

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

На правах рукописи



Косарева Татьяна Витальевна

**Эффективность использования зерна сорго
в кормлении карпа**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

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

САРАТОВ - 2014

Оглавление

Введение	4
1 Обзор литературы	8
1.1 Биологические особенности карпа и его значение в товарном рыбоводстве.....	8
1.2 Ботанические особенности зерна сорго и его роль в питании рыб.....	14
1.3 Организация полноценного кормления карпа	23
2 Материал и методы исследования.....	34
3 Результаты исследований.....	42
3.1 Результаты прогнозируемого опыта	42
3.1.1 Эффективность скармливания карпу цельного зерна сорго.....	42
3.1.2 Эффективность скармливания карпу зерна сорго в составе комбикорма.....	47
3.2 Результаты проверяемого опыта	51
3.2.1 Физико-химический состав воды	51
3.2.2 Комбикорма для выращивания карпа	52
3.2.3 Динамика роста карпа и эффективность использования комбикормов	54
3.2.4 Биохимические показатели крови карпа	59
3.2.5 Экономическая эффективность использования зерна сорго	63
3.3 Результаты производственной апробации.....	67
3.3.1 Физико-химические показатели воды в водоеме	68
3.3.2 Динамика живой массы и развития карпа	73
3.3.3 Кормление карпа и эффективность использования комбикормов	76
3.3.4 Биохимические показатели крови карпа.....	78
3.3.5 Гистологическое состояние внутренних органов	81
3.3.6 Товарные качества карпа.....	84

3.3.7 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	87
3.3.8 Экономическая эффективность использования зерна сорго	88
4 Заключение	91
4.1 Выводы	95
4.2 Предложение производству	96
5 Список литературы	97
6 Приложение	110

Введение

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. Уровень эффективности индустриального рыбоводства зависит от многих факторов, главным из которых является кормовая база, а именно использование высококачественных сбалансированных комбикормов. Над вопросами определения потребности рыб в необходимых питательных веществах корма и разработки рецептов комбикормов работали отечественные ученые: И.Н. Остроумова (1981, 1983, 2001), Ю.А. Привезенцев (1982, 2000), А.Н. Канидьев (1983, 1984), В.Я. Скляр (1984, 2001, 2008), М.А. Щербина (1985, 2006, 2008), Е.А. Гамыгин (1987, 1989), С.В. Пономарев (2003, 2007), С.Н. Александров (2005), Ю.А. Желтов (2006), Е.П. Мирошникова (2006), А.А. Васильев, П.А. Грищенко (2010) и др.

Для эффективной работы данной отрасли сельского хозяйства одним из актуальных направлений является расширение ассортимента кормов. В данном вопросе особое внимание должно уделяться 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 (1983), Н.А. Шепеля (1989, 1994), Б.Н. Малиновского (1992), А.П. Царева, А.В. Алабушева (2007) и др., сорго отличается засухоустойчивостью, солеустойчивостью и высокой продуктивностью. Следовательно, данная культура в экстремально жарких погодных условиях является гарантом получения стабильного урожая фуражного зерна.

В практике рыбоводства имеются положительные примеры использования зерна сорго в составе комбикормов. Результаты испытаний данного зерна были получены М.А. Щербиной (1985, 1999) и Ф.В. Складовым (2003) при выращивании карпа в прудах и садках в количестве 7,5–15,0 %. Имеются данные М.А. Щербины, П.А. Абросимовой и Н.Т. Сергеевой (1985) об оптимальном введении зерна сорго в комбикорма для форели не более 7,0–10,0 %.

Таким образом, достаточно успешное использование зерна сорго при выращивании рыбы ставит его в один ряд с традиционными злаковыми культурами. В современных условиях выведены новые сорта сорго, отличающиеся более высокими кормовыми качествами, которые позволяют использовать данное зерно еще более эффективно. Повышение кормовых качеств и переваримости сорго, возделываемого в условиях Среднего Поволжья, обусловлено высоким содержанием протеина и крахмала, а так же низким уровнем антипитательных веществ. Все это показывает о целесообразности изучения эффективности использования зерна сорго в аквакультуре. На основании вышеизложенных данных нами была выбрана эта тема исследований (№ госрегистрации 01201151794).

Цель и задачи исследования. Цель исследования - повышение продуктивности карпа и эффективности производства за счет использования в комбикормах зерна сорго.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- определить влияние зерна сорго на продуктивность карпа при разном уровне содержания его в комбикормах;
- изучить влияние зерна сорго на динамику роста, сохранность и товарные качества карпа;
- определить затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы карпа;
- определить биохимические показатели крови и гистологическое строение некоторых внутренних органов карпа при использовании зерна сорго;
- дать экономическое обоснование эффективности использования зерна сорго в комбикормах для карпа, в различные периоды выращивания до товарной массы.

Научная новизна работы. Разработана оптимальная норма введения зерна сорго, в состав гранулированного комбикорма для карпа, при выращивании его до товарной массы. Определена эффективность использования зерна сорго в кормлении карпа, установлено его влияние на динамику роста, среднесуточный прирост и товарные качества, определены затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы карпа. Изучены биохимические показатели крови и гистологическое состояние некоторых внутренних органов карпа. Дано экономическое обоснование использования зерна сорго в комбикормах для карпа, в различные периоды выращивания рыбы до товарной массы.

Практическая ценность. Установлено, что использование зерна сорго в кормлении карпа в количестве 50,00 % от зерновой части комбикорма снижает затраты корма на 1 кг прироста на 1,47 %, повышает прирост массы на 6,99 % снижает стоимость кормов на единицу прироста на 2,63 % и повышает уровень рентабельности производства на 3,24 %, с сохранением высоких товарных качеств.

Положения, выносимые на защиту:

- скармливание карпу зерна сорго в составе гранулированного комбикорма в количестве 50,00 % от зерновой части повышает его продуктивность на 6,99 %;
- кормление карпа комбикормами с зерном сорго в количестве 50,00 % от зерновой части увеличивает выход съедобных частей на 0,80 %;
- на 1 кг прироста массы карпа затрачивается 2,69 кг гранулированного комбикорма, 24,89 МДж обменной энергии, 835,55 г сырого протеина;
- скармливание зерна сорго карпу не оказывает отрицательного влияния на гистологическое состояние внутренних органов и биохимические показатели крови;
- скармливание зерна сорго снижает себестоимость карпа на 1,07 руб. и повышает уровень рентабельности на 3,24 %.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на конкурсе научных проектов молодых ученых ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» «Инновационная наука – молодой

взгляд в будущее» (Саратов, 2011); на VI Саратовском салоне изобретений, инноваций и инвестиций (Саратов, 2011); Молодежном инновационном форуме Приволжского федерального округа (НТТМ) (Ульяновск, 2011); региональной научно-практической конференции «Роль молодежи в инновационном развитии АПК Саратовской области» (Саратов, 2011); на конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля наук РФ Г.П. Демкина (Саратов, 2011); на конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов Саратовского ГАУ по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2013 г. (Саратов, 2014); на расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» (Саратов, 2014).

Научно-исследовательская работа выполнялась по заказу ФГНУ РосНИИСК «Россорго» по 2 темам: «Изучение влияния комбикормов с включением зерна сорго на рост и физиологическое состояние карпа» (2010) и «Разработка оптимальной нормы скармливания зерна сорго рыбе в составе комбикормов» (2011).

Публикации результатов исследований. Основные материалы диссертации изложены в 5 научных статьях, в том числе 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ. По материалам исследований получен патент РФ на изобретение «Состав комбикорма для выращивания карпа в садках» № 2464800.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 111 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследования, результатов исследований, заключения, выводов, предложений производству. Содержит 35 таблиц, 11 рисунков, 1 приложение. Список использованных источников включает в себя 120 наименований, в том числе 24 на иностранных языках.

1 Обзор литературы

1.1 Биологические особенности карпа и его значение в товарном рыбоводстве

Карповые рыбы (*Cyprinidae*) являются традиционным объектом товарного выращивания во многих странах. 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 [5].

Это весьма многочисленное семейство преимущественно пресноводных рыб, лишь немногие водятся в солоноватой воде. Ярким представителем этого семейства является карп (*Cyprinus carpio* L.). Карп - культурная форма дикого сазана, который занимает лидирующую позицию по объемам производства в сельскохозяйственном рыбоводстве [9, 10, 49, 50].

В настоящее время в России при товарном производстве рыбы на него приходится около 70 % [60]. Основопологающим фактором для повышенного внимания к этому объекту, наряду с высокими питательными и вкусовыми качествами, является сравнительно низкая и доступная цена [61].

Это одна из основных рыб, разводимых в прудовых хозяйствах области. 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 другим факторам.

По типу чешуйчатого покрова различают четыре формы культурного карпа: чешуйчатый карп, все тело которого покрыто сплошной, однообразной чешуей,

расположенной правильными рядами в трех направлениях, с ярко выраженной боковой линией; зеркальный карп – 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 карп, тело которого почти лишено чешуйчатого покрова, за исключением нескольких чешуек возле основания спинного плавника, головы и хвоста [40].

На основе этих разновидностей выделены следующие 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.) [8, 64, 65, 66, 67].

Голова у карпа небольшая, сверху более темная, по бокам желтоватая, спина темно-зеленого цвета с голубоватым оттенком. Окраска карпа сильно варьирует в зависимости от среды обитания [13]. Тело покрыто крупной плотно расположенной чешуей. У основания каждой чешуйки есть темное пятнышко, край чешуи которой окаймлен черной точечной полоской. Каждая чешуйка сидит в отдельной складке кожи, укрытой сверху тонкой надкожицей (эпидермисом), которая выделяет слизь. Слизь защищает тело рыбы от нападения мелких паразитов и уменьшает силу трения его поверхности о воду, облегчая тем самым карпу движение в воде. Рыло длинное, несколько притупленное с нижним, выдвижным ртом, в уголках которого располагаются две пары коротких усиков. Карп имеет трехрядные глоточные зубы, которые находятся на пятой жаберной дуге с хорошо развитой жевательной площадкой, благодаря чему карп может перетирать весьма твердую и грубую пищу. Регулировать свое движение в определенном направлении и поддерживать равновесие в воде обеспечивается плавниками. Различают парные и непарные плавники. Так, к парным относятся

грудные и чревные (брюшные), к непарным – спинной, анальный и хвостовой плавники. Каждый из которых имеет свое определенное значение.

Органом зрения у карпа являются глаза. Карпы близоруки и видят только на небольшом расстоянии. Орган слуха расположен внутри черепа и состоит из полостей заполненных жидкостью, с тонкими волосками на слуховой кости (Отолите), которые фиксируют вибрации воды снаружи. Данный орган связан с плавательным пузырем, это помогает карпу удерживать в воде правильное положение, определять давление воды и глубину, на которой он находится. Газообмен карпа осуществляется с помощью жаберного аппарата, который состоит из многочисленных пластинок (около 2000), или жаберных листочков, красного цвета, размещенных на четырех жаберных дужках с каждой стороны и прикрытых жаберными крышками. Дыхание карпа происходит следующим образом: карп набирает ртом воду и пропускает ее через жабры; растворенный в воде кислород проходит через тонкие стенки жабр в кровь, а углекислый газ тем временем выделяется из организма в воду. Орган вкуса размещен в верхней части полости рта, в которой расположены вкусовые сосочки известные как палатальные органы. Их продолжение можно встретить на губах, усиках, жаберных тычинках и грудных плавниках. Тактильными органами являются нервные горбики или тельца, которые размещаются в коже. Ими карп улавливает изменение температуры, давления, ощущения боли. Особым органом чувств у карпа, присущим и другим рыбам, является боковая линия. Боковая линия позволяет карпу определять силу и направление движения воды, ее химические свойства, наличие подводных предметов и др. Все это позволяет рыбе легко и быстро ориентироваться в окружающей среде.

Карп относится к безжелудочным рыбам. Из глотки пища поступает в пищевод, а затем в кишечник. Кишечник представляет длинную трубку, которая образует восемь петель. Начальный отдел кишечника представляет расширенную часть, а задний отдел образует постепенно суживающую трубку.

Проглоченная пища вступает в контакт с желчью и пищеварительными соками, превращаясь в химус. Процесс переваривания происходит в щелочной

среде в пределах рН 6,1–7,6. Главным источником пищеварительных ферментов является поджелудочная железа, которая вкраплена в ткань печени и встречается повсеместно, где имеются ветви воротной вены. Она сопровождает кишечник до анального отверстия. Главный проток впадает сразу за пищеводом вместе с желчным протоком. Поджелудочная железа вырабатывает такие ферменты как протеазы (трипсин, химотрипсин и различные пептидазы), амилазу, липазу, которые расщепляют белки, жиры и углеводы. Главный секрет печени – желчь облегчает всасывание жиров. Другим важным источником пищеварительных ферментов служит слизистая оболочка кишечника [74, 92].

При усиленном питании рыбы насыщенность воды кислородом должна составлять 5–8 мг/л. При снижении его до уровня 2,0–0,5 мг/л поедание кормов и их усвояемость организмом карпа уменьшается 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 соответствие воды определенным физико-химическим показателям регламентированным в ОСТ 15-372-87. Вода не должна иметь посторонних запахов и привкусов, цветность до 585 градусов и прозрачность не менее 0,75–1,00 м. Содержание кислорода не ниже 5,0 г/м³, растворенного диоксида углерода 25,0 г/м³, рН воды – 6,5–8,5, окисляемость перманганатная – до 15 гО₂/м³ и др.

Карп очень быстро растет: весовые нормы для сеголеток – 30–36 г, двухлеток – 400 г и более. Плотность посадки в садках – 20–40 кг/м³ [4, 26].

В разных климатических зонах карп растет неодинаково: в северных – медленно, в южных – наиболее интенсивно. Благоприятный для роста диапазон температур весьма широк от +18 до +30 °С, но ряд важнейших физиологических функций осуществляется в более узких пределах. Так, если энергетический обмен у карпа может происходить при температуре в пределах 0,1–36 °С, то потребление пищи начинается примерно с 4–5 °С, а белковый рост – с 11–12 °С [94]. Наиболее интенсивное отложение жира у карпа происходит при температуре 32–35 °С [24]. Зимой карп не питается и при температуре 4–6 °С

находится в малоподвижном состоянии. В это время обмен веществ у него понижен, за зимний период карп теряет от 5 до 10 % своего веса.

Как и все пресноводные рыбы, карп 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 году жизни, а на юге – на 1–2 года раньше. Необходимо отметить, что самцы созревают раньше самок. У самок карповых рыб нерест проходит при температурах выше 20 °С [93]. Абсолютная плодовитость достигает 1–1,5 млн. икринок, средняя плодовитость – около 500–700 тыс. икринок, 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, заливах. После нереста у половозрелых особей процесс развития половых продуктов продолжается около года [7, 65, 115, 120].

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 (конеподы, кладоцеры). Молодь карпа, как и других видов рыбы, использует в качестве питания планктон, старшие возрастные группы карпа питаются в основном бентосом, олигохетами, моллюсками и водными растениями. Взрослый карп всеяден. Карп охотно поедает и использует для прироста дополнительно задаваемые корма растительного и животного происхождения [9, 14, 15, 49].

Характер и темпы роста карпа, с одной стороны, определяются наследственными задатками, с другой – внутренними и внешними факторами. Генотип определяет индивидуальный рост и развитие на протяжении всей жизни.

Наиболее интенсивный рост отмечается на ранних стадиях развития, с возрастом и увеличением размеров организма он замедляется.

Большое влияние на рост карпа оказывают и внешние факторы: температура и химический состав воды, освещенность, количество корма, плотность посадки и другие. 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 в пределах 755–765 мм рт. ст. При ветре и волнении воды более четырех баллов аппетит у карпа уменьшается. Растет карп на протяжении всей жизни, в то время как рост организма теплокровных животных почти прекращается с наступлением половой зрелости. Быстрее карп растет в летние месяцы при температуре выше среднегодовой, а зимой рост совсем прекращается. Интенсивность роста зависит и от освещенности, особенно в молодом возрасте. Важнейшим фактором, влияющим на рост рыбы, является кормление.

Потенциальные возможности роста у карпа также велики, как у сазана: его максимальная масса более 25 кг, а длина около 1 м. При оптимальных условиях выращивания карп уже на первом году жизни может достигать массы 1,0–1,5 кг, а на втором – 2,0–3,0 кг [71].

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 является объектом широкого круга

потребления, благодаря наличию вкусного, полноценного по качественному составу мяса при сравнительно низкой рыночной стоимости.

1.2 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 [68, 78]. 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 [51].

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. При этом 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 [119]. Среди зернофуражных культур сорго занимает третье место после кукурузы и ячменя по валовым сборам зерна [30, 77].

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 [2, 84, 85, 89].

Сорго принадлежит к семейству злаковых или мятликовых (*Poaceae* Varnhart), роду сорго (*Sorghum* Moench.) и включает в себя 60–70 видов возделываемого сорго [80]. 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 [96].

Сорго используется на зернофураж, зеленую массу, силос, травяную муку, концентрированные гранулы, сенаж, сено, монокорм, а также в комбикормовой, крупяной и крахмало-паточной промышленности [84]. 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 урожайность зернового сорго превышает по урожаю основную зернофуражную культуру – ячмень на 4–5 ц/га, а в очень засушливые годы – в 2–3 раза [2, 21, 31, 55].

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

Стебель сорго прямостоячий, в зависимости от вида и сорта имеет различную высоту – от 0,5 м до 2 м и толщину от 0,5–3,0 см. Количество междоузлий у скороспелых и низкорослых форм составляет 6–7 узлов, а у позднеспелых и высокорослых – до 20 узлов. Сердцевина стебля зернового сорго образована паренхимной тканью, центральная жилка которой, в отличие от сахарного сорго, заполнена воздухом и имеет белый цвет.

Листовая пластинка ланцетовидной формы с острыми краями, шириной – от 5 до 14 см и длиной от 40 до 80 см. Покровные ткани имеют ксерофитную структуру. Клетки сильно вытянутые, расположены параллельными рядами. Ряд клеток с устьицами чередуется с безустьичными клетками. Замыкающие клетки устьичного аппарата имеют плотную оболочку. Если сравнить устьичный аппарат сорго и кукурузы, то главное отличие состоит в том, что устьица сорго мельче, а концентрация их на единицу поверхности листа больше. Все это позволяет во время засухи долгое время сохранять способность восстанавливать жизнедеятельность.

Метелка у зернового сорго с ярко выраженной центральной осью. Длина метелки 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 обополюй – плодоносящий, а другой – однополюй 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 зерна сорго мучнистой и роговидной зон отражается на интенсивности переваривания зерна [28].

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 глубинных слоев почвы. В процессе эволюции были приобретены пассивные и активные адаптации, такие как:

- способность замыкающих клеток устьичного аппарата восстанавливать нормальную жизнедеятельность после недостатка воды, за счет наличия в их структуре плотной оболочки;

- лист и стебель покрыты сизо-белым налетом, благодаря этому, сорго обладает способностью отражать большое количество тепла;

- лист защищен восковым налетом, предохраняя его от непродуктивного испарения воды, также лист способен скручиваться в трубочку перед началом завядания;

- растения сорго способны приостанавливать свой рост при остром недостатке влаги, впадая в состояние анабиоза.

Необходимо отметить, что сорговые культуры чувствительны к улучшению водного режима, и при достаточном увлажнении растут несколько раз быстрее, чем при дефиците влаги [2, 42, 83, 84, 85]. Повышается урожайность зернового сорго при орошении в среднем 2,3 раза, по сравнению с урожайностью, полученной без орошения [29].

Исключительная засухоустойчивость, солеустойчивость, высокая продуктивность делает 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 два раза больше зеленой массы по сравнению с другими яровыми культурами [23].

За последние несколько лет в Саратовской области и в Российской Федерации в целом наблюдается стабильный рост среднегодовой температуры воздуха, все чаще повторяются засухи сильной интенсивности. В данных погодных условиях погибают зерновые культуры яровой пшеницы, овса, ячменя [35, 36]. В связи с этим, необходимо обратить внимание на использование в севооборотах и в кормопроизводстве зерна сорго, которое даже при неблагоприятных условиях дает стабильные урожаи зерна.

Содержание питательных веществ в зерне сорго зависит от сорта и условий выращивания. По химическому составу зерно сорго близко к кукурузе и ячменю. Анализируя литературные данные по компонентному составу зерна сорго можно

сказать, что в зерне 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 % золы [2, 21, 92, 116]. Питательность злаковых культур приведена в таблице 1.

Таблица 1 – 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

Среди злаковых культур по содержанию обменной энергии выделяются кукуруза, пшеница, рожь, сорго; сырого протеина – пшеница, тритикале, рожь; по сумме незаменимых аминокислот – тритикале, пшеница, сорго, ячмень и овес; по лизину – ячмень, тритикале, рожь, овес, сорго [87].

Благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот белок сорго имеет большую биологическую ценность. Аминокислотный состав сорго значительно колеблется, это обусловлено генетическими и региональными особенностями его сортов. В 1 кг зерна содержится 5,1–7,3 г валина, 0,9–1,0 г триптофана, 3,2–5,0 г треонина, 1,4–5,0 г лизина, 0,4–3,3 г метионина, 4,3–13,3 г аргинина, 3,5–7,3 г фенилаланина, 1,9–5,5 г гистидина, 4,2–5,3 г изолейцина [2, 39, 92].

В семенах сорго углеводы представлены крахмалом, декстриноподобными веществами, гемицеллюлозой, клетчаткой и сахарами. Среди них в количественном соотношении первое место занимает крахмал. Крахмал

представляет собой гомополисахарид, состоящий из двух полимеров амилозы около 20 % и амилопектина около 80 % [75].

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 [106]. Зерна с мучнистым эндоспермом перевариваются значительно лучше, так как содержат меньше протеиновых телец и крахмальные гранулы лежат свободнее [102]. 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 [11]. Необходимо отметить, что по данным F. Vergot (1993), амилопектин (основной полисахарид крахмала) плохо ферментируется организмом рыб, что снижает переваримость такого зерна в целом [99].

Зерно сорго вводят в состав комбикормов для различных видов сельскохозяйственных животных, птиц, а также рыб. Это объясняется определенной питательной ценностью, а также наличием в зерне большого количества сахаров, каротина, некоторых микроэлементов, витаминов, В₁, В₃, Е, чем в ячмене [32, 83].

Есть положительные опыты применения зерна сорго в кормлении птицы в ОАО «Птицефабрика Дергачевская» Саратовской области. Здесь на протяжении

ряда лет выращивают зерновое сорго сорта: 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 [21].

Введение в состав комбикорма зерна сорго для откорма свиней положительно отразилось на их продуктивности, затратах кормов на единицу продукции, а также их здоровье. Зерно и зеленую массу с успехом используется в кормлении крупного рогатого скота, особенно, бычков на откорме [44, 79].

По данным ФГНУ РосНИИСК Россорго, масштабные опыты были проведены при кормлении крупного рогатого скота на экспериментальной ферме Поволжского НИИ сорго и кукурузы (ныне ФГНУ РосНИИСК Россорго). Они показали высокую эффективность использования сорго при откорме бычков [31].

На питательную ценность сорго влияет содержание в нем танина, которое достаточно сильно колеблется в зависимости от сорта и может содержаться до 5 % [94]. Так, у большинства сортов сорго окрашенные оболочки зерна имеют в своем составе глюкозид танин [37, 107]. Зерно, содержащее танин, горьковатое с вяжущим привкусом. В отдельных случаях в зерне сорго обнаруживают синильную кислоту. Скармливание такого зерна сельскохозяйственным животным приводит к нарушению обмена веществ как органического, так и минерального. При использовании в кормлении рыб данного зерна наблюдалось снижение переваримости протеина и углеводов до 60–20 %. Это объясняется связыванием танинами белков пищеварительных ферментов – трипсина и α -амилазы [92, 94, 108]. Танины присутствуют в некоторых сортах сорго имеющих бурую, красную и черную окраску [2]. В настоящее время имеются сорта сорго 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 сорго снижается. В образцах зернового сорго с белой до светло розовой окраски оболочки содержание танина колеблется от 0,03

% до 1 %, а при увеличении интенсивности окраски процентное содержание танина повышается (1,0–2,0) % и более [38]. Продовольственное сорго с белой окраской зерна не содержит танинов [25, 43]. Иногда сорго может содержать в своем составе синильную кислоту, которая образуется под действием энзимов, имеющихся в растении, из цианогенного глюкозида дуррина

По рекомендациям Н.И. Чернышова и И.Г. Панина (2000), зерно сорго, содержащее синильную кислоту, следует вводить в состав комбикорма в количестве не более 10,0 % [81].

Вопросом применения зерна сорго в кормах для рыб занималась М.А. Щербина. Она изучала переваримость зерна сорго карпом в условиях прудового хозяйства [90, 91].

Н. Т. Сергеевой в 1985 г. были проведены исследования по изучению влияния сорта сорго «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 фенилаланином в 1,5 раза. В ходе испытаний было отмечено, что доступность лизина данного зерна 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 пищеварительном тракте форели, их переваримость находится на уровне 65,0 %. Коэффициент видимой переваримости сухого вещества сорго у форели составляет 22,0 %, что связано с низкой доступностью углеводов (всего 19,0 %) [69, 91].

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

По данным Н.Т. Сергеевой (1989), в зерне сорго преобладают линолевая, олеиновая, пальмитиновая и линоленовая жирные кислоты в количестве 44,0 %, 29,0 %, 13,0 % и 7,0 % (от общей суммы), соответственно. Переваримость общих липидов была на достаточно высоком уровне и составляла 81,0 % для форели и 87,0 % для карпа [69].

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

На основании экспериментов, проведенных в ВНИИПРХ 70-х годов, 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, и как следствие, это приводит к задержке роста и ожирению [92].

Позднее в КрасНИИРХ были проведены исследования, в ходе которых, на базе рецептур К-2М и К-3М были разработаны комбикорма, где зерно пшеницы замещалось зерном сорго в количестве 7,5 и 15,0 %. После анализов результатов исследования были сделаны выводы, что в первый период выращивания сеголеток карпа норма ввода зерна сорго в комбикорма не должна превышать 7,5 %, а в комбикорма для товарного выращивания сеголеток карпа продовольственную пшеницу можно заменить зерном сорго в количестве 7,5 – 15,0 % [73].

Существуют данные по рекомендуемым нормам 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 уровня ввода сорго – 18,0 %, а рекомендуемый максимум равен 35,0 % [109].

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 [92, 94].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что зерно сорго является достаточно ценным видом корма, и есть многочисленные положительные примеры его использования в кормлении сельскохозяйственных

животных и птиц, и отдельные данные об использовании его в кормлении рыб. Поэтому детализация норм скармливания зерна сорго рыбам представляется актуальной и важной задачей стоящей перед отечественной наукой особенно в условиях глобального потепления.

1.3 Организация полноценного кормления карпа

В естественных условиях пища карпа состоит из животных населяющих грунт (зообентос), толщу воды (зоопланктон), а также из организмов, которые заселяют подводную растительность и части растений, которые погружены в воду (перифитон), остатков высших растений и их семян, а также детрита. Пищевыми объектами карпа, как и многих других рыб, являются: ракообразные, личинки насекомых (хирономусы), черви (олигохеты), моллюски (пизидиум, лимнея), мелкая рыба и др. [56, 65, 94].

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 подросшего 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 в этот период 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, рыбоводные 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. Для эффективного кормления рыб, необходимо знать биологические особенности

выращиваемых объектов, потенциальные возможности их роста, пищевые потребности, распределение энергии корма в процессе жизнедеятельности организма. Так, теория этапности развития показывает, 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 [12]. 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 их 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.

Разработка рецептур комбикормов необходимо проводить на основании теории этапности развития с учетом всех особенностей вида. Так, для молодых организмов необходимо относительно большее поступление питательных веществ, в связи с быстрым наращиванием массы. С возрастом относительное обеспечение питательными веществами снижается, что связано со снижением обменных процессов. Учитывая возраст рыб, различают две группы кормов – стартовый, предназначенный для молоди и продукционный для сеголетков, годовиков и других старшевозрастных групп [1, 70, 71, 94].

Для нормального роста и развития рыбы нуждаются в определенном наборе питательных веществ. Состав кормов должен включать полный набор питательных веществ необходимые для нормальной жизнедеятельности и оптимального роста рыб: протеин с незаменимыми аминокислотами, жиры с незаменимыми жирными кислотами, простые и сложные углеводы, минеральные вещества и витамины [16, 33, 56, 62, 71, 72].

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. Так, в рыбоводных предприятиях их доля составляет не более 20–25 % прироста, в то время как основная часть прироста приходится за счет кормления рыб специальными комбикормами. При индустриальном способе выращивания весь прирост рыбы возможен только за счет применения определенных комбикормов, так как рыба лишена естественной пищи, обмен веществ ее практически полностью находится под контролем человека [54].

В процессе обмена веществ ведущая роль принадлежит белкам. Это основное вещество живой материи. 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.

При организации кормления особое внимание уделяется качеству и количеству белка в корме как основному фактору, обеспечивающему рост рыб [97].

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, только 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, которые являются незаменимыми и для высших животных: лизин, аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин [16, 33, 57, 103, 105, 110]. 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 (1980), S.J. Kaushik (1995), S.J. Kaushik, G.Cuzon (1999) приводят данные о потребности определенных видов в незаменимых аминокислотах (Таблица 2) [111, 112, 117].

Таблица 2 – 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

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 разных авторов, заменимые аминокислоты должны составлять 33–50 % от всех аминокислот рациона [56]. Потребности в общем количестве сырого протеина имеют большие видоспецифические и возрастные значения. Они изменяются в зависимости от стадии развития рыб, экологических условий.

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 карпа рекомендуют корма с содержанием белка в количестве 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 зерна злаков, которые содержат 12–13 % белка [95].

По данным И.Н. Остроумовой, при индустриальном выращивании карпа требуются корма содержащие белок в корме на уровне 40–50 % для сеголеток, а для годовиков карпа – 30–40 % [56].

Основным источником белка и незаменимых аминокислот в комбикормах являются корма животного происхождения (рыбная мука, мясная и отчасти мясокостная и др.). Кроме животных компонентов ценным компонентом комбикормов для рыб являются продукты микробного синтеза – дрожжи, бактериальная масса [58]. При переработке микроорганизмов, полученных 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 балансирования аминокислотного состава корма [63, 118].

Растительные корма по сравнению с животными кормами бедны аминокислотами. К тому же соотношение аминокислот в данных кормах часто неполноценно. В жмыхах и шротах содержание белка значительно больше, чем в семенах, из которых они были произведены. Данные компоненты часто используют в комбикормах для рыб старших возрастов и в наибольшей степени для карпа.

В настоящее время состав кормов балансируется по содержанию незаменимых аминокислот в компонентах животного, растительного и микробиологического происхождения на основании созданных кормовых таблиц [76].

Другой важный показатель питательности кормов – жир. 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 (и 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 [4]. При разработке комбикормов большое внимание уделяется соотношению белка и жира в рационах. Лучшие результаты получаются при сходном соотношении 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 молодежи и 10–12 ккал для старших возрастов рыб. Известно, что липиды проявляют 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 35–36 % углеводов вместе с клетчаткой. 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 полиненасыщенным жирным кислотам относятся линоленовая и линолевая кислоты, а также их производные – эйкозапентаеновая кислота, докозапентаеновая кислота и арахидоновая.

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 (1999), оптимальный уровень липидов в кормах для карпа составляет не более 18 % от сухого вещества [101].

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 оказывает 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 [104].

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 [88].

По данным М.А. Щербины (1992), 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 до 1 кг – 34–43 % рациона [95].

Сырую клетчатку относят к трудногидролизуемым углеводам. Одни рыбы (лососевые) почти не переваривают, другие (карп) хорошо ее расщепляют и всасывают. Переваримость клетчатки в некоторых жмыхах и шротах составляет 26–52 % [4]. Трудногидролизуемые углеводы с точки зрения современных позиции рассматриваются в большей степени как балластные вещества, которые необходимы для нормально пищеварения. Они также служат субстратом для кишечных микроорганизмов, которые участвуют в симбионтном пищеварении. И как следствие данная микрофлора синтезирует в организме такие витамины как В₁₂, С, В₈ (инозитол), фолиевую кислоту и ферменты, разрушающие пентозаны, пектиновые вещества и гемицеллюлозы.

Основные высокопротеиновые компоненты комбикормов для рыб также содержат немного углеводов: мука рыбная – до 10 %, мясокостная – 2 % [76].

Рыбам необходимы также минеральные вещества 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 [16, 17, 19, 32, 34, 41, 98, 100, 113].

Установлено, что для нормального роста и развития рыб необходимо рациональное кормление, которое должно удовлетворять их потребности как в органических, так минеральных веществах. Известно, что рыбы способны активно сорбировать непосредственно через жабры и кожу кальций, фосфор, калий, магний, натрий, серу, хлор и др. элементы.

Помимо воды источником минералов служат комбикорма и естественная пища. Такие элементы как фосфор, цинк, йод, марганец, кобальт, селен и др. должны поступать в организм вместе с пищей [92].

В комбикормах хорошими источниками микроэлементов служит водорослевая мука, минеральных веществ – рыбная мука и крилевая мука [56]. 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 [92].

Симптомами минеральной недостаточности или избыточности у рыб является снижение аппетита, возникновение патологических изменений (особенно на ранних стадиях развития) и торможение роста. Дефицит микроэлементов ведет к ослаблению иммунной защиты животных [72, 86, 100, 114].

По данным Е.П. Мирошниковой, 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 [53].

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. Это, прежде всего, 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.

В статье П.А. Грищенко, А.А. Васильева, Г.А. Хандожко и др. (2010) представлены результаты исследований по изучению влияния скармливания аспарагинатов железа, меди, марганца, цинка и кобальта в составе комбикормов для карпа в количестве 10 % от общепринятой нормы данных микроэлементов. На основе успешных исследований ими рекомендовано 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 [22].

Рыбам, как и всем животным для нормальной жизнедеятельности необходимы витамины. Витамины в организме исполняют роль катализаторов биохимических реакций, протекающих в каждой клетке. Они участвуют в регуляции обмена веществ. Поэтому, недостаток витаминов ведет к сбою обменных процессов, что отрицательно сказывается на росте, продуктивности и воспроизводстве животных. Получают животные 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, заболевание, связанное с использованием комбикормов, содержащих слишком большие дозы витаминов. Содержание витаминов в комбикормах зависит от состава входящих в них сырьевых компонентов.

Искусственное кормление должно основываться на качественных компонентах и правильной структуре рациона, что имеет решающее значение для обеспечения нормального пищеварения и соответственно продуктивности [50].

Наряду с питательностью и полноценностью скармливаемых комбикормов немаловажное значение 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. Многократная раздача комбикорма в период активных температур способствует планомерному питанию рыб, а использование комбикормов происходит более рационально и экономично. Так, в теплых водах ранняя молодь карпа должна получать корм до 20 раз в день, сеголетки – до 16, двухлетки – до 9 раз. Это уменьшает потери корма, улучшается усвоение его карпом.

В условиях традиционного ведения прудового хозяйства обеспеченность рыб кормом регулируется изменением плотности посадки карпов 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 на теплых водах по интенсивным технологиям в рыбоводных емкостях продуктивность может достигать 150–250 кг/м³.

На основе вышеизложенного материала можно сказать, что 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 значительному повышению скорости роста рыбы.

2 Материал и методы исследования

В период с 2010 по 2013 гг. нами проводились исследования по изучению влияния зерна сорго на продуктивность и товарные качества карпа на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции, межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» и в ООО «Энгельсский рыбопитомник» Саратовской области по схеме, представленной на рисунке 1.

В период исследований провели прогнозируемый и проверяемый опыты, и производственную апробацию в соответствии со схемой опыта (Таблица 3).

Для проведения прогнозируемого опыта было сформировано четыре группы рыб 2-го года жизни. В каждой группе было по 15 особей карпа парской породы (*Cyprinus carpio* L.) массой около 74 г.

Выращивание карпа проводилось в аквариумной установке. Объем каждого аквариума составлял 250 л, водообмен – 20 л/ч. В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор. Температуру, содержание кислорода и рН воды измеряли ежедневно в 12:00 ч. Режим кормления составлял два раза в сутки в 9:00 и 19:00 ч. Для кормления использовались корма, состав и питательность которых представлена в таблице 4.

Проверяемый эксперимент, по определению оптимальной нормы ввода зерна сорго в комбикорма, также проводили в аквариумной установке.



Рисунок 1 - Общая схема исследований

Таблица 3 – Схема опыта

Группа	Тип кормления
Прогнозируемый опыт (84 дня)	
1	Зерно пшеницы цельное, 100 % рациона
2	Зерно сорго цельное, 100 % рациона
3	Комбикорм без сорго (пшеница, ячмень)
4	Комбикорм с сорго, 20 % от зерновой части
Проверяемый опыт (140 дня)	
Контрольная	Комбикорм без сорго (пшеница, ячмень)
1-опытная	Комбикорм с сорго, 20 % от зерновой части
2-опытная	Комбикорм с сорго, 50 % от зерновой части
3-опытная	Комбикорм с сорго, 100 % от зерновой части
Производственная апробация (112 дня)	
Контрольная	Комбикорм без сорго (пшеница, ячмень)
Опытная	Комбикорм с сорго, 50 % от зерновой части

Для эксперимента сформировали 4 группы карпа украинской породы 1-го года жизни, которых разместили в аквариумы по 20 штук. Выращивание проводили поэтапно: 1-й этап масса карпа до 40 г, 2-й этап от 40 г до 150 г и 3-й этап от 150 г до товарной массы. В связи с этим, нами были разработаны три рецепта комбикорма для карпа, в зависимости от его массы. Каждый рецепт комбикорма, в свою очередь, изменяли путем замещения в нем зерновой части на зерно сорго в количестве 20,00 %, 50,00 % и 100,00 % (Таблица 5, 6 и 7). Время измерения показателей температуры, кислорода, рН, а также режим кормления были аналогичны прогнозируемому опыту.

В состав премикса, во все рецепты комбикормов, 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.

Производственная апробация по кормлению карпа комбикормом с зерном сорго проводилась в системе садков размером 2,2×2,2×2,8 м, расположенных в пруду площадью 2,5 га и глубиной до 6,5 м.

Таблица 4 – Состав и питательность кормов, %

Компонент	Группа			
	1	2	3	4
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
В 1 кг корма содержится				
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

Для выращивания было взято 1000 особей карпа украинской породы, приобретенных в ООО «Энгельсский рыбоводник» Саратовской области. Карпа разместили в два садка по 500 особей по принципу групп-аналогов, годовик карпа на момент выращивания был приучен к поеданию гранулированных комбикормов.

Химический состав корма определяли стандартными методами, применяемыми в зооанализе: первоначальную влагу – высушиванием навески корма до постоянного веса, при температуре 60–65 °С; гигроскопическую влагу – высушиванием воздушно-сухого вещества при температуре 100–105 °С до постоянной массы; общий азот – по методу Кьельдаля (для пересчета азота на

протеин использовали коэффициент 6,25); сырую клетчатку – методом Геннеберга и Штомана; сырую золу – сжиганием навески корма в муфельной печи; сырой жир – экстрагированием с помощью авиационного бензина в аппарате Сокслета; кальций – оскалатным методом; фосфор – колориметрическим методом; безазотистые экстрактивные вещества – расчетным путем [47].

Таблица 5 – Состав и питательность комбикормов для карпа
массой до 40 г, %

Компонент	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Сорго	-	3,90	9,75	19,50
Пшеница	9,75	7,80	4,88	-
Ячмень	9,75	7,80	4,88	-
Рыбная мука	20,00	20,00	20,00	20,00
Мясокостная мука	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
В 1 кг корма содержится				
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

Температуру воды, поедаемость корма и сохранность рыбы определяли ежедневно в 7:00, 13:00 и 19:00 часов, темп роста и развитие карпа, содержание

растворенного в воде кислорода и водородный показатель определяли один раз в неделю.

Таблица 6 – Состав и питательность комбикормов для карпа
массой от 40 до 150 г, %

Компонент	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Сорго	-	4,40	11,00	22,00
Пшеница	11,00	8,80	5,50	-
Ячмень	11,00	8,80	5,50	-
Рыбная мука	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
В 1 кг корма содержится				
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

Химический состав воды определяли по общепринятым методикам [3].

Аналитические исследования, направленные на идентификацию химических элементов в пробах воды, выполнены методом масс-спектрометрии с использованием масс-спектрометра Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer

с системой обработки данных VG PG Σх Cell по стандартной методике МВИ ЕРА 200.8.

Таблица 7 – Состав и питательность комбикормов для карпа
массой от 150 г до товарной массы, %

Компонент	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Сорго	-	7,00	17,50	35,00
Пшеница	17,50	14,00	8,75	-
Ячмень	17,50	14,00	8,75	-
Рыбная мука	5,00	5,00	5,00	5,00
Мясокостная мука	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
В 1 кг корма содержится				
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

Анализ химического состава мышечной ткани карпа выполняли по общепринятым методикам; влагу определяли высушиванием мяса в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы; общий азот по методу

Къельдаля. Для пересчета азота на протеин мяса использовали коэффициент 6,25; жир – методом Сокслета; золу – путем сжигания навески в муфельной печи [82].

Пробы крови у рыб брали из хвостовой артерии. Для определения биохимических показателей использовали биохимический и иммуноферментный анализатор автоматического типа Chem Well.

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

Эффективность выращивания карпа в конце производственной апробации определяли по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям.

Убой карпа и определение соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили по принятой в рыбоводстве методике [46]. На основании полученных данных была рассчитана экономическая эффективность влияния зерна сорго на продуктивность и товарные качества карпа.

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке по методам Е.К. Меркурьевой (1970), с использованием программного пакета MS Excel 2007 [52].

3 Результаты исследований

3.1 Результаты прогнозируемого опыта

3.1.1 Эффективность скармливания карпу цельного зерна сорго

Прогнозируемый опыт по изучению эффективности использования зерна сорго в кормлении карпа проводили на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» в лаборатории «Технологий выращивания и кормления рыб» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» (Рисунок 2) [3].



Рисунок 2 – Прогнозируемый опыт в аквариумной установке

Для опыта было отобрано 30 особей карпа парской породы, из которых были сформированы 2 группы рыб, по 15 экземпляров в каждой. Карпа выращивали в аквариумной установке, объем каждого аквариума составлял 250 л, водообмен - 20 л/ч.

Кормление проводилось 2 раза в сутки в 9:00 и 19:00 часов, с учетом температуры воды, массы рыбы, содержания кислорода и ее физиологического состояния. Для корректировки суточных норм кормления проводили контроль за ростом рыбы каждые 7 дней. Температура воды на протяжении опыта колебалась в диапазоне 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 первой группы кормили зерном пшеницы, а карпа второй группы зерном сорго. 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 содержание сырой клетчатки снижает питательную ценность зерна, хотя по этому показателю данный сорт сорго положительно отличается от других сортов. Также необходимо 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.

В процессе наблюдений за карпом, можно сказать, что период полного поедания осевших на дно зерен пшеницы и сорго составлял около четырех часов. Результаты динамики роста карпа представлены в таблице 8.

В начале опыта за две недели выращивания прирост массы карпа был примерно одинаковым, так в 1-й группе прирост составил 20,13 г, а в 2-й группе – 21,33 г. В период с третьей недели и до конца опыта прирост карпа в группах все время стабильно повышался. Необходимо заметить, что скорость роста карпа во

2-й группе была незначительно выше, чем в 1-й группе. Так, за весь период опыта прирост в среднем составил 134,12 г в 1-й группе и 137,69 г во 2-й группе.

Таблица 8 – Динамика массы карпа при кормлении зерном пшеницы и сорго, г

Период выращивания, неделя	Группа			
	1		2	
	общая масса	средняя масса	общая масса	средняя масса
Начало опыта	1114,20	74,28±1,1	1114,65	74,31±1,0
1	1265,20	84,35±1,3	1274,65	84,98±1,2
2	1416,20	94,41±1,5	1434,65	95,64±1,4
3	1569,00	104,60±1,6	1595,00	106,33±1,7
4	1724,00	114,93±2,0	1757,00	117,13±1,8
5	1884,00	125,60±1,8	1921,00	128,07±2,4
6	2051,00	136,73±3,3	2088,00	139,20±2,2
7	2221,00	148,07±4,4	2257,00	150,47±3,0
8	2395,00	159,66±3,7	2428,00	161,87±4,2
9	2573,00	171,53±4,6	2603,00	173,53±4,7
10	2753,00	183,53±5,2	2787,00	185,80±5,4
11	2938,00	195,87±5,7	2977,00	198,47±6,0
12	3126,00	208,40±6,8	3180,00	212,00±6,4

Результаты наших исследований показывают, что рыбы, с примерно одинаковой начальной живой массой, в период выращивания достигли живой массы в 1-группе 208,40 г, а во 2-группе 212,00 г. Это позволяет сделать вывод, что кормление карпа зерном сорго незначительно повышает его продуктивность по сравнению с использованием в кормлении зерна пшеницы.

Сохранность карпа в период опыта в данных группах была на высоком уровне и составила 100,00 % (Таблица 9). Среднесуточный прирост карпа во 2-й группе был незначительно выше, чем в 1-й, и за весь период опыта валовый 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 с 2-й группой. Незначительное повышение скорости роста карпа и снижение затрат кормов при скармливании зерна сорго свидетельствуют, что питательная ценность данного зерна сорго для карпа не уступает питательности зерну пшеницы.

Таблица 9 – Результаты опыта при скармливании зерна сорго

Показатель	Группа	
	1	2
Сохранность, %	100,00	100,00
Общий прирост, г	2011,80	2065,35
Прирост 1 особи, г	134,12	137,69
Среднесуточный прирост, г	1,60	1,64
Скормлено за опыт:		
комбикорма, кг	9,31	9,43
обменной энергии, МДж	96,82	96,61
сырого протеина, г	939,38	1373,01
Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы:		
комбикорма, кг	4,63	4,57
обменной энергии, МДж	48,15	46,82
сырого протеина, г	467,17	665,39

Расчет экономической эффективности (Таблица 10) показывает, что более низкая стоимость зерна сорго (5,00 руб.), чем зерна пшеницы (5,50 руб.) положительно повлияла на себестоимость рыбы, и позволило получить наибольшую прибыль. При этом необходимо отметить, что доля кормов в структуре себестоимости карпа составляет 50–60 %.

Следовательно, более низкая стоимость зерна сорго и оптимальная продуктивность карпа позволило нам повысить уровень рентабельности производства рыбной продукции, при скармливании зерна сорго до 102,33 %. Это выше по сравнению со скармливанием зерна пшеницы на 19,18 %.

Таблица 10 – Экономическая эффективность при скармливании зерна сорго

Показатель	Группа	
	1	2
Живая масса рыбы, г	3126,00	3180,00
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	60,00	60,00
Стоимость всей рыбы, руб.	187,56	190,80
Затраты корма, кг	9,31	9,43
Стоимость 1 кг корма, руб.	5,50	5,00
Стоимость корма, руб.	51,21	47,15
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, руб.	25,45	22,83
Себестоимость рыбы, руб.	102,41	94,30
Прибыль от реализации всей рыбы, руб.	85,15	96,50
Уровень рентабельности, %	83,15	102,33

В конце эксперимента был проведен контрольный убой карпа с целью проведения химического состава мышечной ткани рыбы, и изучения влияния корма на качественный состав мяса (Таблица 11). 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.

Таблица 11 – Содержание питательных веществ и калорийность мышечной ткани карпа

Показатель	Группа	
	1	2
Сухое вещество, %	25,30±0,37	23,93±0,44
Сырой протеин, %	15,37±0,73	14,40±0,84
Сырой жир, %	5,90±0,21	6,70±0,32
Калорийность, МДж	7,16±0,47	7,26±0,36

Для определения энергетической ценности мышечной ткани карпа нами был рассчитан такой показатель как калорийность. Так, незначительное повышение калорийности во 2-й группе связано с более интенсивным для данной группы накоплением жира в мышечной ткани.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что скармливание зерна сорго не ухудшает химический состав мышечной ткани карпа, а незначительное повышение содержания сырого жира имеет положительную корреляцию с содержанием его в корме.

3.1.2 Эффективность скармливания карпу зерна сорго в составе комбикорма

Для изучения эффективности скармливания карпу зерна сорго в составе комбикорма мы провели второй этап прогнозируемого опыта. Для этого нами было сформировано 2 группы карпа парской породы по 15 особей в каждой. Выращивание карпа проводили в аквариумной установке, в которой объем каждого аквариума составлял 250 л, а водообмен – 20 л/ч.

Показания измерений температуры, кислорода и рН соответствовали необходимым требованиям для выращивания карпа. Температура воды на протяжении выращивания изменялась в диапазоне от 21 до 25 °С, содержание кислорода в аквариуме в среднем составляло 8,7 мг/л, а рН – 7,7. Условия содержания карпа положительно отразилось на его сохранности, которая была во всех группах одинаковая и составила 100,00 %.

В период опыта кормили карпа 2 раза в день, в 9:00 ч. и в 19:00 ч. Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания растворенного кислорода, массы рыбы и ее физиологического состояния. Карпа 3-й группы кормили комбикормом без сорго, а карпа 4-й группы комбикормом с сорго. Анализ химического состава комбикормов показывает, 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 энергетическую ценность комбикорма на 0,27 МДж.

Наблюдая за поведением карпа, можно сказать, что он поедал корм на дне аквариума в течение двух часов после кормления. Карп съедал корм не сразу, а частями, что связано с его физиологией. Разница в поедании комбикорма с ячменем и комбикорма с сорго не наблюдалась. Для корректировки суточных норм проводили контроль, за ростом рыбы, каждые 7 дней. Как видно из результатов взвешиваний представленных в таблице 12, в первую и во вторую недели выращивания прирост карпа был одинаковый в обеих группах и составил 12,67 г. Прирост массы карпа во 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.

Таблица 12 – Динамика массы карпа при включении в комбикорм зерна сорго

Период опыта, неделя	Группа			
	3		4	
	общая масса	средняя масса	общая масса	средняя масса
Начало опыта	1111,95	74,13±1,2	1113,90	74,26±0,8
1	1302,00	86,80±1,4	1303,90	86,93±1,3
2	1492,00	99,47±1,6	1494,00	99,60±2,2
3	1682,00	112,13±1,8	1685,00	112,33±3,1
4	1874,00	124,93±2,0	1878,00	125,20±3,9
5	2067,00	137,80±1,7	2073,00	138,20±3,0
6	2261,00	150,73±2,9	2271,00	151,40±3,4
7	2466,00	164,40±3,7	2470,00	164,67±3,8
8	2673,00	178,20±4,3	2670,00	178,00±4,0
9	2881,00	192,07±5,2	2875,00	191,67±4,4
10	3093,00	206,20±4,9	3086,00	205,73±4,6
11	3307,00	220,47±6,0	3306,00	220,40±5,2
12	3528,00	235,20±6,3	3540,00	236,00±6,5

Результаты наших исследований показывают, что рыбы, с примерно одинаковой начальной живой массой 74,13 г – 74,26 г, в период выращивания достигли живой массы в 3-й группе 235,20 г, а во 4-й группе 236,00 г. Это дает возможность предположить, что включение зерна сорго в комбикорм не снижает продуктивность карпа, так как прирост массы рыб в первой и второй группах бы примерно одинаков.

При обработке результатов опыта были получены данные, анализ которых показывает, что среднесуточный прирост и затраты корма на единицу прироста карпа были приблизительно на одном уровне в 3-й и во 4-й группах, но необходимо отметить, что наблюдается тенденция незначительного снижения затрат кормов во 4-й группе, что связано с повышением энергетической питательности скармливаемого комбикорма с сорго (Таблица 13).

Таблица 13 – Результаты опыта при включении в комбикорм зерна сорго

Показатель	Группа	
	3	4
Сохранность, %	100,00	100,00
Общий прирост, г	2416,05	2426,10
Прирост 1 особи, г	161,07	161,74
Среднесуточный прирост, г	1,92	1,93
Скормлено за опыт:		
комбикорма, кг	9,48	9,49
обменной энергии, МДж	83,05	85,71
сырого протеина, г	269,14	265,63
Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы:		
комбикорма, кг	3,92	3,91
обменной энергии, МДж	34,34	35,32
сырого протеина, г	111,29	109,44

Расчет экономической эффективности выращивания карпа показывает, что сравнительно низкая стоимость комбикорма с сорго при относительно одинаковых затратах кормов на 1 кг прироста в 3-й и во 4-й группах позволяет выращивать карпа с уровнем рентабельности производства 55,00 %. При этом рентабельность выращивания карпа повышается на 8,10 % (Таблица 14).

Таблица 14 – Экономическая эффективность при включении в комбикорм зерна сорго

Показатель	Группа	
	3	4
Живая масса рыбы, г	3528,00	3540,00
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	60,00	60,00
Стоимость всей рыбы, руб.	211,68	212,40
Затраты корма, кг	9,48	9,49
Стоимость 1 кг корма, руб.	11,40	10,83
Стоимость корма на 1 кг прироста массы рыбы, кг	44,73	42,36
Стоимость корма, руб.	108,07	102,76
Себестоимость всей рыбы, руб.	144,09	137,04
Прибыль от реализации всей рыбы, руб.	67,58	75,36
Уровень рентабельности, %	46,90	55,00

В конце эксперимента был проведен контрольный убой карпа с целью изучения химического состава и калорийности мышечной ткани рыбы (Таблица 15). Биометрическая обработка результатов химического анализа мышечной ткани карпа показала, что достоверной разницы в содержании протеина и жира в зависимости от состава корма не выявлено. Это говорит о том, что исследуемый комбикорм с сорго не снижает качество рыбы по химическому составу, а по калорийности имеется тенденция к повышению, что обусловлено повышением содержания сырого жира в комбикорме с сорго на 0,75 % по сравнению с комбикормом без сорго.

Таблица 15 – Содержание питательных веществ и калорийность мышечной ткани карпа

Показатели	Группа	
	3	4
Сухое вещество, %	23,17±0,50	23,64±0,79
Сырой протеин, %	16,40±0,64	15,80±0,95
Сырой жир, %	3,50±0,29	4,80±0,30
Калорийность, МДж	5,72±0,31	6,40±0,41

Таким образом, в результате проведения прогнозируемого опыта по использованию зерна сорго в кормлении карпа, как в чистом виде, так и в составе комбикорма нами были получены положительные результаты по приросту карпа, затратам кормов на 1 кг прироста и себестоимости полученной продукции. Это позволило нам продолжить дальнейшие исследования, направленные на детализацию определенной нормы скармливания данного зерна сорго в составе комбикорма.

3.2 Результаты проверяемого опыта

3.2.1 Физико-химический состав воды

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 по своему составу в емкостях для выращивания 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 [26].

Результаты по химическому составу воды в аквариумах представлены в таблице 16.

Таблица 16 –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, градусы	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 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 были в пределах допустимых физиологических норм.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что основные показатели качества воды в аквариумах соответствуют требованиям ОСТ 15-372-87 для выращивания карповых рыб.

3.2.2 Комбикорма для выращивания карпа

В проверяемом опыте изучалась возможность замены зерна пшеницы и ячменя на зерно сорго в комбикормах в количестве 20,00 %, 50,00 % и 100,00 %.

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. В то время, как количество 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 приготовленных нами комбикормах содержание питательных веществ соответствовало рекомендуемым показателям 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.

Для изучения использования зерна сорго, мы видоизменяли зерновую составляющую комбикормов. Таким образом, для каждого периода выращивания были разработаны и приготовлены комбикорма, в которых зерновая часть на 20,00 %, 50,00 % и 100,00 % замещалась зерном сорго.

Анализируя данные о питательности приготовленных комбикормов, можно сказать, что включение в состав комбикорма зерна сорго не снижает питательность комбикорма. Прослеживается прямая зависимость незначительного увеличения сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки с увеличением уровня ввода зерна сорго. Содержание безазотистых экстрактивных веществ уменьшается с увеличением ввода 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.

3.2.3 Динамика роста карпа и эффективность использования комбикормов

Динамика массы рыбы это 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 штук в каждой. В ходе экспериментального выращивания карпа были получены данные, представленные в таблице 17, свидетельствующие, что использование в комбикорме зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части во 2-й опытной группе повышает прирост ихтиомассы на всем протяжении выращивания. К концу выращивания средняя масса в этой группе была не достоверно выше, чем в контрольной, в 1-й опытной и в 3-й опытной группах на 3,02 г, 1,58 г и 4,48 г, соответственно.

Таблица 17 – Динамика массы карпа первого периода выращивания, г

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

Второй период выращивания карпа проводился на особях массой около 50,65 г, которых сформировали в группы по 20 штук в каждой. Результаты, представленные в динамике роста карпа, показывают, что самая высокая продуктивность карпа была во 2-й опытной группе, прирост в которой составил 104,79 г, что выше на 3,05 %, 1,24 % и 3,91 % соответственно, чем в контрольной, 1-й опытной и 3-й опытной группах (Таблица 18).

Таблица 18 – Динамика массы карпа второго периода выращивания, г

Период опыта, неделя	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Начало опыта	50,30±1,9	51,60±1,4	50,20±1,8	50,50±1,7
1	63,88±2,3	65,25±2,1	63,99±2,0	64,08±1,9
2	77,74±3,4	79,25±3,0	78,69±3,1	78,01±3,3
3	89,57±4,6	92,83±3,6	92,34±3,8	91,73±4,1
4	109,17±4,3	111,73±4,8	111,59±4,9	109,93±5,2
5	130,17±7,0	132,03±7,2	131,89±6,4	130,23±7,1
6	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 штук в каждой массой около 150,40 г (Таблица 19).

Таблица 19 – Динамика массы карпа третьего периода выращивания, г

Период опыта, неделя	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Начало опыта	150,80±3,0	149,30±3,4	150,00±3,2	151,50±3,1
1	176,42±4,4	175,06±5,0	175,83±5,1	177,19±4,8
2	203,37±6,3	201,80±8,0	202,71±7,8	204,35±7,4
3	233,68±8,6	231,90±10,4	234,91±10,8	234,52±10,0
4	267,00±7,3	262,70±13,7	265,01±9,9	263,22±12,4
5	297,87±9,2	290,70±13,4	295,95±12,3	293,88±15,4
6	336,79±13,2	334,10±16,8	336,55±15,0	332,66±17,6
7	375,43±15,8	372,81±19,2	375,40±17,1	371,16±20,0
8	415,47±19,4	413,06±21,8	416,00±20,2	411,69±21,2
9	459,50±20,7	458,21±24,0	460,59±21,7	455,37±19,0
10	505,00±21,8	504,76±26,6	507,70±22,8	500,17±23,1

Динамика роста карпа на всем протяжении опыта была относительно стабильна, незначительное снижение прироста наблюдались на 4-й недели 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 и составила 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 была на уровне 500,17 г. Средние показатели по приросту массы были в контрольной и в 1-й опытной группах, разница которых со 2-й опытной группой составила 3,50 г и 2,24 г, соответственно.

Эффективность выращивания рыбы характеризуются такими показателями как сохранность, среднесуточный прирост и затраты кормов на единицу прироста рыбы. Анализируя данные по первому периоду выращивания можно сказать, что за весь период опыта сохранность была на высоком уровне и составила 100,00 % (Таблица 20).

Наилучшие показатели прироста карпа и затраты кормов на 1 кг прироста массы рыбы были во 2-й опытной группе. Среднесуточный привес в ней был на 9,24 %, 2,52 % и 13,45 % выше, чем в контрольной группе, 1-й опытной и 3-й опытной группах, соответственно.

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 [99].

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.

Таблица 20 – Результаты первого периода выращивания карпа

Показатель	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- 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

Данные по второму периоду выращивания показывают, что среднесуточный прирост в 1-й и во 2-й опытной группах выше, чем в контрольной группе, при этом во 2-й опытной группе данный показатель самый высокий. При 100,00 % замене зерна пшеницы и ячменя на зерно сорго прирост снижается, что связано с уменьшением переваримости изучаемого компонента, а именно одной из его крахмальной составляющей. Минимальное значение показателя затрат кормов на 1кг прироста массы рыбы был отмечен во 2-й опытной группе (Таблица 21). Данное снижение, по-видимому, обусловлено наиболее подходящим

соотношением зерновых компонентов в составе скармливаемого комбикорма данной группе.

Таблица 21 – Результаты второго периода выращивания карпа

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

Результаты наших исследований в третий период выращивания карпа показали, что сохранность рыбы, как и в предыдущих периодах выращивания, была на максимальном уровне (Таблица 22).

Среднесуточный прирост карпа был наибольший во 2-й опытной группе и составил 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 данный показатель был во 2-й опытной группе.

Таблица 22 – Результаты третьего этапа выращивания карпа

Показатель	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- 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

Необходимо отметить, что во всех трех периодах выращивания карпа рост рыб во всех группах был на достаточно высоком уровне. Но тенденция к повышению прироста и снижению затрат кормов во всех периодах выращивания сохранялась во 2-й опытной группе, которой скармливали комбикорм с 50,00 % содержанием зерна сорго.

3.2.4 Биохимические показатели крови карпа

Кровь – это жидкая ткань, осуществляющая транспорт различных химических веществ, вследствие чего происходит интеграция всех биохимических процессов, происходящих в организме, в единую систему [6].

Химический состав крови, 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 [20].

Для оценки работы внутренних органов и для 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.

Проведение биохимического исследования крови карпа было проведено после завершения третьего периода выращивания карпа. Результаты изучения биохимических показателей представлены в таблице 23.

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 [45].

Концентрация общего белка в сыворотке крови в 1-й, во 2-й и в 3-й опытных группах была выше, чем в контрольной группе на 3,3 г/л, 5,1 г/л и на 4,5 г/л, соответственно. Тенденция к повышению содержания общего белка во многом определяется питательной ценностью используемых кормов, а также наибольшей 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), но 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 концентрацию

данного фермента в контрольной группе. Увеличение показателя АлТ в сыворотке крови в первой и во второй опытных группах объясняется, по всей видимости, увеличением синтетических процессов у карпа в этих группах, а не за счет ухудшения состояния печени, так как интенсивность роста карпа в первой и во второй опытных группах была выше, чем в контрольной группе.

Таблица 23 –Биохимические показатели крови карпа

Показатель	Группа			
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная	3 – 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,	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

К продуктам утилизации белка относятся такие соединения как креатинин, мочевина 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. Креатинин – это важнейший показатель функционального состояния почек.

Концентрация креатина 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-й, во 2-й и 3-й опытных группах, может быть, вызвано увеличением содержания белка в скормливаемых кормах, чем в контрольной группе.

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 гидротирования 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-опытной группе концентрация мочевой кислоты была на 14,3 мкмоль/л больше, чем в контрольной группе, это возможно связано с повышенным их поступлением 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 концентрации глюкозы по мере увеличения скорости роста. Повышение уровня глюкозы в 3 – 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 содержания амилазы 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 щелочной фосфатазы во всех опытных группах было приблизительно на одном уровне, достоверная разница между контрольной группой 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 также 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 20,00 %, 50,00 % и 100,00 % от зерновой части, не имеют статистически достоверной разницы с биохимическими показателями крови карпа контрольной группы.

3.2.5 Экономическая эффективность использования зерна сорго

Расчет экономической эффективности является важным этапом для определения правильной организации полноценного кормления, так как на

затраты кормов в лабораторных и в производственных условиях приходится более 50,00 % от всех затрат.

Анализ экономической эффективности выращивания карпа первого периода выращивания, позволяет сказать, что введение в состав зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части позволяет незначительно снизить стоимость комбикорма, а именно, на 2,48 руб. на 1 кг прироста массы рыбы (Таблица 24).

Таблица 24 – Экономическая эффективность первого периода выращивания карпа

Показатель	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- 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

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 %.

Расчет экономической эффективности для второго периода выращивания показывает, что использование зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части позволяет незначительно снизить стоимость комбикорма на 1 кг прироста во 2-й опытной группе - на 67 коп. (Таблица 25).

Таблица 25 – Экономическая эффективность второго периода выращивания карпа

Показатель	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- 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

Снижение стоимости комбикорма на единицу прироста при незначительном повышении скорости роста карпа позволило получить наибольшую прибыль от реализации продукции и, как следствие, повышение рентабельности производства. Рентабельность выращивания рыбы при использовании комбикорма с 50,00 % содержанием зерна сорго на 5,87 % больше, чем рентабельность в контрольной группе.

Расчет экономической эффективности выращивания карпа массой от 150 г до товарной массы с использованием комбикормов с различным содержанием зерна сорго показал, что использование в кормлении карпа комбикорма с 50,00 % содержанием зерна сорго от зерновой части снижает стоимость комбикорма на 1 кг прироста на 61 коп. (Таблица 26).

Таблица 26 – Экономическая эффективность третьего периода
выращивания карпа

Показатели	Группа			
	контрольная	1- опытная	2- опытная	3- 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

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. Так, рентабельность во 2 – опытной группе выше, чем в контрольной группе на 6,74 %

Сравнивая контрольную и 3-ю опытную группы можно сказать что, несмотря на наименьший прирост и наибольшие затраты кормов рентабельность в 3-й опытной группе больше, чем в контрольной группе на 3,90 %. Это связано с наименьшей стоимостью комбикорма скармливаемого 3-й опытной группе, в связи с добавлением максимального количества зерна сорго от зерновой части.

3.3 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 по использованию в кормлении карпа комбикорма с 50,00 % содержанием зерна сорго в ООО «Энгельский рыбопитомник» Энгельского района Саратовской области (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Начало производственной апробации в ООО «Энгельский рыбопитомник»

Апробация проводилась с целью получения достоверных результатов исследований, подтверждающие или опровергающие результаты научных исследований проводимых в лабораторных условиях на малом количестве особей.

3.3.1 Физико-химические показатели воды в водоеме

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 таблице 27 представлены данные, характеризующие физико-химические параметры водной среды экспериментального водоема.

Согласно приведенным данным, можно сказать, что 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 определяющий физиологическое состояние карпа является содержание растворенного кислорода, уровень которого был выше минимальной нормы для выращивания рыбы. Это положительно отразилось на активности рыбы, 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.

Таблица 27 – 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, градус	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 ₄), 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. Температура определяет уровень обмена веществ рыб, двигательную активность, питание, размножение, рост и другие физиологические функции. Оптимальным условием обитания для карпа, необходимым для роста и развития является температура воды в пределах 20–26 °С. Дальнейшее повышение температуры приводит к ухудшению кислородного режима водоема и, как следствие, к угнетению физиологического состояния рыбы [94].

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 (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Контрольные измерения водной среды.

Температура воды в водоеме на момент зарыбления садков была достаточно прогрета и составила $+ 19,3$ °С. В течение всей недели температура сохранялась приблизительно на одном уровне, и 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, а 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 (Таблица 28).

Необходимо отметить, что температура воды в летний период выращивания была благоприятна для роста карпа, наблюдалось снижение температуры к концу 11 недели до $+ 17,7\pm 0,2$ °С. Данное снижение температуры не отразилось на

сохранности карпа, так как снижение температуры воздуха и, как следствие, температуры воды не было резким и продолжительным.

Таблица 28 – Средняя температура воды на дне садка за период опыта

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

В течение следующих трех недель температурный режим водоема постепенно повышался, и на дне садка данный показатель повысился на 5,7 °С. В осенний период мы наблюдали плавное снижение температуры воды, и в среднем за неделю она составила 12,2±0,6 °С. Данное изменение температурного режима

водоема привело к снижению пищевой активности карпа и, как следствие, к завершению его кормления (Рисунок 5).

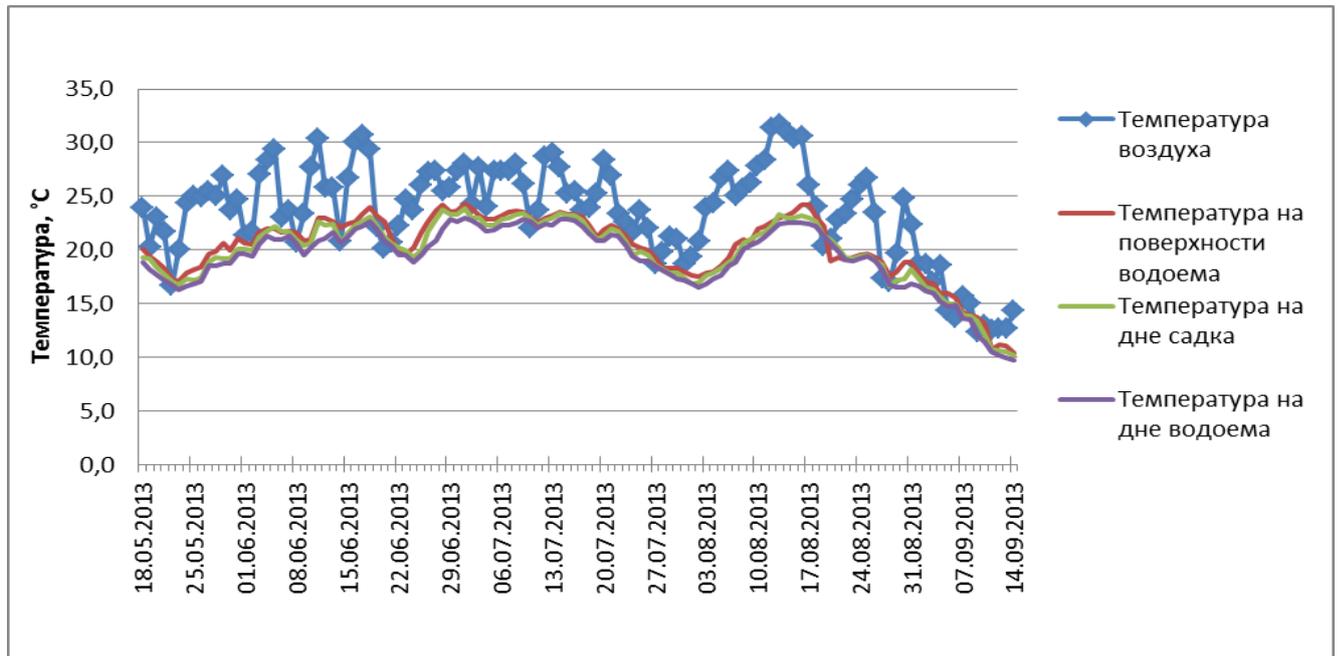


Рисунок 5 – Средняя температура воздуха и воды в период выращивания, °С

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

Измерения концентрации кислорода в начале вегетационного периода, с 1-й по 5-ю недели выращивания, показали достаточно высокий его уровень, который изменялся в пределах 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 повлияла на темп роста карпа, на увеличение количества вносимого корма и количество выделяемых экскрементов, что 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 вегетативного периода из-за снижения температуры воды содержание растворенного кислорода на дне садка увеличивалось до 10,0 мг/л (Рисунок 6).

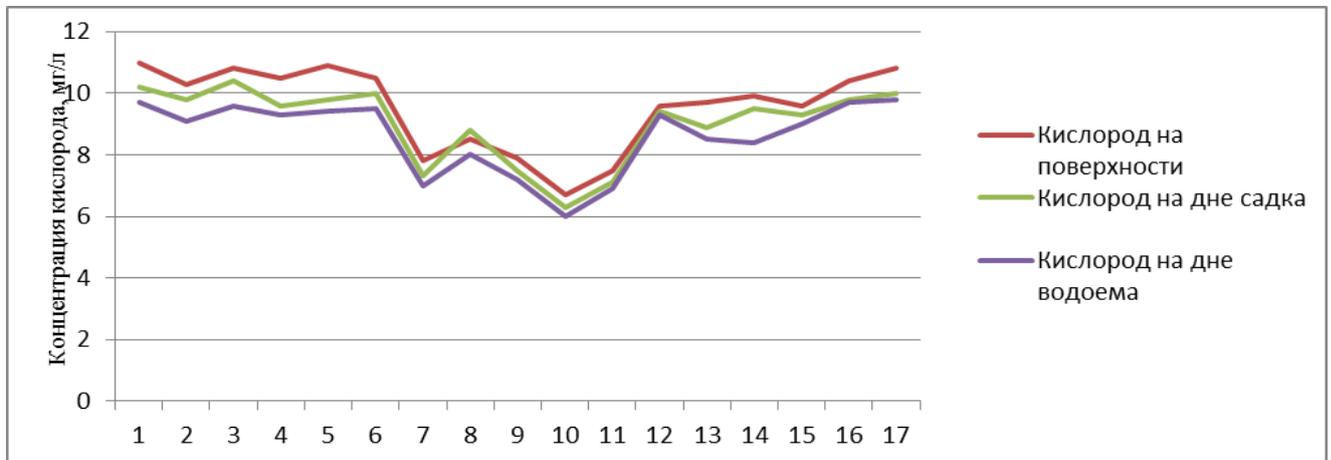


Рисунок 6 – Концентрация растворенного кислорода в воде, мг/л

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

3.3.2 Динамика живой массы и развития карпа

Живая масса и прирост рыбы является обобщенными показателями, которые отражают условия выращивания и полноценность кормления рыб.

Интенсивность роста определяли путем проведения еженедельных контрольных взвешиваний. Изучение динамики роста карпа в садках с использованием в опытной группе комбикорма с 50,00 % содержанием зерна сорго от зерновой части, показывают, что в начале опыта масса годовика карпа в обеих группах была приблизительно одинаковой и составляла 21,4 г (Таблица 29).

Затем, на всем протяжении выращивания карпа темп его роста в опытной группе был несколько выше, чем в контрольной группе, но статистически разница была не достоверна. Так, за 112 дней выращивания, наибольшей средней массы достиг карп в опытной группе, средняя масса которого составляла 707,30 г, что было выше на 47,75 г, чем масса карпа в контрольной группе. Незначительное повышение динамики роста карпа в опытной группе обусловлено тем, что при введении в состав рациона зерна сорго повышается содержание сырого протеина и сырого жира.

Таблица 29 – Динамика роста карпа, г

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

Анализируя данные представленные на рисунке 7, 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.

Динамика абсолютных приростов карпа с 1-ой по 5-ю недели опыта стабильно повышалась. Так, в опытной группе наблюдается незначительное повышение скорости роста карпа, чем в контрольной группе. С 6-ю по 7-ю недели выращивания было отмечено незначительное снижение прироста карпа в опытной группе, который с 8-й недели выровнялся и в дальнейшем был стабильно незначительно выше контрольных значений данного показателя. После 14-й недели проведения выращивания мы наблюдали постепенное снижение прироста живой массы карпа, что было обусловлено сезонным снижением температурного режима водоема.

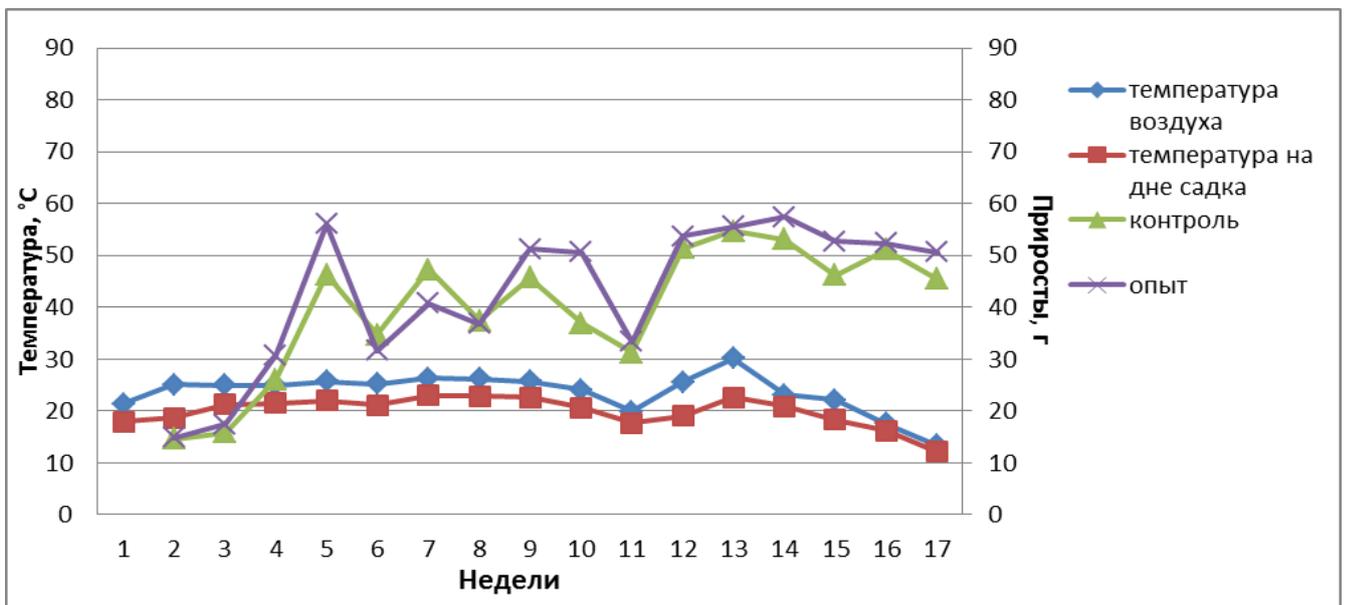


Рисунок 7 - Динамика абсолютных приростов карпа и температуры воды и воздуха в садках, г

На основании полученных данных по динамике роста карпа можно сказать, что использование зерна сорго в комбикормах для выращивания карпа положительно отражаются на его скорости роста.

3.3.3 Кормление карпа и эффективность использования комбикормов

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

Одним из главных показателей хорошо сформированного состава комбикорма является показатель затрат кормов на единицу прироста. Величина данного показателя во многом определяется правильностью расчета суточного рациона, количество которого зависит от температуры и массы рыбы. Контрольные измерения физико-химических показателей воды и взвешивания проводились нами еженедельно, на основании полученных данных, в то же время, корректировалось количество скармливаемых комбикормов. В таблице 30 представлены результаты исследований о затратах комбикорма, а также для анализа полноценности были изучены затраты обменной энергии и затраты сырого протеина на 1 кг прироста живой массы карпа.

Согласно табличным данным, в первую неделю опыта кормовой коэффициент был достаточно высоким и в контрольной и опытной группах. Высокий уровень нормирования комбикорма обусловлен достаточно хорошо прогретой водой в начале выращивания. Несмотря на то, что вода была прогрета, в течение 1-й недели наблюдалась неустойчивость 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 скармливаемых кормов увеличивалось в соответствии с увеличением роста карпа. Однако, к 7-й, 9-й и к 10-й недели выращивания из-за неустойчивого температурного режима затраты кормов возрастают от 3,32 кг 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 30 – Затраты корма, энергии и сырого протеина на 1 кг прироста карпа

Период опыта, недели	Группа					
	контрольная			опытная		
	кг	МДж	П.п., г	кг	МДж	П.п., г
1	2,12	20,18	849,48	2,08	19,88	843,65
2	2,11	20,09	845,48	1,91	18,26	774,70
3	1,72	16,56	634,34	1,50	14,52	561,45
4	1,45	13,96	534,76	1,30	12,58	486,59
5	3,15	30,33	1161,72	3,83	37,07	1433,57
6	2,59	23,52	744,63	3,25	29,77	962,98
7	4,24	38,50	1219,00	4,46	40,85	1321,50
8	2,99	27,15	859,63	2,73	25,01	808,90
9	4,39	39,86	1262,13	3,32	30,41	983,72
10	4,38	39,77	1259,25	4,43	40,58	1312,61
11	2,68	24,33	770,50	2,76	25,28	817,79
12	2,09	18,98	600,88	2,21	20,24	654,82
13	2,44	22,16	701,50	2,41	22,08	714,08
14	2,81	25,51	807,88	2,56	23,45	758,53
15	2,31	20,97	664,13	2,49	22,81	737,79
16	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 находились приблизительно на близком уровне, но наименьшими они оказались в опытной группе и составили 2,69 кг на

единицу прироста, что на 1,47 % меньше, чем затраты корма 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 при скормливании комбикорма с содержанием зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части, способствует незначительному повышению рыбопродуктивности и снижению затрат кормов.

3.3.4 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 о состоянии выращиваемой рыбы. Иногда, при удовлетворительном росте рыбы наблюдаются серьезные отклонения в ее физиологическом состоянии. В качестве дополнительного исследования, которое показывает уровень обмена веществ и диагностирует деструктивные процессы в организме, является изучение биохимических показателей крови.

Кровь является той средой, посредством которой клетки получают из внешней среды все необходимые ей 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 ухудшению 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 в наших исследованиях представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Биохимическая характеристика крови карпа

Показатель	Ед.изм.	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, но необходимо отметить, что 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 повышением 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 на 13,3 % и 25,0 % были выше результатов данных показателей в контрольной группе, соответственно.

В опытной группе также наблюдается некоторое повышение в содержании небелкового азота, который в наших исследованиях включает 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 являются важными диагностическими показателями при определенных заболеваниях и поражениях некоторых внутренних органов. Разница в содержании данных показателей в опытной и контрольной группа достоверной разницы не имела.

Таким образом, замена в комбикорме зерна пшеницы и ячменя в количестве 50,00 % от зерновой части на зерно сорго позволяет вырастить карпа более 700,00 г с сохранением нормальных биохимических показателей.

3.3.5 Гистологическое состояние внутренних органов

Для дополнительной оценки состояния организма помимо биохимических исследований крови было проведено гистологическое исследование печени, почек, переднего и заднего отдела кишечника.

Для гистологического исследования внутренних органов нами была взята рыба 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. А именно: 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 показало наличие паталогического процесса в зависимости от использования комбикорма с содержанием зерна сорго. Микроскопическая картина печени контрольной и опытной группы была следующая: гепатоциты имели многоугольную форму, ядра гепатоцитов занимали центральное положение, печеночные вены были четко контурированы (Рисунок 8).

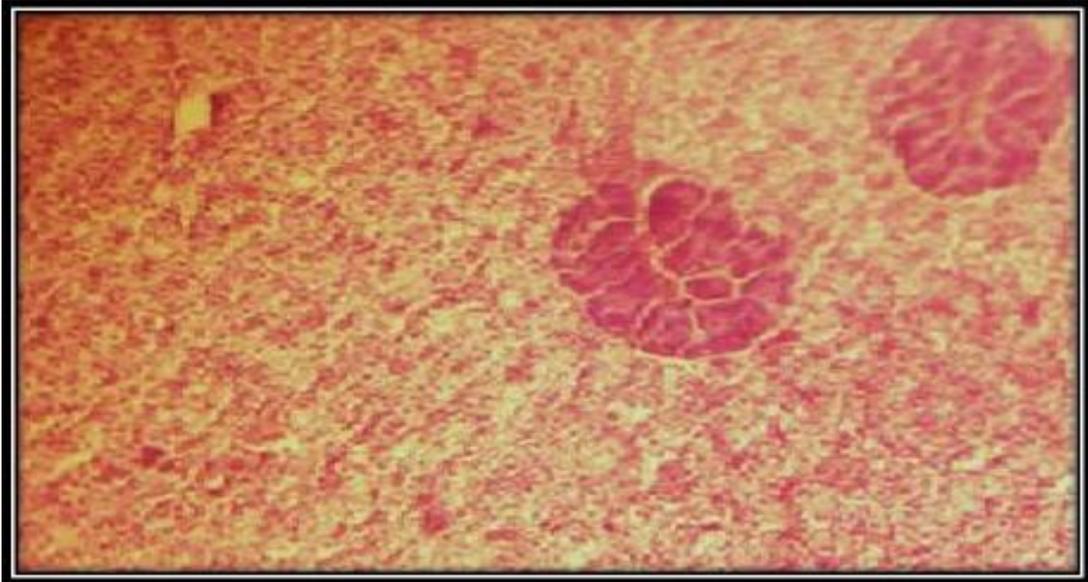


Рисунок 8 - Гистологический срез печени. Ув. X 400. Окр. Г. Э.

Анализируя состояние почек можно сказать, что структура нефрона у всех исследованных рыб почти не отличалась. Почечные тельца широко варьировали в размерах. Встречались крупные, увеличенные в объеме тельца, наряду с которыми наблюдались очень мелкие, с небольшими капиллярными клубочками (Рисунок 9).



Рисунок 9 - Гистологический срез почки. Ув. X 400. Окр. Г. Э.

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 (Рисунок 10, 11).

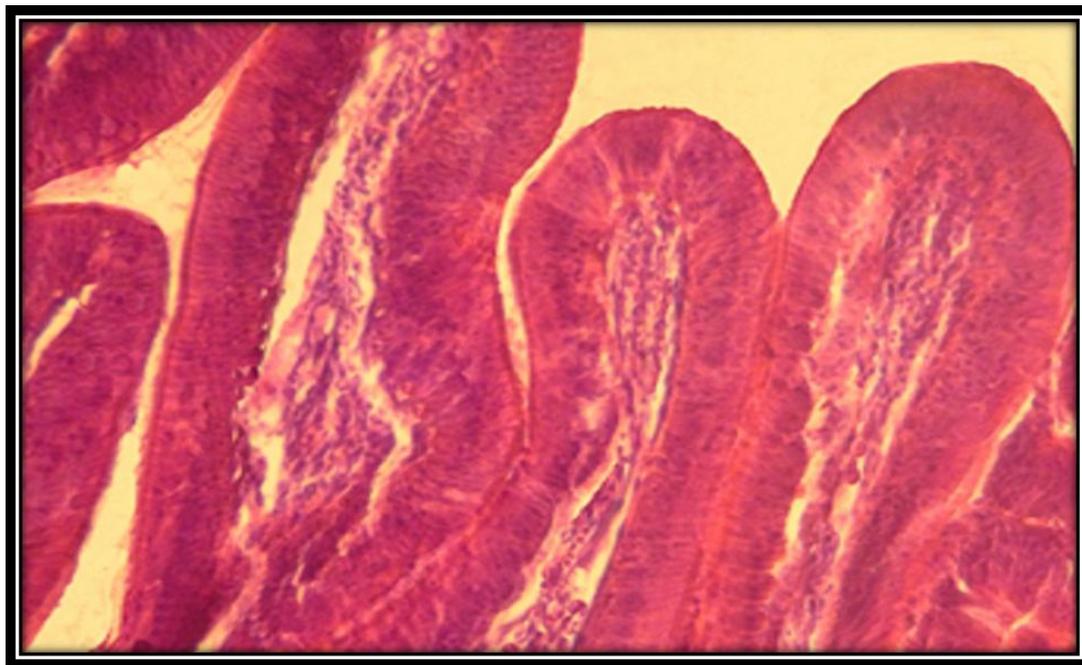


Рисунок 10 – Гистологический срез переднего отдела кишечника.

Ув. X 400. Окр. Г. Э.

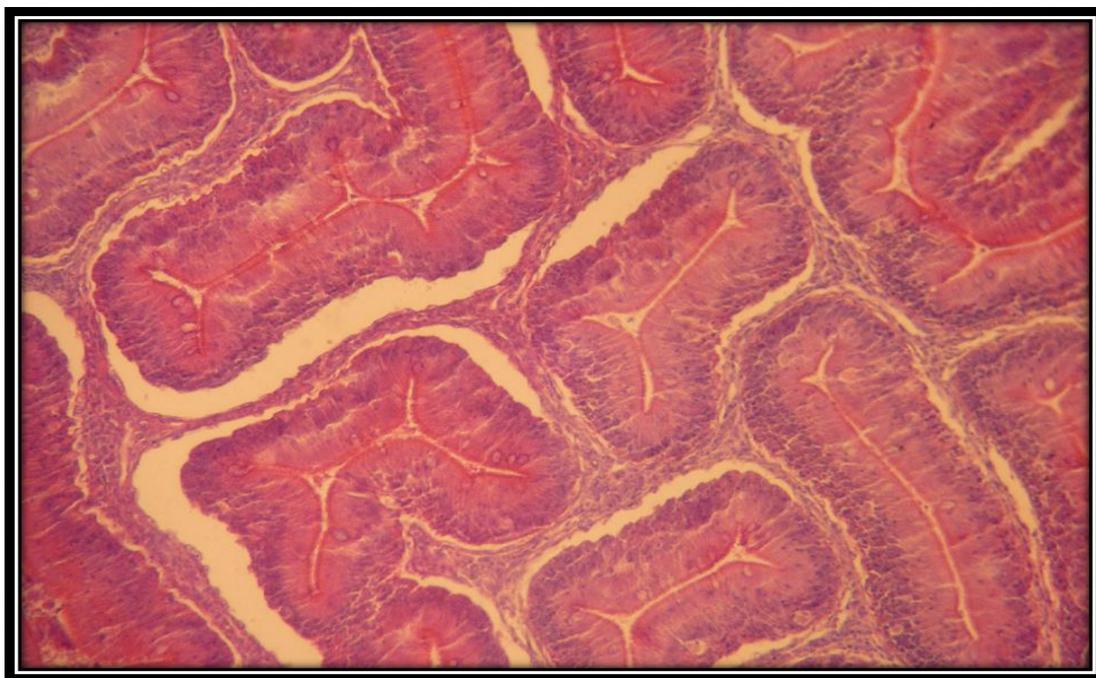


Рисунок 11 – Гистологический срез заднего отдела кишечника.

Ув. X 400. Окр. Г. Э.

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.

3.3.6 Товарные качества карпа

Рыба является диетическим продуктом питания, так как мясо характеризуется хорошей переваримостью и усвояемостью. В структуре рациона питания человека на объем рыбной продукции должно приходиться около 20–25 %. Главная питательная ценность рыбы – это легкоусвояемый полноценный белок и жиры, содержащие повышенное количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), а также минеральных веществ и жирорастворимых витаминов. Белок рыбы не уступает белку гомойотермных животных. В рыбе присутствуют вещества, которые снижают концентрацию жиров в крови, регулируют давление и др. Рыба, с кулинарной точки зрения, имеет особую ценность. Она обладает высокими органолептическими качествами, её употребляют в пищу в варенном, жаренном, соленом и вяленом виде. Таким образом, наряду с высокими вкусовыми и питательными качествами, рыба также обладает лечебными свойствами.

В производстве при оценке рыбной продукции используют разные методы, один из которых – соотношение съедобных и несъедобных частей и анализ химического состава мышечной ткани. При определении процентного выхода съедобных и несъедобных частей у карпа мы придерживались рекомендаций изложенных А.А. Кудряшевой и др. (2007) [6, 46].

Оценка качества выращенной рыбной продукции была проведена в конце производственной апробации. Для убоя были отобраны особи карпа с примерно одинаковой массой: 609,43 г в контрольной группе и 611,30 г в опытной группе. Все части рыб нами были поделены на съедобные (кожа, мышечная ткань, внутренний жир, сердце и печень) и несъедобные части (голова, плавники,

костная ткань, чешуя, спиральный клапан, кишечник, жабры, слизь, кровь и др.) (Таблица 32).

Таблица 32 – Результаты убоя 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
чешуя	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

Анализ полученных данных показывает, 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.

Таким образом, данные полученные в ходе исследования свидетельствуют, что 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.

Для определения качественного состава мышечной ткани выращиваемого карпа, мы определили ее химический состав (Таблица 33).

Таблица 33 – 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

* $P>0,95$

Химический состав мышечной ткани зависит от условий выращивания, кормления, кормов и их химической структуры. 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, повышается содержание сухого вещества. В опытной группе его уровень был выше, чем в контрольных образцах на 0,92 %.

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

3.3.7 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

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. Данный анализ 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» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова». Исследуемые продукты оценивались 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 таблице 34.

Таблица 34 – 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 во всех группах имел приятный цвет, вкус, был прозрачный, наваристый с присущим

специфическим рыбным ароматом, капельки жира присутствовали в большом количестве.

На основании проведенной органолептической оценки можно сделать вывод, что применение зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части в кормлении карпа не оказывает влияния на органолептические свойства рыбного мяса и бульона.

3.3.8 Экономическая эффективность использования зерна сорго

Результаты экономической эффективности отражают такие показатели, как себестоимость полученной продукции, прибыль от её реализации и уровень рентабельности производства. Известно, что обеспечение организма животного полноценными и сбалансированными комбикормами способствует повышению продуктивности животного на 10–12 %. Аналогичным образом и организация кормления в рыбоводстве занимает одно из ведущих мест при выращивании рыбы, особенно при индустриальном способе [26].

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

В связи с этим, 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 карпа, результаты которой представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Экономическая эффективность выращивания карпа

Показатель	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 показывает, что в опытной группе, в каждом периоде выращивания стоимость комбикорма на 1 кг прироста в опытной группе, по сравнению с контрольной группой, уменьшалась на 6,42 %, 2,11 % и 2,40 %, соответственно для 1-го, 2-го и 3-го периодов выращивания карпа. Это обусловлено снижением стоимости комбикорма и незначительным повышением продуктивности карпа в опытной группе в каждом периоде выращивания.

Результаты расчетов экономической эффективности показывают, что введение в состав комбикорма зерна сорго в количестве 50,00 % от зерновой части, соответственно для первого, второго и третьего периодов выращивания приводит к незначительному повышению продуктивности карпа и уровня рентабельности его выращивания в опытной группе, по сравнению с контрольной группой. Так, при выращивании малька рентабельность в опытной группе была больше на 14,06 %, при реализации подрощенной молоди на 4,64 %, а товарной рыбы на 3,24 %, по сравнению с контрольной группой.

4 Заключение

Карп является одним из основных объектов, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах. По данным А.Б. Петрушина и Г.Е. Серветника (2009), его доля в отечественном товарном производстве рыбы составляет около 70 % [60]. 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 это неприхотливая рыба и легко приспосабливается к изменяющимся условиям среды. С.Н. Александров (2005), С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева, (2007), П.А. Грищенко, А.А. Васильев, Г.А. Хандожко и др., (2010) характеризуют карпа, как достаточно пластичный организм [4, 22, 64].

Количественный и качественный режим питания карпа особенно в условиях индустриального хозяйства во многом определяет успешность развития данной отрасли хозяйства. В свою очередь расширение ассортимента составляющих рыбных комбикормов является одним из актуальных вопросов в рыбоводстве. В условиях глобального потепления, когда наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха, большая 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 (1983), Н.А. Шепель (1989, 1994), Б.Н. Малиновский (1992), А.П. Царев, В.И. Гричук, А.В. Костин, (1992), А.В. Алабушев (2007) характеризуют сорго, как культуру с исключительной засухоустойчивостью, солеустойчивостью и высокой продуктивностью, а также высокими кормовыми

качествами [2, 48, 79, 84, 85, 89]. Таким образом, сорго является в экстремально жарких погодных условиях гарантом получения стабильного урожая фуражного зерна.

В наших исследованиях была поставлена цель, повысить продуктивность карпа за счет использования в комбикормах зерна сорго. В ходе работы нами были проведены исследования на определение качества водной среды в аквариумной установке и в пруду на соответствие необходимым требованиям к среде при выращивании карпа. Результаты наших исследований свидетельствуют, что основные показатели качества воды в аквариумах и в водоеме соответствуют требованиям ОСТ 15-372-87.

При проведении прогнозируемого опыта нами была изучена динамика роста, сохранность, эффективность использования кормов, а также дано экономическое обоснование использования зерна сорго в качестве моноорма и в составе комбикорма. Обобщая полученные в результате прогнозируемого опыта данные, можно сказать, что использование зерна сорго положительно повлияло на динамику роста рыбы, сохранность и позволило незначительно снизить затраты кормов. Это находит отражение в исследованиях Ф.В. Складова (2003) [73].

Для конкретизации оптимальной нормы ввода зерна сорго, нами был поставлен проверяемый опыт. В результате которого было установлено, что введение в состав комбикорма зерна сорго в количестве 50 % от зерновой части позволяет незначительно снизить затраты корма при сохранении оптимальной рыбопродуктивности карпа. В то время как скармливание комбикорма со 100 % 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, которая хорошо ферментируется и быстро расщепляется в кишечнике [99].

Для определения физиологического состояния карпа 3-го периода выращивания было проведено биохимическое исследование крови. При анализе

результатов не было выявлено 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 «Энгельский рыбопитомник», Саратовской области. Выращивание карпа с применением опытного комбикорма позволило в производственных условиях незначительно повысить продуктивность на 6,99 % при незначительном снижении затрат кормов на единицу прироста карпа и, как следствие, снижение себестоимости 1 кг на 3,94 %. Подобные результаты, но с обратной тенденцией в пределах среднеарифметической ошибки были получены в исследованиях Ф.В. Склярова (2003) [73].

Наряду с рыбоводными и экономическими показателями для подтверждения, 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 было проведено 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 (2003), в которых также не было обнаружено отклонений в физиологическом состоянии карпа [73].

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 % 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 (2003), в которой выход съедобных частей в контрольной и опытных группах не отличался [73].

В изученной нами литературе отмечены достаточно успешные исследования по применению зерна сорго в рыбоводстве, которые проводились М.А. Щербиной (1985, 1999) и Ф.В. Скляровым (2003) [73, 90, 91]. Полученные данные в нашей работе 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 (1984), Е.А. Гамыгина, А.Н. Канидьева, В.И. Турецкого (1989), С.В. Пономарева, Е.А. Гамыгина, С.И. Никонорова и др. (2002) способствует повышению продуктивности рыб [18, 72, 76].

Результаты, полученные в ходе нашей работы, свидетельствуют, о возможности использования зерна сорго в составе комбикорма в количестве 50 % 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.

4.1 Выводы

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

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

3. 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.

4. Использование зерна сорго в кормлении карпа не оказывает отрицательного влияния на печень, почки, передний и задний отдел 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, мочевины 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).

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

4.2 Предложение производству

Рекомендуем предприятиям комбикормовой промышленности и рыбоводческим хозяйствам для снижения себестоимости производства карпа вводить в состав комбикорма зерно сорго в количестве 50,00 % от зерновой части на всех этапах выращивания.

5 Список литературы

1. Абросимова, Н. А. Кормовое сырье для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 144 с.
2. Алабушев, А. В. Технологические приемы возделывания и использования сорго / А. В. Алабушев. – Ростов-на-Дону: Терра, 2007. – 224 с.
3. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – 385 с.
4. Александров, С. Н. Садковое рыбоводство / С. Н. Александров. – М.: «АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2005. – 270 с.
5. Алексеев, А. П. Аквакультура – вызов времени / А. П. Алексеев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – №7. – С. 3 – 9.
6. Березов, Т. Т. Биологическая химия: учебное пособие / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2004. – С. 567.
7. 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. – В. 93. – 80 с.
8. 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.

9. Богерук, А. К. Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб (на примере карпа) / А. К. Богерук, Н. И. Маслова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 188 с
10. Быков, В. П. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов / В. П. Быков, Г. Н. Головова, Г. П. Ионас; под ред. В. П. Быкова. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 207 с.
11. 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. Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Саратов, 2012. – № 3 – 4. – С. 10 – 14.
12. Васнецов, В. В. Очерки по общим вопросам ихтиологии: этапы развития костистых рыб / В. В. Васнецов. – М.-Л.: АН СССР, 1953. – С. 42 – 47.
13. Вишнякова, Р. И. Биология пресноводных рыб и методы их вылова / Р. И. Вишнякова, М. А. Брудастова. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 78 с.
14. Власов, В. А. Приусадебное хозяйство / В. А. Власов, С. Б. Мустаев. – М.: Изд-во ЭКСМО - Пресс, Изд-во Лик Пресс, 2001. – 240 с.
15. Власов, В. А. Фермерское рыбоводство / В. А. Власов. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 168 с.
16. Гамыгин, Е. А. Комбикорма для рыб. Производство и методы кормления / Е. А. Гамыгин, В. Я. Лысенко, В. Я. Скляр, В. И. Турецкий. – М.: Агропромиздат, 1989. – 168 с.
17. Гамыгин, Е. А. Корма и кормление рыбы / Е. А. Гамыгин. – М., 1987. – 82 с.
18. 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.
19. 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.

20. Головина, Н. А. Гематология прудовых рыб: монография / Н. А. Головина, И. Д. Тромбицкий. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 156 с.

21. 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 международной научно-практической конференции, 19 – 20 сентября, 2003. – Саратов. – 2004. – С. 3 – 11.

22. Грищенко, П. А. Влияние аспарагинатов на продуктивность карпа при выращивании в садках / П. А. Грищенко, А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, Ю. А. Гусева, А. А. Карасев // Зоотехния. – 2010. – № 12. – С. 24 – 25.

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

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

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

26. Желтов, Ю. А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах / Ю. А. Желтов, А. А. Алексеенко. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 169 с.

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

28. Зерновое сорго для КРС. В вопросах и ответах / ВНИИ сорго и сои. – Ростов-на-Дону. – 2012. – 24 с.

29. Иванова, Н. А. Влияние орошения на урожайность и качество зерна сорго / Н. А. Иванова, Т. С. Кундрюкова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 15 – 17.
30. Исаков, Я. И. Сорго / Я. И. Исаков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 134 с.
31. 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.
32. 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.
33. Канидьеv, А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб / А. Н. Канидьеv. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – С. 215 – 315.
34. Канидьеv, А. Н. Инструкция по кормлению гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыббхоза СССР / А. Н. Канидьеv, Е. А. Гамыгин. – М.: ВНИИПРХ, 1983. – С. 19 – 22.
35. 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.
36. Кибальник, О. П. Скороспелость и степень использования гидротермических ресурсов зерновым сорго в Саратовской области / О. П. Кибальник, Г. И. Костина, Д. С. Семин, И. Г. Ефремова // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010. – № 3 – 4 (6 – 7). – С. 59 – 61.
37. Ковтунов, В. В. Качество зерна сорго зернового и пути его улучшения / В. В. Ковтунов // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 6. – С. 10 – 11.
38. Ковтунов, В. В. Селекция сорго зернового на содержание крахмала / В. В. Ковтунов, С. И. Горпиниченко // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 6. – С. 42 – 44.

39. Ковтунов, В. В. Основные направления использования сорго зернового / В. В. Ковтунов, С. И. Горпиниченко // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 6. – С. 35 – 44.
40. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров – Никишин, А. Л. Бородин. – М.: МГУТУБ, 2004. – 347 с.
41. Козлов, В. И. Справочник рыбовода / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 238 с.
42. 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.
43. 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.
44. Кудашев, Р. И. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо, при скармливании сорговых гранул / Р. И. Кудашев, И. Я. Кудашев, М. Г. Чабаев // Научное обеспечение расширения посевов сорговых культур и кукурузы на зерно в засушливых районах Юго-востока России и стран СНГ: материалы международной научно-практической конференции, 9 – 20 сентября 2003. - Саратов. – 2004. – С. 288 – 290.
45. Кудрявцев, А. А., Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев. – М.: Колос, 1969. – 287 с.
46. Кудряшева, А. А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А. А. Кудряшева, Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев. – М.: Колос, 2007. – 304 с.
47. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 712 с.
48. Малиновский, Б. Н. Сорго на Северном Кавказе / Б. Н. Малиновский. – Ростов–на–Дону: Изд-во Ростовского университета, 1992. – 202 с.
49. Мамонтов, Ю. П. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России / Ю. П. Мамонтов, Н. Е. Гепецкий,

А. И. Литвиненко и др.; под ред. Ю. П. Мамонтова. – Санкт-Петербург: ГосНИОРХ, 2000. – 288 с.

50. Мамонтов, Ю. П. Прудовое рыбоводство. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Российской Федерации: производственно-практич. издание / Ю. П. Мамонтов, В. Я. Скляр, Н. В. Стецко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 216 с.

51. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР / П. Ф. Медведев, А. И. Сметанникова. – Л.: Колос, 1981. – 336 с.

52. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 422 с.

53. 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.

54. Особенности мембранного пищеварения карповых видов рыб / Г. М. Абдурахманов, И. В. Волокова, С. Н. Егоров и др. – М.: Наука, 2003. – 301 с.

55. Особенности технологии возделывания сорговых культур в засушливых районах Юго-Востока европейской части России: рекомендации / А. Г. Ишин, Г. И. Костина, И. Г. Ефремова и др. – Саратов: ФГНУ РосНИИСК «Россорго», 2008. – 24 с.

56. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – СПб.: ГосНИОРХ, 2001. – 372 с.

57. Остроумова, И. Н. Потребность рыб в белке и ее особенности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной системы / И. Н. Остроумова // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 206. – С. 84 – 97.

58. Остроумова, И. Н. Теоретические основы использования высокобелковых и высокопротеиновых продуктов микробиосинтеза для замены рыбной муки в кормах для рыб / И. Н. Остроумова, Т. И. Абросимова // Сб. науч. трудов

ГосНИОРХ. Актуальные проблемы кормления рыб индустриального рыбоводства. – 1981. – Вып. 176. – С. 3 – 28.

59. 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 профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» заявка №2010109565/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 20.07.2010, Бюл. №20.

60. Петрушин, А. Б. Ускоренный метод селекции новых пород рыб (на примере Чувашского карпа) / А. Б. Петрушин, Г. Е. Серветник // Инновационные технологии аквакультуры: Тезисы докладов Международной научной конференции (21 – 22 сентября 2009 г. г. Ростов-на-Дону). – 2009. – С. 106.

61. Поддубная, А. В. Оценка потребительских характеристик карпа и инновационные направления селекционной работы на племенных заводах / А. В. Поддубная // Инновационные технологии аквакультуры: Тезисы докладов Международной научной конференции (21 – 22 сентября 2009 г. – Ростов-на-Дону). – 2009. – С. 111.

62. 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.

63. Пономарев, С. В. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в индустриальных условиях: монография / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 188 с.

64. Пономарев, С. В. Фермерская аквакультура: Рекомендации. / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина, И. Ю. Киреева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 192 с.

65. Привезенцев, Ю. А. Выращивание рыб в малых водоемах. Руководство для рыбоводов-любителей / Ю. А. Привезенцев. – М.: Колос, 2000. – 128 с.

66. Привезенцев, Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство: учебник для вузов / Ю. А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
67. Привезенцев, Ю. А. Прудовое рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, И. М. Анисимова, Е. А. Тарасов. – М.: Колос, 1982. – 199 с.
68. Ресурсосберегающая технология производства зернового сорго / В. С. Горбунов, Г. И. Костина, А. Г. Ишин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 40 с.
69. Сергеева, Н. Т. Физиолого-биохимическая оценка эффективности использования муки из отходов производства филе кальмаров в кормлении форели / Н. Т. Сергеева, Н. П. Нефедова // Сб. науч. трудов «Вопросы разработки качества комбикормов». – 1989. – Вып. 57. – С. 91 – 98.
70. Скляр, В. Я. Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В. Я. Скляр, Н. А. Студенцова // Рыбоводство и рыболовство. – 2001. – № 2. – С. 10 – 12.
71. Скляр, В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
72. Скляр, В. Я. Справочник по кормлению рыб / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 120 с.
73. Скляр, Ф. В. Эффективность использования сорго в рационах карпа / Ф. В. Скляр // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора Викторова П. И. – 2003. – С. 85 – 88.
74. Сорвачев, К. Ф. Основы биохимии питания рыб / К. Ф. Сорвачев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 247 с.
75. Сулова, Т. А. Соотношение амилозы и амилопектина в крахмале семян сортового разнообразия сорго и изменение его гибридизации / Т. А. Сулова, Н. П. Ярош, О. А. Грязева // Науч.-техн. Бюл. ВНИИ растениеводства. – 1985. – Вып. 149. – С. 29 – 34.

76. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С. В. Пономарев, Е. А. Гамыгин, С. И. Никоноров и др. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
77. Фицев, А. И. Комплексная оценка различных сортов зернового сорго / А. И. Фицев // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 2. – С 21 – 24.
78. Царев, А. П. Агробиологические основы выращивания и использования сорговых культур в Поволжье / А. П. Царев, Е. В. Морозов. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 244 с.
79. Царев, А. П. Сорго в Саратовской области / А. П. Царев, В. И. Гричук, А. В. Костин. – Саратов: Сарат. с.-х. ин-т, 1993. – 104 с.
80. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – Спб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
81. Чернышов, Н. И. Компоненты комбикормов / Н. И. Чернышов, И. Г. Панин. – Воронеж: ВНИИКП, 2000. – 122 с.
82. Шепелев, А. М. Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров / А. М. Шепелев, О. И. Кожухова // Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров. – Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2001. – 160 с
83. 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. – 1993. – С. 33 – 35.
84. Шепель, Н. А. Сорго – интенсивная культура: справочное издание / Н. А. Шепель. – Симферополь: Таврия, 1989. – 192 с.
85. Шепель, Н. А. Сорго / Н. А. Шепель. – Волгоград: Комитет по печати, 1994. – 448 с.
86. Шмаков, Н. Ф. Рекомендации по разработке и использованию минеральных премиксов в кормлении рыб / Н. Ф. Шмаков, А. Н. Канидьев, А. А. Яржомбек. – М.: ВНИИИРХ, 1989. – 34 с.
87. 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.

88. Шумилина, А. К. Переваримость карпом искусственных кормов с высоким содержанием растительных компонентов / А. К. Шумилина // Сб. науч. Трудов ГосНИОРХ. – 1997. С. 40 – 47.
89. Щербаков, В. Я. Зерновое сорго / В. Я. Щербаков. – Киев, Одесса: Вища школа, Головное изд-во, 1983. – 192 с.
90. 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. научных трудов ВНИИПРХ. – 1999. – С. 55 – 76.
91. Щербина, М. А. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства / М. А. Щербина, П. А. Абросимова, Н. Т. Сергеева. – Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 1985. – 47 с.
92. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
93. Щербина, М. А. О проблеме кормления производителей карповых и осетровых рыб в аквакультуре / М. А. Щербина // Инновационные технологии аквакультуры: Тезисы докладов Международной научной конференции (21 – 22 сентября 2009 г. – Ростов-на-Дону). – 2009. – С 150 – 153.
94. Щербина, М. А. Практика кормления карповых и осетровых рыб в хозяйствах различных типов / М. А. Щербина, И. Н. Остроумова, Н. В. Судакова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 159 с.
95. 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.
96. Якушевский, Е. С. Мировое сортовое разнообразие сорго и пути его селекционного использования в СССР / Е. С. Якушевский // Сорго в южных и юго-восточных районах. Сборник. – 1967. – С. 19 – 36.
97. 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.

98. Adamek, Z. Diet composition and selectivity in O+perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) stock in pond culture / Z. Adamek, J. Musil, I. Sukop // *Agriculturae Conspectus Scientificus* 69 (1). – 2004. – P. 21 – 27.

99. 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.

100. 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.

101. Corraze, G. Nutrition lipidique / G. Corraze // *Nutritionet alimentation des poissons et crustaces: INRA, IFREMER.* – 1999. – P 147 – 170.

102. 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. – № 49. – P. 73 – 82.

103. Dupree, H. K. Amino acids essential for growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) / H. K. Dupree, J. E Halver // *Trans Am Fish Soc.* – 1970. – V. 99. – P. 90 – 92.

104. 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.

105. Halver, D. Nutrition of salmonid fishes / D. Halver, W. Snants // *I. Nutr.* – 1969. – Vol. 72. – P. 340 – 346.

106. 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>

107. 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.
108. 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. EiTinay // Trop. Anim. Health Prod. – 2003. – № 35. – P. 189 – 196.
109. Jauncey, K. Advances freshwater fish nutrition / K. Jauncey // From Feed to Food. – 1995. – P. 186 – 201.
110. 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.
111. 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.
112. Kaushik, S. J. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés / S. J. Kaushik, G. Cuzon. – Paris: INRA, 1999. – P. 457 – 469.
113. 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.
114. Mraz, J. Feed for common carp. Krmivo pro kapra obecneho. (In czech only) / J. Mraz, J. Pickova, P. Kozak / Czech Industrial Property Office, Utility model no. 21926. – 2011. – P. 34 - 37.
115. Norberg, B. Proceedings of the 6th 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.
116. Nutrient Requirements of Poultry / National Research Council – 9th ed. – Washington, DC: National Academy Press, 1994.
117. Ogino, C. Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids / C. Ogino // Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. – 1980. – № 46. – P.171 – 175.

118. Ensminger, M. E. Feeds nutrition / M. E Ensminger, J. E. Oldfield, W. W. Heinemann. – California: Clovis, 1990. – 794 p.

119. Sorghum, grain sorghum: any of various plants of the genus sorghum family Poaceae, a cereal grain / U.S. Grains Council, 2006.

120. 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* 72 (9). – 2008. – P. 2095 – 2117.

Приложение

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВПО
«Саратовский ГАУ»

Н.И. Кузнецов

15 октября 2013 г.

АКТ

Мы, ниже подписавшиеся, заведующий кафедрой «Кормление, зоогигиена и аквакультура», доктор с.-х. наук, профессор А.А. Васильев, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Технологии кормления и выращивания рыбы», кандидат с.-х. наук, доцент Г.А. Хандожко, аспирант кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» Т.В. Косарева и директор ООО «Энгельсский рыбоводпитомник» В.П. Никонов составили настоящий акт о том, что научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по теме «Интенсификация товарного рыбоводства путем применения специализированных комбикормов с использованием региональных кормовых ресурсов» в 2013 году проводились на базе ООО «Энгельсский рыбоводпитомник» в Энгельсском районе Саратовской области.

В результате совместной работы в хозяйстве разработана, построена и эксплуатируется новая система садков для выращивания рыбы, с использованием в кормлении карпа гранулированных комбикормов, в состав которых входит зерно сорго.

Зав. кафедрой «Кормление, зоогигиена и аквакультура», доктор с.-х. наук, профессор  **А.А. Васильев**

Зав. НИЛ «Технологии кормления и выращивания рыбы» кандидат с.-х. наук, доцент  **Г.А. Хандожко**

Аспирант кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура»  **Т.В. Косарева**

Директор ООО «Энгельсский рыбоводпитомник»  **В.П. Никонов**

