82

Расчет экономической эффективности при использовании зерна сорго показал, что в опытной группе для 1, 2 и 3-го периодов выращивания карпа стоимость комбикорма на 1 кг прироста по сравнению с контрольной группой уменьшилась на 6,42; 2,11 и 2,40 % соответственно. Это обусловлено снижением стоимости комбикорма и незначительным повышением продуктивности карпа в опытной группе в каждом периоде выращивания.

По данным расчетов, введение в состав комбикорма зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части соответственно для 1, 2 и 3-го периодов выращивания приводит к незначительному повышению продуктивности карпа и уровня рентабельности по сравнению с контролем. Так, при выращивании малька рентабельность в опытной группе по сравнению с контрольной группой была выше на 14,06 %, при реализации подросшей молоди – на 4,64 %, а товарной рыбы – на 3,24 %.

---

---

## **ГЛАВА VI. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АБИОПЕПТИД С ЙОДОМ» В ПИТАНИИ КАРПА**

С 2013 по 2014 г. за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МД-6254.2014.4 нами проводились междисциплинарные исследования по изучению влияния 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» ФГБ ОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», в ООО «Энгельсский рыбобитомник» Саратовской области и на базе малого инновационного предприятия ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области по схеме, представленной на рис. 19.

### **6.1. Результаты лабораторного опыта**

Прогнозируемый опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом», содержащей повышенные дозы йода, на рост и развитие карпа проводили в аквариумной установке в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы». Для исследований отобрали 50 особей карпа парской породы средней массой 50 г и распределили их по 10 шт. в пять аквариумов объемом 250 л каждый. Карпа кормили 3 раза в день, суточную дачу корма рассчитывали с учетом температуры воды, содержания растворенного кислорода и массы рыбы (табл. 53).

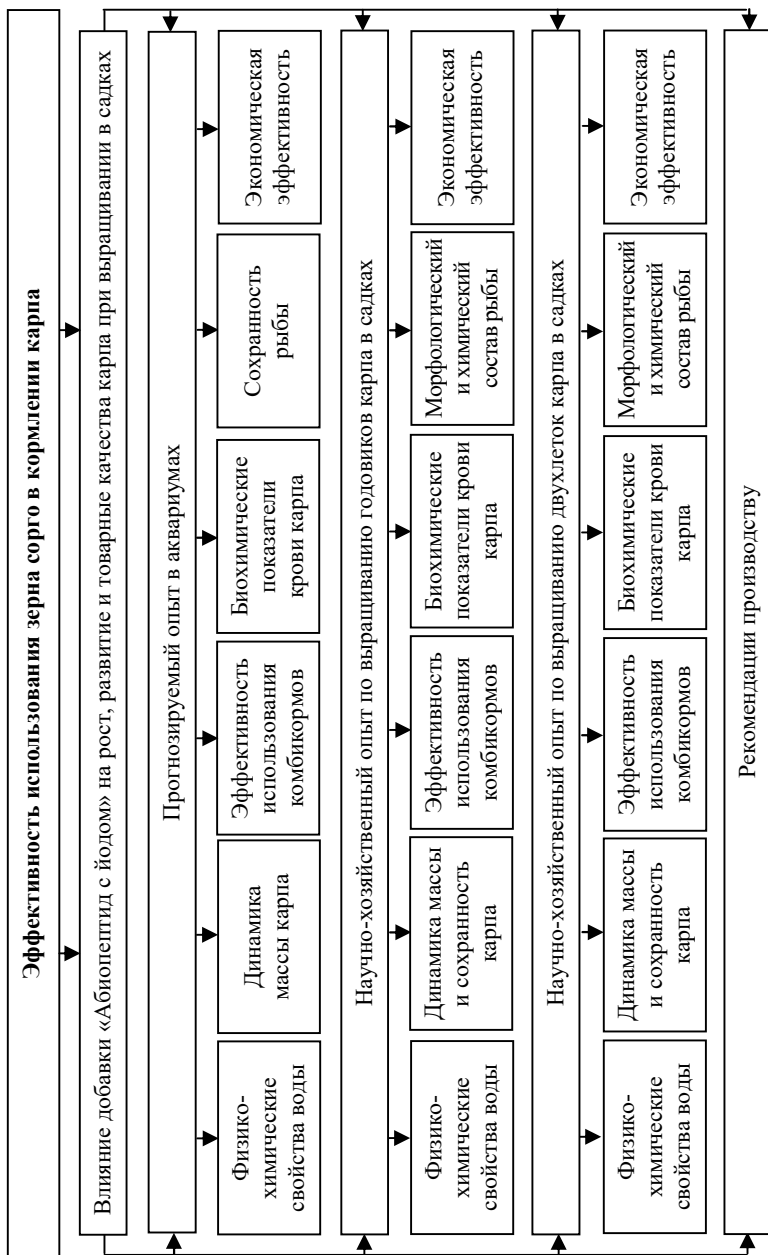


Рис. 19. Общая схема исследований

Схема опыта

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

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 (табл. 54).

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.

Рыбы подопытных групп находились в одинаковых условиях содержания, поэтому динамика их массы наиболее достоверно отражает влияние повышенных доз йода на рост и развитие. Результаты выращивания карпа в лабораторной аквариумной установке в течение 6 недель представлены в табл. 55.

## Гидрохимический состав воды в аквариумах

Показатели	Полученные данные	Требования ОСТ 15.372.87
pH	6,5	7,0–8,0
Кислород, мг O <sub>2</sub> /л	8,2–11,0	Не менее 6,0
Цветность, град.	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

Полученные данные показывают, что наиболее интенсивно рыба росла в 4-й и 5-й опытных группах. Здесь норма ввода йодсодержащего препарата была на уровне 200 и 500 мкг на 1 кг массы рыбы. Общий прирост рыбы за период опыта в 4-й и 5-й опытных группах был на 19,0 и 16,1 % соответственно выше, чем в контрольной группе. 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.



Динамика роста карпа в аквариумах, г

Период опыта, неделя	Группа				
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Начало опыта	51,0±2,3	50,0±2,1	49,8±2,0	49,5±2,2	50,5±2,0
1-я	57,5±3,4	55,4±3,1	55,7±3,3	56,4±3,5	57,4±3,2
2-я	63,7±4,1	61,7±4,4	61,8±4,3	65,2±4,2	66,1±4,3
3-я	73,5±4,7	68,5±4,9	69,4±4,6	75,1±4,8	75,7±4,5
4-я	83,4±5,3	77,7±5,0	78,8±5,1	85,8±5,2	85,5±5,4
5-я	92,5±6,9	87,7±6,7	88,2±6,8	96,9±6,5	95,9±7,0
6-я	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 группах, в связи с оптимальными условиями выращивания, составила 100,0 %. Все рыбы на протяжении эксперимента были здоровы, отличались активным поведением и находились под постоянным контролем. В лабораторной аквариумной установке результаты поедаемости и эффективности использования комбикормов более точные, в связи с отсутствием естественной кормовой базы. Рыба поедала корм полностью в течение 4–5 мин после начала кормления. Расчет затрат кормов, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста карпа представлен в табл. 56.

Таблица 56

## Затраты корма, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы карпа

Период выращивания, неделя	Группа														
	1-я контрольная			2-я опытная			3-я опытная			4-я опытная			5-я опытная		
	кг	МДж	СП*, Г	кг	МДж	СП*, Г	кг	МДж	СП*, Г	кг	МДж	СП*, Г	кг	МДж	СП*, Г
1-я	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-я	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-я	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-я	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-я	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-я	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

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-й и 5-й опытных группах, здесь они были ниже на 13,5 и 11,5 % соответственно.

Для установления оптимальной нормы скармливания препарата «Абиопептид» с различными дозами содержания йода была рассчитана экономическая эффективность его использования в лабораторном опыте. Анализируя данные табл. 57, можно отметить, что, несмотря на повышение стоимости комбикормов в 4-й и 5-й опытных группах, за счет значительных снижений затрат комбикормов на 1 кг прироста наибольшая прибыль от реализации рыбы была получена в этих группах.

Таким образом, 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.

## **6.2. Опыт товарного выращивания годовика карпа в садках**

С целью проверки лабораторных данных в ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области был проведен научно-хозяйственный опыт по определению влияния добавки «Абиопептид с йодом» на рост, развитие и товарные качества годовиков карпа при выращивании в садках. Для опыта было отобрано 1800 особей карпа украинской породы возрастом (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 (табл. 58).

## Экономическая эффективность прогнозируемого опыта

Показатели	Группа				
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
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
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

**Схема научно-хозяйственного опыта при выращивании  
годовика карпа**

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

**Гидрохимический режим водоема.** Водоем – среда 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 [25]. 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 [92, 130, 181]. Температура воды выше 35,7 °С является для карпа летальной границей [43], а температура 32,5–34,8 °С – дискомфортной зоной [3].

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 ме-

таболическом 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 его поедаемости, но при плохом усвоении имеют место низкие приросты рыбы.

За период опыта было отмечено постоянство физико-химических показателей воды. В месте установки садков скорость течения воды составляла 0,2–0,3 м/с. 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 табл. 59.

Таблица 59

**Средние гидрохимические показатели**

Показатель	Значение
Среднесуточная температура воды, °С	20,3±0,6
Содержание растворенного 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. Содержание растворенного в воде кислорода составило 6,8 мг/л, что соответствует требованиям, предъявляемым к качеству воды для выращивания карповых рыб.

**Динамика массы тела карпа.** В ходе исследований мы проводили ежедекадные взвешивания подопытного карпа. Динамика изменений живой массы карпа представлена в табл. 60. Наилучшие показатели динамики живой массы были получены в 3-й группе с содержанием в рационе йода 200 мкг на 1 кг массы рыбы. Так, к третьей неделе эксперимента живая масса в этой группе превышала контроль на 3,13 %, а к концу опыта на 1,2 %.

Динамика массы тела годовика карпа, г

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

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

Анализ данных прироста ихтиомассы показал, что введение в рацион 200 мкг йода на 1 кг массы рыбы способствует увеличению живой массы и сохранности карпа. Так, в 1-й опытной группе сохранность составила 91,0 %, во 2-й опытной – 94,0 % и в 3-й опытной – 95,0 %.

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

Изучая сравнительную скорость роста, вычисляют относительный прирост, или относительную скорость роста. Выражение скорости роста не в абсолютных, а в относительных величинах позволяет судить о напряженности процесса роста. Согласно опытным данным, наибольшие темпы роста были отмечены в 3-й опытной группе, получавшей йодсодержащую добавку из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы.

Рыбоводно-биологические показатели выращивания карпа в садках свидетельствуют о том, что наибольшей живой массы достигли рыбы в 3-й опытной группе при сохранности 95 % по сравнению с контролем (табл. 61).

**Кормление карпа.** В период научно-хозяйственного опыта кормление карпа осуществляли 3 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени, полнорационным комбикормом. Для этого использовали специализированный комбикорм. Правильная организация биологически полноценного кормления рыб способствует максимальному проявлению их генетического потенциала. Количество скармливаемых рыбе кормов зависит от температуры воды, насыщения ее кислородом и массы рыбы. В связи с этим в наших исследованиях суточная норма кормов корректировалась еженедельно.



**Рыбоводно-биологические показатели выращивания карпа**

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я 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

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

В зависимости от состояния рыбы, ее активности и условий окружающей среды величина суточной нормы может колебаться в пределах 15 % от рекомендуемой нормы. Количество скармливаемых кормов увеличивалось в соответствии с увеличением массы рыбы (табл. 62).

Результаты проведенных расчетов свидетельствуют о повышенном потреблении комбикорма во 2-й и 3-й опытных группах на 3,4 и 5,8 % соответственно по сравнению с контролем. Затраты препарата в период проведения эксперимента возрастали во всех группах в связи с увеличением ихтиомассы особей и суточной дозы корма. 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-й опытной группе и самыми низкими в 1-й контрольной группе.

Изучение эффективности использования йодсодержащего препарата в кормлении карпа при выращивании в садках показало, что его влияние на затраты сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста карпа, по сравнению с контрольной

группой незначительны. В то же время отмечена тенденция их снижения во 2-й опытной группе по сравнению с контрольной и 1-й опытной группами.

Таблица 62

**Количество кормов, скормленных на группу, кг**

Период выращивания, неделя	Группа					
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная	
	корм, кг	препарат, мл	корм, кг	препарат, мл	корм, кг	препарат, мл
1-я	14,47	25,84	13,76	24,57	14,04	25,07
2-я	17,10	33,93	16,20	32,15	17,15	34,02
3-я	19,64	38,97	21,08	41,82	20,61	40,88
4-я	28,81	68,59	29,33	69,832	29,94	71,27
5-я	32,37	77,06	32,78	78,02	33,20	79,05
6-я	41,20	98,09	41,83	99,59	42,48	101,15
7-я	36,55	116,05	37,06	117,64	37,87	120,21
8-я	41,82	132,75	43,45	137,93	43,475	138,00
9-я	46,075	146,27	48,045	152,53	48,69	154,59
10-я	52,55	166,84	55,26	175,43	56,51	179,4
11-я	61,39	194,87	63,86	202,72	65,38	207,57
12-я	69,85	221,76	73,09	232,04	74,50	236,50
13-я	79,79	253,30	82,96	263,37	85,45	271,28
14-я	62,63	279,60	66,23	295,68	67,21	300,06
15-я	69,07	308,38	72,74	324,73	73,90	329,92
16-я	79,49	354,9	80,94	369,21	84,72	378,23
17-я	88,07	393,17	91,43	408,17	93,98	419,57
18-я	97,25	434,17	100,41	448,26	103,73	463,08
Итого	938,125	3340,0	970,455	3470,0	992,835	3550,0

**Гематологические показатели.** Для комплексной оценки состояния организма рыб недостаточно знать только их морфологические признаки, необходимо учитывать и 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 объем крови [64].

Кровь рыб имеет ярко-красный цвет, маслянистую на ощупь консистенцию, солоноватый вкус и специфический запах рыбьего жира [113]. Морфологическая и биохимическая характеристика крови различна у разных видов рыб 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 [12, 155].

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 представлены в табл. 63.

По данным табл. 63, введение в рацион карпа при его выращивании в садках повышенных доз йода привело к снижению количества эритроцитов, в частности во 2-й опытной группе, получавшей 500 мкг йода на 1 кг массы рыбы. В данной группе наблюдалось снижение всех показателей крови: содержания лейкоцитов, среднего объема эритроцитов, содержания гемоглобина в одном эритроците и гематокрита. Это привело к ослаблению защитных и дыхательных функций организма и, как следствие, к уменьшению темпов роста.

Содержание гемоглобина в крови карпа было в пределах физиологической нормы, но во 2-й опытной группе его было меньше по сравнению с другими подопытными группами.

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

Таблица 63

**Гематологические показатели годовика карпа**

Показатели	В начале опыта	В конце опыта		
		1-я контрольная	2-я опытная	3-я 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

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

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

**Оценка качества рыбной продукции.** Оценку качества выращенной рыбной продукции проводили в конце научно-хозяйственного опыта. Для уоя были отобраны особи карпа с примерно одинаковой массой: в контрольной группе – 795,0 г, во 2-й и 3-й опытных группах – 756,0 и 811,0 г соответственно (табл. 64).

Результаты убойя годовика карпа

Показатель	Группа					
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная	
	Г	% от массы	Г	% от массы	Г	% от массы
Масса рыбы	795,0±2,3	100,0	796,0±2,1	100,0	811,0±1,9	100,0
Масса: головы и плавников	132,8±1,3	16,7	133,7±1,2	16,8	133,0±1,4	16,4
кожи	34,9±0,9	4,4	34,2±1,1	4,3	33,3±1,2	4,1
костной ткани	65,2±0,8	8,2	66,9±0,7	8,4	65,7±0,9	8,1
мышечной ткани	514,4±1,5	64,7	518,2±1,4	65,1	530,4±1,6*	65,4
внутреннего жира	19,9±0,6	2,5	18,3±0,8	2,3	26,8±0,7*	3,3
жабр, слизи, крови и др.	27,8±0,9	3,5	24,7±0,7	3,1	21,9±0,9*	2,7
съедобных частей	534,2±1,4	67,2	536,5±1,3	67,40	557,2±1,1**	68,7
несъедобных частей	260,8±1,0	32,8	259,5±0,9	32,6	253,8±1,1*	31,3

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

Доля съедобных частей у рыбы в 3-й опытной группе была выше, а выход несъедобных частей ниже по сравнению с аналогичными данными особей 1-й и 2-й групп. Результаты, полученные в ходе научно-хозяйственного опыта, показывают, что использование в составе комбикорма добавки «Абиопептид с йодом» из расчета 200 мкг/кг массы рыбы незначительно повышает выход съедобных частей.

Для полной оценки товарных качеств карпа необходимо учитывать состояние внутренних органов. С этой целью была проведена разделка карпа, осмотр и оценка состояния внутренних органов (табл. 65). Патологий в их развитии не обнаружено. Масса сердца в 3-й опытной группе незначительно выше, чем в 1-й контрольной.

Таблица 65

**Масса внутренних органов годовика карпа**

Внутренние органы	Группа					
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я 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

\*  $P > 0,95$

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

Товарные качества рыбы зависят не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, большое значение имеют

качественные показатели. Для этого мы определяли химический состав мышечной ткани карпа (табл. 66).

Таблица 66

**Химический состав мышечной ткани годовика карпа, %**

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я 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*

\*  $P > 0,95$

В ходе исследований было установлено, 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-й опытной группе, получавшей в составе комбикорма микроэлементы в количестве 5 % от нормы. В 3-й опытной группе золы было больше на 0,1 %. Достоверных различий в химическом составе мышечной ткани между рыбами контрольной и опытных групп не отмечено.

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.

**Органолептическая оценка качества.** 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. Полученные нами данные показывают, что мясо карпа подопытных групп имело приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью (рис. 20).

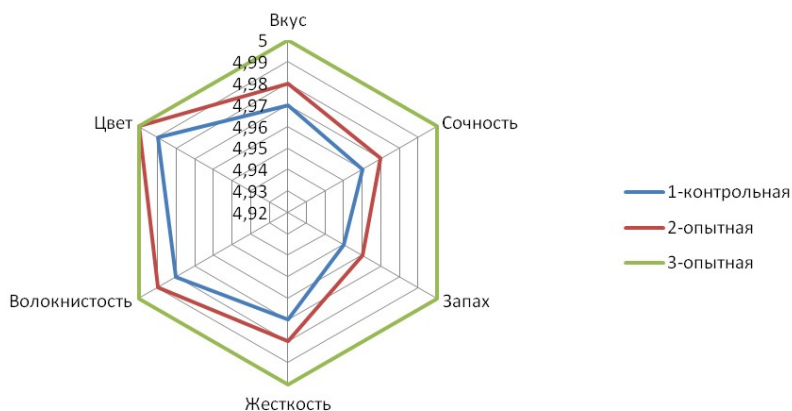


Рис. 20. Оценка органолептических показателей филе карпа, балл

Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира. Результаты дегустации рыбного бульона, полученного при варке карпа из подопытных групп, показали, что он во всех группах был вкусным, ароматным и наваристым, имел приятный цвет и был прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве (рис. 21).

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.



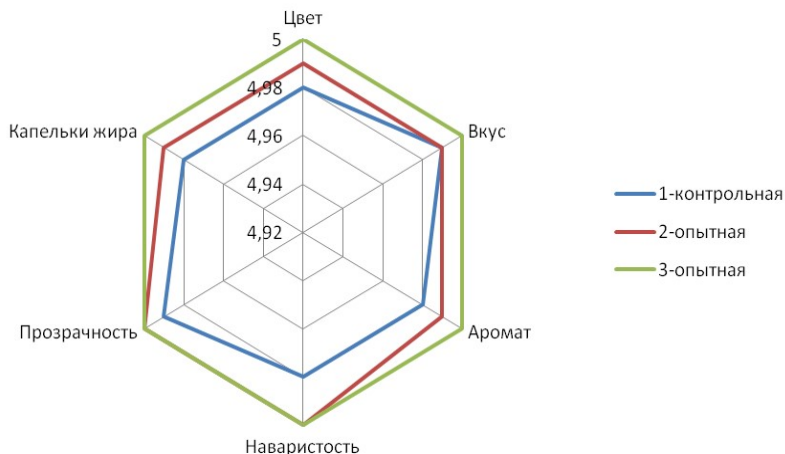


Рис. 21. Оценка органолептических показателей рыбного бульона, балл

**Структура себестоимости карпа** при выращивании в садках представлена в табл. 67. Из нее видно, что основные затраты приходятся на корма, заработную плату, накладные расходы и рыбопосадочный материал. На долю кормов приходится более 60 % от всех затрат. Это связано с высокзатратным производством гранулированных комбикормов для рыб и отсутствием в садках дополнительных кормовых источников [36].

Таблица 67

**Структура себестоимости карпа при выращивании в садках, %**

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я 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 затраты	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 добавки «Абиопептид с йодом» при выращивании карпа в садках представлен в табл. 68.

Таблица 68

**Экономическая эффективность использования добавки  
«Абиопептид с йодом» при выращивании годовика карпа**

Показатели	Группа		
	1-я контроль	2-я опытная	3-я опытная
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
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

Приведенные данные свидетельствуют о наибольшей эффективности выращивания карпа в садках с использованием в кормлении йодсодержащего препарата в концентрации 200 мкг йода на 1 мл препарата, при рентабельности производства продукции до 64,7 %. Таким образом, при выращивании карпа в садках экономически эффективно использовать в составе комбикормов соединения с йодом в дозе 200 мкг на 1 кг массы рыбы.

### **6.3. Опыт товарного выращивания двухлеток карпа в садках**

Научно-производственный опыт выращивания двухлеток карпа при использовании в кормлении добавки «Абиопептид с йодом» был проведен на базе рыбоводного 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. Их разместили в 2 садка по 300 шт. в каждый. Карпа кормили согласно схеме, представленной в табл. 69. Суточные нормы кормления корректировались каждые 7 дней в соответствии с ростом рыбы.

Таблица 69

**Схема научно-хозяйственного опыта при выращивании  
двухлеток карпа**

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

*Гидрохимический режим водоема* исследовали в начале и конце опыта, температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно (табл. 70).

## Гидрохимический режим водоема

Показатели	Значения	ОСТ 15.372-87
Температура воды, °С	25,3	24–26
pH	7,2	7,0–8,0
Цветность, град.	15	30
Кислород, мг O <sub>2</sub> /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
Йод, мг/л	0,0068	0,01

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 от 17,1 до 24,5 °С и в среднем не превышала 20,7 °С. Содержание растворенного кислорода в воде составляло от 4,5 до 9,5 мг/л, в среднем 7,2 мг/л. Полученные данные были в пределах физиологической нормы для выращивания двухлеток карпа.

**Динамика массы тела.** Основной критерий оценки изучаемых факторов – их влияние на рост и развитие рыбы, характеризующееся массой рыбы и абсолютным приростом.

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-й недели выращивания, чему способствовал благоприятный гидрохимический режим водоема (табл. 71).

Таблица 71

Динамика массы тела двухлеток карпа, г

Период опыта, неделя	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
Начало опыта	444,6±11,3	445,4±12,9
1-я	477,9±9,3	479,8±13,2
2-я	511,0±9,9	521,4±10,8
3-я	556,8±11,2	575,8±8,4
4-я	609,7±10,6	636,8±8,5
5-я	690,2±9,1	734,9±10,3**
6-я	793,9±7,8	843,1±8,1**
7-я	902,6±9,6	961,6±10,5**
8-я	1014,6±11,6	1081,6±14,0***
9-я	1113,6±12,3	1195,2±9,7***
10-я	1204,6±9,4	1303,6±8,4***
11-я	1290,8±8,5	1400,7±13,2***
12-я	1347,4±11,6	1464,7±10,7***
13-я	1391,6±18,2	1514,8±20,1***
14-я	1420,2±15,6	1546,9±17,3***
15-я	1443,6±18,4	1571,1±20,0***
16-я	1466,9±11,7	1593,7±15,1***

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

Пик приростов отмечали с 6-й по 10-ю недели выращивания. С 14-й 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 средней массой  $1466,9 \pm 11,7$  г, а в опытной –  $1593,7 \pm 15,1$  г. Общий прирост за 16 недель выращивания карпа в опытной группе был на 126 г больше, чем в контрольной.

Зависимость прироста массы тела карпа от температуры воздуха и воды представлена на рис. 22. График позволяет выявить закономерность между приростом живой массы карпа и температурой воздуха и воды на дне садка. Пока температура воды находилась в пределах физиологической нормы, темп роста подопытных рыб был интенсивный. При снижении температуры воздуха и вследствие этого температуры воды наблюдался спад приростов. Рыба не сразу реагирует на повышение температуры воды, но быстро реагирует на ее снижение. На графике видно, что более высокая скорость роста отмечена в опытной группе.

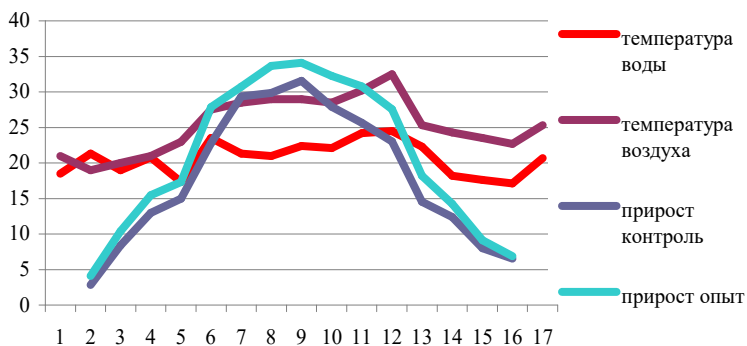


Рис. 22. Взаимосвязь приростов карпа и температуры окружающей среды

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

**Кормление карпа.** Карпа кормили гранулированными продукционными комбикормами 4 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени. Результаты учета затрат комбикорма, который был скормлен рыбам в период опыта, представлены в табл. 72. В опытной группе было использовано корма на 7,84 % больше, чем в контрольной группе. 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-й контрольной группе и самыми низкими во 2-й опытной группе.

Таблица 72

**Количество комбикорма, скормленного на группу, кг**

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

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 в опытной группе по сравнению с контрольной группой незначительно. Однако отмечена тенденция их снижения во 2-й опытной группе (табл. 73).

Таблица 73

**Затраты комбикорма на 1 кг прироста ихтиомассы карпа, кг**

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



Результаты учета показывают, что затраты добавки «Абиопептид с йодом» в период проведения эксперимента возрастали во всех группах пропорционально увеличению ихтиомассы рыб и суточной дозы скармливаемого комбикорма. Данные затрат добавки «Абиопептид с йодом», скармливаемой в период эксперимента, представлены в табл. 74.

Таблица 74

**Количество скармливаемой добавки «Абиопептид с йодом», мл**

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

**Гематологические показатели карпа.** Исследование гематологических показателей рыб имеет большое значение для обоснования адаптационных возможностей организма и оценки условий выращивания и кормления [15, 179]. 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 [123]. В связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни у разных видов рыб различается 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. При использовании сбалансированных рационов получают оптимальные показатели. В наших исследованиях для изучения влияния повышенных доз йода на организм рыб был проведен анализ крови по основным морфобиохимическим показателям (табл. 75).

Полученные нами данные свидетельствуют о том, 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, солёности, усилением интенсивности питания. Так как абиотические факторы среды во время проведения исследований оставались неизменны, 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 свертывании крови и обладают фагоцитарной активно-

стью. В наших исследованиях их содержание увеличилось в опытной группе на  $5,7 \times 10^9$ /л в сравнении с контрольной группой.

Таблица 75

**Морфологические и биохимические показатели крови**

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

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

Гемоглобин является важным диагностическим показателем изменения содержания кислорода. В наших исследованиях наблюдалось более высокое содержание гемоглобина в конце опыта во всех опытных группах. Возможно, это связано с более интенсивным обменом веществ 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 (аспаратами-

нотрансфераза) 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 вызывает существенных изменений в обмене веществ. Все изученные показатели находились в пределах физиологической нормы.

**Оценка качества рыбной продукции** была проведена в конце научно-хозяйственного опыта. Для убоя были отобраны особи карпа массой в 1-й контрольной группе 1400 г, а во 2-й опытной – 1600 г (табл. 76).

Таблица 76

**Результаты убоя двухлеток карпа**

Масса	Группа			
	1-я контрольная		2-я опытная	
	г	% от массы	г	% от массы
Рыба	1400,0±2,1	100,0	1600,0±2,0	100,0
Голова и плавники	207,2±1,8	14,8	230,4±1,9**	14,4
Кожа	60,2±0,6	4,3	65,6±0,7*	4,1
Костная ткань	117,6±0,7	8,4	113,6±0,5*	7,1
Мышечная ткань	911,4±1,0	65,1	1073,6±1,2**	67,1
Внутренний жир	32,2±0,4	2,3	44,32±0,5**	2,8
Жабры, слизь, кровь, полостная жидкость	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
Съедобные части	1031,8±1,4	73,7	1212,8±1,6**	75,8
Несъедобные части	368,2±0,9	26,3	387,2±1,1**	24,2

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

Анализ полученных данных свидетельствует, что доля съедобных частей у рыбы во 2-й опытной группе была выше на 2,1 %, чем в контрольной группе. Использование в составе комбикорма добавки «Абиопептид с йодом» из расчета 200 мкг/кг массы рыбы незначительно повышает выход съедобных частей.

Для полной оценки товарных качеств карпа необходимо учитывать состояние внутренних органов. Для этого нами была проведена разделка карпа, осмотр и оценка состояния внутренних органов (табл. 77).

Таблица 77

**Масса внутренних органов двухлеток карпа**

Внутренние органы	Группа			
	1-я контрольная		2-я 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

Результаты наших исследований показали, что использование йодсодержащей добавки в составе комбикорма для карпа при выращивании в садках не оказало достоверного влияния на развитие его внутренних органов. Патологий в их развитии не обнаружено. Масса сердца в опытной группе незначительно выше, чем в контрольной. Кишечник лучше развит в опытной группе. Различий в гистологическом строении опытной и контрольной групп не обнаружено.

Товарные качества рыбы зависят не только от выхода съедобных и условно съедобных частей, большое значение в этой оценке имеет определение их качественных показателей. Для этого мы определяли химический состав мышечной ткани карпа (табл. 78).

Химический состав мышечной ткани двухлеток карпа, %

Показатель	Группа	
	1-я контрольная	2-я 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

\*  $P > 0,99$

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

**Органолептическая оценка качества.** С целью изучения влияния повышенных доз йода на рост, развитие, вкусовые и товарные качества карпа при выращивании в садках мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона подопытных рыб на кафедре «Кормление, зоогиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ (рис. 23).

Готовый продукт (бульон и вареное рыбное мясо) оценивали 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 показали, что филе карпа опытной группы имело более приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью. Результаты дегустации рыбного бульона показали, что в обеих группах он был вкусным, ароматным и наваристым.

стым, имел приятный цвет и был прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве.

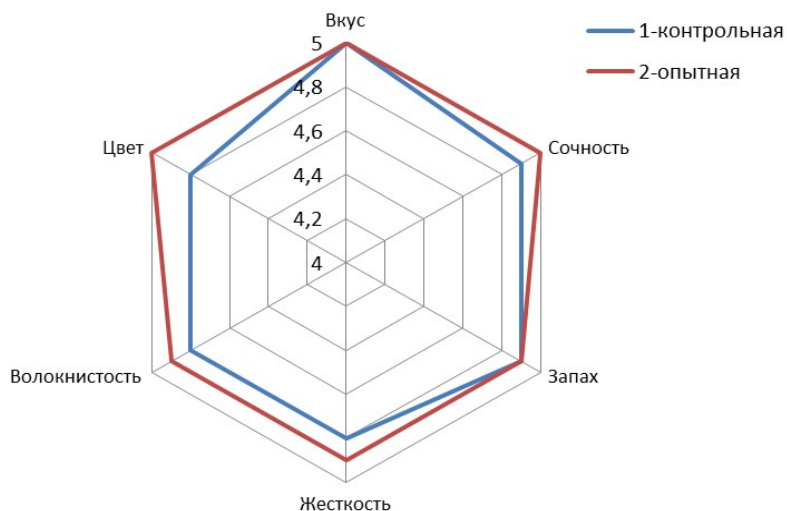


Рис. 23. Профилограмма образцов вареного рыбного мяса

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.

Важнейшим показателем для производства является экономическая эффективность выращивания карпа (табл. 79). 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., дополнительная прибыль от выращивания в опытной группе составила 3,41 тыс. руб. При этом уровень рентабельности производства повысился на 7,33 %.

**Экономическая эффективность использования добавки  
«Абиопептид с йодом» при выращивании двухлеток карпа**

Показатели	Группа	
	1-я контрольная	2-я 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

Полученные данные убедительно свидетельствуют о целесообразности использования йодсодержащей добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении годовика и двухлеток карпа при выращивании в садках.



---

---

## ГЛАВА VII. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Карп является одним из основных объектов, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах. По данным А.Б. Петрушина и Г.Е. Серветника [197], его доля в отечественном товарном производстве рыбы составляет около 70 %. Основным фактором, который обуславливает высокие объемы производства данной рыбы, является достаточно низкая и доступная рыночная стоимость данного объекта выращивания в сочетании с его высокими органолептическими качествами. Также необходимо отметить, что карп – неприхотливая рыба, легко приспосабливается к изменяющимся условиям среды. С.Н. Александров, С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева [6, 212] и многие другие характеризуют карпа как достаточно пластичный организм, который хорошо поддается искусственному размножению.

В последние годы все большее развитие получает индустриальное рыбоводство, основанное на интенсивных методах, позволяющих управлять качеством водной среды и кормов, режимом кормления, осуществлять контроль физиологического состояния и коррекцию здоровья рыб [113, 115].

Одним из перспективных и экономически выгодных форм индустриального выращивания рыбы является садковое рыбоводство. Поэтому цель наших исследований – повышение эффективности выращивания карпа в садках.

В условиях индустриальных хозяйств разведение рыб базируется в основном на интенсивном кормлении. При выращивании рыб в садках естественная кормовая база водоема не имеет большого значения. В связи с этим искусственные комбикорма для выращиваемых объектов должны быть сбалансиро-

рованными по основным элементам питания, а также должны отвечать физиологической потребности рыб.

Среди веществ, играющих важную роль в питании животных и рыб, значительное место занимают микроэлементы, необходимые для роста и размножения. Они влияют на функции кроветворения, эндокринных желез, защитные реакции организма, микрофлору пищеварительного тракта, регулируют обмен веществ, участвуют в биосинтезе белка, проницаемости клеточных мембран.

Анализ литературных источников показал важность использования микроэлементов, их хелатных форм в кормлении рыб, позволил установить нормы ввода некоторых из них в комбикорма для получения максимальной продуктивности и экономической эффективности.

Механизм положительного действия хелатокомплексных соединений, по мнению В.В. Логинова и Р.Г. Бинеева [162], связан с тем, что они имеют меньшую реактивную способность по сравнению с ионами металлов, исключают образование неусваиваемых или малоусваиваемых соединений, более активно включаются в соответствующие биохимические циклы. Этим объясняется тот факт, что при использовании хелатных комплексов была получена более высокая продуктивность сельскохозяйственных животных, чем от применения солей меди, кобальта, йода [111, 112, 161, 163].

Имеющиеся данные свидетельствуют о положительном значении хелатных соединений в практике кормления; наибольший интерес представляют соединения микроэлементов с аминокислотами. Наши исследования направлены на изучение влияния органических соединений железа, меди, цинка, марганца и кобальта с аспарагиновой кислотой. Применение аспарагинатов в кормлении карповых рыб было изучено нами впервые.

На основе анализа рекомендуемых рецептов комбикормов [112] мы разработали рецепт комбикорма для выращивания карпа в садках. При производстве комбикорма были

учтены физиологические потребности возрастных групп карпа в основных питательных веществах, витаминах, макро- и микроэлементах.

В наших экспериментах было установлено в лабораторных условиях влияние различных уровней аспарагинатов микроэлементов на рост карпа. Полученные данные позволили предположить возможность замены в комбикормах для карпа неорганических соединений микроэлементов на органические без потери продуктивности рыбы.

При проведении научно-хозяйственного опыта в садках, установленных на территории водохранилища в естественном температурном режиме 4-й зоны рыбоводства РФ, нами был изучен гидрохимический режим водоема. По результатам исследований, основной показатель в рыбоводстве – содержание растворенного кислорода в воде – находился в пределах 6,2–8,4 мг O<sub>2</sub>/л, что выше минимально допустимого значения по ОСТ 15.372-87. Общая жесткость воды, рН, количество кальция и хлоридов во всех прудах находилось в оптимальных границах, а содержание азотистых соединений, фосфатов и цветность воды были ниже предельно допустимых норм, определенных ОСТ 15.372-87. Полученные данные позволяют сказать, что качество воды в пруду соответствует предъявляемым требованиям, и она пригодна для выращивания карпа.

Контроль температуры при выращивании рыбы является очень важным мероприятием, обеспечивающим эффективный расход кормов, высокие темпы роста и в будущем позволяет планировать оптимальные графики роста. Ежедневное измерение температуры воды показало, что в период аномальной жары лета 2010 г. она оставалась в пределах физиологической нормы. Этому способствовала большая глубина водоема – до 11 м. Благоприятный температурный режим воды положительно отразился на сохранности рыбы, которая была во всех группах на одинаковом уровне и составила 98,4–98,6 %. Подобные результаты были получены и другими учеными [96].

В ходе эксперимента было установлено, что рыбы с примерно одинаковой начальной живой массой 18,2–21,3 г в период выращивания достигали живой массы в 1-й контрольной группе 980,6 г, во 2-й опытной – 812,4 г, в 3-й опытной – 990,5 г и в 4-й опытной группе – 790,6 г. Это дает возможность предположить, что уменьшение нормы скармливания микроэлементов (железо, медь, цинк, кобальт и марганец) в виде аспарагинатов в 10 раз незначительно повышает продуктивность карпа. Снижение нормы скармливания данных микроэлементов в 20 раз снижает продуктивность карпа на 17,1 %, что свидетельствует об их явном недостатке в рационе. Скармливание данных микроэлементов в количестве 15 % от нормы, наоборот, оказывает угнетающее действие на желудочно-кишечный тракт и железы внутренней секреции и, как следствие, снижает продуктивность карпа на 19,3 %.

В зависимости от состояния рыбы, ее активности и условий окружающей среды величина суточной нормы может колебаться в пределах 15 % от рекомендуемых норм. Количество скармливаемых кормов в нашем опыте увеличивалось в соответствии с ростом массы рыбы. Результаты опыта показали, что затраты корма на 1 кг прироста массы карпа находились в пределах допустимой нормы. Наибольшими они были в 4-й опытной группе, а наименьшими в 3-й опытной группе.

Для проведения анализа полноценности затраченного корма нами были изучены затраты сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста массы карпа. Изучение эффективности использования аспарагинатов в кормлении карпа при выращивании в садках показало, что снижение уровня скармливания микроэлементов в виде органических соединений до 10 % от общепринятой нормы незначительно снижает затраты комбикорма, сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста карпа по сравнению с контрольной группой. Снижение уровня микроэлементов в виде органических соединений до 5 или 15 % от общепринятой нормы способствует повыше-

нию данных показателей по отношению к контрольной и 3-й опытной группам.

Для комплексной оценки состояния организма рыб необходимо знать только их морфологические признаки, необходимо учитывать и гематологические показатели. Исследования Г.М. Пронина (1977) 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.

Полученные нами результаты позволяют сделать вывод, что признаков стресса по гематологическим показателям у карпа при выращивании в садках не обнаружено, а использование аспарагинатов в кормлении способствует увеличению интенсивности обменных процессов.

В наших исследованиях были проведены также оценка карпа по товарным качествам и осмотр внутренних органов. Полученные результаты свидетельствуют о высоких товарных качествах карпа 3-й опытной группы, получавшей в составе комбикорма микроэлементы в виде органических соединений в количестве 10 % от нормы. У рыб данной группы по сравнению с контролем и другими опытными группами отмечали более высокий выход съедобных и условно съедобных частей тела.

Результаты наших исследований показали, что использование микроэлементов (железо, медь, марганец, цинк и кобальт) в соединении с аспарагиновой кислотой в составе комбикорма для карпа, при выращивании в садках, не оказало достоверного влияния на уровень развития внутренних органов.

Полученные нами данные позволяют предложить предприятиям комбикормовой промышленности использовать при производстве гранулированных комбикормов для рыб микроэлементы (железо, медь, марганец, цинк и кобальт) в форме соединений с аспарагиновой кислотой. Рыбоводным хозяйст-

вам рекомендуем использовать аспарагинаты данных микроэлементов в кормлении карпа при выращивании в садках для повышения продуктивности и получения максимального экономического эффекта.

Количественный и качественный режим питания карпа, особенно в условиях индустриального хозяйства, во многом определяет успешность развития данной отрасли. В свою очередь расширение ассортимента составляющих рыбных комбикормов является одним из актуальных вопросов. В условиях глобального потепления, когда наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха, значительная часть посевов зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса и др.) погибает. В этой связи необходимо обратить внимание на такую альтернативную и страховую культуру, как зерновое сорго.

В.Я. Щербаков, Н.А. Шепель, Б.Н. Малиновский, А.П. Царев, В.И. Гричук, А.В. Костин, А.В. Алабушев характеризуют сорго как культуру, отличающуюся исключительной засухоустойчивостью, солеустойчивостью, высокой продуктивностью, хорошими кормовыми качествами [4, 168, 247, 252–254, 262]. Таким образом, сорго в экстремально жарких погодных условиях является гарантом получения стабильного урожая фуражного зерна.

В ходе исследований мы изучали возможность повышения продуктивности карпа за счет использования в комбикормах зерна сорго. Также определяли качество водной среды в аквариумной установке и в пруду на соответствие необходимым требованиям к среде при выращивании карпа. Было установлено, что основные показатели качества воды в аквариумах и в водоеме соответствовали требованиям ОСТ 15-372-87.

При проведении прогнозируемого опыта нами были изучены такие показатели, как динамика роста, сохранность, эффективность использования кормов. Также было дано экономическое обоснование использования зерна сорго в качестве монокорма и в составе комбикорма. Обобщая полученные

данные, можно сказать, что использование зерна сорго положительно влияло на динамику роста рыбы, сохранность и позволило незначительно снизить затраты кормов. Это находит отражение и в исследованиях Ф.В. Склярова [226].

Для конкретизации оптимальной нормы ввода зерна сорго нами был поставлен проверяемый опыт. В результате было установлено, что введение в состав комбикорма зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части позволяет незначительно снизить затраты корма при сохранении оптимальной рыбопродуктивности карпа. Скармливание комбикорма со 100 %-м содержанием зерна сорго снижает скорость роста карпа. Это обусловлено снижением качественного состава зерновой составляющей комбикорма, так как в зерне сорго содержится повышенное количество амилопектина (основной полисахарид крахмала), который плохо ферментируется организмом рыб. В то время как для пшеничного крахмала свойственно преобладание амилозы, поэтому он хорошо ферментируется и быстро расщепляется в кишечнике [275].

Для определения физиологического состояния карпа 3-го периода выращивания было проведено биохимическое исследование крови. Анализ результатов не выявил отклонений в органическом и минеральном обмене веществ между контрольной и 2-й опытной группами, что может возникнуть при наличии в зерне сорго синильной кислоты.

Апробация полученных результатов была проведена нами в ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области. Выращивание карпа с применением опытного комбикорма позволило в производственных условиях несколько повысить продуктивность (на 6,99 %) при незначительном снижении затрат кормов на единицу прироста рыбы и, как следствие, снизить себестоимость 1 кг на 3,94 %. Подобные результаты, но с обратной тенденцией, в пределах среднеарифметической ошибки были получены в исследованиях Ф.В. Склярова [226].

Для подтверждения того, что скармливание комбикорма с содержанием сорго в количестве 50 % от зерновой части

карпу массой от 31,3 г до 707,3 на всем протяжении выращивания не ухудшает его физиологического состояния, нами были проведены биохимическое исследование крови и гистологический анализ печени, почек, переднего и заднего отделов кишечника. Данные наших исследований показали отсутствие патологических процессов в организме опытных карпов. В доступной нам литературе мы не нашли похожих исследований, за исключением некоторых биохимических показателей крови, которые изучались Ф.В. Скляровым [226]. В них также не было обнаружено отклонений в физиологическом состоянии карпа.

Для потребительской оценки полученной продукции нами был проведен анализ товарных качеств карпа. Полученные в ходе исследований результаты свидетельствуют о высоких товарных качествах карпа опытной группы, получавшей комбикорм с 50%-м содержанием зерна сорго от зерновой части. У рыб опытной группы по сравнению с контрольной группой отмечается незначительное повышение выхода съедобных частей тела. Полученные нами данные находят свое подтверждение в работе Ф.В. Склярова [226], где было отмечено, что выход съедобных частей в контрольной и опытных группах не отличался.

В изученной нами литературе достаточно успешные исследования по применению зерна сорго в рыбоводстве проводили М.А. Щербина [264, 266] и Ф.В. Скляров [226]. Полученные нами данные не противоречат существующим, а отмеченная тенденция увеличения скорости роста карпа на основе анализа литературных источников объясняется качественной характеристикой зерна, в котором отсутствуют танины, вещество снижающее питательность корма. К тому же, увеличение числа компонентов комбикормов в оптимальных параметрах, по мнению отечественных ученых В.Я. Склярова, Е.А. Гамыгина, Л.П. Рыжкова, Е.А. Гамыгина, А.Н. Канидьева, В.И. Турецкого и других способствует повышению продуктивности рыб [60, 224].



Результаты, полученные в ходе нашей работы, свидетельствуют о возможности использования зерна сорго в составе комбикорма в количестве 50,00 % от зерновой части. При этом наблюдается незначительное увеличение прироста карпа и снижение затрат кормов. Использование данного зерна особенно актуально в засушливые годы, когда другие фуражные культуры дают низкий урожай или вообще погибают. В этом аспекте зерну сорго следует уделить особое внимание как стратегической культуре отечественного агропромышленного комплекса.

Также одной из проблем мирового масштаба в настоящее время является недостаточное поступление йода в организм человека. 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).

Как известно, основными природными источниками йода для человека являются пищевые продукты. В связи с этим в мире проводятся исследования по изучению содержания йода у пресноводных и морских промысловых рыб.

Большинство исследователей приходят к выводу, что йод положительно влияет на разнообразные виды рыб [273, 274, 278]. Однако отсутствуют данные по использованию йодсодержащих добавок в содержании и разведении карповых видов рыб.

При проведении наших исследований была поставлена задача – повысить продуктивности карпа за счет использования в рационе препаратов с содержанием повышенных доз йода. Для этого мы использовали общепринятые методики. Изучали условия выращивания карпа различных половозрастных групп в лабораторных аквариумах и садках, установленных в водоеме на территории ООО «Энгельсский рыбобитомник», и на базе малого инновационного предприятия ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельс-

ского района Саратовской области. Определяли эффективность использования в кормлении рыбы биологически активной добавки «Абиопептид с йодом».

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 она была выше на 9,32 и 7,31 % соответственно. Это согласуется с данными, полученными в исследованиях Васильева А.А., Вилутис О.Е., Зименс Ю.Н., Масленникова Р.В. и др. (2014).

С целью подтверждения лабораторных данных мы провели два научно-хозяйственных опыта. 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. Среднесуточная температура воды колебалась в пределах +20,3–21,0 °С. Содержание растворенного в воде кислорода составляло 6,8 мг/л, что соответствует требованиям, предъявляемым 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 динамики живой массы были получены в 3-й группе с содержанием в рационе йода из расчета 200 мкг на 1 кг массы рыбы. Так, к третьей неделе эксперимента живая масса в той группе превышала контроль на 3,13 %, а к концу опыта – на 1,2 %.

Результаты, полученные в ходе научно-хозяйственного опыта, свидетельствуют о том, 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 способствовало увеличению интенсивности обменных процессов. Аналогичные данные получили Поддубная И.В., Васильев А.А, Акчурина И.В. и др. (2013).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что наибольшая эффективность выращивания карпа в садках отмечена при использовании в кормлении йодсодержащего препарата в концентрации 200 мкг на 1 кг, при рентабельности производства продукции до 64,7 %.

Второй научно-производственный опыт – выращивание двухлеток карпа с применением в кормлении добавки «Абиопептид с йодом». Его проводили на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» (с. Подстепное Энгельского района Саратовской области).

Исследования показали, что температура воздуха в этот период держалась в диапазоне от 19,0 до 32,5 °С, в среднем 25,3 °С. При этом температура на дне садка была в диапазоне от 17,1 до 24,5 °С и в среднем не превышала 20,7 °С. Содержание растворенного кислорода в воде колебалось 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.

Таким образом, рост и развитие двухлеток карпа в садках проходило интенсивно с 5-й недели выращивания, чему способствовал благоприятный гидрохимический режим водоема. Пик приростов отмечали с 6-й по 10-ю недели выращивания. С 14-й недели наблюдался спад в динамике роста массы. При этом напряженность роста с первой недели в опытной группе была значительно выше, чем в контрольной. К концу опыта

средняя масса рыб в контрольной группе составляла  $1466,9 \pm 11,7$  г, а в опытной –  $1593,7 \pm 15,1$  г. Общий прирост карпа за 16 недель выращивания в опытной группе был 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 то же время была отмечена тенденция к их снижению во 2-й опытной группе по сравнению с контрольной и 1-й опытной группами. [50].

Нами были изучены гематологические показатели у выращенной товарной рыбы, которые соответствовали нормальному физиологическому состоянию и свидетельствовали о том, что введение в рацион карпа повышенных норм йода не вызывает отрицательных изменений в обмене веществ рыбы. Эти данные согласуются с результатами, полученными И.В. Акчуриной, И.В. Поддубной, А.А. Васильевым и др. [2].

Полученные нами данные подтверждают, что наибольший экономический эффект можно получить при выращивании карпа с применением в кормлении добавки «Абиопептид с йодом». Несмотря 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 повысилась на 7,33 %. Аналогичные результаты получили О.Е. Вилутис, Р.В. Маслеников, И.В. Поддубная, А.А. Васильев и др. [51].

Проведенные исследования позволяют рекомендовать рыбобоводным 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.

---

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ и обобщение экспериментальных материалов, полученных в наших исследованиях по изучению эффективности использования в кормлении карпа при товарном выращивании его в садках аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта, зерна сорго и кормовой добавки «Абиопептид с йодом», позволяют сделать следующие выводы.

1. Оптимальная норма скармливания карпу в составе 1 кг комбикорма аспарагинатов железа – 9,35 мг, меди – 1,42 мг, марганца – 6,38 мг, цинка – 14,85 мг и кобальта – 0,14 мг. Это составляет 10,0 % от общепринятой нормы скармливания данных микроэлементов в неорганической форме.

2. Кормление годовика карпа при выращивании в садках комбикормами с аспарагинатами микроэлементов позволяет за 1 сезон увеличить их массу с 21,3 г до 990,5 г. При этом у них повышается прирост на 0,9 % и сохранность на 0,2 % по сравнению с контрольной группой.

3. При выращивании карпа в садках на 1 кг прироста массы затрачивается гранулированного комбикорма 2,49 кг, обменной энергии – 26,9 МДж, сырого протеина – 832,16 г, что ниже по сравнению с контрольной группой соответственно на 0,08; 0,86 МДж и 26,73 г.

4. Скармливание аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта карпу при выращивании в садках способствует увеличению интенсивности обменных процессов и выходу съедобных частей тела на 2,21 %.

5. Использование аспарагинатов микроэлементов в кормлении карпа при выращивании в садках снижает себестоимость 1 кг карпа на 4,36 руб. и повышает рентабельность производства рыбной продукции на 8,2 %.

6. Скармливание карпу зерна сорго в составе гранулированного комбикорма в количестве 50,00 % от зерновой части повышает его продуктивность на 6,99 %.

7. Кормление годовика карпа комбикормом с зерном сорго позволяет за 1 сезон увеличить массу с 21,3 до 707,3 г. Скармливание зернового сорго в составе комбикорма в количестве 50,00 % от зерновой части увеличивает выход съедобных частей на 0,80 %.

8. При выращивании карпа в садках на 1 кг прироста массы затрачивается 2,69 кг гранулированного комбикорма и обменной энергии 24,89 МДж, что ниже по сравнению с контрольной группой на 0,03 кг и 0,09 МДж соответственно.

9. Использование зерна сорго в кормлении карпа не оказывает отрицательного влияния на печень, почки, передний и задний отделы кишечника. Гистологическая структура внутренних органов и биохимические показатели крови рыб контрольной и опытной групп находятся на оптимальном физиологическом уровне (АсТ – 101,1–96,3 Ед/л, АлТ – 25,3–34,3 Ед/л, общий белок – 34,3–38,6 г/л, мочевина – 3,2–3,8 ммоль/л, мочевая кислота – 132,5–137,7 мкмоль/л, глюкоза – 3,7–3,4 ммоль/л, холестерин – 3,9–4,5 ммоль/л, триглицериды – 2,1–2,8 ммоль/л).

10. Использование зерна сорго в кормлении карпа снижает себестоимость 1 кг на 1,07 руб. и повышает уровень рентабельности производства рыбной продукции на 3,24 %.

11. Оптимальная норма скармливания добавки «Абиопептид с йодом» при товарном выращивании карпа в садках – 1,0 мл на 1 кг массы рыбы, содержащей 200,0 мкг йода.

12. Введение в комбикорм йода из расчета 200 мкг на 1 кг живой массы повышает у годовиков и двухлеток карпа 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.

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

14. 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.

15. 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.

16. 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.

Для повышения продуктивности и товарных качеств карпа, снижения затрат кормов на единицу прироста его массы и себестоимости получаемой рыбной продукции рекомендуем предприятиям комбикормовой промышленности и рыбноводческим хозяйствам:

- скармливать годовикам карпа в составе 1 кг комбикорма аспарагинаты: железа – 9,35 мг, меди – 1,42 мг, марганца – 6,38 мг, цинка – 14,85 мг и кобальта – 0,14 мг;

- добавлять в комбикорм зерно сорго в количестве до 50,00 % от зерновой части на всех этапах товарного выращивания карпа;

- скармливать карпу кормовую добавку «Абиопептид с йодом» из расчета 1,0 мл (200,0 мкг йода) на 1 кг массы рыбы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абросимова, Н. А.* Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. – Ростов н/Д., 2005. – 144 с.
2. Альтернатива гормональным препаратам для усиления интенсивности роста рыбы / И.В. Акчурина [и др.] // 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. *Алабушев, А. В.* Технологические приемы возделывания и использования сорго / А. В. Алабушев. – Ростов н/Д.: Терра, 2007. – 224 с.
5. *Алекин, О. А.* Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – 385 с.
6. *Александров, С. Н.* Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители / С. Н. Александров, В. В. Пожидаев. – М.: АСТ, Сталкер, 2005. – 240 с.
7. *Александров, С. Н.* Садковое рыбоводство / С. Н. Александров. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. – 270 с.
8. *Алексеев, А. П.* Аквакультура – вызов времени / А. П. Алексеев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 7. – С. 3–9.
9. *Алиева, С.* Ликвидировать йододефицит раз и навсегда / С. Алиева. – URL: <http://www.zerkalo.az> (Дата обращения 10.03.2015).
10. Аминокислотный состав кормов для рыб. Электронная база данных / А. А. Васильев [и др.]. – Саратов, 2015; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621332 от 06.07.2015.
11. Аминокислотный состав мышечной ткани рыб / А. А. Васильев [и др.]. – Электронная база данных. – Саратов, 2017; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017620465 от 26.04.2017.
12. *Анисимова, И. М.* Ихтиология: учеб. пособие для студентов вузов / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.



13. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: КолосС, 2004. – 571 с.
14. Антипова, Л. В. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко. – М.: ГИОРД, 2009. – 472 с.
15. Аринжанов, А. Е. Влияние наночастиц металлов на физиологическое состояние и гематологические показатели крови рыб / А. Е. Аринжанов, Е. П. Мирошникова, Ю. В. Киякова // Российская аквакультура: состояние, потенциал и инновационные производства в развитии АПК: материалы Междунар. науч.-прак. конф. – Воронеж: Изд-во ФГУ Воронежский ЦНТИ, 2012. – С.131–135.
16. Барышникова, Т. Разведение рыб и раков / Т. Барышникова. – М.: Феникс, 2006. – 224 с.
17. Березов, Т. Т. Биологическая химия: учеб. пособие / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2004. – 567 с.
18. Биодоступность аминокислот кормов для разного вида рыб. / А. А. Васильев [и др.]. – Электронная база данных. – Саратов, 2018; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2018621202 от 07.08.2018.
19. Богданов, Н. И. Микробиологические процессы и рыбоводные результаты интенсивно эксплуатируемых прудов Таджикистана / Н. И. Богданов, М. С. Эгамов // Известия АН Республики Таджикистан, Отд. биол. наук. – 1993. – № 197. – Вып. 93. – С 80.
20. Богданов, Н. И. Прудовое рыбоводство / Н. И. Богданов, А. Ю. Асанов. – Пенза, 2011. – 89 с.
21. Богерук, А. К. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ / А. К. Богерук, Н. Ю. Евтихиева, Ю. И. Илясов. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2001. – 206 с.
22. Богерук, А. К. Справочник по племенным рыбоводным хозяйствам Российской Федерации / А. К. Богерук, Н. Ю. Евтихиева, Н. С. Козловская [и др.]. – М.: Минсельхоз РФ, 2001. – 166 с.
23. Богерук, А. К. Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб (на примере карпа) / А. К. Богерук, Н. И. Маслова. – М.: Росинформагротех, 2002. – 188 с.
24. Богутская, Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н. Г. Богутская, А. М. Насека. – М., 2004. – 224 с.

25. *Бретт, В.* Физиологическая энергетика / В. Бретт; под ред. У. Хоара, Д. Рендолла, Дж. М. Бретта. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – С. 203–275.

26. *Быков, В. П.* Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов / В. П. Быков, Г. Н. Головкова, Г. П. Ионас; под ред. В. П. Быкова. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 207 с.

27. *Бычкова, В. В.* Анализ состава и переваримости *in vitro* крахмала у линий и гибридов сорго на новых типах стерильных цитоплазм / В. В. Бычкова, Л. А. Эльконин // Проблемы и перспективы аграрной науки в России: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Саратов, 2012. – № 3–4. – С. 10–14.

28. *Вайсер, В. И.* Роль йода в питании человека / В. И. Вайсер // Витамакс - XXI век. – 2004. – № 9. – С. 64–72.

29. *Васильев, А. А.* Изучение действия йодсодержащего препарата на продуктивность ленского осетра / А. А. Васильев, О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная // Сборник статей VII Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2013. – С. 139–141.

30. *Васильев, А. А.* Использование аспарагинатов при выращивании карпа в садках / А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, Г. А. Хандожко // Актуальные проблемы ветеринарной патологии, физиологии, биотехнологии и селекции животных: материалы конф., посвящ. 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Демкина Григория Прокофьевича; под ред. А. В. Молчанова; Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2011. – С. 16–28.

31. *Васильев, А. А.* Использование зерна сорго в кормлении карпа / А. А. Васильев, Т. В. Грядкина, А. Н. Попов // Актуальные проблемы ветеринарной патологии, физиологии, биотехнологии и селекции животных: материалы конф. посвящ. 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Демкина Григория Прокофьевича. – Саратов, 2011. – С. 11–13.

32. *Васильев, А. А.* Выращивание осетровых в садках / А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Ю. А. Гусева. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 2012. – 128 с.

33. *Васильев, А. А.* Резервы повышения рыбопродуктивности / А. А. Васильев, В. В. Кияшко, С. А. Маспанова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2013. – № 2. – С. 14–16.

34. *Васильев, А. А.* Влияние йода на продуктивность ленского осетра / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, И. В. Акчурина [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 82–84.

35. *Васильев, А. А.* Влияние йода на функциональное состояние щитовидной железы и рост молоди ленского осетра / А. А. Васильев, О. Е. Вилутис, И. В. Акчурина // Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф.; под ред. А. А. Волкова, А. В. Молчанова. – Саратов: ИЦ «Наука», 2014. – С. 58–61.

36. *Васильев, А. А.* Влияние йодсодержащего препарата в кормлении карпа при садковом выращивании / А. А. Васильев, О. А. Гуркина, А. А. Карасев // Бъдещите изследвания: материал за 11-а международна научна практична конференция. – София: Бял ГРАД-БГ, 2015. – С. 47–48.

37. *Васильев, А. А.* Изучение влияния йода, используемого в кормлении ленского осетра, на органолептические показатели рыбной продукции / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, Ю. Н. Зименс // Технология и продукты здорового питания: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2014. – С. 74–77.

38. *Васильев, А. А.* Анализ динамики живой массы карпа при выращивании в садках с использованием в кормлении йодсодержащей добавки «Абиопептид» / А. А. Васильев, О. А. Гуркина, А. А. Карасев // Актуальные вопросы сельскохозяйственных наук в современных условиях развития страны: сб. науч. тр. – Саратов, 2015. – С. 93–95.

39. *Васильев, А. А.* Анализ динамики прироста массы ленского осетра при использовании в кормлении препарата «Абиопептид» с повышенным содержанием йода / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, П. С. Тарасов // Сборник статей VII Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2013. – С. 195–197.

40. *Васильев, А. А.* Зерно сорго при выращивании карпа / А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Т. В. Грядкина // Шестой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2011. – Ч. 2. – С. 41.

41. *Васильев, А. А.* Результаты использования йодсодержащего препарата в кормлении карпа при выращивании в садках / А. А. Васильев, О. А. Гуркина, И. В. Поддубная // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 1. – С. 173–177.

42. *Васнецов, В. В.* Очерки по общим вопросам ихтиологии: этапы развития костистых рыб / В. В. Васнецов. – М.; Л.: АН СССР, 1953. – С. 42–44.

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

44. *Вилутис, О. Е.* Изучение действия йодсодержащего препарата на продуктивность ленского осетра / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Акчурина // Лапшинские чтения – 2013: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – Ч. 1. – С. 58–60.

45. *Вилутис, О. Е.* Влияние йода на функциональное состояние щитовидной железы и рост молоди ленского осетра / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Поддубная // Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: ИЦ «Наука», 2014. – С. 56–61.

46. *Вилутис, О. Е.* Влияние йодсодержащей кормовой добавки на функциональное состояние щитовидной железы молоди ленского осетра / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Акчурина // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти профессора С.А. Лапшина. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – Ч. 1. – С. 54–57.

47. *Вилутис, О. Е.* Эффективность йодированных кормов, используемых в кормлении рыбы / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Поддубная // Научно-теоретический и практический журнал Оралдын Ғылым жаршысы. – 2014. – № 26 (105) . – С. 10–16.

48. *Вилутис, О. Е.* Эффективность йодированных кормов, используемых в кормлении рыбы / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Поддубная // Materials of I International research and practice conference «Science and Education». – Belgorod, 2014. – P. 77–83.

49. *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.

50. *Вилутис, О. Е.* Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф.; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – С. 163–166.

51. *Вилутис, О. Е.* Производственная апробация «Абиопептида с йодом» при выращивании ленского осетра в садках / О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 130–134.

52. *Вилутис, О. Е.* Экономическая эффективность использования йодированного «Абиопептида» в рыбоводстве / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Поддубная // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов; ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. – Саратов, 2014. – С. 578–581.

53. *Виногадова, В. А.* Исследование возможности использования ленского осетра, обогащенного йодом для коррекции йододефицита у детей с синдромом Дауна / В. А. Виногадова, И. В. Симакова, А. А. Васильев // Технология и продукты здорового питания: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию специальности «Технология продукции и организация общественного питания». – Саратов, 2015. – С. 80–85.

54. *Вишнякова, Р. И.* Биология пресноводных рыб и методы их вылова / Р.И. Вишнякова, М.А. Брудастова. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 78 с.

55. *Власов, В. А.* Приусадебное хозяйство / В. А. Власов, С. Б. Мустаев. – М.: Изд-во ЭКСМО - Пресс, Изд-во Лик Пресс, 2001. – 240 с.

56. *Власов, В. А.* Фермерское рыбоводство / В. А. Власов. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 168 с.

57. *Волкова, Н. Л.* Гигиеническая экспертиза рыбы и рыбопродуктов / Н. Л. Волкова. – М.: Минздрав СССР, ЦОЛИУВ, 1986.

58. *Гамыгин, Е. А.* Комбикорма для рыб / Е. А. Гамыгин, В. Я. Лысенко, В. Я. Скляр. – М.: Агропромиздат, 1989. – 168 с.

59. *Гамыгин, Е. А.* Корма и кормление рыбы. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов / Е. А. Гамыгин. – М., 1987. – Вып. 1. – С. 1–82.

60. *Гамыгин, Е. А.* Проблемы разработки и качества комбикормов для рыб / Е. А. Гамыгин, А. Н. Канидьев, В. И. Турецкий // Труды ВНИИПРХ. Вопросы разработки и качества комбикормов. – 1989. – Вып. 57. – С. 3–8.

61. *Герасимов, Ю. Л.* Основы рыбного хозяйства / Ю. Л. Герасимов. – Самара, 2003. – 254 с.
62. *Гмыря, И. Ф.* Влияние витаминов на рост карпа при использовании кормовых рационов с различным уровнем животного протеина / И. Ф. Гмыря // Тр. ВНИИПРХ: Биологические основы рационального кормления рыбы. – 1980. – Вып. 27. – С. 139–147.
63. *Головина, Н. А.* Гематология прудовых рыб / Н. А. Головина, И. Д. Тромбицкий. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 156 с.
64. *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. – С. 63–66.
65. *Горбунов, С. И.* Сорговые культуры как фактор стабилизации кормопроизводства в засушливых районах Юго-востока России / С. И. Горбунов // Научное обеспечение расширения посевов сорговых культур и кукурузы на зерно в засушливых районах Юго-востока России и стран СНГ: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 19–20 сентября, 2003. – Саратов, 2004. – С. 3–11.
66. *Грищенко, П. А.* Влияние аспарагинатов на продуктивность карпа при выращивании в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Г. А. Хандожко // Зоотехния. – 2010. – № 12. – С. 24–25.
67. *Грищенко, П. А.* Экономическая эффективность использования нового микроминерального комплекса в кормлении карпа / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева // Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2012. – С. 62–64.
68. *Грищенко, П. А.* Использование аспарагинатов в кормлении карпа / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева // Вавиловские чтения – 2010: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Саратов: Изд-во КУБИК, 2010. – Т. 2. – С. 133–134.
69. *Грищенко, П. А.* Ресурсосберегающая технология интенсивного выращивания карпа в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Г. А. Хандожко // Шестой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч. – Саратов, 2011. – Ч. 2. – С. 54–55.
70. *Грищенко, П. А.* Эффективность использования аспарагинатов при выращивании карпа в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2012. – № 1. – С. 18–20.

71. *Грядкина, Т. В.* Инновационные способы выращивания карпа / Т. В. Грядкина, А. А. Васильев, Д. П. Кожущенко // Научное обеспечение АПК: материалы науч.-практ. конф. 2-й специализированной агропромышленной выставки «САРАТОВ-АГРО. 2011». – Саратов, 2011. – С. 17–19.

72. *Гурский, Н. Г.* Актуальные проблемы отрасли семеноводства сорго и пути их решения / Н. Г. Гурский // Научное обеспечение производства зерна России. – 2004. – С. 130–141.

73. *Гусева, Ю. А.* Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осетра (*Acipenser baeri Brandt*) в садках / Ю. А. Гусева, А. П. Коробов, А. А. Васильев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 4. – С. 3–6.

74. *Гусева, Ю. А.* Влияние препарата «Абиопептид» на продуктивность ленского осетра (*Acipenser baeri*) при выращивании в садках / Ю. А. Гусева, А. П. Коробов, А. А. Васильев // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 23–24.

75. *Гусева, Ю. А.* Эффективность действия препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» при выращивании ленского осетра в садках / Ю. А. Гусева, А. П. Коробов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2014. – № 10. – С. 58–70.

76. *Гусева, Ю. А.* Оптимизация кормления – одно из условий получения безопасной рыбной продукции / Ю. А. Гусева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – № 4 (147). – С. 56–63.

77. *Гусева, Ю. А.* Использование «Абиопептида» при кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, А. П. Коробов // Материалы конференции, посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Демкина Г. П. – Саратов: Изд-во «КУБик», 2011. – С. 18–21.

78. *Гусева, Ю. А.* Выращивание ленского осетра в садках с использованием препарата «Абиопептид» / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, А. П. Коробов // Шестой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч. – Саратов, 2011. – Ч. 2. – С. 39–40.

79. *Гусева, Ю. А.* Использование препарата Абиопептид в кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Пальцева, А. А. Васильев // Специалисты АПК нового поколения: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф.; под ред. И.Л. Воротникова. – Саратов, 2012. – С. 131–133.

80. *Гусева, Ю. А.* Химический состав мышечной ткани ленского осетра в зависимости от кормления / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, О. М. Попова // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. статей VI Всерос. науч.-практ. конф. Ч II: под ред. И. Л. Воротникова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2012. – С. 23–26.

81. *Гусева, Ю. А.* Влияние кормления на химический состав мышечной ткани ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, М. В. Чугунов // Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф.; под ред. А. А. Волкова. – Саратов, 2012. – С. 64–66.

82. *Гусева, Ю. А.* Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб / Ю. А. Гусева, О. С. Максимова // Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2015. – С. 199–201.

83. *Гусева, Ю. А.* Опыт использования гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, И. А. Китаев // Наука в современном информационном обществе: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – North Charleston, USA, 2015. – С. 122–125.

84. *Гусева, Ю. А.* Влияние уровня протеина в комбикормах на товарные качества радужной форели / Ю. А. Гусева // Основы и перспективы органической биотехнологии. – 2018. – № 2. – С. 8–12.

85. *Гусева, Ю. А.* Белковое питание радужной форели при индустриальном выращивании / Ю. А. Гусева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы III национальной науч.-практ. конф., Казань, 3–5 октября 2018 г.; под ред. А. А. Васильева. – Саратов: Амирит, 2018. – С. 74–79.

86. *Гусева, Ю. А.* Результаты выращивания рыб ценных пород с использованием в кормлении гидролизата соевого белка / Ю. А. Гусева, И. П. Федоров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Междунар. науч.-практ. конф.; под ред. А. В. Молчанова, В. В. Строгова. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2018. – С. 172–177.

87. *Гусева, Ю. А.* Скорость роста и товарные качества мышечной ткани радужной форели при использовании в кормлении гидролизата



соевого белка / Ю. А. Гусева // Национальная научно-практическая конференция в рамках Саратовского форума ветеринарной медицины и продовольственной безопасности Российской Федерации, посвящ. 100-летию факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2018. – С. 308–314.

88. *Гусева, Ю. А.* Оценка пищевой ценности карпа при выращивании в индустриальных условиях / Ю. А. Гусева, А. Н. Яковлев, А. В. Евтеев // Прорывные научные исследования как двигатель науки: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф., 4 декабря 2018 г., г. Магнитогорск. В 3 ч. – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2018. – Ч. 3. – С. 189–192.

89. *Гусева, Ю. А.* Индустриальное выращивание ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев // LAP LAMBERT Academic publishing GmbH&Co.KG. Saarbrücken. – Germany, 2013. – 108 с.

90. *Гусева, Ю. А.* Применение «Абиопептида» – гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, И. А. Китаев, А. А. Васильев; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – 134 с.

91. *Гутиева, З. А.* Оптимизация выращивания личинок карповых рыб в условиях индустриальной аквакультуры / З. А. Гутиева. – М.: Вестник РАСХН, 2005. – 196 с.

92. *Докукина, К. Н.* Повышение эффективности зимовки нестандартных сеголетков карпа на теплых водах ГРЭС / К. Н. Докукин // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1974. – 324 с.

93. *Дятлова, Н. М.* Применение комплексонов в сельском хозяйстве / Н. М. Дятлова, О. Ю. Лаврова. – М.: НИИТЭХИМ, 1984. – 185 с.

94. *Егоров, И. И.* Зерновое сорго – ценный корм для птицы / И. И. Егоров, П. Н. Паньков, Т.Н. Ленкова // Комбикорма. – 2002. – № 5. – С. 45–46.

95. *Евтушенко, Н. Ю.* Влияние магния, марганца и цинка на показатели липопротеинового обмена в печени карпа / Н. Ю. Евтушенко // Рыбное хозяйство. – 1979. – Вып. 28. – С. 33–40.

96. *Искра, Т. Д.* Влияние аномальной температуры на гематологические показатели карпа при выращивании в садках / Т. Д. Искра, А. Ю. Кутепов, Ю. А. Гусева // Ученые записки Казанской государ-

ственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Т. 207. – С. 215–220.

97. *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. – С. 78–83 с.

98. *Желтов, Ю. А.* Экструдированные гранулы комбикормов при выращивании рыб / Ю. А. Желтов // Новые технологии. – 2004. – № 9. – С. 24–25 с.

99. *Желтов, Ю. А.* Кормление племенных карпов разных возрастов в племенных хозяйствах / Ю. А. Желтов, А. А. Алексеенко. – Киев, 2006. – 169 с.

100. *Желтов, Ю. А.* Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев: Фирма ИНКОС, 2006. – С. 191–192.

101. *Желтов, Ю. А.* Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве / Ю. А. Желтов. – Киев: Фирма ИНКОС, 2006. – 154 с.

102. *Житенко, П. В.* Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства. Справочник / П. В. Житенко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 235 с.

103. *Зерновое сорго для КРС. В вопросах и ответах / ВНИИ сорго и сои.* – Ростов н/Д., 2012. – 24 с.

104. *Зименс, Ю. Н.* Влияние йодированных дрожжей на биохимические показатели крови ленского осетра / Ю. Н. Зименс, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: ИЦ «Наука», 2015. – С. 154–160.

105. *Зименс, Ю. Н.* Влияние йодированных дрожжей на использование питательных веществ корма ленским осетром / Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев, И. В. Поддубная // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 15–16 августа 2014. – Новосибирск: Международный научный институт «Educatio», 2014. – С. 132–133.

106. *Зименс, Ю. Н.* Влияние повышенных доз йода на продуктивность ленского осетра / Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев, И. В. Акчурина, И. В. Поддубная // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 8. – С. 18–21.

107. *Зименс, Ю. Н.* Измерение концентрации йода в мышечной ткани ленского осетра при использовании в рационе йодированных дрожжей / Ю. Н. Зименс, Р. В. Масленников, А. А. Васильев // Проблемы агропромышленного комплекса стран евразийского экономического союза: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 202 – 205.

108. *Зименс, Ю. Н.* Пищевая ценность ленского осетра при использовании в рационе йодированных дрожжей / Ю. Н. Зименс, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, профессора кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова Коробова Александра Петровича. – Саратов, 2015. – С. 29–40.

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

110. *Зименс, Ю. Н.* Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра / Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев, И. В. Акчурина // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С. 20–23.

111. *Зирук, И. В.* Рекомендации по использованию комплекса микроэлементов в кормлении подсвинков / И.В. Зирук, В.В. Салаутин, А.А. Васильев, А.П. Коробов. – Саратов: УП Принт, 2014. – 24 с.

112. *Зирук, И. В.* Перспективы применения хелатных соединений в свиноводстве / И. В. Зирук, В. В. Салаутин, А. А. Васильев // Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2014. – С. 94–97.

113. *Иванов, А. А.* Физиология рыб / А. А. Иванов. – М.: Мир, 2003. – 284 с.

114. *Иванова, Н. А.* Влияние орошения на урожайность и качество зерна сорго / Н. А. Иванова, Т. С. Кундюкова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 15–17.

115. Индустриальные методы рыбоводства. – URL: <http://fish-farming.ru> (Дата обращения 13.03.2015).
116. Информация о карповых видах рыб. Украинские породы карпа. – URL: <http://carpexpert.ru/ukrainskie-karpy/> (Дата обращения 5.04.2015).
117. *Исаков, Я. И.* Сорго / Я. И. Исаков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 134 с.
118. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России / Ю. П. Мамонтов [и др.]. – СПб., 2000. – С. 47–85 с.
119. Использование йода в кормлении. – URL: <http://agrocontech.ru/ru/info/ispolzovanie-ioda-v-kormlenii>. (Дата обращения 8.01.2015).
120. *Ишин, А. Г.* Особенности технологии возделывания и использования сорговых культур в районах недостаточного увлажнения Юго-Востока и Юга Российской Федерации / А. Г. Ишин; под общ. ред. А. Г. Ишина. – Саратов, 2008. – 54 с.
121. *Калашников, А. П.* Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов, Н. И. Клейменов. – М., 2003. – 456 с.
122. *Кальницкий, Б. Д.* Биологическая доступность микроэлементов для молодняка свиней / Б. Д. Кальницкий, С. Г. Кузнецов, А. П. Вагаева // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине: тез. докл. 11-й Всесоюз. конф. – Самарканд, 1990. – С. 386–367.
123. *Камышников, В. В.* Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. В. Камышников. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – С. 234–297.
124. *Канидьев, А. Н.* Инструкция по кормлению гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыбхоза СССР / А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин. – М.: ВНИИПРХ, 1983. – С. 19–22.
125. *Канидьев, А. Н.* Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб / А. Н. Канидьев. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – С. 215–315.
126. *Карасев, А. А.* Товарные качества карпа при использовании в кормлении йодсодержащего препарата «Абиопептид» / А. А. Карасев, О. А. Гуркина, Г. А. Хандожко // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 26–29.

127. *Карасев, А. А.* Эффективность применения в кормлении двухлеток карпа повышенной дозы йода в условиях садкового выращивания / А. А. Карасев, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 10. – С. 8–10.

128. *Кибальник, О. П.* Оценка пластичности и стабильности зернового сорго в условиях Саратовской области // О. П. Кибальник, Г. И. Костина, Д. С. Семин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010. – № 3–4 (6–7). – С. 64–66.

129. *Кибальник, О. П.* Скороспелость и степень использования гидротермических ресурсов зерновым сорго в Саратовской области / О. П. Кибальник, Г. И. Костина, Д. С. Семин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010. – № 3–4 (6–7). – С. 59–61.

130. *Килик, В. А.* Эколого-физиологические основы белкового питания рыб / В. А. Килик, В. В. Чиркина, Т. И. Бурда. – М., 1985. – С. 43–45.

131. *Китаев, И. А.* Влияние использования гидролизата соевого белка на товарные качества ленского осетра / И. А. Китаев, Ю. А. Гусева // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения: материалы Междунар.науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова. – Волгоград, 2015. – С. 308–311.

132. *Китаев, И. А.* Влияние кормовых добавок «Абиопептид» и «Ферропептид» на аминокислотный состав белка мышечной ткани ленского осетра при выращивании в УЗВ / И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2015. – С. 160–164.

133. *Китаев, И. А.* Выращивание ленского осетра в индустриальных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 10–12.

134. *Китаев, И. А.* Особенности питания ленского осетра в УЗВ / И. А. Китаев, Ю. А. Гусева, А. А. Васильев // Научный перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2014. – С 106–108.

135. *Китаев, И. А.* Повышение продуктивности ленского осетра при его выращивании в установках замкнутого водоснабжения /

И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 7. – 1 (26). – С. 63–65.

136. *Китаев, И. А.* Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения / И.А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 7. – С. 9–11.

137. *Кияшко, В. В.* Исследование влияния йодсодержащего препарата на рост и развитие карпа при садковом выращивании / В. В. Кияшко, О. А. Гуркина, А. А. Карасев, И. В. Поддубная // Сборник докладов Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов; ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2015. – С. 419–422.

138. *Ковтунов, В. В.* Качество зерна сорго зернового и пути его улучшения / В. В. Ковтунов // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 6. – С. 10–11.

139. *Ковтунов, В. В.* Основные направления использования сорго зернового / В. В. Ковтунов // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 6. – С. 42–44.

140. *Козлов, А. П.* Контроль качества рыбных товаров в торговле / А. П. Козлов. – М.: Экономика, 1981. – 278 с.

141. *Козлов, А. В.* Разведение рыбы, рачков, креветок в приусадебном водоеме / А. В. Козлов. – М.: Аквариум, 2003. – 176 с.

142. *Козлов, В. И.* Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров, А. Л. Бородин. – М.: МГУТУБ, 2004. – 347 с.

143. *Козлов, В. И.* Справочник рыбовода / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 238 с.

144. *Козлов, О. В.* Некоторые адаптации сорговых культур к засухе и высоким температурам в условиях Поволжья / О. В. Козлов, А. Г. Ишин, А. Ю. Буенков // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 5. – С. 11–12.

145. *Коробов, А. П.* Способ скармливания кормов для рыб в садках / А. П. Коробов, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, Г. А. Хандожко // Актуальные проблемы зоотехнии, аквакультуры, биотехнологии и биоэкологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2009. – С. 68.

146. *Коробов, А. П.* Выращивание ленского осетра в садках с использованием препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» /

А. П. Коробов, Ю. А. Гусева // Главный зоотехник. – 2012. – № 7. – С. 43–51.

147. *Косарева, Т. В.* Рецепты комбикормов с зерном сорго для разных возрастных групп карпа // Т. В. Косарева, А. А. Васильев, А. А. Пальцева // Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конференции. – Саратов, 2012. – С. 180–182.

148. *Косарева, Т. В.* Эффективность использования зерна сорго как нетрадиционного корма при выращивании карпа / Т. В. Косарева, А. А. Васильев, О. Н. Пашкова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 2. – С. 19–21.

149. *Косарева, Т. В.* Использование зернового сорго в индустриальном рыбоводстве / Т. В. Косарева, А. А. Васильев, А. А. Гоголкин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 15–18.

150. *Косарева, Т. В.* Биохимические показатели крови карпа при кормлении сорго / Т. В. Косарева, А. А. Васильев // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2015. – С. 169–173.

151. *Косарева, Т. В.* Результаты использования зернового сорго в индустриальном рыбоводстве / Т. В. Косарева, А. А. Васильев, А. А. Гоголкин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 2. – С. 15–18.

152. *Косарева, Т. В.* Эффективность использования аспарагинатов при выращивании карпа в индустриальных условиях / Т. В. Косарева, А. А. Васильев // Наука сегодня: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2015. – С. 47–49.

153. *Костина, Г. И.* Селекция зернового сорго на пищевые цели в условиях Нижнего Поволжья / Г. И. Костина, Д. С. Семин, И. Г. Ефремова // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 2. – С. 3–6.

154. *Кудашев, Р. И.* Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо, при скармливании сорговых гранул / Р. И. Кудашев, И. Я. Кудашев, М. Г. Чабанев // Научное обеспечение расширения посевов сорговых культур и кукурузы на зерно в засушливых районах Юго-

Востока России и стран СНГ: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 9–20 сентября 2003. – Саратов, 2004. – С. 288–290.

155. *Кудрявцев, А. А.* Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев. – М.: Колос, 1969. – 306 с.

156. *Кудряшова, А. А.* Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А. А. Кудряшова, Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев. – М.: Колос, 2007. – 304 с.

157. *Кулиев, Ш. М.* Влияние новых йодных микроудобрений на рост развитие и урожай хлопчатника и пшеницы в условиях Азербайджанской ССР: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук / Кулиев Ш. М. – Баку, 1963. – 16 с.

158. *Лакин, Г. Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

159. *Лебедев, П. Т.* Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1965.

160. *Левадный, В. С.* Прудовое разведение рыб и раков / В. С. Левадный. – М.: Аделант, 2005. – 192 с.

161. *Логинов, Г. П.* О биологической активности синтетического хелатного комплекса меди с триптофаном / Г. П. Логинов, Г. М. Артемьев // Науч. тр. КГВИ. – 1981. – Т. 134. – С. 88–90.

162. *Логинов, В. В.* Хелатная концепция токсичности и детоксикации тяжелых металлов в организме животного / В. В. Логинов, Р. Г. Бинеев // Морфологическая оценка влияния на организм животных кормовых добавок и совершенствование ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства. – Казань, 1992. – С. 75–77.

163. *Макарецв, Н. Г.* Кормление сельскохозяйственных животных / Н. Г. Макарецв. – Калуга, 2007. – 608 с.

164. *Максимова, О. С.* Влияние гидролизата соевого белка на адаптационные способности радужной форели / О. С. Максимова, Ю. А. Гусева // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: сб. статей. – Саратов, 2016. – С. 190–193.

165. *Максимова, О. С.* Интенсивность роста радужной форели при использовании в составе рациона гидролизата соевого белка /



О. С. Максимова, Ю. А. Гусева, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 19–23.

166. *Максимова, О. С.* Оценка темпа роста радужной форели, выращенной с использованием в рационах кормления гидролизата соевого белка / О. С. Максимова, Ю. А. Гусева // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 14–17.

167. *Максимова, О. С.* Экономическая эффективность использования гидролизата соевого белка в кормлении форели / О. С. Максимова, Ю. А. Гусева, И. В. Сергеева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. – Саратов, 2016. – С. 80–84.

168. *Малиновский, Б. Н.* Сорго на Северном Кавказе / Б. Н. Малиновский. – Ростов н/Д.: Изд-во Ростов. ун-та, 1992. – 202 с.

169. *Мамонтов, Ю. П.* Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России / Ю. П. Мамонтов, Н. Е. Гепецкий, А. И. Литвиненко.; под ред. Ю.П. Мамонтова. – СПб.: ГосНИОРХ, 2000. – 288 с.

170. *Мамонтов, Ю. П.* Прудовое рыбоводство. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Российской Федерации / Ю. П. Мамонтов, В. Я. Складаров, Н. В. Стецко. – М.: Росинформротех, 2010. – 216 с.

171. *Марченко, Г. Г.* Учебно-методическое пособие по разведению сельскохозяйственных животных с основами частного животноводства / Г. Г. Марченко. – Саратов, 1993. – С. 26–27.

172. *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.

173. *Масленников, Р. В.* Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра в условиях садкового рыбоводства / Р. В. Масленников, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2015. – С. 178–182.

174. *Медведев, П. Ф.* Кормовые растения Европейской части СССР / П. Ф. Медведев, А. И. Сметанникова. – Л.: Колос, 1981. – 336 с.

175. *Менькин, В. К.* Кормление животных / В. К. Менькин. – М.: Колос, 2004. – 360 с.
176. *Меркурьева, Е. К.* Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 422 с.
177. Минеральный состав сельскохозяйственной продукции. Электронная база данных / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, Д. А. Поддубный, В. В. Смирнов. – Саратов, 2017; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017621254 от 01.11.2017.
178. *Мирошникова, Е. П.* Влияние ферментного препарата на обмен микроэлементов у карпов при различной белковой обеспеченности рациона / Е. П. Мирошникова, А. А. Барабаш // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 12 (62-2). – С. 164–166.
179. *Мирошникова, Е. П.* Изменение гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Киякова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 55–57.
180. *Моррисон, В. В.* Патологическая физиология / В. В. Моррисон, Н. П. Чеснокова. – Саратов: СГМУ, 2008. – 699 с.
181. *Москул, Г. А.* Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища / Г. А. Москул. – СПб., 1994. – 136 с.
182. *Мохнач, В. О.* Йод и проблемы жизни. – Л., 1974. – 74 с.
183. *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. Оригинальные исследования. – 2007. – № 2(8).
184. *Мясников, Г. Г.* Кормление карпа / Г. Г. Мясников – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. – 156 с.
185. *Оберлис, Д.* Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.
186. Особенности мембранного пищеварения карповых видов рыб / Г. М. Абдурахманов [и др.]. – М.: Наука, 2003. – 301 с.
187. Особенности технологии возделывания сорговых культур в засушливых районах Юго-Востока европейской части России: реко-

мендации / А. Г. Ишин [и др.]. – Саратов: ФГНУ РосНИИСК «Рос-сорго», 2008. – 24 с.

188. *Остроумова, И. Н.* Теоретические основы использования высокобелковых и высокопротеиновых продуктов микробиосинтеза для замены рыбной муки в кормах для рыб / И. Н. Остроумова, Т. И. Абро-симова // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1981. – Вып. 176. – С. 3–28.

189. *Остроумова, И. Н.* Потребность рыб в белке и ее особен-ности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной систе-мы / И. Н. Остроумова // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 206. – С. 84–97.

190. *Остроумова, И. Н.* Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – М.: ГоСНИОРХ, 2001. – 372 с.

191. Патент на полезную модель № 95972 РФ МПК А 01 К 63/00 С 1 Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы / А. А. Васильев, А. А. Волков, Ю. А. Гусева, А. П. Коробов, Г. А. Хандожко; патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессио-нального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». Заявка № 2010109565/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 20.07.2010. Бюл. № 20.

192. Патент на изобретение № 2464800 РФ, МПК А 23 К 1/10 С1. Состав комбикорма для выращивания карпа в садках / А. А. Ва-сильев, С.П. Воронин, П. А. Грищенко, Т. В. Грядкина, А. П. Гу-менюк, Ю. А. Гусева, Т. Д. Искра; патентообладатель: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2011118478/13; заявл. 06.05.2011; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.

193. Патент на изобретение № 2400061 Российская Федерация, МПК: А01К61/00. Способ скармливания кормов для рыб в садках / А. П. Коробов, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, Г. А. Хандожко; патенто-обладатель общество с ограниченной ответственностью «Телемак-Наука». – 2009100176/21; заявл. 11.01.2009; опубл. 27.09.2010. Бюл. № 5.

194. Патент на полезную модель № 75540 Российская Федера-ция, МПК А 01 К 63/00 U1. Система садков для выращивания рыбы / Г. А. Хандожко, В. В. Вертей, А. А. Васильев; патентообладатель ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2008114038/22; заявл. 14.04.2008; опубл. 20.08.2008. Бюл. № 23.

195. Патент на полезную модель № 132315 Российская Феде-рация, МПК А 01 К 63/00 (2006.01). Система садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы / А. А. Ва-

сильев, И. В. Поддубная, О. Е. Вилутис, П. С. Тарасов, А. А. Карасев; патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Центр индустриального рыбоводства». – 2013114042/13; заявл. 28.03.2013; опубл. 20.09.2013. Бюл. № 26.

196. *Пейве, Я. В.* Об основных закономерностях распределения валовых запасов и подвижных форм микроэлементов в почвах СССР / Я. В. Пейве // Доклады к VIII Междунар. конгрессу почвоведов. Серия «Физика, химия, биология и мелиорация почв СССР». – М., 1964. – С. 108–112.

197. *Петрушин, А. Б.* Ускоренный метод селекции новых пород рыб (на примере Чувашского карпа) / А. Б. Петрушин, Г. Е. Серветник // Инновационные технологии аквакультуры: тез. докл. Междунар. науч. конф., 21–22 сентября 2009. – Ростов н/Д., 2009. – С. 106.

198. *Поддубная, И. В.* Оценка эффективности применения йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра при выращивании в садках / И. В. Поддубная, Р. В. Масленников, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 5. – С. 20–23.

199. *Поддубная, И. В.* Сравнительная характеристика функциональной активности щитовидной железы молоди ленского осетра при различных дозах органического йода / И. В. Поддубная, А. А. Васильев, О. Е. Вилутис // Ученые записки казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 224 (4). – С. 178–181.

200. *Поддубная, И. В.* Биохимические показатели крови ленского осетра, получающего йодированные дрожжи / И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Ветеринария. – 2016. – № 10. – С. 49–53.

201. *Поддубная, И. В.* Влияние биологически активной добавки «Абиопептид» с органическим йодом на рост, развитие и товарные качества карпа при выращивании в садках / И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 77–82.

202. *Поддубная, И. В.* Исследование влияния органического йода на продуктивность молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) / И. В. Поддубная // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2017. – № 2(46). – С. 175–181.

203. *Поддубная, И. В.* Оценка экономической эффективности использования йодированных дрожжей в кормлении радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) / И. В. Поддубная // Кормопроизводство. – 2017. – № 7. – С. 40–47.

204. *Поддубная, И. В.* Анализ динамики живой массы радужной форели при использовании в кормлении йодированных дрожжей / И. В. Поддубная // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, доктора с.-х. наук, профессора В. М. Куликова. – Волгоград, 2015. – Т. 1. – С. 334–337.

205. *Поддубная, И. В.* Эффективность использования радужной форелью комбикормов с йодсодержащей добавкой / И. В. Поддубная, Д. А. Поддубный // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: ИЦ «Наука», 2016. – С. 201–207.

206. *Поддубная, И. В.* Товарные качества радужной форели при использовании в кормлении йодированных дрожжей / И. В. Поддубная, Е. А. Котельникова // Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбководства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2017. – С. 56–60.

207. *Поддубная, И. В.* Рекомендации по использованию органического йода в кормлении рыб, выращиваемых в промышленных условиях / И. В. Поддубная, А. А. Васильев; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2017. – 46 с.

208. *Поддубная, И. В.* Теоретическое и практическое обоснование использования органического йода в кормлении осетровых рыб / И. В. Поддубная, А. А. Васильев; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2017. – 252 с.

209. *Пономарев, С. В.* Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 255 с.

210. *Пономарев, С. В.* Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 188 с.

211. *Пономарев, С. В.* Индустриальное рыбководство / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – М.: Колос, 2006. – 318 с.

212. *Пономарев, С. В.* Фермерская аквакультура: Рекомендации. / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина, И. Ю. Киреева. – М.: Росинформагротех, 2007. – 192 с.

213. *Привезенцев, Ю. А.* Прудовое рыбководство / Ю. А. Привезенцев, И. М. Анисимова, Е. А. Тарасов. – М.: Колос, 1982. – 199 с.

214. *Привезенцев, Ю. А.* Интенсивное прудовое рыбоводство: учеб. для вузов / Ю. А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
215. *Привезенцев, Ю. А.* Выращивание рыб в малых водоемах. Руководство для рыбоводов-любителей / Ю. А. Привезенцев. – М.: Колос, 2000. – 128 с.
216. *Проскуренко, И. В.* Фермерское рыбоводное хозяйство. Пособие для фермера рыбовода / И. В. Проскуренко. – СПб.: Гипро-рыбфлот, 2000. – 226 с.
217. *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. – 2007. – № 3. – С. 45–47.
218. Ресурсосберегающая технология производства зернового сорго / В. С. Горбунов [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2012. – 40 с.
219. *Рубцовенко, А. В.* Патологическая физиология / А. В. Рубцовенко. – Саратов, 1991. – 599 с.
220. Семейство Карповые (Cyprinidae). Биологическая энциклопедия. – URL: [5http://enc-dic.com/enc\\_biology/Semestvo-karpove-syprinidae-1687](http://enc-dic.com/enc_biology/Semestvo-karpove-syprinidae-1687). (Дата обращения 10.03.2015).
221. *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 // Научные аспекты глобализационных процессов: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф., 23 сентября 2014. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. – С. 31–32.
222. *Сергеева, Н. Т.* Биохимия витаминов и минеральных элементов / Н. Т. Сергеева. – Калининград, 1998. – 122 с.
223. *Сергеева, Н. Т.* Физиолого-биохимическая оценка эффективности использования муки из отходов производства филе кальмаров в кормлении форели / Н. Т. Сергеева, Н. П. Нефедова // Вопросы разработки качества комбикормов. – 1989. – Вып. 57. – С. 91–98.
224. *Скляр, В. Я.* Справочник по кормлению рыб / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 120 с.
225. *Скляр, В. Я.* Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В. Я. Скляр, Н. А. Студенцова // Рыбоводство и рыболовство. – 2001. – № 2. – С. 10–12.

226. *Скляров, Ф. В.* Эффективность использования сорго в рационах карпа / Ф. В. Скляров // *Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения профессора П. И. Викторова.* – М., 2003. – С. 85–88.

227. *Скляров, В. Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляров. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.

228. *Сорвачев, К. Ф.* Основы биохимии питания рыб / К. Ф. Сорвачев. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 247 с.

229. *Спиридонов, А. А.* Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / А. А. Спиридонов, Е. В. Мурашова, О. Ф. Кислова. – СПб.: ООО СПС-Принт, 2011. – 116 с.

230. *Суслова, Т. А.* Соотношение амилозы и амилопектина в крахмале семян сортового разнообразия сорго и изменение его гибридной наследственности / Т. А. Суслова, Н. П. Ярош, О. А. Грязева // *Науч.-техн. бюл. ВНИИ растениеводства.* – 1985. – Вып. 149. – С. 29–34.

231. *Тарасов, П. С.* Влияние повышенных доз йода на организм ленского осетра / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная // *Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии и аквакультуры: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, Почетного работника ВПО РФ, доктора ветеринарных наук, профессора, Дёмкина Григория Прокофьевича.* – Саратов, 2016. – С. 298–300.

232. *Тарасов, П. С.* Товарные качества ленского осетра при использовании в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.* – 2016. – № 1. – С. 61–67.

233. *Тарасов, П. С.* Эффективность использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ // П. С. Тарасов, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, М. Ю. Кузнецов // *Аграрный научный журнал.* – 2015. – № 4. – С. 41–44.

234. *Тарасов, П. С.* Эффективность применения препарата «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // *Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф.* – Саратов, 2015. – С. 193–197.

235. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С. В. Пономарев [ и др. ]. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.

236. Технология рыбы и рыбных продуктов. – URL: <http://nabitablet.ru/prudovoe-rybovodstvo/1450-metody-izucheniya-rostarybu-chast-2.html> (Дата обращения 12.04.2015).

237. Трошкин, А. Н. Некоторые биохимические показатели сывортки крови у свиней на откорме, получавших с комбикормом минеральную добавку в виде хелатных соединений / А. Н. Трошкин // Eurofarm. – 2006. – № 4. – С. 24–26.

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

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

240. Фицев, А. И. Комплексная оценка различных сортов зернового сорго / А. И. Фицев // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 2. – С. 21–24.

241. Хандожко, Г. А. Результаты садкового выращивания стерляди в естественном температурном режиме / Г. А. Хандожко, А. А. Васильев // Зоотехния. – 2009. – № 2. – С. 24–25.

242. Хандожко, Г. А. Выращивание стерляди в открытых водоемах / Г. А. Хандожко, А. А. Васильев. – Саратов, 2010. – 123 с.

243. Хандожко, Г. А. Результаты производственной апробации выращивания стерляди / Г. А. Хандожко, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 2. – С. 45–46.

244. Хандожко, Г. А. Подращивание молоди стерляди в садках в естественном температурном режиме / Г. А. Хандожко, А. А. Васильев // Вавиловские чтения – 2008: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2008. – С. 300.

245. Хандожко, Г. А. Выращивание стерляди в садках до товарной массы на искусственных комбикормах при разной плотности посадки / Г. А. Хандожко, А. А. Васильев // Актуальные проблемы ветеринарной патологии, физиологии, биотехнологии, селекции животных. Современные технологии переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2009. – С. 172–174.



246. *Хохрин, С. Н.* Корма и кормление животных / С. Н. Хохрин. – СПб.: Лань, 2002. – 512 с.
247. *Царев, А. П.* Сорго в Саратовской области / А. П. Царев, В. И. Гричук, А. В. Костин. – Саратов, 1993. – 104 с.
248. *Царев, А. П.* Агробиологические основы выращивания и использования сорговых культур в Поволжье / А. П. Царев, Е. В. Морозов. – Саратов, 2011. – 244 с.
249. *Черепанов, С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
250. *Чернышов, Н. И.* Компоненты комбикормов / Н. И. Чернышов, И. Г. Панин. – Воронеж: ВНИИКП, 2000. – 122 с.
251. *Шепелев, А. М.* Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров / А. М. Шепелев, О. И. Кожухова // Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров. – Ростов н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2001. – 160 с.
252. *Шепель, Н. А.* Сорго – интенсивная культура: справочное издание / Н. А. Шепель. – Симферополь: Таврия, 1989. – 192 с.
253. *Шепель, Н. А.* Создание и использование зернового и пищевого сорго / Н. А. Шепель, В. П. Бондаренко // Проблемы биологии, селекции и технологии возделывания и переработки сорго. – Волгоград, 1993. – С. 33–35.
254. *Шепель, Н. А.* Сорго / Н. А. Шепель. – Волгоград: Комитет по печати, 1994. – 448 с.
255. *Широкова, В. И.* Йодная недостаточность: диагностика и коррекция / В. И. Широкова, В. И. Голоденко, В. Ф. Демин // Педиатрия. – 2005. – № 6. – С. 34–37.
256. *Ширылкин, Е. А.* Влияние нового микроминерального комплекса на продуктивность поросят-отъемышей / Е. А. Ширылкин, А. А. Васильев, Ю. В. Иванцов // Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития: сб. статей. – Саратов, 2012. – С. 349–351.
257. *Ширылкин, Е. А.* Влияние аспарагинатов на продуктивность молодняка свиней / Е. А. Ширылкин, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, Ю. В. Иванцов // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 2. – С. 47–49.
258. *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.

259. *Шмаков, Н. Ф.* Рекомендации по разработке и использованию минеральных премиксов в кормлении рыб / Н. Ф. Шмаков, А. Н. Канидьев, А. А. Яржомбек. – М.: ВНИИРХ, 1989. – 34 с.
260. *Шпаков, А. С.* Состояние, потребность и основные задачи научного обеспечения производства зернофуража в РФ / А. С. Шпаков // Научное обеспечение производства зерна в России. – М.: Зерноград, 2004. – С. 36–45.
261. *Шумилина, А. К.* Переваримость карпом искусственных кормов с высоким содержанием растительных компонентов / А. К. Шумилина // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – М., 1997. – С. 40–47.
262. *Щербаков, В. Я.* Зерновое сорго / В. Я. Щербаков. – Киев; Одесса: Вища шк., Головное изд-во, 1983. – 192 с.
263. *Щербина, М. А.* Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина. – М.: Пищевая пром-сть, 1973. – 130 с.
264. *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.
265. *Щербина, М. А.* Технология комбинированного применения зерна совместно с комбикормами при выращивании двухлетков карпа в прудах / М. А. Щербина, А. Д. Сапаров, В. Н. Раденко. – М.: ВНИИПРХ, 1992. – 46 с.
266. *Щербина, М. А.* Влияние гидробаротермической обработки на питательную ценность белка и доступность аминокислот различных видов кормового сырья для карпа / М. А. Щербина, И. А. Салькова, Е. А. Гамыгин // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1999. – С. 55–76.
267. *Щербина, М. А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
268. *Щербина, М. А.* Практика кормления карповых и осетровых рыб в хозяйствах различных типов / М. А. Щербина, И. Н. Остромова, Н. В. Судакова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 159 с.
269. *Щербина, М. А.* О проблеме кормления производителей карповых и осетровых рыб в аквакультуре / М. А. Щербина // Инновационные технологии аквакультуры: тез. докл. Междунар. науч. конф., 21–22 сентября 2009. – Ростов н/Д, 2009. – С. 150–153.
270. *Якушевский, Е. С.* Мировое сортовое разнообразие сорго и пути его селекционного использования в СССР / Е. С. Якушевский // Сорго в южных и юго-восточных районах: сб. статей. – М., 1967. – С. 19–36.

271. *Abdelghany, A. E.* Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry using formulated semi-purified diets / A.E. Abdelghany // *Tilapia Aquaculture in the 21st Century. Proceedings from the 5th International Symposium on Tilapia Aquaculture.* – 2000. – P. 101–108.

272. *Adamek, Z.* Diet composition and selectivity in 0+perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) stock in pond culture / Z. Adamek, J. Musil & I. Sukop // *Agriculturae Conspectus Scientificus.* – 2004. 69(1). – P. 21–27.

273. *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.

274. *Azmat, R.* Distribution of Iodine in Marine and Fresh Water Fishes from Sindt Regions of Pakistan / R. Azmat, R. Talat, S. Mahmood // *Journal of Applied Sciences.* – 2008.– No. 8(9). –P. 1790–1792.

275. *Bergot, F.* Digestibility of native starches of various botanical origins by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / F. Bergot // *Fish Nutrition in Practice. IV Int. Sym. on Fish Nutrition and Feeding.* – 1993. – P. 857–865.

276. Chemical composition of edible parts of three-year-old experimental scaly crossbreds of common carp (*Cyprinus carpio*, L.) / H. Buchtova, Z. Svobodova, M. Kocour and other // *Acta Alimentaria* 37 (3). – 2008. – P. 311 – 322.

277. *Corraze, G.* Nutrition lipidique / G. Corraze // *Nutritionet alimentation des poissons et crustaces: INRA, IFREMER.* – 1999. – P. 147–170.

278. *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. – No. 27(3). – P. 197–202.

279. Digestibility of protein and starch from sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm / J. H. Wong, T. Lau, N. Cai and other // *Journal of Cereal Science.* – 2009. – No. 49. – P. 73–82.

280. *Dupree, H. K.* Amino acids essential for growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) / H. K. Dupree, J. E. Halver // *Trans Am Fish Soc.* – 1970. – Vol. 99. – P. 90–92.

281. *Ensminger, M. E.* Feeds nutrition / M. E. Ensminger, J. E. Oldfield, W. W. Heinemann. – California: Clovis, 1990. – 794 p.

282. *Fajmonova, E.* Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets / E. Fajmonova, J. Zelenka, T. Komprda, D. Kladroba, & I. Sarmanova // *Czech Journal of Animal Science*. – 2003. – No. 48(2)/ – P. 85–92.

283. *Zimens, Y. N.* Effects of iodized yeast as feed supplement on growth and blood parameters in Lena sturgeon (*Acipenser baerii stenorrhynchus* Nicolsky) juveniles / Y. N. Zimens, A. A. Vasiliev, I. V. Poddubnaya, Y. A. Guseva, V. V. Kiyashko, S. P. Voronin, D. S. Voronin, A. P. Gumeniuk // *Ecology, Environment and Conservation*. – 2017. – Vol. 23. – Is. 1. – P. 603–610.

284. *Farkas, T.* Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus / T. Farkas, I. Csengeri, F. Majoros, & J. Olah. // 1758. *Aquaculture*, 1978. 14(1). – P. 57–65.

285. *Fauconneau, B.* Growth and meat quality relations in caip / B. Fauconneau, H. Alamidurante, M. Laroche, J. Marcel, & D. Vallot // *Aquaculture*. – 1995. – No. 129(1-4). – P. 265–297.

286. *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 / S. Fontagne-Dicharry, F. Medale. – 2010. – No. 17(4). – P. 209–213.

287. *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.

288. *Grisdale-Helland, B.* Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*), at the end of the freshwater stage / B. Grisdale-Helland, S. J. Helland // *Aquaculture*. – 1997. – Vol. 152. – № 1. – P. 167–180.

289. *Guseva, Y. A.* The Effect of Pancreatic Hydrolysate of Soy Protein on Growth, Development and Amino Acid Composition of Muscle Tissues in Lena Sturgeons / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, S. P. Moskalenko, M. V. Zabelina, V. P. Lushnikov, I. I. Kalyuzhny // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Vol. 9. – Issue 12. – P. 2516–2519.

290. *Guseva, Y. A.* Growth Rate And Commercial Qualities Of The Muscle Tissue Of Rainbow Trout With Hydrolysate Of Soya Protein Used For Feeding / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, I. V. Poddubnaya,

M. V. Zabelina, I. P. Fedorov, V. G. Dikusarov, D. A. Randelin // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Vol. 10 (8). – P. 1956–1958.

291. *Guseva, Y. A.* The effect of pancreatic hydrolysate of soy protein on the growth intensity and the physiological state of the Lena sturgeon in industrial conditions / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, M. V. Zabelin, V. P. Lushnikov, V. G. Dikusarov, D. A. Randelin, V. V. Salomatin, R. N. Murtazaeva // International Journal of Pharmaceutical Research. – October- December 2018. – Vol. 10. – Issue 4. – P. 646–650.

292. *Guseva, Y. A.* The relationship between introducing pancreatic hydrolysate of soy protein into the diet and the amino acid content in the muscle tissue of rainbow trout / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, A. V. Bannikova, I. A. Kitaev, V. A. Kokorev, Kh. B. Baimishev, V. V. Zaitsev // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Vol. 10(12). – P. 3330–3332.

293. *Hagerman, A. E.* Methods for determination of condensed and hydrolyzable tannins / A. E. Hagerman, Y. Zhao, S. Johnson // American Chemical Society Symposium Series. – 1997. – P. 209–222.

294. *Halver, D.* Nutrition of salmonid fishes / D. Halver, W. Snants // I. Nutr. – 1969. – Vol. 72. – P. 340–346.

295. *Hamaker, B. R.* Overview: sorghum proteins and food quality [Электронный ресурс] / B.R. Hamaker, B.A. Bugusu // Workshop on the Proteins of Sorghum and Millets: Enhancing Nutritional and Functional Properties for Africa. – 2003. – Режим доступа: <http://www.afripro.org.uk>.

296. *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.

297. *Hassan, I. A.* Growth and apparent absorption of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tannin contents / I. A. Hassan, E. A. Elzubeir, A. H. ElTinay // Trop. Anim. Health Prod. – 2003. – No. 35. – P. 189–196.

298. *He, M. L.* Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat / M. L. He, W. Hollwich, W. A. Rambeck J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 2002. – No. 86. – P. 97–104.

299. *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.

300. *Jauncey, K.* Advances freshwater fish nutrition / K. Jauncey // From Feed to Food. – 1995. – P. 186–201.

301. *Kaushik, S. J.* Nutrition et alimentation des poissons et crustacés / S. J. Kaushik, G. Cuzon. – Paris: INRA, 1999. – P. 457–469.

302. *Kaushik, S. J.* Protein nutrition and metabolism in fish / S.J. Kaushik // Protein metabolism and Nutrition. Proceeding of the 7. Intern. Symp., Vall de Santarew (PRT). 1995. – P. 47 – 56.
303. *Ketola, H. G.* Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets / H.G. Ketola // Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular. – 1982. – 73 B. – P. 17–24.
304. Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp (*Cyprinus carpio* L.) / T. Farkas, I. Csengeri, F. Majoros and other // *Aquaculture* 14 (1). – 1978. – P. 57–65.
305. *Moren M, Sloth J, Hamre K.* 2008. Uptake of iodide from water in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) *Aquaculture* 285(1–4) – P. 174–178.
306. *Mraz, J.* Factors influencing fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) muscle / J. Mraz, J. Pickova // *Neuroendocrinology Letters*. –2011. – 32 (Suppl. 2). – P. 3–8.
307. *Mraz, J.* Feed for common carp. Krmivo pro kapra obecného. (In czech only) / J. Mraz, J. Pickova, P. Kozak / Czech Industrial Property Office, Utility model no. 21926. – 2011. – P. 34–37.
308. *Mraz, J.* Lipid content and composition in common carp - optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems / J. Mraz, J. Machov, P. Kozak, J. Pickova // *Journal of Applied Ichthyology*. – 2012, 28(2). – P. 238–244.
309. *Nathanailides, C.* Temperature- and developmentally-induced variation in the histochemical profile of myofibrillar ATPase activity in carp / C. Nathanailides, O. Lopez-Albors, N.C. Stickland // *Journal of Fish Biology*. –1995. – 47(4). – P. 631–640.
310. *Nicholas, G.* Severe iron deficiency anemia in transgenic mice expressing liver hepcidin / G. Nicholas, M. Bennoun, A. Porter, S. Mativet, C. Beaumont, M. Grandchamp, M. Sirito, A. Samadogo, S. Kahn. // *Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2002. – P. 99.
311. *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.
312. Nutrient Requirements of Poultry / National Research Council – 9th ed. – Washington, DC: National Academy Press, 1994.
313. *Ogino, C.* Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids / C. Ogino // *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. – 1980. – No. 46. – P. 171–175.

314. *Poddubnaya, I. V.* Comprehensive Assessment of the Impact of the Additive “Abiopeptide with Iodine” on the Growth, Development and Marketable Quality of the Lena sturgeon Grown in Cages / I. V. Poddubnaya, A. A. Vasiliev, Y. A. Guseva, Y. N. Zimens, M. Y. Kuznetsov // *Biosciences Biotechnology Research Asia*. – 2016. – Vol. 13(3) – P. 1547–1553.
315. *Pickova, J.* Alternate oils in fish feeds / J Pickova, T. Morkore // *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 2007. – 109(3). – P. 256–263.
316. *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.
317. *Schapira, G.* Iron metabolism, past, present, and future / G. Schapira // Gross F. (ed) *Iron Metabolism*. – Berlin: Springer-Verlag, 1964. – P. 1–8.
318. *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., D. Ranz., M. L. He, S. Burkard, M.V. Lukowicz, R. Reiter, R. Arnold, H. Le. Deit, M. David and W. A. Rambeck // *Revue Med. Vet.* – 2003. – 154, 10. – P. 645–648.
319. *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.
320. Sorghum, grain sorghum: any of various plants of the genus sorghum family Poaceae, a cereal grain / U.S. Grains Council, 2006.
321. *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. – No. 15(3-4). – P. 313–319.
322. *Tocher, D. R.* Polyunsaturated fatty acid metabolism in a cell culture model of essential fatty acid deficiency in a freshwater fish, carp (*Cyprinus carpio*) / D. R. Tocher & J. R. Dick // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 1999. – No. 21(3). – P. 257–267.
323. *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*. – 2014. – Vol. 6. – No. 10. – P. 79–83.
324. *Williams, D. R.* Genomic resources and microarrays for the common carp (*Cyprinus carpio* L.) / D. R. Williams, W. Li, M. A. Hughes, S. F. Gonzalez // *Journal of Fish Biology*. – 2008. – No. 72 (9). – P. 2095–2117.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>Глава I. Биологические особенности карпа и его значение в товарном рыбоводстве.....</b>	<b>7</b>
<b>Глава II. Организация полноценного питания карпа.....</b>	<b>15</b>
2.1. Кормление карпа в естественных и индустриальных условиях.....	15
2.1.1. Питательность кормов и структура рациона карпа.....	17
2.1.2. Режим кормления карпа.....	25
<b>Глава III. Резервные источники повышения продуктивности в рыбоводстве.....</b>	<b>27</b>
3.1. Значение микроэлементов в питании рыб.....	27
3.2. Оптимизация минерального питания.....	32
3.3. Ботанические особенности зерна сорго и его роль в питании рыб.....	39
3.4. Биологическая роль йода и пути преодоления его дефицита в питании рыб.....	48
<b>Глава IV. Использование хелатных соединений в питании карпа.....</b>	<b>71</b>
4.1. Влияние аспарагинатов на рост карпа.....	71
4.2. Выращивание карпа в садках.....	78
<b>Глава V. Использование зерна сорго в кормлении карпа.....</b>	<b>104</b>



5.1. Влияние зерна сорго на продуктивность карпа.....	104
5.2 Результаты производственной апробации зерна сорго.....	132
<b>Глава VI. Использование кормовой добавки «Абиопептид с йодом» в питании карпа.....</b>	<b>155</b>
6.1. Результаты лабораторного опыта.....	155
6.2. Опыт товарного выращивания годовика карпа в садках....	161
6.3. Опыт товарного выращивания двухлеток карпа в садках....	177
<b>Глава VII. Обсуждение полученных результатов.....</b>	<b>191</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>203</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>206</b>

*Научное издание*

*Васильев Алексей Алексеевич  
Грищенко Павел Александрович  
Карасев Анатолий Александрович  
Косарева Татьяна Витальевна*

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ  
КОМБИКОРМА – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ  
РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ**



Редактор *О.А. Гапон*  
Компьютерная верстка *Е.В. Съемчиковой*

---

Сдано в набор 06.07.20. Подписано в печать 30.11.20  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура Times.  
Печ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 13,95. Тираж 50.

---