

**Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси
по животноводству»**

**Республиканское унитарное предприятие
«Институт рыбного хозяйства»**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА

Жодино 2010

**Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»**

**Республиканское унитарное предприятие
«Институт рыбного хозяйства»**

**В.Ф. Радчиков, В.Н. Столович, Н.Н. Гадлевская,
А.В. Астренков**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА

монография

**Жодино
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»
2010**

УДК 639.371.5:636.083

Повышение эффективности выращивания карпа : моногр. / В. Ф. Радчиков [и др.]. – Жодино : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2010. – 102,[1] с. – Авт. также: Столювич В.Н., Гадлевская В.Н., Астренков А.В.

ISBN 978-985-6895-05-3

В последнее время роль прудового рыбоводства возрастает, и качество кормов является определяющим фактором его результативности. Повысить усвояемость кормов можно за счет применения отдельных технологических приемов и специальных добавок.

В монографии приведены данные, полученные в результате исследований по использованию малокомпонентного комбикорма в кормлении двух- и трехлетка карпа, определению сроков его применения, повышению водостойкости гранул комбикорма, переваримости основных питательных веществ корма.

Книга предназначена для руководителей и специалистов коллективных сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств, преподавателей и студентов высших и средних специальных учебных заведений, аспирантов.

Табл. 33, рис. 9. Библиогр.: 219 назв.

Монография рекомендована к публикации ученым советом РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (протокол № 23 от 23.11.2010 г.).

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси И.П. Шейко

(РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»)

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н.А. Яцко

(УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»)

ISBN 978-985-6895-05-3

© Радчиков В.Ф. и др., 2010

© РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Введение	4
1 Особенности кормления карпа	6
1.1 Особенности строения пищеварительной системы карпа	6
1.2 Пищевые потребности карпа в обменной энергии и основных компонентах корма	13
1.3 Протеиновое питание карпа	14
1.4 Использование углеводов в питании карпа	16
1.5 Способы повышения питательности зерна и комбикормов	22
2 Материал и методика исследований	30
3 Использование малокомпонентных комбикормов в кормлении карпа	37
3.1 Разработка рецепта малокомпонентных комбикормов	37
3.2 Переваримость МКК и зерна (пшеница, тритикале) в кишечниках двухлетков карпа	40
3.3 Способы повышения водостойкости гранул МКК	45
3.3.1 Влияние связующих веществ на повышение водостойкости МКК в лабораторных условиях	45
3.3.2 Испытание специальных добавок в условиях производства	48
3.4 Определение оптимальных сроков использования МКК в течение вегетационного сезона	50
3.4.1 Гидрохимический и гидробиологический режимы опытных прудов	51
3.4.2 Результаты выращивания двухлетка карпа при разных вариантах кормления	58
3.4.3 Влияние скармливания МКК на биохимический состав карпа	62
3.5 Испытания МКК на производственных прудах	66
3.5.1 Гидрохимические и гидробиологические показатели исследуемых прудов	66
3.5.2 Питание и рост карпа в прудах	72
3.5.3 Продуктивность прудов	75
3.5.4 Биохимический состав товарного карпа, выращенного на разных кормах	79
3.5.5 Физиологическое состояние товарного карпа, выращенного на разных кормах	81
3.5.6 Анализ экономической эффективности различных комбикормов примененных в кормлении карпа	83
Список литературы	86

ВВЕДЕНИЕ

Принятая в республике Государственная программа возрождения и развития села предусматривает опережающее развитие аграрного сектора, включая и увеличение производства товарной рыбопродукции. Предполагается, что в 2010 году суммарное производство свежей рыбы возрастет до 18-20 тысяч тонн в год, при этом рост будет достигаться за счет реконструирования и возвращения в оборот прудовых площадей и повышения их рыбопродуктивности, т.к. основное производство товарной рыбопродукции по-прежнему осуществляется в государственных прудовых рыбоводных хозяйствах (78-81%).

Решать эту задачу приходится в сложных экономических условиях, при ограниченных материальных ресурсах и постоянном их удорожании. Чтобы выращенная рыба была доступна по цене потребителю, необходимо оптимизировать все виды материальных затрат и, прежде всего, затраты на корма и кормление, которые составляют до 50-60 процентных пункта себестоимости получаемой рыбной продукции [113].

Развитие интенсивных форм рыбоводства и последовательное повышение его эффективности, наряду с решением технических проблем, настоятельно требуют самого серьезного внимания к процессу кормления и использования полноценных и экономически выгодных кормов для роста разводимых рыб [125].

В товарном рыбоводстве главной задачей является обеспечение максимального выхода рыбной продукции в наиболее короткие сроки. Поэтому необходимо иметь такие корма, энергия которых в максимальной мере обеспечивала бы пластический обмен у рыб.

Как известно, скорость роста рыб зависит не только от состава и качества кормов, но и от их биологических, экологических, физиологических и биохимических особенностей.

В прудовых хозяйствах Республики Беларусь в основном выращивают карпа: его доля составляет около 80% от общего вылова. При выращивании сеголетка карпа используют комбикорм рецепта К-110 с содержанием протеина 26%, а для товарной рыбы – рецепта К-111 с содержанием протеина 23%. Объем потребляемых за сезон кормов распределяется примерно следующим образом: май – 3%, июнь – 19, июль – 36, август – 37, сентябрь – 5%. В то же время доля энергии корма, затрачиваемой на рост, постоянно снижается. Это связано с тем, что после зимовки уровень резервных питательных веществ в теле годовика карпа низкий, организм ослабленный, и это способствует снижению поиска естественной пищи, к тому же развитие зоопланктона и зообентоса еще слабое. С повышением температуры воды ускоряется обмен веществ в организме двухлетка карпа. При недостатке есте-

ственной пищи кормление карпа высокобелковыми комбикормами (конец мая – середина июня) сказывается положительно на приросте биомассы и накоплении резервных питательных веществ, а также пополнении организма витаминами и другими биологически активными веществами.

Во второй половине вегетационного сезона гидрохимические условия в прудах ухудшаются. Хотя температура воды в это время оптимальная (20-25°C), количество растворенного кислорода из-за накопления органики уменьшается до 1-2 мг/л, особенно в утренние часы. Из-за большого пресса рыбы уровень развития естественной кормовой базы снижается, вследствие чего изменяются процессы обмена у выращиваемого карпа. В этот период начинает преобладать углеводный обмен. Карп наиболее эффективно начинает потреблять и переваривать углеводистые корма и накапливает в организме гликоген и жир [35, 36].

В этот период карпа не обязательно кормить высокобелковыми кормами, можно переходить на корма с высоким содержанием углеводов. В прудовых хозяйствах Беларуси практикуют кормление зерном злаковых культур (пшеница, ячмень, тритикале), в которых общее количество углеводов может достигать 72-75%, из них на долю крахмала приходится до 57% [166]. Однако, несмотря на достаточное количество углеводов, рыбы могут усваивать только около их половины. Это связано с плохой доступностью для рыб крахмала из-за особенностей строения его кристаллической структуры, а также с низкой перевариваемостью «остовых» углеводов, входящих в состав оболочек растительных клеток (трудногидролизуемые углеводы). Помимо этого карп максимально набивает кишечник зерном только через 12-20 ч после его раздачи. Зерну необходимо набухнуть, перед тем как его съест рыба. Поэтому во второй половине вегетационного сезона целесообразнее скармливать карпу не зерно и дорогой комбикорм рецепта К-111, а низкобелковый хорошо усвояемый корм класса «эконом» с повышенным содержанием легкоусвояемых углеводов.

1 ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ КАРПА

В соответствии с прогнозами мировая продукция аквакультуры в ближайшие десятилетия будет расти. В нас

тоящее время аквакультура производит приблизительно 30% того, что получено океанским и континентальным ловом рыбы. Полагая, что всемирный рост продукции аквакультуры составляет приблизительно 8% в год, ожидается, что в ближайшие годы производство в этой отрасли превзойдет объем рыболовства, который составляет примерно 90 млн. тонн/год. Этот уровень вылова считается максимальным. Если в 2000 г. он составлял 35,6 млн. т. (без учета водных растений), то к 2030 г. ожидается 54,0 млн.т. (70% прироста аквакультуры будет приходиться на Китай). За это время мировой улов рыбы возрастет лишь на 13,7 млн. т. при 94,8 млн. т. в 2000 г. [17, 84, 141, 209].

Поэтому роль рыбоводства возрастет. Одним из главных вопросов в развитии современной аквакультуры является организация полноценного кормления различных видов и разновозрастных групп разводимых рыб, которое может обеспечить организм основными элементами питания (протеином с набором аминокислот, жиром, углеводами, минеральными солями и витаминами). Кормление является важнейшим этапом технологического процесса в рыбоводстве. Оно способствует получению продукции высокого качества и поддержанию у рыб нормального физиологического состояния. В настоящее время затраты, связанные с кормлением рыбы в товарном рыбоводстве, составляют не менее 60% себестоимости производства [56]. Однако за счет искусственного кормления в прудовых хозяйствах производится 70-80% рыбопродукции, а в хозяйствах индустриального типа – 100%, так как при индустриальных методах выращивания рыбы роль естественной пищи близка к нулю и весь прирост биопродукции происходит за счет вносимых кормов [108, 109, 120].

Применяя сбалансированное кормление, можно значительно увеличить плотность посадки, сохранив в пруду нормальные условия для роста рыбы. При этом экономическая эффективность рыбоводства в решающей мере определяется качеством и рациональным использованием комбикормов.

1.1 Особенности строения пищеварительной системы карпа

Строение пищеварительной системы во многом определяет характер пищевых потребностей организма. Пищеварительный тракт чувствителен к составу, физическим свойствам и консистенции пищевого комка. Длительность контакта пищевого комка с пищевыми фермен-

тами зависит от размера кишечника и развития кишечной микрофлоры, участвующей в процессах переваривания. У рыб зависимость размеров кишечника от характера пищи особенно отчетливо проявляется в процессе онтогенетического развития. На ранних стадиях эмбриогенеза молодь имеет обычно короткий прямой кишечник, не достигающий длины тела. Такой пищеварительный канал соответствует потребляемой в этот период животной пище (зоопланктону). В дальнейшем у всеядных рыб рост кишечника значительно опережает рост самой рыбы, что соответствует переходу на трудноперевариваемый корм.

Основным объектом прудового рыбоводства в Республике Беларусь является карп (*Cyprinus carpio*). По своей биологии карп всеяден. Он относится к безжелудочным рыбам, которым свойственен длинный кишечник. Карп в естественных условиях питается зоопланктоном, зообентосом, а также поедает детрит, который содержит огромное количество неусвояемых веществ. Употребление пищи, бедной питательными веществами, требует прохождения через пищеварительный тракт большого его количества. Поэтому считается, что у безжелудочных рыб пищеварительный тракт (кишечник) наиболее приспособлен к максимальному извлечению питательных веществ из пищевой массы [14].

Большинство безжелудочных рыб различных систематических групп имеют мощный жевательный аппарат, который значительно размельчает пищу. У карпа данный аппарат представлен глоточными зубами, при помощи которых он растирает пищу без её предварительной химической обработки.

Однако японские исследователи обнаружили в глотке и пищеводе карпа довольно активные ферменты – мальтазу, амилазу и протеолитический фермент, подобный трипсину. По-видимому, у безжелудочных рыб ферменты ротовой полости и пищевода играют некоторую роль в предварительной обработке пищи [129].

У рыб, не имеющих желудка, пища переваривается только в кишечнике, где поддерживается слабощелочная среда рН в пределах 7,2–8,3.

Кишечник представляет собой длинную, в передней части заметно расширенную, а затем постепенно суживающуюся трубку, которая образует 8 петель. Длина кишечника в 2-3 раза превышает длину тела [23, 153]. Слизистая оболочка кишечника образует складки, которые создают на его поверхности ячеистую структуру [68, 129]. Складки слизистой в 9-12 раз увеличивают всасывающую поверхность кишечника [78]. В переднем расширенном отделе высота и число складок почти в два раза больше, чем в последующих.

В слизистой оболочке кишечника и кишечном соке карпа насчитывается 22 фермента, участвующих, главным образом, в переваривании

пищи. Железы кишечника выделяют слизь, содержащую мукополисахариды, которая обволакивает пищу и облегчает ее продвижение по кишечнику. На всем протяжении кишечника его поверхность выстлана высоким однослойным каемчатым эпителием, клетки которого называются энтероцитами или эпителиоцитами. Они продуцируют ферменты, которые выделяются в полость или попадают туда со слущивающимся эпителием. Обновление энтероцитов передней половины кишечника у карповых рыб происходит за неделю, задней – за 5-7 недель. При этом весной и летом скорость обновления выше, чем зимой. Энтероциты кишечника карпа имеют строение, сходное с их строением у высших позвоночных [201].

Другим источником пищеварительных ферментов служит поджелудочная железа. Она не является компактным органом, а сопровождает кишечник вплоть до анального отверстия. Главный проток впадает вместе с общим желчным протоком сразу же за пищеводом недалеко от передней границы кишки. Мелкие протоки изливают свое содержимое по всей длине кишечника [15]. Выделение поджелудочного и кишечного соков происходит непрерывно вне зависимости от присутствия и отсутствия пищи. С началом питания секреция усиливается [103].

В настоящее время доказано наличие в кишечнике адаптируемых и неадаптируемых ферментов. Адаптируемые ферменты, участвуя в гидролизе пищевых веществ, специфически приспособляются прямо или косвенно к составу перевариваемой пищи. Из числа адаптируемых ферментов наиболее чувствительными являются энтерокиназа, щелочная фосфатаза и α -гликозидазы (сахараза, мальтаза). В условиях резкого уменьшения поступления белка с пищей быстрого активирования энтерокиназой трипсиногена (а отсюда и других протеаз панкреатического сока) не требуется. Снижая выработку таких ферментов, организм экономит белковые вещества, входящие в состав ферментов, что весьма важно при белковой недостаточности в пище. С переходом к полноценному питанию исходный уровень выработки энтерокиназы и щелочной фосфатазы быстро восстанавливается. Образование сахаразы и мальтазы также существенно меняется в зависимости от содержания в пище углеводов.

Проведенные исследования [74, 151, 164, 177, 180, 195] показали, что пищеварительная система карпа обладает высокой адаптивной способностью реагировать изменением активности протеолитических и амилолитических ферментов на изменение условий азотного, углеводного и липидного питания.

Однако не все кишечные ферменты участвуют в процессах специфического ферментного приспособления. К неадаптивным ферментам относят группу пептидаз, содержание которых не претерпевает суще-

ственных изменений даже при резком недостатке в рационе белка в течение нескольких месяцев. Не меняется также образование липазы в слизистой оболочке кишечника при повышенном и при пониженном содержании жира в пище [159].

В организме рыб усвоения пищевых веществ происходит в три этапа: полостное пищеварение, мембранное пищеварение и всасывание.

Ранее предполагалось, что ферментативное расщепление и всасывание питательных веществ в пищеварительном тракте разделены в пространстве и времени [57, 68, 103]. Однако благодаря использованию метода инертных веществ, позволившего количественно охарактеризовать степень переваривания основных нутриентов на последовательных участках пищеварительного тракта рыб, было установлено, что всасывание питательных веществ происходит на всем протяжении кишечника [170-177].

С позиции пристеночного пищеварения получил объяснение факт очень интенсивной резорбции нутриентов в передней расширенной части кишечника карпа, на которую приходится около 14% его длины. Здесь извлекается из пищи и всасывается в среднем около 1/4 сухих веществ, доступных рыбам, в том числе около 25% белка, от 20 до 80% отдельных аминокислот, до 90% простых сахаров, большое количество липидов [166]. Это подтверждают исследования, проведенные Dabrowski по переваримости протеина и абсорбции аминокислот в кишечнике у карпа. Он установил, что 73,2% аминокислот абсорбировались в первых 20% сегментах пищеварительного тракта и, соответственно, 5,3 и 21,5% в последующих сегментах [190]. Высокая интенсивность всасывания органических веществ сохраняется еще на протяжении 1/3 длины кишечника. Объем резорбции азотсодержащих веществ и аминокислот может быть несколько выше или ниже. Преимущественно здесь локализован максимум всасывания липидов. Возрастает интенсивность всасывания магния, кальция и других минералов. Из этого следует, что отсутствие у карпа желудка и связанного с ним пепсинного пищеварения не замедляет темпов переваривания белков, липидов, полисахаридов, а также всасывания аминокислот и моносахаридов. Протео- и амилолитические ферменты, работающие в слабокислой и слабощелочной средах, гидролизуют белки и углеводы с очень высокой скоростью, обеспечивающей их столь же интенсивную резорбцию. Далее она резко сокращается и активизируется резорбция минеральных веществ [166].

Наличие мембранного пищеварения в кишечнике карпа впервые установили Ш.А. Берман и И.К. Саленице [11]. Авторы обращают внимание на относительное постоянство свободной амилазы у карпов-двухлетков, наблюдаемое на протяжении всей кишечной трубки в разные сезоны. В данном случае основную роль выполняет поджелудоч-

ная железа, которая, как известно, у карпа и многих других видов рыб не является компактным органом, а размещается на поверхности кишечника, селезенки, печени и выделяет в просвет кишечника на всем его протяжении не только амилазу, но и другие ферменты. Часть из них адсорбируется на стенках кишечника и участвует в мембранном пищеварении.

У рыб, кроме трех основных пищеварительных механизмов: полостного, мембранного и внутриклеточного, существует еще и так называемый индуцированный аутолиз [112], при котором переваривание зоопланктона осуществляется как ферментами самой рыбы, так и собственными ферментами этой жертвы. Исследовались протеазная и α -амилазная активность, а также активность комплекса карбогидраз у таких гидробионтов, как дафния (*Daphnia magna*), гаммарус (*Gammarus pulex*), артемия (*Artemia salina*), стрептоцефалюс (*Streptocephalus torvicornis*) и личинка хирономуса (*Chironomus plumosus*).

У разных гидробионтов активность ферментов различна, значит, различен и их вклад в процессы индуцированного аутолиза. Отмечаются высокие значения активности α -амилазы и очень низкие – активности протеазы. Очевидно, что активность протеиназ в организме беспозвоночных животных значительно ниже, чем в кишечнике рыб, однако кормовые объекты, попадая в пищеварительную систему консументов, часто находятся там в течение длительного времени, причем в их тканях наблюдается сдвиг показателя pH в сторону кислых значений, особенно в том случае, если консументами являются рыбы с выраженной кислотообразующей функцией желудка. Таким образом, интенсивность процессов индуцированного аутолиза и степень развития тех или иных ферментных систем у разных видов в значительной степени зависят от особенностей пищевых субстратов и, в частности, видового состава потенциальных объектов питания.

Кузьмина В.В. провела исследования по определению кинетики десорбции α -амилазы из различных участков кишечника у 12 видов рыб в разные сезоны года. При этом установлено, что активность α -амилазы во всех отделах кишечника у хищных рыб во много раз ниже, чем у мирных. Это вполне естественно, так как углеводистая пища для хищников не типична. Однако выявляется значительное различие в активности α -амилазы у безжелудочных рыб, питающихся смешанной пищей (карпа, леща и карася). Так, у карпа наибольшая активность α -амилазы наблюдается в дистальном отрезке кишки, а наименьшая – в проксимальном. У леща изменение активности этого фермента на протяжении всего кишечника не значительно. Очевидно, здесь сказывается влияние пищи: лещ больше питается детритом, карп получал подкормку (комбикорм) [70-72].

Сравнивая особенности пищеварения карпа и хищных рыб, следует отметить, что самая высокая протеолитическая активность установлена у форели, затем у карпа, причем в щелочной среде, и угря – в кислой среде [196].

Согласно литературным данным, самая активная амилаза обнаружена у карпа. Количественно её можно оценить с помощью сравнительной шкалы. Амилазная активность пилорических выростов лососей составляет 1/400 таковой карпа в полости кишки, 1/300 активности пилорических выростов трески, 1/100 активности кишки камбалы [44]. Оптимальные условия для каталитической активности амилазы рыб – температура 20⁰С, рН около 8,5.

Карп – теплолюбивая рыба, по сравнению с форелью, поэтому у него при температуре 25-26⁰С хорошо усваиваются все питательные вещества кормов с высоким содержанием растительных компонентов. Снижение температуры до 21⁰С приводит к уменьшению переваримости всех компонентов кормов, особенно углеводов [161]. Аналогичные результаты были получены зарубежными исследователями [189]. Установлено, что степень переваривания пищи в опытах при температуре 25⁰С значительно выше, чем при температуре 18⁰С. Содержание глюкозы в плазме крови повышается у рыб после начала питания богатыми углеводами кормами и достигает уровня 1 г/л независимо от температуры. Интенсивность роста карпа также оказалась выше при температуре 25⁰С, содержание жира в теле, наоборот, выше у особей, содержащихся при температуре $t \geq 18^{\circ}\text{C}$. Последнее, по-видимому, связано с тем, что жир – основной энергетический материал, который обеспечивает выживание при низких температурах и во время голодания.

Помимо температуры, важным фактором среды, влияющим на активность ферментов, является величина рН. Наибольшие изменения водородного показателя на активность не влияют. При значительном увеличении концентрации H^+ активность карбогидраз растет. При рН =3 активность α -амилазы и мальтазы не изменяется, активность сахаразы и общей карбогидразы растет [193].

Активность ферментов несколько меняется и в сезонном аспекте в зависимости от других биотических и абиотических факторов. Так, введение в рацион карпа комбикорма приводит к организации на функциональном уровне периода привыкания, выраженного в снижении уровня активности ферментов [29]. Несмотря на различие абиотических факторов, в целом характер динамики уровня активности исследованных ферментов в течение сезона выращивания карпа сходен.

Известно, что уровень субстратной нагрузки влияет на суточную ритмику активности комплекса карбогидраз и нейтральной протеазы [30]. Установлено изменение связей между протеазной и карбогидраз-

ной цепями гидролиза при переходе от голодания к питанию. Полученные результаты свидетельствуют, что уровень активности исследованных ферментов в кишечнике у голодавших рыб существенно ниже, чем у питающихся. При переходе от покоя ферментной системы, при выдерживании сеголеток без кормления, к ее активной деятельности имеет место резкое усиление активности собственно кишечных ферментов. Кроме того, наличие пищи оказывает существенное влияние на степень обусловленности одного фермента активностью другого. Так, отсутствие субстратной нагрузки ведет к ослаблению связи между активностью комплекса карбогидраз и нейтральной протеазой, и, напротив, наличие корма приводит к возрастанию тесноты связи. Полученные данные позволяют утверждать, что изменение уровня активности ферментов в течение суток необходимо относить к разряду так называемых «быстрых» адаптаций.

Большое влияние на ферментную систему оказывает качество корма. Известно, что пищеварительные железы карпа обладают значительной приспособляемостью к качеству пищи [38, 47, 48, 150].

Адаптация ферментной системы является наиболее универсальной формой приспособления, которая заключается в избирательном возрастании активности тех ферментов, субстраты которых содержатся в пище в большом количестве, и в уменьшении содержания тех ферментов, субстраты которых в пище отсутствуют или имеются в сравнительно небольших количествах. В опытных кормах, содержащих большое количество растительного протеина, при скармливании карпу отмечено снижение активности химотрипсина. Установлена возможность замены животного протеина на растительный и микробный в комбикормах для карпа. Уровень животного протеина в полноценных комбикормах для сеголеток карпа может составлять не более 5-6%, что обеспечивает высокий рост и нормальное физиологическое состояние.

Кроме всего прочего на активность ферментов у рыб оказывают влияние компоненты, входящие в состав корма. Изменение состава пищи путем замены некоторых ее компонентов либо введение различных добавок приводит к перестройкам процессов гидролиза рациона в целом.

В работах ряда авторов показано, что существует корреляционная связь между активностью ферментов, участвующих в белковой, углеводной и липидной цепях гидролиза пищи [28, 152, 154]. Однако отмечается, что описываемый характер взаимоотношенности изменения активности указанных групп ферментов характерен для состава рационов или их компонентов, типичных для исследуемых животных, обитающих в естественных условиях.

Подытожив вышесказанное, отметим следующий факт: карп ввиду своих биологических особенностей может хорошо усваивать многие

корма, несвойственные ему в естественных условиях, как концентрированные корма (комбикорма) с составляющими компонентами животного и растительного происхождения, так и растительные корма в чистом виде (зерно злаковых и зернобобовых культур).

1.2 Пищевые потребности карпа в обменной энергии и основных компонентах корма

Известно, что потребность в кормах меняется в зависимости от возраста, размера, половой зрелости рыбы, водного режима (температура воды, насыщенность её кислородом) и других факторов. Рыбы, как и теплокровные животные, нуждаются примерно в 40 различных компонентах, содержащихся в 5 группах питательных веществ: азотсодержащих веществах (белках, аминокислотах и др.), жирах, углеводах, витаминах и минеральных веществах. Однако, будучи холоднокровными животными, рыбы расходуют энергию от потребляемой пищи в основном на рост, обновление тканей и жизнедеятельность. Если, например, у такого теплокровного сельскохозяйственного животного, как свинья, на прирост биомассы используется только 28,5% энергии корма, то у форели – 44% [85].

Энергетическая ценность основных компонентов пищи оценивается следующими величинами (ккал/г): протеин - 5,65, углеводы – 4,15, жиры – 9,40. Однако, с учетом доступности и переваримости этих компонентов для рыб, в составе различных кормов их энергетическая ценность меньше (ккал/г): протеин – 3,9, углеводы – 2,6, жиры – 8,0 [108].

Питательные органические вещества, поступающие с пищей, требуются карпу как материал для синтеза тканей тела, а также в качестве источника энергии для дыхания, движения и других физиологических процессов. Карп, не потребляющий пищу, продолжает расходовать энергию для поддержания жизни, т.е. для механической работы, обусловленной мышечной деятельностью и химической работой, вызванной действием ферментов и гормонов. Эту энергию он получает за счет катаболизма имеющихся в организме веществ, в первую очередь гликогена, жира и белка.

Все обменные процессы требуют энергии, которую карп получает из потребленной пищи. Потребленные питательные вещества корма в организме, перевариваясь, выделяют тепловую и свободную энергии. У теплокровных животных тепловая энергия используется для поддержания температуры тела, свободная – на метаболизм. Применительно к пойкилотермным животным (к карпу) эти два понятия сливаются, так как на поддержание температуры тела карп не затрачивает энергию [44].

Общая потенциальная энергия потребленной пищи представляет собой валовую энергию. В процессе переваривания и всасывания питательных веществ часть валовой энергии теряется из организма в виде непереваренных остатков, а невыделенная часть потребленной энергии используется в организме для разнообразных целей и называется обменной энергией.

У карпа, как и у других видов рыб, обменная энергия расходуется в организме в основном на поддержание жизни и его рост. После удовлетворения потребностей организма в энергии, расходуемой на поддержание жизни, большая часть оставшейся энергии рациона превращается в продуктивную энергию. Часть продуктивной энергии корма и, соответственно, рост карпа возрастают при увеличении рациона, переваримости его компонентов и качества питательных веществ.

Немецкими исследователями установлено, что среднесуточная потребность карпа в обменной энергии зависит от внешних факторов среды, в частности, от температуры. При температуре воды 10⁰С среднесуточная потребность карпа в обменной энергии составляет 18 кДж/кг, а при повышении температуры воды до 20⁰С – 42 кДж обменной энергии/кг, т. е. при повышении температуры окружающей среды повышаются обменные процессы в организме карпа [211].

При составлении рациона очень важно учитывать его калорийность. На прирост 1 кг массы тела рыб в пище должно содержаться 4000-5000 ккал (16760-20950 кДж) [3, 107, 109]. Белок пищи используется, главным образом, на рост организма, а поставщиками энергии в основном служат жиры и углеводы. Если пища богата белками, но малокалорийна, то организм вынужден извлекать энергию за счет окисления белков. При соответствующих добавках жиров и углеводов можно поддерживать оптимальный уровень калорийности и добиваться снижения количества белка, необходимого для прироста массы рыбы и, особенно, для отправления его физиологических потребностей.

1.3 Протеиновое питание карпа

Протеин составляет основную часть живой материи, поэтому при балансировании кормов для рыб первостепенное значение имеет состав белка [63]. Биологическая ценность протеина определяется аминокислотным составом, содержанием так называемых незаменимых аминокислот, синтез которых в организме не происходит или идет недостаточно быстро для удовлетворения физиологических потребностей [10]. Общим для всех белков являются 24 аминокислоты, из которых 10 – незаменимы и должны поступать с пищей. Недостаток незаменимых аминокислот в питании приводит к повышенному потреблению белка, что значительно увеличивает затраты наиболее ценной ча-

сти корма на прирост рыб [32, 37].

Животные белки содержат все незаменимые аминокислоты, тогда как в некоторых растительных белках (рожь, пшеница, овес, кукуруза и др.) они отсутствуют или содержатся в очень малых количествах (неполноценные белки). Поэтому в рационы для кормления карпа вводят различные растительные компоненты вместе с сырьем животного происхождения. Смеси протеинов разного происхождения усваиваются рыбами лучше, чем каждый в отдельности. Способность карпа переваривать протеин очень высокая, этот вид рыбы может использовать его как основной компонент диет, при этом переваримость разных белковых компонентов составляет от 63,9 до 93,4% [191].

Наиболее полноценный белок для карпа содержится в рыбной муке [5, 217].

Дефицит белковых продуктов является одной из серьезных проблем современности. Отсюда следует, что промышленное рыбоводство всегда испытывает трудности с получением кормов животного происхождения. Поэтому многие исследователи проводили свои эксперименты по частичной или полной замене животного белка в рационах для карпа (рыбной муки) на белки растительного происхождения [20], микробиологического синтеза (гидролизные и углеводородные дрожжи) [5, 27, 102, 122, 123] или вводили в корм незаменимые аминокислоты синтетического характера [148], свиной навоз после анаэробного брожения [218], рапсовую дерть [209]. При этом полученные результаты характеризовались снижением затрат на корм и повышением скорости роста рыбы.

Положительные результаты получены и при кормлении карпа комбикормами рецептуры К-111, К-112, обогащенными сапропелем. При этом выход рыбопродукции составлял в среднем 130-140 кг/м² и более, а кормовой коэффициент - 2,0-2,5. Стоимость 1 кг прироста рыбы (по кормовым затратам) была в 2 раза ниже, чем на дорогостоящих кормах рецепта 1-75, 12-75, 16-80. Экономия дефицитной рыбной муки составила 160 кг/т комбикорма [43].

Количественные потребности в протеине любого организма, в том числе и карпа, неодинаковы на протяжении жизни. Они изменяются в зависимости от стадии развития рыб, экологических условий, в частности, температуры и содержания кислорода, и состояния здоровья. В силу физиологических особенностей рыба может использовать основную часть протеина корма на получение энергии. Известно, что даже в сбалансированных кормах около 70% протеина идет на обеспечение энергетических нужд организма [13, 109]. В своих исследованиях Svobodova Z., Machova J., Faina R. [215] показали, что на обмен белков, связанное с ним состояние здоровья и продуктивность карпа влияют не только количество азотистых веществ в корме, но и наличие есте-

ственного корма, гидрохимические условия и другие факторы.

Учеными Севрыб НИИ проект проведенны исследования по изучению изменений количественных показателей энергетического потенциала у рыб в зависимости от их возраста и сезона года. По результатам исследований все виды рыб они разделили на три группы: рыбы с высоким энергетическим потенциалом (в основном лососевые и сиговые), со средним (в основном окуневые и карповые) и с низким (тресковые и шуковые). Основу энергетического потенциала составляет энергия белков - наиболее стабильный показатель живых систем, а изменчивость его, главным образом, обусловлена изменениями количества жировых компонентов лабильных показателей живых систем. Углеводы у исследованных рыб не имеют существенного значения в энергетическом потенциале. Относительное количество вещества в энергии белков и жиров у большинства видов рыб с возрастом изменяется в противоположных направлениях (относительное количество жира возрастает, а белка - уменьшается). В сезонном аспекте четко выражены изменения энергетического потенциала, обусловленные, главным образом, колебаниями жировых запасов [119].

Другими исследователями установлено, что потребность карпа в белке снижается по мере роста массы особи, и эта потребность тем ниже, чем большую порцию корма получает рыба [194]. По литературным данным, эффективность использования энергии на рост карпа (K_1) в начале сезона составляет ~ 25-30%, а в конце – 8,5-11%, эффективность использования искусственных кормов - 3,7-4,4% [22]. Ввиду этого в комбикормах для двухлетков и трехлетков содержание белка может быть снижено до 19-18% (в случае их сбалансированности по аминокислотам) [163] и даже до 17% при условии наличия развитой естественной кормовой базы [67].

Также установлено, что подкармливать производителей карпа в преднерестовый период необходимо разнокачественными комбикормами. Белковый рацион для кормления самок вызывает нарушения обычной структуры оболочек икринок, снижает темп эмбрионального развития зародышей, вызывает снижение их жизнестойкости и процент выхода личинок. Оптимальным вариантом кормления производителей является для самок углеводистый рацион, для самцов – белковый [116].

Поэтому поиск путей снижения непроизводительных затрат белка является важной задачей в рыбоводстве.

1.4 Использование углеводов в питании карпа

В комбикормах, предназначенных для выращивания рыб в прудах, углеводы являются одним из главных источников обеспечения орга-

низма энергией. Известно, что часть энергетических потребностей животного организма даже при наличии других источников обязательно должна покрываться за счет расщепления углеводов.

Привлекательность углеводистых кормов для нужд рыбоводства определяется их широким распространением и, следовательно, низкой стоимостью. Однако следует иметь в виду очень существенные видовые различия в степени утилизации углеводов рыбой. Теплолюбивые рыбы (каarp, канальный сом, угри) независимо от характера питания в природе (хищники или мирные рыбы) в условиях высокой оптимальной для них температуры усваивают углеводы пищи и трансформируют их в жиры. Эта способность повышается с увеличением размеров рыб [101]. Отметим, что холодолюбивые рыбы, как хищники, так и мирные (форель, лосось, сиговые), не способны в том же объеме, как теплолюбивые, утилизировать углеводы пищи и синтезировать из них липиды и поэтому нуждаются в добавке жира к кормам с целью сохранения белка для роста. Этот факт подтверждают исследования индийских ученых, которые изучали влияние комбикормов с различным содержанием углеводов на рост, усвояемость корма, усвояемость протеинов и состав тела двух хищных видов рыб (*Channa punctatus*, *C. striatus*), а также двух всеядных рыб (*Oreochromis mossambicus*, *Syrpinus carpio*). Отмечены усиление темпа роста и лучшая его усвояемость, как у хищных, так и у всеядных рыб, но с различным содержанием углеводов в диете корма - 10 и 20%, соответственно. При этом содержание белка, зольных элементов, уровень липидов в теле карпа и тилапии прогрессивно увеличивались с повышением в корме содержания углеводов [214].

Карп более приспособлен к утилизации углеводов. В зависимости от вида углеводов и возраста рыбы переваримость их у карпа может достигать 92%. При этом физиологических нарушений диабетического типа у карпа не обнаружено [44]. Эта его способность его хорошо утилизировать углеводы дает возможность использовать низкобелковые и высокоуглеводистые корма, такие как зерно злаковых культур.

Исследования по кормлению карпа зерном проводили ученые многих стран. Чешские ученые определили положительное влияние кормления карпа зерном на гематологические показатели, смертность при посадке и содержание сухого вещества и жира в теле карпа. Они также провели исследования по использованию в кормлении карпа влажного зерна, консервированного изомасляной кислотой, при этом полученная рыбопродуктивность была выше (на 31% при кормлении пшеницей и на 48% при кормлении кукурузой), в отличие от скормливания сухой пшеницы [205, 206]. Не рекомендуют кормить карпа зерном, консервированным аммиаком, получаемым при гидролизе мочевины с помощью бактериальной уреазы [204].

Они же заметили [205], что эффективность повышенного содержания азотистых веществ в кормах для карпа зависит от содержания биомассы используемого зоопланктона в пруду. В прудовой воде, содержащей 5,95-10,99 г/м³ используемого рыбами зоопланктона, более высокая рыбопродуктивность отмечена при использовании в рационах зерна (пшеницы, ячменя, кукурузы) по сравнению с комбикормом.

Похожие опыты проводили и в других странах [111, 207, 212], после чего кормление карпа зерном было поставлено на производственную основу. При традиционном кормлении карпа зерном в Германии рыбопродуктивность прудов составляла выше 800-1300 кг/га [137, 183]. В Венгрии, из соображений повышения рентабельности производства рыбы, комбикорма применяли на первом году выращивания, позднее их заменяли зерном [182].

В связи с этим российскими учеными [75, 77, 179] в 80-х и 90-х годах были проведены сравнительные опыты по скармливанию карпу, выращиваемому в прудах, зерна различных злаков (пшеницы, ячменя), применение которого привлекательно еще и тем, что практически исключает потери питательных веществ корма до его полного поедания. Замена стандартного комбикорма на фуражное зерно в рационе двух- и трехлетков карпа не отразилось отрицательно ни на его физиологическом состоянии, ни на результатах его выращивания.

В случае использования зерна злаков резко снижаются потери корма в воде из-за механического рассеивания и выщелачивания. Наибольшие потери питательных веществ (за исключением жира и клетчатки) наблюдаются в течение первого часа. Затем темп растворения постепенно замедляется вплоть до 32 ч и опять незначительно ускоряется. Быстрее всего растворяются в воде минеральные вещества (от 10,5 до 22,2% через 1 ч вымачивания и от 31,13 до 60,69% после 64 ч вымачивания), кальций (от 14,3 до 21,3% через 1 ч и от 33,3 до 53,1% после 64 ч), затем общий белок (от 3,5 до 13,7% через 1 ч и от 18,8 до 34,3% после 64 ч.) и БЭВ (от 8,2 до 18,0% через 1 ч и от 19,1 до 31,7% после 64 ч.). На величину потерь питательных веществ в воде при одинаковой температуре оказывает влияние уровень данного вещества, вид и способ изготовления корма [208]. Если гранулы сухого прессования в течение 1 ч теряют в воде в среднем 12-16 % своей массы и 5-6% белка, а рассыпные комбикорма – соответственно 26-34% и 20-32%, то цельные зерна пшеницы и ячменя за 2,5 сут. теряют только 0,4 % массы и 4,4% белка [179]. Это обусловлено тем, что оболочки семян злаков свободно пропускают воду, благодаря чему питательные вещества растворяются и хорошо усваиваются зародышем.

Во всех опытах в качестве контрольного корма служил стандартный производственный комбикорм рецепта К-111 с уровнем сырого протеина 23 %. В зерне злаков (пшеницы и ячменя) сырого протеина со-

держалось 10-14 %, сырого жира – 2,04 и 2,41 %, сырой золы – 1,74 – 2,61% [75, 77, 179].

Разное содержание протеина в корме определяет различное в нем протеиновое отношение. При узком протеиновом отношении в природе растущего карпа откладывается больше белковых веществ, при более широком – больше липидов. Использование в кормлении различных по протеиновому отношению кормовых средств позволяет получать не только разную по составу рыбопродукцию, но при этом изменяется и тип обмена веществ у рыб в процессе их выращивания [198].

Немецкие ученые Schwarz F.J., Plank J., Kirchgessner M. [210] установили, что использование в кормлении карпа рациона с ограниченным содержанием протеина в тушке рыбы повышается уровень сухого вещества, жира и энергии. Если же скармливать рацион с ограниченным содержанием энергии, тогда в тушках карпа снижается содержание сухого вещества, жира и энергии, но повышается содержание протеина.

В связи с этим российскими учеными [76] проводились опыты по выявлению влияния скармливания зерна злаков (пшеницы, ячменя) трехлеткам карпа на химический состав тела и физиологическое состояние рыбы в прудовых условиях при умеренных плотностях посадки (3,5 тыс. экз./га). Отмечено, что большее накопление белка (на 8 %) было у рыб, использовавших комбикорм, где протеиновая фракция была выше, чем в зерне. Трехлетки карпа, выращенные на пшенице и ячмене, откладывали в теле меньше зольных элементов в сравнении с рыбой, выращенной на продукционном комбикорме [76].

Это связано, прежде всего, с более низкой питательной ценностью зерна, а также с тем, что цельное зерно не успевает усвоиться в кишечнике карпа, и большая часть питательных веществ проходит транзитом. Например, усвояемость карпом белка зерновки пшеницы составляет 10%, ржи – 9%, ячменя – 8% [146].

Карп максимально набивает кишечник зерном через 12-20 ч после его внесения, а комбикормом – через 5-7 ч. Если же одновременно внести комбикорм и зерно в пруд, то карп в первую очередь выедает комбикорм, а зерно подбирает постепенно по мере его набухания [179].

Общее количество углеводов в сухом веществе зерна пшеницы и ячменя составляет около 45-69% [33, 104]. От общего количества углеводов в зерне на долю крахмала приходится 50-85% [147], состоящего примерно на 25% из амилазы и на 75% из амилопектина. Количество сырого протеина в этих кормах обычно колеблется от 8 до 12%, сырого жира - от 2 до 6%, при этом преобладают ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая и линолевая) [104].

Скармливание карпу кормов, богатых крахмалом, но с понижен-

ным содержанием азотистых веществ, приводит к большему накоплению жировой фракции в теле рыбы (49,18 %) [76]. При кормлении трехлетков карпа зерном содержание сырого жира в теле на 5-17 % выше в сравнении с кормлением комбикормом. Увеличение сырого жира в теле карпа при скармливании кормов, богатых крахмалом, не сопровождается значительными изменениями в соотношении жирных кислот [95, 165].

По данным ряда исследователей [1, 33, 106], усвояемость питательного потенциала крахмала в природной форме не превышает 20-25% в зависимости от вида культур. Именно поэтому задача новых технологий переработки зерна состоит во внедрении таких способов обработки исходного сырья, которые позволяли бы переводить крахмал в удобную для усвоения форму. Это возможно при разрушении зернистой структуры крахмала на клеточном уровне, что способствует разрыву природных связей и переводу его в более простые углеводы (декстрины и сахара), т.е. желатинизации крахмала или декстринизации его на более простые составляющие.

Помимо упомянутого крахмала, а также гликогена, в группу углеводов входят некрахмалистые полисахариды (НПС), такие как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, которые остаются в нативном состоянии после прохождения через желудочно-кишечный тракт, т.е. не используются организмом [127]. Причиной их плохой переваримости является то, что карп не производит ферментов, необходимых для расщепления некрахмалистых полисахаридов, хотя в небольшой степени они могут гидролизироваться ферментами кишечной флоры [6, 126]. Из-за плохой усвояемости обычно ограничивают содержание НПС в рационе карпа, так как они могут отрицательно влиять на его рост. Помимо прямого действия высокое их содержание отрицательно влияет на усвояемость жиров и белков. Большинство НПС представляет собой углеводы клеточной оболочки, в ячмене – β -глюканы (в целлюлозе), в пшенице, ржи и тритикале – арабиноксиланы (в пентозанах).

β -глюканы и пентозаны снижают эффективность переваривания питательных веществ и их всасывания в кишечнике несколькими путями: являясь составляющими клеточных стенок, они задерживают легко перевариваемые питательные вещества внутри клеток, делая затруднительным их контакт с собственными пищеварительными ферментами («эффект клетки»); образуя такую клетку, некрахмалистые полисахариды существенно ограничивают в ряде случаев, в зависимости от сорта злаков, выделение обменной энергии.

Благодаря своей высокой способности к поглощению воды и разбуханию, некрахмалистые полисахариды способствуют образованию гелей в пищеварительном тракте. Это приводит к увеличению вязкости содержимого кишечника. Более высокая вязкость означает более мед-

ленное прохождение пищи в пищеварительном тракте и уменьшение эффективного количества потребляемой пищи. Другими словами, поступление питательных веществ тормозится [138].

Содержание НПС в различных злаках непостоянно. В зависимости от сорта, метода культивации и длительности хранения содержание β -глюкана и пентозана существенно варьирует между различными партиями ячменя, пшеницы и других культур. Содержание НПС в зерне нового урожая значительно выше, чем в зерне после хранения. По данным фирмы «Интервет» (табл. 1), больше всего β -глюканов содержится в зерне, причем шелушение никак не влияет на их содержание. Пентозанов больше всего в отрубях, а также в зерне ржи. Помимо указанных культур большое содержание НПС в соевом шроте.

Таблица 1 – Содержание НПС в зерновых, г/кг сухого вещества, фирма «Интервет»

Компоненты (культура)	Сырая клетчатка	β -глюканы	Пентозаны	Общие НПС	Р общий	Р фитин
Пшеница	20-34	2-15	55-95	75-106	3,8	2,3-2
Рожь	22-32	5-30	75-91	107-128	3,9	2,5
Тритикале	30	2-20	54-69	74-103	4,5	-
Ячмень	42-93	15-107	57-70	135-172	4	2,2-2
Овес	80-123	30-66	55-69	120-296	3,9	2,1
Кукуруза	19-30	1-2	40-43	55-117	3,1	2,1
Пшеничные отруби	106-136	-	150-250	220-337	12	7,2-9
Соевый шрот	34-99	-	30-45	180-227	7,4	4,4
Рапсовый шрот	109-159	-	-	187	1,4	6,8-8,0
Горох	56-72	-	-	156	4,8	1,9-2,0
Овес шелушенный	-	30-66	-	-	-	-

Из данных таблицы также следует, что большая часть фосфора представлена фитином (фитатами), который плохо расщепляется в пищеварительном тракте моногастричных животных (птиц, свиней), не говоря уже о рыбе [138].

Однако в России на сегодняшний день в кормлении карпа используют как полнорационные комбикорма, так и зерно, причем весь сезон выращивания. При этом хозяйства, которые используют комбикорм,

получают рыбопродуктивность почти в два раза выше, чем те, где кормят рыбу зерном. Но, с точки зрения экономических показателей, хозяйства, выращивающие зерно (особенно в южных регионах), имеют более низкую себестоимость рыбной продукции, по сравнению с рыбхозами, закупающими комбикорм [4].

1.5 Способы повышения питательности зерна и комбикормов

Учеными и практиками разработан ряд способов борьбы с антипитательными элементами зерна. Условно их можно разбить на 3 группы:

- термическая обработка;
- плющение с консервированием;
- ввод экзогенных ферментов.

Понятие «термическая обработка» зерна включает поджаривание, пропаривание, взрыв в пневмотрубе (вструдирование), микронизацию, экструзию и экспандирование. Наибольшее практическое значение в настоящее время имеют экструдирование и экспандирование.

Процесс экструзии биополимеров относится к термодинамическим методам обработки, способным провести глубокие биохимические преобразования всех входящих в состав зерна биологических структур. При температуре 125-135⁰С в экструдере и экспозиции 20 с часть витаминов и ферментов инактивируется, изменяется соотношение фракций белков, доля крахмала уменьшается на 12%, декстринов увеличивается более чем в 5 раз, а сахаров возрастает на 14% [13, 178]. Установлено, что вследствие разрыва клеточных стенок и, в частности, жировых оболочек, а также деструкции и разрыва молекулярных цепей крахмала повышается переваримость углеводов и корма в целом. Кроме того, за этот счет происходит увеличение объема кормовых частиц, снижается удельный вес и корма могут приобретать плавучесть. Под воздействием высокой температуры и давления белки корма денатурируются, и переваримость их повышается. Одновременно происходит стерилизация и обеззараживание кормов (бактерии и грибы полностью уничтожаются, а активность их токсинов снижается). Установлено, что при экструдировании зернового сырья, а также комбикормов, снижается общая бактериальная и грибная обсемененность на 85-95% [92].

В то же время имеются данные об отрицательном воздействии экструзии на растворимость белка и доступность аминокислот в зависимости от термической и барической экспозиции [162]. В результате образуются резистентные к действию протеаз связи аминокислот с другими веществами. Кроме того, гидробаротермическая обработка может оказывать неблагоприятное действие на доступность ряда минеральных элементов, как содержащихся в корме, так и привносимых

с премиксами. По данным Щербины М.А. [178], сразу после экструзии разрушается 90% аскорбиновой кислоты и около 10% ее полифосфатов, 11-16% витамина Е, 5-10% защищенной формы витамина А, более 10% витаминов В₁ и В₂. Аналогичные данные приводит фирма BASF, а также указывает на то, что витамин К в виде МСБ разрушается на 80%, а В₁₂ – на 20-65%. Причем наибольшие потери последнего происходят на самой высокой температурной ступени.

Эксперименты с пшеницей, ячменем, кукурузой, пшеничными отрубями и горохом, проведенные российскими учеными [162, 178], позволили установить, что наиболее существенные изменения происходят с углеводистой частью, в частности, с лигнино-целлюлозным комплексом. Образовавшиеся декстрины переходят в группу хорошо переваримых легкогидролизуемых углеводов, одновременно улучшится переваримость как оставшегося комплекса сырой клетчатки (на 5-11%), так и лигниноподобных веществ (на 45-70%). Переваримость их возрастает с 13 до 43%, а в опытах с горохом – в 1,6 раза.

Эффект, полученный на рыбах, оказался менее значимым, чем на теплокровных животных, что обусловлено либо различиями в экструзии, либо особенностями функционирования пищеварительной системы карпа. В то же время подтверждено, что экструзия вызывает деструкцию целлюлозо-лигнинового комплекса, причиной которой является нарушение клеточной архитектоники, разрыв клеточных стенок, разложение и гидролиз содержащихся в них веществ.

Влияние экструзии на липидную часть сырья выразилось в снижении уровня общих липидов; их разрушение наблюдалось во всех вариантах, кроме пшеницы, и сопровождалось небольшим снижением переваримости.

Экструзия оказывала заметное положительное влияние на доступность для рыб зольных элементов и фосфора пшеничных отрубей и отрицательное – для зольных элементов ячменя и фосфора гороха.

Наибольший эффект был получен при кормлении карпа экструдированной кукурузой (ускорение роста на 36% при снижении затрат корма на 29%), далее по убывающей: ячменя – на 14%, гороха – на 11%, пшеницы и ее отрубей – соответственно, на 10 и 6% при близких затратах корма.

В опытах с соевым, подсолнечным, рапсовым и горчичным жмыхами и шротами благотворное влияние экструзии отмечено во всех случаях. Однако степень этого влияния была различной, что обусловлено особенностями их химического состава, наличием различных ядов и антипитательных факторов, а также особенностями деструкции и модификации питательных веществ.

После экструзии обнаружены изменения в химическом составе (снижение уровня белка и повышение лигниноподобных веществ).

Однако наиболее существенно влияние экструзии проявилось на уровне пищеварительных процессов. О денатурации белков и разрушении ингибиторов протеаз свидетельствует резкое повышение переваримости сырого протеина соевого (на 10%) и рапсового (на 7%) шротов. В то же время слабое повышение (на 3-4%) усвояемости протеина подсолнечника и горчицы дает основание говорить только о последствиях денатурации белков.

Результатом модификации лигнино-целлюлозного комплекса и деградации легкогидролизуемых углеводов явилось повышение переваримости всего комплекса углеводов горчичного жмыха на 18% и соевого шрота – на 54%. Отмечено благоприятное воздействие экструзии на доступность минеральных веществ.

В результате общее количество питательных веществ, извлекаемое рыбой, возросло на 10-13% из горчичного и подсолнечного и на 30-39% из соевого и рапсового жмыха и шрота.

Экструдирование сырья, в котором содержатся антипитательные агенты, показало, что оно способствует снижению их уровня, активность уреазы в сое снижается до 0,1-0,2 ед, pH ингибиторов трипсина – до 4-5 мг/г, переваримость протеина повышается на 10-15% [92, 156], даже непригодная в натуральном виде подсолнечная лузга после дробления и экструзии может служить источником углеводов в кормлении карпа [145].

Экспандирование сходно с экструзией, но гидротермическая обработка продукта под давлением проводится при влажности до 26%, что позволяет вводить жидкие компоненты, а температуру можно регулировать. Эффект примерно тот же, что и при экструдировании [138]. В готовой продукции улучшаются питательность и санитарные показатели: переваримость протеина повышается на 10-20%, общая грибковая и бактериальная обсемененность снижаются на 85-95%, инактивируется патогенная микрофлора [92]. Предварительная подготовка зерна позволяет резко повысить качество комбикормов, что, в свою очередь, снижает их расход на единицу прироста рыб, позволяет с минимальными затратами получать высококачественную продукцию. Экспандирование и экструдирование сырья позволяют увеличить водостойкость выпускаемых кормов практически в два раза, снизить крошимость гранул, повысить их питательную ценность, в целом уменьшить кормовые затраты на единицу прироста рыб [124].

В последние годы с целью повышения усвояемости зерна разработана и начала внедряться технология плющения зерна с одновременным консервированием. Для этих целей используется зерно в стадии восковой спелости при влажности 35-40% [41].

Химическое консервирование в комбинации с плющением обеспечивает угнетение деятельности микрофлоры, частичную декстриниза-

цию крахмала, «растворение» протеиновых оболочек крахмальных зерен, что способствует повышению питательной ценности углеводного и протеинового комплексов, снижению содержания антипитательных веществ.

Для консервирования плющеного зерна используются консерванты АIV-3 и АIV-2000 производства Финляндии и Промир производства Швеции. Первый из них изготовлен на основе муравьиной кислоты, второй – на основе пропионовой. Помимо органических кислот при консервировании зерна могут быть использованы углеводные добавки, способствующие развитию полезной микрофлоры (меласса, молочная сыворотка). При использовании консервантов потери питательных веществ можно свести до минимума: кормовых единиц – до 5%, переваримого протеина – до 4-5%. Включение консервированного зерна ячменя в рацион телят (20% от общей массы задаваемого корма) обеспечивало, по сравнению с ячменной мукой, увеличение среднесуточных приростов на 11% при одновременном снижении затрат кормов на 8% [60].

Консервированным плющеным зерном можно полностью заменить концентратную часть рациона молодняка крупнорогатого скота при введении 20-25% БВМД (белково-витаминно-минеральной добавки), включающей шрот, бобовые, витаминные и минеральные компоненты [114].

По мнению исследователей [138], возможность использования консервированного зерна на корм карпу весьма сомнительна. Согласно разработанной технологии, консервация продолжается от 1 до 12 месяцев, но на практике – до 6 месяцев, и использование зерна происходит в холодное время года. Плюсозные температуры и доступ воздуха вызывают очень быстрое развитие грибов и порчу продукта. В этом смысле использовать его летом, когда карп кормится, весьма проблематично. Кроме того, такое зерно имеет кислую среду (рН 4-5), и пока не известно, будет ли карп его потреблять и как оно станет перевариваться в щелочной среде пищеварительной системы карпа. В наших опытах, проведенных в условиях аквариальной, такое зерно карп не брал вообще.

Согласно исследованиям тех же авторов [138], наиболее перспективным в рыбоводстве является способ разрушения антипитательных соединений растительного сырья с помощью экзогенных ферментов или сочетанием термообработки и ферментов.

Из имеющихся на белорусском рынке наиболее подходящими для зерновых являются мультиэнзимные комплексы Кемзайм В, Хостазим С, Хостазим Х, Ронозим WХ и Роксазим G2.

Кемзайм В (Бельгия) содержит ксиланазу, целлюлазный комплекс, β- глюконазу, α - амилазу, липазу, протеазу. Он расщепляет некрахма-

листые полисахариды корма: пентозаны, β -глюканы, клетчатку, а также протеин, крахмал и липиды. Рекомендуется для кормов, содержащих до 65% ячменя или овса. Норма ввода – 0,5-1 кг на тонну корма.

Хостазим С (Германия) расщепляет в основном пентозаны, а также целлюлозу, гемицеллюлозу, крахмал и протеины. Его применение снижает вязкость содержимого кишечника и ускоряет прохождение корма по пищеварительному тракту. Рекомендуется для кормов на основе ячменя. Дозировка – 0,5 кг на тонну корма.

Ронозим WX (Швейцария) действует как на растворимые, так и на нерастворимые ксиланы и арабиноксиланы, гидролизуя их до моно-, ди- и трисахаридов. Рекомендуется для кормов, включающих 20-70% пшеницы, до 20 % ячменя и до 25 % ржи. Дозировка – 0,15-0,25 кг/т.

Роксазим G2 (Швейцария) – мультиэнзимный препарат, расщепляет некрахмалистые полисахариды, поскольку обладает целлюлазной, глюканазной и ксиланазной активностью. Рекомендуется для кормов, содержащих 20-70% пшеницы, до 50% ячменя, до 20% ржи и овса, до 30% соевого шрота.

При использовании мультиэнзимных композиций наряду с некрахмалистыми полисахаридами гидролизуется крахмал – основной питательный компонент зерна, клетчатка, белок, жир, что повышает усвояемость корма в целом.

Анализ литературных источников показывает, что использование зерна злаков на корм карпу в монодиете не может быть эффективным, поскольку усвояемость его низкая. Причиной тому является особенность строения пищеварительной системы карпа и наличие в зерне антипитательных веществ. Применение ферментных препаратов для их инактивации возможно лишь при изготовлении комбикормов. Поскольку сама технология их производства предполагает использование при гранулировании перегретого пара, то ферменты будут инактивироваться. Исключения составляют мультиэнзимные композиции, заключенные в термостатную жировую оболочку. В виде такого микрогранулята выпускаются Ронозимы и Роксазим. Они имеют ряд преимуществ: не теряют своей активности при гранулировании, так как оболочка защищает их от воздействия температуры и пара; стабильны в составе премиксов, кормов и концентратов; не расслаиваются в процессе хранения и транспортировки. В результате ферментные препараты, добавленные в комбикорм в виде термостабильного микрогранулята, сохраняют свою активность, ингибируют антипитательные вещества и повышают усвояемость корма [138]. В условиях эксперимента комбикорма, обогащенные экзогенными ферментами, обеспечивают прирост рыбы на 40% выше, чем корма без ферментов [139].

На основании того, что карп довольно хорошо способен переваривать корма растительного происхождения, в мире разработан ряд ре-

цептов комбикормов класса «эконом» с пониженным содержанием компонентов животного происхождения или даже без них (табл. 2).

Таблица 2 – Продукционные корма для выращивания товарного карпа, %

Компоненты	Рецепты комбикормов Украинские							
	1983 г.				1986 г.	1991 г	1992 г	
	К111-1	К111-2	К111-3	К111-4	К111-3	К111-4	К111-1	К111-3/30
Пшеница	23,5	23,5	23,5	23,5	10	10	18	17
Кукуруза	-	-	-	-	35	30	-	-
Отруби пшеничные	19,5	18,5	37,5	36,5	14	19	20	40
Ячмень	18	18	-	-	35	35	30,5	16
Шрот подсолнечный	35	35	35	35	-	3	17	6
Шрот соевый	2	2	2	2	-	-	-	15
Кормовые дрожжи	-	-	-	-	3	-	3	-
Травяная мука	-	-	-	-	-	-	7	2
Трикальцийфосфат	-	-	-	-	2	2	2	-
Мел	2	2	2	2	-	-	0,5	2
Премикс П111-3Укр	-	1	-	1	1	1	-	-
Премикс ПТК-1	-	-	-	-	-	-	2	2
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100
Содержание:								
Сырой протеин, %	23	23	23	23	12,4	12,2	18,1	19,2
Сырой жир, %	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Сырая клетчатка, %	8,5	8,5	8Д	8,1	4,4	5,1	8,3	7,5
Сумма аминокислот, г/кг	190	190	200	200	84	82	141	152
В т. ч. незаменимые	67	67	71	71	40	65	70	76
Из них: метионин	1,2	1,2	1,4	1,4	1,0	1,1	1,2	1,3
лизин	8,3	8,3	8,6	8,6	7,0	8,3	8,4	8,2
Энергия: ккал/кг	3962	3962	4028	4028	3907	3898	3988	3997
МДж/кг	16,6	16,6	16,9	16,9	16,8	16,5	17,7	17,8

Кроме того, указанные составы комбикормов можно использовать при кормлении товарного карпа по периодам его выращивания: в

начале вегетационного периода применять выращивание на высокобелковых комбикормах, а в дальнейшем – на низкобелковых, или наоборот, в зависимости от развития естественной пищи, вначале – на низкобелковых, а в конце – на высокобелковых комбикормах [37].

Однако, производя корма с высоким содержанием подсолнечного шрота или отрубей, как в Украине [33, 35, 37] производители сталкиваются с другой проблемой – низкой водостойкостью гранул. Согласно ГОСТ 28758-97, разработанному еще во время СССР, комбикорма для карпа должны не разрушаться в воде в течение 20 мин. Поскольку для проведения анализа требуется специальная установка У1-ДОВ, позже был введен как бы равноценный показатель – разбухаемость кормов, и его критерий составил также 20 мин. Методика проста и позволяет установить по ней устанавливается, в течение скольких минут объем отмеренных гранул увеличивается вдвое. Однако она не учитывает, какая часть корма при этом разрушается. Более того, в последние годы появилось много импортных комбикормов с высоким содержанием жира, которые быстро набухают, но гранулы их не разрушаются в течение суток.

Существует ряд способов для повышения прочности и водостойкости гранул. Проведенный нами информационный поиск позволяет заключить, что все существующие способы можно условно разделить на 2 группы:

- первая – технологические приемы, обеспечивающие ввод в гранулу большого количества жира, обладающего, как известно, водоотталкивающим свойством;

- вторая – ввод в состав рецепта специальных скрепляющих гранулу добавок.

Ввод большого количества жира достигается за счет того, что экструдированные корма имеют пористую внутреннюю текстуру, которая возникает вследствие резкого выброса пара из материала кормовой смеси (эффект микровзрыва) в момент его выхода из экструдера. Затем продукт сушится и покрывается маслом в специализированных вакуумных машинах, где можно его добавить от 5 до 34%. Благодаря этому получают корма с высокой энергетической емкостью, более водостойкие и сохраняющие свою форму и структуру в течение 24 часов пребывания в воде.

Ввод специальных скрепляющих добавок практикуется давно. Среди них крахмал, желатин, пектин, а в последние 10–15 лет – лигносульфонаты. Последние получают путем гидролиза отходов целлюлозы.

В России было несколько заводов, производивших технический лигносульфонат, но сейчас они либо не функционируют, либо их продукция не подходит для кормовых целей. В кормопроизводстве используют импортный препарат – ЛигноБонд, который закупают в Финляндии. В Европе для этих целей используют Kembind fish dry. По своему составу это тот же лигносульфонат с добавлением модифицированного крахмала и жирных кислот.

В нашей республике подобные препараты не применяются, хотя проблемы существуют не только в рыбном хозяйстве. Понятие водостойкости и прочности гранул несколько отличаются, но те же лигносульфонаты используются при производстве комбикормов для птицы. Производимые у нас корма для кур в виде крупки, получаемой из непрочных гранул, содержат много мелкой россыпи, что отрицательно сказывается на продуктивности.

Из этого следует, что интерес в повышении прочности и водостойкости гранул есть не только у работников рыбной отрасли, но и у птицеводов.

Таким образом, проведенный обзор показывает, что питательную ценность зерна и комбикормов можно значительно повысить за счет технологических приемов и специальных добавок.

Выводы. Особенность строения пищеварительной системы карпа такова, что он хорошо приспосабливается как к животной, так и к растительной пище.

В кормлении карпа используются комбикорма, а также цельное зерно, но рыбопродуктивность на зерне ниже.

Качество кормов является определяющим фактором результативности прудового рыбоводства. Повысить усвояемость кормов можно за счет применения отдельных технологических приемов и специальных добавок.

В литературе очень мало сведений об использовании разнокачественных кормов в течение одного сезона и, особенно, об экономических и рыбохозяйственных аспектах взаимозамены.

Таким образом, частичная замена дорогостоящих традиционных комбикормов более дешевыми без потерь в приросте и физиологическом состоянии карпа представляет интерес, как с практической, так и с научной точки зрения. Эта проблема и является целью настоящих исследований.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выбор принятого направления исследований обусловлен тем, что перед рыбной отраслью республики возникла проблема реализации выращенной рыбы в силу высокой себестоимости и, соответственно, отпускной цены. Самой значимой составляющей себестоимости являются затраты на корма, снижение которых решено обеспечить за счет использования кормов класса «эконом». Было сделано предположение, что если заменить в рецептуре традиционных комбикормов часть дорогостоящего белкового сырья на дешевое углеводистое и при этом, чтобы энергетическая емкость корма не изменилась, то его можно будет успешно применять во второй половине вегетационного сезона без потерь по приросту. На этом основывалась вся методология проведенных исследований.

Для решения поставленных задач проведено шесть экспериментов, в том числе – два модельных опыта в аквариальной институте (первый – по исследованию темпа роста двухлетка карпа при скармливании ему различных вариантов малокомпонентных комбикормов (МКК); второй – по сравнению усвояемости карпом зерна и МКК); серия опытов в лабораторных и производственных условиях по разработке способов повышения водостойкости гранул МКК; опыт в экспериментальных прудах СПУ «Изобелино» по выявлению оптимального срока перевода рыбы с традиционных кормов на малокомпонентные и влияния их на физиологическое состояние рыбы; опыты на 10-ти производственных прудах по проверке оптимальных сроков перевода на использование МКК.

Работа выполнена в 2005-2009 гг. Эксперименты проводились на базе аквариальной РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», СПУ «Изобелино». Производственные испытания полностью проведены в РПТУП «Новоселки» Брестской области (ныне ОАО рыбхоз «Днепробугский»), внедрения – в следующих рыбхозах: РПТУП «Новоселки», ОАО «Рыбхоз «Полесье»» Брестской области; РПТУП «Рыбхоз «Новинки»» (ныне ОАО «Рыбхоз «Новинки»»), Витебской области; РПТУП «Рыбхоз «Волма»» (ныне ОАО «Рыбхоз «Волма»»), ОАО «Рыбхоз «Красная Слобода»», Минской области.

Проведена серия научно-производственных опытов по использованию малокомпонентного комбикорма в кормлении двух- и трехлетка карпа, определению сроков его применения, повышению водостойкости гранул комбикорма, переваримости основных питательных веществ корма. Схема опытов представлена в таблица 3.

Таблица 3 – Схема опытов

Варианты	Наименование варианта	Особенности кормления
1	2	3
Разработка рецепта МКК		
Опыт 1		
I	Контроль	МКК (вариант рецепта 1)
II	Опыт	МКК с вводом 3% растительного масла (вариант рецепта 2)
III	Опыт	МКК с вводом 10% отрубей пшеничных (вариант рецепта 3)
Опыт 2		
I	Контроль	МКК (вариант рецепта 3)
II	Опыт	Пшеница
III	Опыт	Тритикале
Способы повышения водостойкости гранул МКК		
Лабораторные испытания		
I	Контроль	МКК
II	Опыт	МКК + 3% альбумина
III	Опыт	МКК + 0,3% nutribind super dry
IV	Опыт	МКК + 0,4% nutribind super dry
V	Опыт	МКК + 0,3% nutribind +
VI	Опыт	МКК + 0,4% nutribind +
VII	Опыт	МКК + 0,3% kembind dry
VIII	Опыт	МКК + 0,4% kembind dry
IX	Опыт	МКК + 0,3% kembind maxi
X	Опыт	МКК + 0,4% kembind maxi
XI	Опыт	МКК + 0,1% желатина (сухой)
XII	Опыт	МКК + 0,5% желатина (сухой)
XIII	Опыт	МКК + 0,1% желатина (растворенный в воде)
XIV	Опыт	МКК + 0,5% желатина (растворенный в воде)
XV	Опыт	МКК + 1% костного клея
XVI	Опыт	МКК + 3% костного клея
XVII	Опыт	МКК + 5% костного клея
Производственные испытания		
I	Контроль	МКК
II	Опыт	МКК + 0,3% kembind maxi + экспандирование

Продолжение таблицы 3

1	2	3
III	Контроль	МКК (вариант рецепта 3)
IV	Опыт	МКК + 0,3% kembind maxi
V	Контроль	МКК (вариант рецепта 3)
VI	Опыт	МКК + 0,4% nutribind super dry
Определение оптимальных сроков использования МКК на опытных прудах		
I	Опыт	Комбикорм рецепта К-111+МКК (с третьей декады июня)
II	Опыт	Комбикорм рецепта К-111+МКК (с третьей декады июля)
III	Контроль	Стандартный полнорационный комбикорм рецепта К-111 (весь сезон)
Испытания оптимальных сроков использования МКК на производственных прудах		
I	Опыт	Комбикорм рецепта К- 111+МКК (с третьей декады июня)
II	Опыт	Комбикорм рецепта К- 111+МКК (с третьей декады июля)
III	Контроль	Стандартный полнорационный комбикорм рецепта К-111 (весь сезон)

Целью первого модельного опыта явилось определение оптимального по качеству рецепта малокомпонентного комбикорма на основании анализа приростов двухлетков карпа и расхода кормов в аквариальной институте. Испытывали три варианта МКК: первый был основной, во втором варианте ввели 3% растительного масла, в третьем – 10% зерна заменены пшеничными отрубями.

Для проведения испытаний в каждый аквариум емкостью 0,22 м³ было посажено по 5 штук двухлетка карпа. Среднештучная навеска рыбы составила 294 г. Температура воды в аквариумах в течение опыта находилась в пределах 18,6-18,9°C (в среднем 18,8). Содержание растворенного в воде кислорода составляло 6,4-8,6 мг/л. Перед опытом рыба голодала двое суток. Повторность опытов трехкратная. В аквариумах № 1, 2, 3 рыбу кормили основным малокомпонентным комбикормом (вариант №1), в аквариумах № 4, 5, 6 – МКК с 3% растительного масла (вариант №2), в аквариумах № 7, 8, 9 – МКК с 10% отрубей

пшеничных (вариант №3). Опыт длился 10 дней. Суточная норма кормления устанавливалась согласно рыбоводно-биологическим нормативам с учетом температуры воды, среднештучной массы рыбы и составляла 6% от массы посаженной рыбы. Разовая норма комбикорма составляла 45 г в каждый аквариум, кормили 2 раза в сутки. Затраты корма фиксировались на каждый аквариум. Прирост массы определяли путем взвешивания рыбы до и после эксперимента.

Целью второго модельного опыта явились определение переваримости зерна и опытного корма. Для проведения этого эксперимента использовали также аквариальную института. Опыт проводили в трехкратной повторности на двухлетке карпа. Среднештучная навеска рыбы составила 300-314 г. До начала эксперимента рыба голодала двое суток. Затем ей дали в один прием суточную норму комбикорма или зерна из расчета 3,0% от массы. Температура воды в аквариумах составляла 18,8°C. В первом варианте рыбу кормили МКК (вариант 3), во втором – зерном пшеницы, в третьем – зерном тритикале.

Карп обладает непрерывным типом питания. Время поедания комбикорма обычно составляет 2 часа. Через 30 мин. после дачи комбикорма несъеденные остатки были удалены из аквариумов и высушены. Затем рассчитали разницу между заданным и изъятым комбикормом, получили количество съеденного корма. Через 8 часов карпа препарировали и в качестве экскрементов изъяли содержимое заднего отдела кишечника. Как показал опыт, в первые часы карп зерно не ел и съел только через 24 часа. Как и в первом варианте, рыбу препарировали и для определения переваримости взяли содержимое заднего отдела кишечника.

Пробы сушили и определяли в них содержание влаги, протеина, жира, клетчатки, золы и рассчитывали БЭВ. Параллельно определялись эти же показатели в комбикорме и зерне злаковых культур.

Анализ проводили по следующим методикам:

- содержание сырого протеина – по ГОСТ 13496.4;
- содержание сырого жира – по ГОСТ 13496.15;
- содержание сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.4.
- содержание углеводов – по Желтову Ю.А. и Плешкову Б.П. [39, 105]

Расчет переваримости отдельных питательных компонентов вели по методу Щербины М.А. [168, 170, 174], согласно которому коэффициент «видимой» переваримости (Квп) равен:

$$K_{\text{вп}} = (P_{\text{к}} * C_{\text{к}} - P_{\text{э}} * C_{\text{э}}) / P_{\text{к}} * C_{\text{к}} * 100\% ,$$

где $P_{\text{к}}$ и $P_{\text{э}}$ - содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %;

$C_{\text{к}}$ и $C_{\text{э}}$ - количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

Лабораторные испытания способов повышения водостойкости гранул проводились на базе института. Целью исследований была апробация разных компонентов для повышения водостойкости гранул. В качестве таких добавок использовались отечественные препараты – альбумин в дозе 3%, костный клей в дозах 1%, 3 и 5%, желатин - 0,1 и 0,5%. Кроме того, использовались специальные бельгийские препараты Кембайнд драй и Кембайнд макси, Нутрибинд «Плюс» и Нутрибинд супер драй в концентрациях 0,3 и 0,4%.

Во всех вариантах опыта с МКК вручную замешивались указанные добавки. Влажность исходного сырья составляла 28%, высушенных гранул – 11%.

Суть методики определения водостойкости гранул, разработанной ранее в лаборатории (Приложение А), состоит в том, что навеску гранул (30 г) в сите помещали в воду на 60 мин., затем отмывали от остатков разрушенных гранул и определяли количество (%) неразрушенных. Повторность опытов трехкратная.

Целью производственных испытаний способов повышения водостойкости гранул являлась апробация в производственных условиях (при более низкой влажности и высоком давлении) тех вариантов добавок, которые при лабораторных испытаниях дали наилучшие результаты. Производственные испытания проводили на трех заводах: Жабинковском комбикормовом (I–II), Негорельском комбинате хлебопродуктов (III–IV) и на Копыльском комбикормовом (V–VI). Поскольку импортные добавки лучше себя проявляют при влажности исходного сырья не менее 14%, первые производственные испытания с препаратом Кембайнд макси проведены на Жабинковском ККЗ на линии экспандирования. Влажность рассыпного корма в экспандере перед грануляцией составляла 14%, давление пара – 3,5 атм.

Вторые испытания с добавлением Кембайнд макси проводились на Негорельском КХП, где удалось получить влажность исходного сырья 15% за счет увеличения подачи пара на гранулятор и создать давление 5 атм.

С препаратом нутрибинд супер драй в дозе 4 кг/т испытания проводились на Копыльском комбикормовом заводе. Влажность сырья перед грануляцией составляла 14%, давление пара – 3 атм. Объем каждой опытной партии во всех вариантах испытаний составлял 0,5 т.

Испытания МКК на экспериментальных прудах проводились с целью выявления оптимального срока перевода кормления рыбы с традиционных комбикормов на малокомпонентные и влияния их на физиологическое состояние рыбы. Исследование проводили на 12 экспериментальных прудах площадью 0,2–0,4 га каждый в СПУ «Изобелино» при четырехкратной повторности. В 4-х прудах рыбе скармливали МКК с 22 июня, в других 4-х – с 20 июля, а в оставшихся 4-х

прудах весь сезон рыбу кормили традиционным комбикормом К-111. Рыбу кормили 2 раза в день в соответствии с нормативами. Затраты кормов учитывались по каждому пруду. Опытные и контрольные пруды не отличались ни по их подготовке, удобрению, ни плотностью посадки. Для определения доли прироста рыбы, полученного за счет использования комбикормов, в течение сезона велись наблюдения за гидрохимическим режимом и естественной кормовой базой (фито-, зоопланктон).

Сбор и обработку материалов проводили по общепринятым в гидрохимии и гидробиологии методикам [2, 8, 89, 90, 110, 115]. Таксономическую структуру естественной кормовой базы определяли с помощью соответствующих определителей [12, 73, 86, 97, 98]. Продукцию зоопланктона рассчитывали исходя из среднесуточного Р/В коэффициента 0,15 [52].

В мышцах рыбы определяли сухое вещество, белок, жир. Содержание белка в мясе рыб определяли титриметрическим методом по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 13496.4.-93; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги – методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3). В белке изучали аминокислотный состав (МВИ МН 1363-2000), а в жире – жирнокислотный (ГОСТ 30418-96)

За ростом рыбы следили путем проведения ежедекадных контрольных обловов. Окончательные результаты по приросту определяли в конце вегетационного сезона при облове прудов, путем взвешивания улова из каждого пруда. Среднештучную массу – путем взвешивания ведра рыбы и пересчета количества экземпляров в нем. Коэффициент упитанности по Фультону рассчитывали путем взвешивания 30 штук рыбы с каждого варианта опыта и измерения длины тела рыбы до конца чешуйного покрова [168, 170, 174].

Испытания МКК на производственных прудах проводили на 6 выростных прудах площадью 20-45 га и 4 нагульных прудах площадью 70 га в рыбхозе «Новоселки» Дрогичинского района Брестской области. Целью производственных испытаний являлась проверка оптимальных сроков перевода трехлетка и двухлетка карпа на кормление МКК и определение экономической эффективности его использования. Сроки использования кормов были следующие: 1-й вариант (опыт) – с 20 июня на кормление МКК переведены 3 пруда (один пруд с двухлетком карпа и два с трехлетком); 2-й вариант (опыт) – с 20 июля 4 пруда (во всех прудах находился двухлеток); 3-й вариант (контроль) – 3 пруда весь сезон кормили комбикормом К-111 (один пруд с двухлетком карпа и два с трехлетком).

Наблюдения за гидрохимическим и гидробиологическим режимами в прудах проводили по такой же схеме как и в экспериментальных.

В конце выращивания были отобраны пробы на гематологические показатели и биохимический состав рыбы. Кровь была взята методом иссечения хвостового стебля у 10 рыб из каждого пруда. В качестве антикоагулянта использовали гепарин 1:5000 ед. Сыворотку крови отбирали в этот же день после ее отстаивания. Содержание гемоглобина определяли методом Сали [50, 91, 94], количество эритроцитов, лейкоцитов, а также лейкоцитарную формулу крови – по общепринятым в гематологической практике методикам [50, 91, 94], СОЭ – на аппарате Панченкова, общий белок крови – на рефрактометре ИРФ-22. Лейкоцитарную формулу определяли путем микроскопии окрашенных мазков [46].

Содержимое пищевого комка анализировали методом индивидуального анализа кишечника [49].

Всего за сезон для рыбхоза «Новоселки» организован выпуск МКК в объеме 1340 т. При этом на Жабинковском ККЗ было произведено 503,5 т, на Негорельском КХП – 388,7 т, на Пинском – 447,8 т.

По окончании производственных испытаний рассчитаны основные экономические показатели, связанные с использованием разных комбикормов.

Статистическую обработку результатов исследований проводили на персональном компьютере с применением программ «Exsel» и «Statistica».

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОКОМПОНЕНТНЫХ КОМБИКОРМОВ В КОРМЛЕНИИ КАРПА

3.1 Разработка рецепта малокомпонентных комбикормов

Идея разработки малокомпонентных комбикормов состояла в том, чтобы заменить цельную зерновку злаков при кормлении карпа зерном на гранулу из измельченного зерна. Предполагалось, что усвояемость зерна при этом повысится за счет измельчения. Кроме того, планировалось экспандировать измельченную смесь, в результате чего произойдет частичная желатинизация крахмала – основного питательного компонента корма, что также повысит его усвояемость и будет способствовать получению водостойких гранул.

В процессе отработки технологии экспандирования разных вариантов рецептов определился оптимальный состав корма. Так, для повышения прочности гранул, привлекательности корма и его энергетической емкости вводились разные дозы мелассы. Было установлено, что оптимальной нормой ввода является 8% (табл. 4).

Таблица 4 – Рецепты экспериментальных малокомпонентных комбикормов для карпа

Наименование сырья	Ввод, %		
	рецепт 1	рецепт 2	рецепт 3
Пшеница	20	20	20
Отруби пшеничные	-	-	10
Тритикале	17	17	17
Ячмень	41,1	38,1	31,1
Рожь	10	10	10
Меласса	8	8	8
Мел	1	1	1
Монокальцийфосфат	1,7	1,7	1,7
Масло растительное	-	3	-
Премикс ПК-100	1	1	1
Соль	0,2	0,2	0,2

Для повышения усвояемости корма, по сравнению с зерном, решено было ввести в его состав витаминно-минеральный премикс, обогащенный мультиэнзимным компонентом, соль, а также довести содержание кальция и фосфора до требуемого уровня.

В результате получился комбикорм, который отличался от традиционного более низким содержанием сырого протеина, но это компенсировалось более высоким количеством усвояемых углеводов и значительно более низким уровнем труднопереваримой клетчатки (4% вместо 10%). Энергетическая ценность такого корма была на уровне традиционного, содержащего 23% протеина. Данный рецепт был взят за основу дальнейших исследований.

Еще больше повысить энергетическую емкость корма можно за счет ввода жира, поэтому, наряду с основным рецептом, для исследований была изготовлена экспериментальная партия корма, где в рецепте 3% ячменя были заменены на 3% растительного масла.

Кроме того, был испытан третий вариант рецепта, где, с целью удешевления корма, 10% ячменя были заменены пшеничными отрубями.

Окончательный состав комбикорма должен был определить результат испытаний 3-х разработанных вариантов рецепта на двухлетке карпа.

Комбикорма играют важную роль в выращивании рыбы. При скармливании комбикормов необходимо учитывать их производственные свойства (протеиновая и энергетическая ценность корма и др.), абиотические факторы окружающей среды (температура и pH воды, содержание в ней кислорода, степень минерализации воды, световой режим), а также видовую принадлежность гидробионтов (каarp, форель, осетр и др.). В состав комбикормов включают сырье растительного и животного происхождения, при этом к дорогостоящим относятся, в основном, компоненты животного происхождения, более дешевые высокобелковые компоненты растительного происхождения и самая дешевая часть комбикормов – зерно и побочные продукты его переработки.

Особенности питания карпа заключаются в том, что он всеяден и хорошо усваивает углеводную часть корма по сравнению с другими видами рыб. В конце вегетационного сезона он переходит на поиски детрита и семян сорных растений для накопления жира и гликогена на зимовку, потребляет большое количество комбикормов, при этом приросты мышечной массы снижаются за счет того, что ухудшаются гидрохимические показатели воды прудов, и энергия корма в большем количестве расходуется на другие физиологические процессы (движение, дыхание).

Учитывая особенности питания карпа и стоимость исходного сырья комбикорма, нами испытывались три варианта МКК.

Целью первого модельного опыта являлось определение основного рецепта малокомпонентного комбикорма на основании анализа приростов двухлетков карпа и расхода кормов.

Экспериментальные партии комбикорма производили на Жабинковском комбикормовом заводе. Как показали результаты проведенного биохимического анализа, три партии экспериментальных кормов практически не отличались между собой по содержанию протеина, клетчатки, крахмала, золы (табл. 5).

Таблица 5 – Сравнительная характеристика малокомпонентных комбикормов и комбикорма К-111.

Показатели	МКК (рецепт 1)	МКК (рецепт 2)	МКК (рецепт 3)	Комбикорм К-111
Сырой протеин, %	10,6	10,3	11,0	23,0
Сырой жир, %	2,0	4,9	2,2	2,9
Сырая клетчатка, %	3,4	3,3	3,8	6,6
Сырая зола, %	2,0	2,0	2,2	2,1
БЭВ, %	64,2	62,3	63,1	49,6
Крахмал, %	41,7	40,3	37,2	24,9
Валовая энергия, МДж/100г	1,083	1,161	1,048	1,146
Энерго - протеиновое отношение, кДж/1г белка	103,1	113,8	95,1	49,7
Отношение протеин: энергия, мг бел- ка/кДж 100г корма	9,7	8,8	10,5	20,1
Доля энергии, % :				
белок	23	15	26	48
жир	7	17	8	10
углеводы	70	68	66	42
Соотношение энергии азотосодержащих и безазотистых веществ	1:3,3	1:5,4	1:3,0	1:1,1

Содержание жира в рецепте 2 с растительным маслом было в 2,2–2,5 раза больше, чем в остальных экспериментальных, и на 40% больше, чем в комбикорме К-111.

Энергетическая емкость является одним из важных элементов характеристики питательных свойств комбикормов. Сравнительная характеристика по этому показателю трех экспериментальных комбикормов и традиционного комбикорма К-111 показала, что они практически равноценны.

Оптимальные соотношения протеина и энергии для большинства объектов аквакультуры находятся в пределах 12-30 мг переваримого

протеина на 1 кДж переваримой энергии, а протеина и жира — 36:18 [186,187,199].

Немецкий исследователь Экхарт установил, что соотношение белка и энергии 12-13:1 в корме для двухлетка карпа является оптимальным [192].

В наших комбикормах соотношение белка и энергии варьирует от 8,8 до 10,5 мг белка/кДж 100 г корма, данный показатель соответствует зерну злаковых культур (9,3–10,0). Это не удивительно: все экспериментальные корма приготовлены на основе зерна, поэтому основную долю энергии в опытных комбикормах составляют углеводы (66-70%).

Как показали результаты исследований, проведенные на двухлетках карпа при скармливании трех вариантов рецепта МКК, во втором варианте все ростовые показатели были на 8,3% выше, чем в первом и третьем. Статистический анализ показал, что данное увеличение достоверно. Кормовой коэффициент по вариантам был в среднем 4,5, не выше норматива по комбикорму К-111(4,7).

Выводы. Таким образом, биохимический анализ трех изготовленных вариантов МКК показал, что по энергетической емкости они не отличаются от традиционного комбикорма К-111. Однако содержание протеина и клетчатки в них ниже на 50 и 60%, соответственно, а БЭВ – выше на 20%.

Анализ результатов испытаний трех вариантов МКК на двухлетке карпа показал, что прирост массы во всех вариантах был схожим, но поскольку ввод жидкого растительного масла в комбикорм технически сложен (вариант 2), для производства был выбран вариант 3 (табл. 6).

3.2 Переваримость МКК и зерна (пшеницы, тритикале) в кишечнике двухлетков карпа

Содержание питательных веществ в корме, определенное на основании химических анализов, характеризует лишь потенциальную ценность корма. Попадая в пищеварительный тракт, кормовые вещества подвергаются в основном, химическому и частично механическому расщеплению. Всасывание происходит после превращения сложных полимеров пищи в мономеры, способные проникать через слизистую оболочку.

В процессе продвижения корма по пищеварительному тракту часть питательных веществ не успевает расщепиться и всосаться и выделяется из организма с экскрементами. В результате возникают неизбежные потери.

Таблица 6 – Влияние скармливания различных МКК на рост двухлетка карпа

№ рецепта МКК	№ аквариума	Начальная масса посаженной рыбы, г	Конечная масса выловленной рыбы, г	Скорлено комбинорма, г	Абсолютный прирост, г	Относительный прирост, %	Скорость роста, %	Суточный прирост, г	Коэффициент массонакопления, Кпм	Кормовой коэффициент
I	1	1450	1510	270	60	4,1	0,40	1,18	0,027	4,5
	2	1485	1565	345	80	5,4	0,52	1,56	0,035	4,3
	3	1470	1550	352	80	5,4	0,53	1,56	0,036	4,4
	Среднее значение	293,6±2,0	308,3±3,3	322	73,3±6,7	5,0±0,43	0,48±0,04	1,43±0,13	0,033±0,003	4,5
II	4	1445	1500	255	55	3,8	0,37	1,08	0,025	4,6
	5	1490	1570	360	80	5,4	0,52	1,56	0,035	4,5
	6	1455	1560	450	105	7,2	0,70	2,03	0,047	4,3
	Среднее значение	292,7±2,7	308,7±4,4	355	80,0±14,4	5,5±0,98	0,53±0,10	1,56±0,27	0,036±0,006	4,5
III	7	1475	1545	322	70	4,7	0,46	1,37	0,031	4,6
	8	1460	1540	352	80	5,5	0,53	1,56	0,036	4,4
	9	1455	1530	345	75	5,2	0,50	1,46	0,034	4,6
	Среднее значение	292,6±1,2	307,7±0,9	340	75,0±13,2	5,1±0,23	0,50±0,02	1,46±0,06	0,034±0,001	4,5

В мировой аквакультуре знаниям о переваримости кормов придается большое значение. Считается, что ее показатели являются индикатором потенциальной доступности питательных веществ и энергии корма, используемых для поддержания жизни, роста и репродуктивных функций организма рыб [8]. Кроме того, эти показатели позволяют определять количество непереваренных веществ, загрязняющих среду в условиях индустриальной аквакультуры.

Для того чтобы узнать фактическую ценность корма, прежде всего, необходимо определить степень его переваримости, иными словами, выяснить, какую часть питательных веществ организм может извлечь из данного вида корма. О количестве питательных веществ корма, которые поступают во внутреннюю среду организма рыб после осуществления пищеварительного процесса, дают представление показатели (или коэффициенты) «видимой» и «истинной» переваримости. Под «видимой» переваримостью понимают разницу между количеством питательных веществ в съеденном корме и выделенных с экскрементами, отнесенную к съеденному корму. Применение термина «видимая переваримость» обусловлено присутствием в экскрементах, помимо непереваренных остатков, пищеварительных соков, ферментов, микрофлоры, слущивающегося эпителия, эндогенных выделений. В совокупности они занижают реальную переваримость пищи [166].

Определение «видимой» переваримости проводят на живых организмах (*in vivo*). С этой целью обычно применяют два основных метода: прямой и косвенный. Первый, называемый балансовым, базируется на прямом учете количества съеденной пищи и выделенных экскрементов [57, 58, 203]. Его выполнение очень сложно и мало надежно в связи с особенностями среды обитания и питания рыб, в частности, комбикормами. Косвенный метод предполагает присутствие в корме непереваримых веществ (индикаторов или маркеров) [174, 185, 197, 202, 203, 213, 216].

Определение переваримости мы проводили балансовым методом. Модельные опыты проводились в аквариальной институте. Для исследований использовались 9 аквариумов емкостью 0,22 м³ каждый. В опытах изучалась переваримость малокомпонентного корма по сравнению с зерном пшеницы и тритикале.

В качестве экскрементов использовалось содержимое заднего отдела кишечника, взятое через 8 часов после кормления. В первых трех аквариумах карпу скармливали комбикорм, в остальных шести – зерно. Во время проведения первого опыта было установлено, что сухое зерно карп не заглатывает. Даже очень голодная рыба начинает его частично потреблять лишь после 8-часового набухания в воде и хорошо берет после 24-часового замачивания. Поэтому при проведении данного эксперимента использовалось заранее замоченное в течение 24-х

часов зерно. Как и в первом варианте, через 8 часов рыбу препарировали и для исследований брали содержимое заднего отдела кишечника.

Как следует из полученных данных (табл. 7), хорошо усваивается белок, как из зерна, так и из комбикорма. Переваримость белка комбикорма значительно выше ($P < 0,05$), чем зерна. Это вполне объяснимо, поскольку доступ эндогенных ферментов к измельченному сырью корма выше, чем в цельную зерновку до ее разрушения.

Таблица 7 – Переваримость основных компонентов малокомпонентного комбикорма и зерна у двухлетков карпа.

№ аква-ри-ума	Корма	Питательных вещества								
		протеин, %			жир, %			углеводы, %		
		П _к	П _э	К _{вп}	П _к	П _э	К _{вп}	П _к	П _э	К _{вп}
1	Комби-корм	11,3	2,1	70,0	2,1	1,5	25,0	37,2	15,5	61,0
2		11,3	1,9	72,0	2,1	1,6	24,0	37,2	15,5	61,0
3		11,3	1,8	73,0	2,1	1,4	26,0	37,2	17,1	57,0
Средняя		11,3	1,93± 0,2	71,7± 1,5*	2,1	1,50± 0,1	25,0± 1,0*	37,2	16,0± 0,5	59,7± 2,3*
4	Пшени-ца	11,5	2,6	65,0	2,1	1,8	18,0	49,3	27,5	48,0
5		11,5	3,1	61,0	2,1	1,5	21,0	49,3	26,9	49,0
6		11,5	2,7	64,0	2,1	1,9	19,0	49,3	31,2	41,0
Средняя		11,5	2,80± 0,3	63,3± 1,5	2,1	1,73± 0,2	19,3± 1,5	49,3	28,5± 1,3	46,0± 4,4
7	Трити-кале	10,4	1,8	62,0	2,3	2,0	17,0	47,9	26,7	48,0
8		10,4	1,9	61,0	2,3	1,6	20,0	47,9	29,8	42,0
9		10,4	2,2	59,0	2,3	1,8	19,0	47,9	29,8	42,0
Средняя		10,4	1,97± 0,2	60,7± 1,5	2,3	1,80± 0,2	18,7± 1,5	47,9	28,8± 1,0	44,0± 3,5

Здесь и далее: * – достоверно при $P < 0,05$; ** – при $P < 0,01$.

На втором месте по переваримости находятся углеводы, которые представлены преимущественно крахмалом, доля же клетчатки в зерне и МКК невысокая (2,8 и 3,8%, соответственно). Исследованиями установлено, что при скармливании карпу зерна пшеницы и тритикале переваримость углеводов составила 46,0 и 44,0%. Замена зерновых кормов на МКК обеспечило переваримость углеводов на уровне 59,7%, или на 13,7 и 15,7 процентных пункта выше ($P < 0,05$), чем при кормлении зерном. По этому показателю комбикорм также лучше зерна.

Хуже всего в организме карпа усваиваются жиры. По литературным данным [174, 176, 177, 199], жиры, как и белки, относятся к легкопереваримым веществам. В случае оптимального содержания в кор-

ме коэффициенты их переваримости очень близки к показателям для белка или даже несколько превышают их. Однако при содержании жиров в злаках и кормах в количестве 2,0-2,5%, которое мы имели в опыте (2,0% в зерне и 2,2% в МКК), наблюдается столь значительная экскреция эндогенных липидов с фекалиями, что она полностью маскирует резорбцию пищевых жиров [167]. В нашем эксперименте также усвояемость жиров МКК достоверно выше на 5,7 и 6,3% , чем у зерна ($P < 0,05$).

Следует отметить, что, в силу специфики методики, все показатели следует считать заниженными, поскольку для исследований берутся не фекалии, как у сельскохозяйственных животных, а содержимое заднего отдела кишечника. Если бы это содержимое полностью прошло кишечник, то какая-то часть питательных компонентов еще бы резорбцировалась. Тем не менее, проведенный эксперимент показал, что переваримость основных питательных веществ МКК значительно выше (на 22%), чем зерна. Абсолютная переваримость зависит еще и от ряда других биотических и абиотических факторов. Наиболее существенными из них являются температура воды, содержание в воде растворенного кислорода, уровень развития естественной кормовой базы. Считается, что если естественная пища (зоопланктон, зообентос) в суточном рационе составляет 30%, то о качестве искусственных кормов можно не заботиться, поскольку любой корм отлично переварится за счет ферментной системы гидробионтов. Уровень потребленных белков, витаминов, микро- и макроэлементов также будет достаточным. Но на производственных прудах при выращивании товарной рыбы доля естественного корма в пищевом комке составляет в течение сезона 3-11%. Поэтому очень важно заботиться о качестве комбикормов даже в отдельные промежутки вегетационного периода. Еще одним фактором усвояемости корма является водостойкость его гранул. Если комбикорм, попав в воду, начинает быстро разрушаться, то в первую очередь начинают выщелачиваться легкоусвояемые компоненты: низкомолекулярные белки и углеводы, водорасстворимые витамины и другие БАВ. В результате содержание их в съеденных полуразрушенных гранулах будет меньше, а клетчатки, лигнина и других высокомолекулярных компонентов – больше. В результате в целом переваримость такого корма будет значительно ниже.

Выводы. Результаты опыта показывают, что переваримость малокомпонентного комбикорма выше, чем цельного зерна. Наибольшая разница наблюдается по белку и углеводам. Переваримость белка в комбикорме на 8,4-11,0 процентных пункта выше, чем в зерне, а переваримость углеводов составляет 59,7%, или на 13,7 и 15,7 процентных пункта.

3.3 Способы повышения водостойкости гранул МКК

3.3.1 Влияние связующих веществ на повышение водостойкости МКК в лабораторных условиях

Одним из основных требований к комбикормам для гидробионтов является их водостойкость. Комбикорма, попадая в водную среду, должны как можно дольше сохранять целостность гранул, тем самым не позволяя вымываться питательным веществам. На водостойкость гранул комбикорма влияют различные факторы. В первую очередь, это крупность помола исходного сырья и методы изготовления комбикормов, которые предопределяются технологией производства. Для изготовления водостойких комбикормов в настоящее время используют следующие методы: метод сухого прессования, влажного прессования, приготовление гранул комбикорма накатыванием, экструзия [107, 166]. При этом сырье для изготовления корма должно быть измельченным.

Эксперименты по изучению влияния крупности помола исходного сырья на водостойкость гранул комбикорма проводили многие исследователи [34, 136], указывая на то, что более тонкое измельчение исходного сырья повышает водостойкость гранул комбикорма. Однако М.А. Щербина [19] установила, что измельчать компоненты для комбикорма необходимо до определенного размера. Было доказано, что уменьшение крупности помола частиц с 1,2 мм до 0,6 мм увеличивает водостойкость гранул 2,5 раза, при этом абсолютный прирост рыбы возрастает на 20%, а рыбопродукция прудов – на 27% [19]. Дальнейшее измельчение частиц сырья до 0,03-0,05 мм в комбикорме для двухлетних карпов отрицательно влияет на рыбоводные показатели, несмотря на значительное увеличение водостойкости гранул комбикорма.

Помимо этого, водостойкость комбикормов можно повысить при помощи ввода в их состав связующих веществ. Так, в свое время, для увеличения этого показателя применяли свекловичный жом [131], альбумин и лигносульфонат или поливиниловый спирт [34, 121, 134, 135, 136], карбоксиметилцеллюлозу [200], хитозан [133], нативную культуральную жидкость витаминизина [130] и порошкообразную композицию, состоящую из связующих компонентов (хитозан, глутаминовая кислота, метионин) [132]. Некоторые из них применяют и сейчас. В настоящее время для повышения прочности и водостойкости гранул в состав рецепта вводят такие связующие компоненты, как альбумин, глютен, а также специальные добавки, которые производят за рубежом: Kемbind dry, Kемbind maxi, Nutribind +, Nutribind super dry (Бельгия), ЛигноБонд (Голландия). Все они состоят, главным образом, из

лигносульфоната – продукта переработки отходов целлюлозы – с некоторыми добавками. В Англии для этих целей производится добавка, состоящая из смол с добавлением крахмала, под названием Аквакубе, но на белорусский рынок она пока не завозится. В наших исследованиях для повышения водостойкости малокомпонентного комбикорма, наряду с отечественными компонентами, использовались бельгийские добавки.

Из изложенного материала становится ясно, что водостойкость комбикормов можно повысить за счет совершенствования методов их изготовления, измельчения исходного сырья и добавления связующих компонентов. Требования к показателю водостойкости комбикормов прописаны в нормативных документах ГОСТ 22834-87 и ТУ РБ 600024008.102-2004. Определение водостойкости должно проводиться по ГОСТ 28758-97. Сущность методики заключается в определении времени, в течение которого происходит разрушение гранул и потеря ими от 5 до 25% своей массы под действием колеблющейся воды температурой 18-20°C. При этом используется прибор У1-ДОВ или устройство УЗ-ДУВ. Требуемый прибор есть в республиканской лаборатории комбикормовой промышленности, остальные производители и потребители пользуются методикой определения разбухаемости. Суть ее в том, чтобы установить время, за которое объем исследуемого комбикорма увеличивается вдвое.

Если первая методика сложна, то вторая не отражает истинную водостойкость. Поэтому лабораторией кормов была разработана новая методика определения водостойкости гранул рыбных комбикормов, суть которой заключается в том, что после 20 и 60-минутного выдерживания определенной навески комбикорма в воде определяется доля неразрушенных гранул. Опыты проводились в лаборатории кормов на базе института. В малокомпонентных комбикормах в качестве добавок использовались отечественные компоненты: альбумин - в дозе 3%, желатин - в дозах 0,1 и 0,5%, костный клей – 1; 3 и 5%, а также специальные бельгийские препараты Kombine dry, Kombine maxi, Nutribind +, Nutribind super dry в концентрациях 0,3 и 0,4%. Водостойкость определяли через 20 и 60 минут.

Во всех вариантах опыта вручную в МКК замешивались указанные добавки. Влажность исходного сырья составляла 28%, высушенных гранул- 11%, после чего определяли их водостойкость. Результаты исследований представлены в таблицах 8 и 9.

В качестве отечественных связующих компонентов использовали технический альбумин, клей костный чешуйчатый марки К-2,5, желатин пищевой марки П-11. На основании полученных паспортов качества на продукцию установлено, что показатели костного клея и желатина не превышают установленных норм и соответствуют своим ГОС-

Там. Костный клей и альбумин в состав МКК вводили в сухом виде, желатин же – как в сухом, так и предварительно растворяли, а затем смешивали с компонентами комбикорма. В результате исследований установлено, что хорошие результаты по водостойкости гранул комбикорма получены с применением костного клея (табл. 8).

Таблица 8 – Влияние отечественных связующих компонентов на водостойкость гранул МКК

Наименование компонентов	Норма ввода, %	Водостойкость, %		Увеличение к контролю (процентные пункты)	
		20 мин.	60 мин.	20 мин.	60 мин.
Комбикорм без добавок	–	79,6±0,37	56,4±0,61	–	–
Альбумин	3,0	82,3±0,99*	62,9±0,87**	2,7	6,5
Костный клей	1,0	86,7±0,87**	82,2±0,25**	7,1	25,8
	3,0	91,3±0,53**	90,0±1,27**	11,7	33,6
	5,0	92,7±1,35**	91,9±0,32**	13,1	35,5
Желатин сухой	0,1	89,0±0,84**	72,8±0,40**	9,4	16,4
	0,5	91,0±0,35**	78,1±0,95**	11,4	21,7
Желатин растворенный	0,1	84,0±0,46*	72,5±0,35**	4,4	16,1
	0,5	87,0±0,95**	79,3±0,31**	7,4	22,9

Как видно из данных таблицы, все применяемые добавки повышают водостойкость гранул МКК. Ввод отечественных связующих компонентов в комбикорм повышает водостойкость гранул при экспозиции 20 и 60 минут на 2,7-13,1 и на 6,5-35,5 процентных пункта, соответственно.

Лучшие результаты получены с костным клеем в дозе 3 и 5% и желатином в дозе 0,5%.

Бельгийские препараты использовались в рекомендуемых дозах 3-4 кг/т комбикорма. Как показали результаты лабораторных исследований, Kembind maxi более эффективен, чем Kемbind dry и даже Nutribind + в аналогичных концентрациях (табл. 9).

На основании результатов лабораторных исследований были спланированы производственные испытания. В качестве ингредиентов для улучшения гранул решено из местного сырья использовать костный клей, а из импортных – использовать Kемbind maxi и Nutribind super dry.

Таблица 9 – Влияние бельгийских связующих компонентов на водостойкость гранул МКК

Наименование компонентов	Норма ввода, %	Водостойкость, %		Увеличение к контролю (процентные пункты)	
		20 мин.	60 мин.	20 мин.	60 мин.
Комбикорм без добавок	–	79,6±0,64	56,4±1,06	–	–
Kembind maxi	0,3	98,5±0,25**	80,7±0,31**	18,9	24,3
	0,4	98,7±0,25**	88,3±2,15**	19,1	31,9
Kembind dry	0,3	97,1±0,20**	69,1±2,73**	17,5	12,7
	0,4	97,4±0,30**	78,4±0,46**	17,8	22,0
Nutribind +	0,3	95,3±0,55**	79,4±1,47**	15,7	23,0
	0,4	96,9±0,44**	82,3±0,85**	17,3	25,9
Nutribind super dry	0,3	95,7±0,38**	84,2±0,86**	16,1	27,8
	0,4	96,3±0,31**	85,8±0,97**	16,7	29,4

Выводы. В лабораторных условиях проведены испытания 3-х отечественных и 4-х импортных препаратов для повышения водостойкости гранул. Лучшие результаты получены при вводе в комбикорм костного клея в дозе 3-5% и препаратов Kembind maxi и Nutribind super dry в дозе 0,3-0,4 %.

3.3.2 Испытание специальных добавок в условиях производства

В начале 60-х годов и по настоящее время наблюдается ускоренное развитие техники гранулирования комбикормов [9, 24, 25, 128]. Большой интерес специалистов к процессу грануляции объясняется его широкими технологическими возможностями, обеспечивающими технико-экономические преимущества и высокое качество продукта: улучшение сохранности в кормах питательных веществ, уменьшение самосортирования, улучшение вкусовых качеств и усвояемости, повышение продуктивности и снижение расхода на единицу прироста [51].

Чтобы улучшить сохранность в кормах питательных веществ, во всем мире применяют способ сухого прессования комбикорма с введением связующих или пленкообразующих веществ. Поэтому цель следующих испытаний – определить эффективность специальных добавок для повышения водостойкости гранул комбикормов при промышленном их производстве. Производственные испытания проводили на трех

заводах: Жабинковском комбикормовом (I-II), Негорельском комбинате хлебопродуктов (III-IV) и на Копыльском комбикормовом заводе (V-VI). Поскольку импортные добавки лучше себя проявляют при влажности исходного сырья не менее 14%, первые производственные испытания с препаратом Kемbind maxі проведены на Жабинковском ККЗ, на линии экспандирования. Влажность рассыпного корма в экспандере перед грануляцией составляла 14%.

Вторые испытания с таким же рецептом проводились на Негорельском КХП, где удалось получить влажность исходного сырья 15% за счет увеличения подачи пара на гранулятор.

С препаратом Nutribind super dry испытания проводились на Копыльском комбикормовом заводе. Влажность сырья перед грануляцией составляла 14%.

Первые испытания с костным клеем в дозе 30 кг/т проводились на Жабинковском ККЗ. Результаты оказались отрицательными. Рассыпной корм, содержащий клей, начал залипать на стенках экспандера, а затем и на грануляторе. Пришлось отказаться от дальнейшего его использования.

На этом же заводе был испытан препарат Kемbind maxі в дозе 3 кг/т.

С этим же препаратом и такой же дозой ввода в МКК проводились испытания на Негорельском КХП.

Препарат Nutribind super dry использовался на Копыльском ККЗ в дозе 4 кг/т.

Сопоставив полученные результаты, пришли к выводу, что при экспозиции 20 мин. лучшая водостойкость достигалась с препаратом Nutribind super dry (табл. 10), при 60-минутном выдерживании гранул в воде – с Kемbind maxі, причем там, где давление пара на прессе было 5 атм. и влажность 15%.

В рекламных проспектах фирмы-производители аналогичных препаратов указывают на оптимальную влажность 14-18%. На производстве не удалось получить таких высоких результатов, как в лабораторных условиях, где влажность смеси перед грануляцией составляла 26-28%. Однако использование связующих веществ привело к увеличению водостойкости гранул Kемbind maxі, позволило увеличить водостойкость МКК на 5,0-6,0 ($P<0,05$) при 20-минутном выдерживании в воде и на 16-19 процентных пункта ($P<0,01$) при экспозиции 60 минут. Nutribind super dry дает хорошие результаты в обоих случаях: в первом крепость гранул комбикорма выше на 12,0 ($P<0,01$), во втором – на 15,0 процентных пункта ($P<0,01$).

Таблица 10 – Водостойкость гранул МКК, полученных в различных производственных условиях

Наименование завода	Вариант эксперимента	Компонент и количество его ввода в МКК, %	Водостойкость, %		Увеличение к контролю (процентные пункты)	
			20 мин.	60 мин.	20 мин.	60 мин.
Жабинковский ККЗ	Контроль	–	78,0 ±0,66	46,0 ±0,25	–	–
	Опыт	Kembind maxi / 0,3	84,0 ±0,68*	62,0 ±1,82**	6,0	16,0
Негорельский КХП	Контроль	–	79,0 ±0,84	45,0 ±0,49	–	–
	Опыт	Kembind maxi / 0,3	84,0 ±0,74*	64,0 ±1,04**	5,0	19,0
Копыльский комбикормовый завод	Контроль	–	75,0 ±0,71	50,0 ±1,14	–	–
	Опыт	Nutribind super dry/ 0,4	87,0 ±0,87**	65,0 ±0,67**	12,0	15,0

Выводы. Результаты испытаний специальных скрепляющих добавок в составе комбикорма показали, что все испытанные препараты укрепляют гранулы. Но лучший скрепляющий эффект от импортных добавок достигается при влажности сырья не менее 15% и давлении пара при грануляции в 5 атм.

3.4 Определение оптимальных сроков использования МКК в течение вегетационного сезона

Начало кормления старших возрастных групп карпа определяется температурой воды и состоянием естественной кормовой базы. Когда температура воды в прудах повышается до отметки в 11 °С, карпа начинают приучать к комбикорму. Карп выходит из зимовки ослабленным, поэтому в начале сезона его необходимо кормить полноценными комбикормами. Переход на низкобелковые корма целесообразно приурочить к двум максимумам развитию естественной кормовой базы. Таких максимумов в течение вегетационного сезона обычно два: первый наблюдается примерно в середине июня, второй – во II–III декаде июля. Поэтому были опробованы следующие варианты кормления: первый – К-111+МКК с третьей декады июня, второй – К-111+МКК с третьей декады июля, третий – весь сезон только К-111.

Опыты проводили на экспериментальных прудах СПУ «Изобелино».

Для объективной оценки прироста рыбы за счет различных комбикормов велся контроль за гидрохимическим и гидробиологическим режимами прудов.

3.4.1 Гидрохимический и гидробиологический режимы опытных прудов

Наблюдения за температурой воды в опытных прудах показали, что на протяжении сезона она колебалась от 19 до 26,4 °С (рис. 1). В июне она находилась в пределах 14-20 °С, в июле – 21-24,5, в августе – 18,5-20 °С. В целом температурный режим прудов в сезоне можно считать удовлетворительным. Период активного кормления двухлетков карпа, с температурой воды выше 16 °С, составил 95 дней.

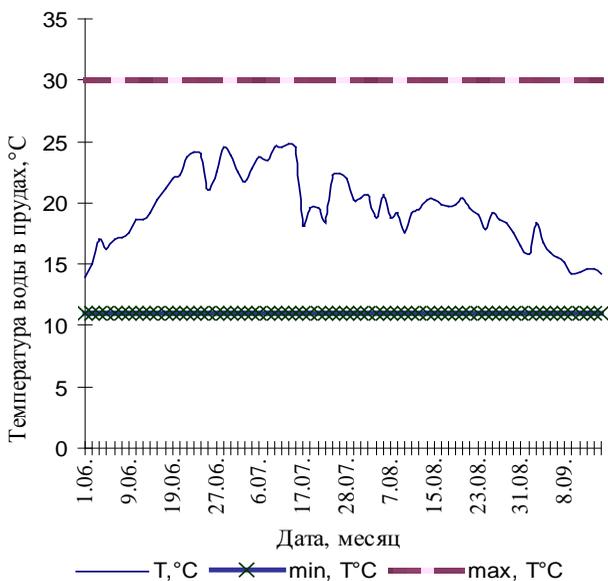


Рисунок 1 – Динамика температуры воды в опытных прудах СПУ «Изобелино» (2006 г.)

Гидрохимический режим опытных прудов был благоприятным для выращивания карпа, и соответствовал технологическим нормам. Содержание растворенного в воде кислорода в среднем за сезон составляло 5,6 мг/л по всем опытным прудам (рис. 2-4).

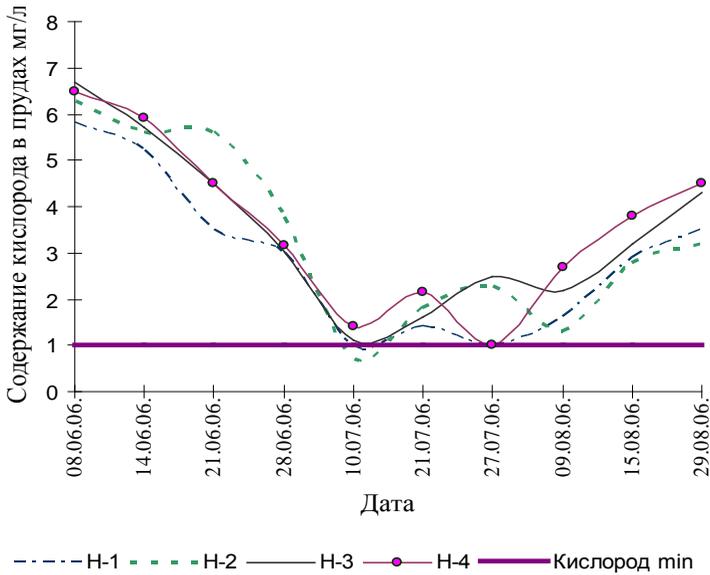


Рисунок 2 – Динамика содержания растворенного кислорода в опытных прудах СПУ «Изобелино» (вариант 1), 2006 г.

В отдельные дни первой и третьей декадах июля в прудах I варианта Н-2 и Н-4 отмечено снижение содержания кислорода в утренние часы до 1,0-1,5 мг/л.

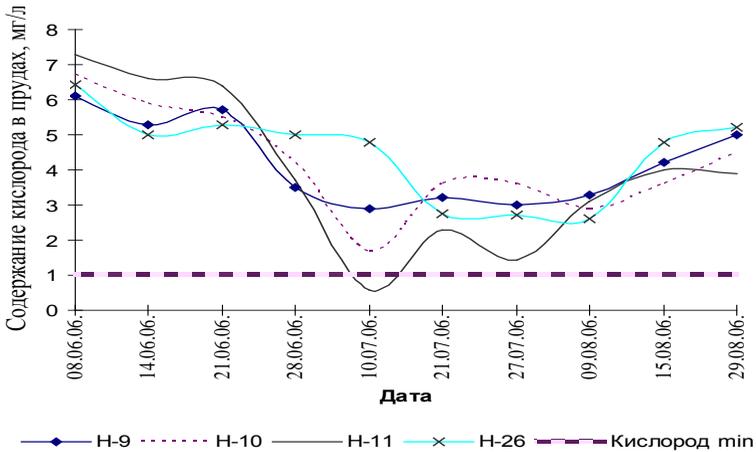


Рисунок 3 – Динамика содержания растворенного кислорода в опытных прудах СПУ «Изобелино» (вариант 2), 2006 г.

Во втором варианте снижение кислорода отмечено только в одном пруду Н-11, в первой декаде июля.

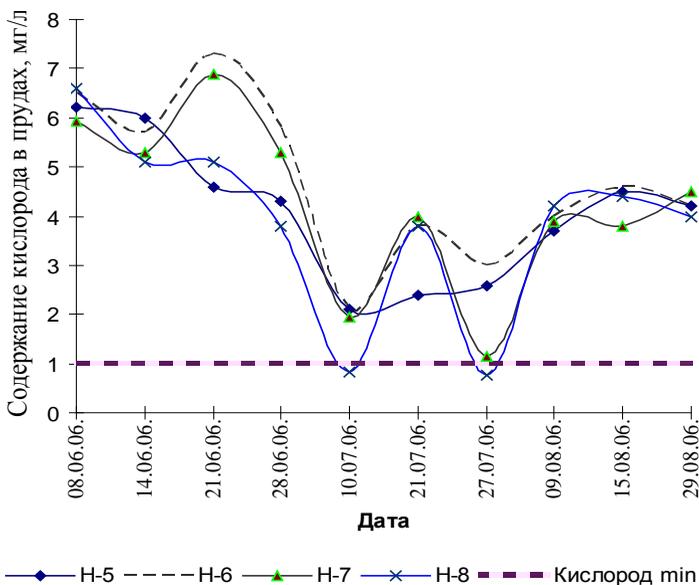


Рисунок 4 – Динамика содержания растворенного кислорода в опытных прудах СПУ «Изобелино» (вариант 3), 2006 г.

В третьем варианте только в пруду Н-8 отмечено снижение кислорода в первой и третьей декаде июля до 1 мг/л.

С августа месяца во всех опытных прудах содержание растворенного в воде кислорода было стабильным без резких колебаний. Это свидетельствовало о том, что кормление рыбы при таком режиме осуществлялось по нормам.

Колебание величины рН в опытных и контрольных прудах за период исследований было в пределах 6,8-7,4.

По содержанию основных биогенов (N, P) ситуация складывалась следующим образом. Содержание аммонийного азота весь сезон в воде опытных прудов находилось в пределах технологической нормы и колебалось от 0,26 до 0,5 мг/л (табл. 11). Нитратный азот в воде также находился в пределах технологической нормы – 0,16-0,3 мг/л (технологическая норма до 1 мг/л), нитриты не обнаружены.

В июле часть азота из аммонийной формы перешла в нитратную, что способствовало развитию водорослей (8,8 мг/л), главным образом, зеленых и сине-зеленых. Нитриты в воде не обнаруживались.

Содержание фосфора после первого пика в развитии фитопланктона упало в среднем до 0,1 мг/л, а затем, к концу июля, в большинстве прудов увеличилось до 0,2 мг/л, что связано с интенсивным кормлением и, соответственно, значительным выделением фекалий. После второго пика развития фитопланктона (2-я декада июля) содержание фосфатов в воде снова снизилось до 0,07-0,1 мг/л, а потом опять возросло.

Таблица 11 – Содержание основных биогенов в опытных прудах СПУ «Изобелино» (2006 г.)

Вариант опыта	Дата отбора проб	Аммонийный азот, мгN/л	Нитраты, мгN/л	Фосфаты, мгP/л
1	10.06.	0,47	0,26	0,105
2		0,59	0,28	0,140
3		0,71	0,28	0,130
1	19.06.	0,42	0,28	0,09
2		0,46	0,31	0,09
3		0,48	0,34	0,08
1	29.06.	0,32	0,26	0,06
2		0,37	0,28	0,08
3		0,45	0,38	0,09
1	10.07.	0,37	0,20	0,11
2		0,35	0,26	0,16
3		0,44	0,22	0,20
1	20.07.	0,27	0,22	0,07
2		0,32	0,24	0,07
3		0,37	0,26	0,10
1	31.07.	0,26	0,18	0,18
2		0,26	0,16	0,19
3		0,32	0,20	0,21
1	8.08.	0,32	0,26	0,11
2		0,36	0,28	0,12
3		0,40	0,30	0,18
1	18.08.	0,36	0,32	0,12
2		0,45	0,33	0,14
3		0,46	0,34	0,16
1	30.08.	0,32	0,20	0,07
2		0,36	0,22	0,07
3		0,45	0,28	0,08

Из полученных результатов исследований можно сделать вывод, что гидрохимический режим опытных прудов СПУ «Изобелино» был благоприятным для роста рыбы [183, 184, 185, 197], причем значительной разницы между отдельными прудами и вариантами опытов не наблюдалось.

Наблюдения за развитием естественной кормовой базой позволило рассчитать потенциальный прирост выращиваемой рыбы за счет естественной пищи. Фитопланктон является первичным звеном пищевой цепочки, его охотно потребляет зоопланктон [26, 53-55, 64-66, 96, 117], а также он способствует поддержанию благоприятного газового режима в рыбоводных водоемах [62].

В опытных прудах СПУ «Изобелино» уровень развития фитопланктонных организмов был незначительным. В среднем за сезон численность планктонных водорослей колебалась в пределах 1,15-2,86 млн.экз/л, а биомасса – 2,78-8,1 мг/л, что являлось ниже оптимума (20-30 мг/л) (табл. 12).

Таблица 12 – Развитие фитопланктона в опытных прудах СПУ «Изобелино» (2006 г.)

№ варианта	Отделы водорослей	Июнь		Июль		Август		Средняя за сезон	
		N, млн. экз./л	B, мг/л	N, млн. экз./л	B, мг/л	N, млн. экз./л	B, мг/л	N, млн. экз./л	B, мг/л
Вариант 1	Зеленые	0,51	2,16	1,5	6,51	1,5	4,98	1,17	4,55
	Сине-зеленые	0,52	1,71	0,78	2,26	2,6	2,86	1,3	2,28
	Диатомовые	0,25	0,72	0,20	0,49	0,41	1,33	0,29	0,85
	Эвгленовые	-	-	0,3	0,87	-	-	0,1	0,29
Всего		1,28	4,59	2,78	10,13	4,51	9,17	2,86	7,97
Вариант 2	Зеленые	0,02	0,08	1,0	2,23	0,89	1,89	0,64	1,4
	Сине-зеленые	0,07	0,23	0,15	1,17	0,47	1,54	0,23	0,98
	Диатомовые	0,32	0,55	0,08	0,02	0,34	0,47	0,25	0,35
	Эвгленовые	-	-	0,08	0,14	-	-	0,03	0,05
Всего		0,41	0,86	1,23	3,56	1,7	3,9	1,15	2,78
	Зеленые	0,23	0,22	0,15	1,11	1,42	5,24	0,6	2,19
Контроль	Сине-зеленые	0,14	0,43	0,68	2,03	0,29	0,83	0,37	1,1
	Диатомовые	0,16	0,22	0,20	0,46	0,56	1,47	0,31	0,72
	Эвгленовые	0,53	0,87	1,03	3,6	2,27	7,54	1,28	4,00
Всего		1,06	1,74	2,06	7,2	4,54	15,08	2,56	8,01

При этом в третьем варианте опытов преобладали эвгленовые, а в первом и втором вариантах – зеленые и сине-зеленые водоросли. На развитие фитопланктона оказала влияние высшая водная раститель-

ность, поскольку зарастаемость прудов была выше нормы и составляла – 60-80%. В основном это были рдесты, элодея, рогоз, тростник, камыш, осока.

Низкий уровень развития фитопланктона сказался на развитии зоопланктона. Численность планктонных организмов была невысокой и составляла в среднем за сезон 258-358 экз./л, а биомасса составила соответственно 9,62 мг/л, 9,82 и 8,46 мг/л (табл. 13).

Таблица 13 – Развитие зоопланктона в опытных прудах СПУ «Изобелино» (2006 г.)

№ варианта	Группы организмов	Месяц отбора проб						Средняя за сезон	
		июнь		июль		август			
		N, экз./л	B, мг/л	N, экз./л	B, мг/л	N, экз./л	B, мг/л	N, экз./л	B, мг/л
1	Rotatoria	–	–	138	0,056	9	0,003	49	0,02
	Copepoda	121	7,58	131	6,14	77	2,092	110	5,968
	Cladocera	284	3,75	23	0,56	141	6,589	149	3,633
	Всего	405	11,33	292	6,76	227	8,684	308	9,621
2	Rotatoria	2	0,001	7	0,003	6	0,002	5	0,002
	Copepoda	269	9,88	88	4,82	116	2,419	158	5,68
	Cladocera	242	5,33	107	2,31	237	4,78	195	4,14
	Всего	513	15,21	202	7,13	359	7,201	358	9,822
3	Rotatoria	–	–	2	0,001	10	0,004	4	0,002
	Copepoda	73	4,02	135	8,99	36	1,32	81	4,777
	Cladocera	83	2,57	150	2,67	287	5,828	173	3,689
	Всего	156	6,59	287	11,66	333	7,152	258	8,468

В основном зоопланктон был представлен ветвистоусыми и веслоногими рачками, причем веслоногие рачки составляли более 50% в каждом из вариантов опытов (56,4, 57,80, 62,0%), ветвистоусых рачков, наиболее ценных в пищевом отношении, было меньше – 37,80%, 42,18 и 43,58%, соответственно (табл. 14). Таким образом, часть «мирного» зоопланктона употребляли в пищу хищные формы веслоногих рачков, тем самым они снижали общую продукцию зоопланктона, что в итоге отразилось на естественной рыбопродуктивности прудов.

По данным ряда авторов [16, 21, 69], двухлеток карпа может использовать около 60% общей продукции зоопланктона.

Таблица 14 – Соотношение таксономических групп зоопланктона (%) в опытных прудах СПУ «Изобелино» (2006 г.)

№ варианта	Таксономические группы		
	Rotatoria	Copepoda	Cladocera
1	0,20	62,00	37,80
2	0,02	57,80	42,18
3	0,02	56,40	43,58

В связи с этим, рассчитанная продукция зоопланктона варьировала от 494,6 до 559,4 кг/га (табл. 15).

Таблица 15 – Развитие и использование зоопланктона в опытных прудах

№ варианта	Суточная продукция зоопланктона, мг/л	Продукция зоопланктона за сезон, кг/га	Продукция, потребляемая карпом, кг/га	Потенциальная рыбопродуктивность за счет зоопланктона, кг/га
1	0,705	846,0	507,6	72,5
2	0,777	932,4	559,4	79,9
3	0,687	824,4	494,6	70,7

При кормовом коэффициенте зоопланктона, равном 7, потенциальная естественная рыбопродуктивность по вариантам опытов составила 72,5 кг/га, 79,9 и 70,7 кг/га, соответственно. Исследования по развитию донной фауны не проводились, поэтому в своих расчетах ориентировочная естественная рыбопродуктивность принята за 0,8 ц/га. Это несколько ниже естественной рыбопродуктивности (120 кг/га), принятой для второй зоны рыбоводства [118], однако следует иметь в виду, что в прудах никаких интенсификационных мероприятий, направленных на увеличение уровня развития живого корма, не проводилось.

При определении затрат кормов в расчетах учитывалась рыбопродукция, полученная только за счет потребления искусственного корма.

Выводы. Таким образом, результаты исследований показали, что температурный и гидрохимические режимы прудов соответствовали технологической норме. Развитие естественной кормовой базы было ниже оптимальных показателей, что вызвано отсутствием органических и минеральных удобрений и высокой степенью зарастаемости прудов. Естественная рыбопродуктивность по прудам составила 80 кг/га, что ниже норматива (120 кг/га), поэтому прирост массы рыбы шел за счет использования разных комбикормов.

3.4.2 Результаты выращивания двухлетка карпа при разных вариантах кормления

Экспериментальные пруды СПУ «Изобелино» были зарыблены в апреле, к нормированному кормлению приступили в мае, при достижении температуры воды 16 °С. Изначально на всех экспериментальных прудах скармливали комбикорм рецепта К-111. Затем с третьей декады июня в четырех экспериментальных прудах рыбу перевели на МКК (вариант 1), а с третьей декады июля еще четыре пруда перевели на МКК (вариант 2), в остальных четырех прудах весь сезон карпа кормили комбикормом К-111. Кормление продолжалось до 8 сентября. В конце сентября экспериментальные пруды обловили.

В таблице 16 представлены данные по зарыблению карпа в экспериментальные пруды и его вылову по завершении нагула. Из них видно, что посаженная в пруды рыба отличалась по среднештучной массе. Наиболее низкая масса рыбы была во втором варианте опыта. Однако на конечные результаты эксперимента это обстоятельство не оказало большого влияния. Среднештучная масса и выход выловленной рыбы между вариантами значимо не отличались ($P > 0,05$), данные показатели находились практически на одинаковом уровне. Как показано выше, уровень развития естественной кормовой базы был низким и потенциальная естественная рыбопродуктивность составила 0,8 ц/га.

По росту карп, выращенный на МКК, не отставал от аналогов, которым весь сезон скармливали К-111. Поэтому и рыбопродуктивность, полученная в опытных прудах, не отличалась от контрольных (табл. 17).

При расчетах приняты следующие цены (по состоянию на октябрь 2006 г.) за 1 кг комбикормов: для комбикорма К-111 – 467 бел. руб., для комбикорма МКК – 307 бел. руб.

Анализ данных, приведенных в табл. 16-18, позволяет заключить следующее.

Усредненные данные по вариантам 1, 2 и контролю соответствующие значения рыбопродуктивности прудов, кормовых коэффициентов и оценок стоимости кормов, затраченных на кг прироста рыбы, определенно указывают на то, что использование малокомпонентного комбикорма для кормления рыб с июня (вариант 1) и с июля (вариант 2) не привело к ухудшению конечных показателей их выращивания по сравнению с контролем, в котором на протяжении сезона кормили только комбикормом рецепта К-111. Поскольку цена комбикорма МКК почти в 1,5 раза ниже чем комбикорма К-111, то и удельные финансовые затраты на корма, используемые в вариантах 1–2, для обеспечения 1 кг прироста рыбы оказались существенно ниже, чем в контроле.

Таблица 16 - Данные по зарыблению и вылову двухлетка карпа (СПУ «Изобелино», 2006г.)

Показатели	Номер и назначение пруда, возраст рыбы														
	вариант1 (Г ¹)				вариант2 (Г ¹)				контроль (Г ¹)						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Площадь пруда, га	0,15	0,17	0,16	0,20	0,17±0,01	0,21	0,21	0,38	1,34	0,54±0,27	0,15	0,18	0,19	0,39	0,23±0,05
Среднестатистическая масса при зарыблении, г	79,7	32,5	35,3	71,7	54,8±12,2	15,2	23,5	33,2	18,0	22,5±3,4	30,3	30,9	24,5	88,3	43,5±15,0
Плотность посадки:															
1)экз/пруд	300	340	320	400	340±21,6	417	420	760	2680	1069±542,9	310	359	378	780	456±108,7
2)экз/га	2000	2000	2000	2000	2000	1986	2000	2000	2000	1997	2067	1994	1989	2000	2013
Среднестатистическая масса рыбы при облове, г	676,0	429,0	528,0	492,0	531,3±52,4	403	546	517	372	459,5±42,5	359,0	595,0	418,0	602,0	493,5±61,8
Выход рыбы с нагула, %	67,0	81,0	53,0	60,0	65,3±6,0	69,0	60,0	72,0	76,0	69,3±6,8	69,0	51,0	78,0	77,0	68,8±6,3

Таблица 17 – Продуктивность двухлетка карпа при разных вариантах кормления (СПУ «Изобелино», 2006г.)

Показатели	Номер и назначение пруда															
	вариант1				вариант2				контроль							
	1	2	3	4	среднее значение	1	2	3	4	среднее значение	1	2	3	4	среднее значение	
Суммарная масса рыб при зарыблении, кг	23,9	11,0	11,3	28,7	18,7±4,5	6,3	9,9	25,2	48,2	22,4±9,5	9,4	11,1	9,3	68,9	24,7±14,8	
Общий вылов рыбы с пруда, кг	136,0	118,0	95,0	129,0	119,5±9,0	116,0	138,0	283,0	758,0	323,8±149,4	90,0	109,0	122,0	362,0	170,8±64,1	
Прирост массы рыбы за сезон, кг:																
1) суммарный,	112,1	107,0	83,7	100,3	100,8±6,2	109,7	128,1	257,8	709,8	301,4±140,1	80,6	97,9	112,7	293,1	146,1±49,5	
2) за счет естественной кормовой базы пруда,	12,0	13,6	12,8	16,0	13,6±0,86	16,8	16,8	30,4	107,2	42,8±21,7	12,0	14,4	15,2	31,2	18,2±4,4	
3) за счет скормленных комбикормов	100,1	93,4	70,9	84,3	87,2±6,3	92,9	111,3	227,4	602,6	258,6±130,8	68,6	83,5	97,5	261,9	127,9±45,1	
Рыбопродуктивность, ц/га:																
1) общая,	7,47	6,26	5,23	5,02	6,00±0,56	5,22	6,10	6,78	5,30	5,90±0,37	5,37	5,44	5,93	7,52	6,10±0,50	
2) за счет естественной кормовой базы пруда:	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
3) за счет искусственных комбикормов	6,67	5,46	4,43	4,22	5,20±0,56	4,42	5,30	5,98	4,50	5,10±0,37	4,57	4,64	5,13	6,72	5,30±0,50	

Таблица 18 – Затраты разных комбикормов при выращивании двухлетка карпа (СПУ «Изобелино», 2006г.)

Показатели	Номер и назначение пруда, возраст рыбы														
	вариант1 (Г ¹)				вариант2 (Г ¹)				контроль (Г ¹)						
	1	2	3	4	среднее значение	1	2	3	4	среднее значение	1	2	3	4	среднее значение
Скормлено кормов за сезон, кг.	35,4	20,9	20,9	43,8	30,3	68,9	76,4	153	470	192,1	251	260	340	1128	494,8
К-111	331	274	266	371	310,5	351	343	640	1820	788,5	—	—	—	—	—
МКК	366,4	294,9	286,9	414,8	340,8	419,9	419,4	793	2290	980,6	251	260	340	1128	494,8
Относительная доля К-111 в скормленных кормах, %															
Длительность кормления рыб комбикормом: К-111, сут МКК, сут	28	28	28	28	28	59	59	59	59	59	109	109	109	109	109
Кормовой коэффициент	3,66	3,16	4,09	5,66	4,14±0,54	4,52	3,77	3,49	3,80	3,90±0,22	4,51	3,11	3,49	4,31	3,86±0,33
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста рыбы, тыс. руб./кг	1,180	1,005	1,302	1,833	1,33±0,18*	1,195	1,267	1,178	1,291	1,23±0,03*	2,108	1,454	1,629	2,011	1,80±0,16

Кормовые коэффициенты в опыте практически одинаковые (относительная разница к контролю не превышает 8%). Это позволяет заключить, что степень влияния комбикорма К-111 и МКК на рыбопродуктивность в данных экспериментах примерно одинакова, что хорошо согласуется с предварительными усредненными данными, приведенными в табл. 17.

Как видно из приведенных табличных данных, использование МКК при выращивании двухлетков карпа целесообразно, поскольку достигаемые при этом показатели рыбопродуктивности прудов (5,1 и 5,2 ц/га), кормовые коэффициенты (3,90 и 4,14) оказались в данных экспериментах одинаковы с контролем (5,3 ц/га и 3,86, соответственно). Стоимость же кормов, затраченных на 1 кг прироста в вариантах 1, 2 с использованием МКК, существенно ниже - на 26,1 и 31,6 % ($P < 0,05$), нежели в контроле, где рыб кормили только комбикормом рецепта К-111.

С учетом результатов экспериментальных испытаний были разработаны ТУ и ТИ на производство малокомпонентных комбикормов установлен срок хранения комбикорма. Рецепт разработанного комбикорма запатентован.

Выводы. Результаты исследований по использованию разных сроков перевода двухлетка карпа на малокомпонентные корма показало, что их применение с конца июля и даже с конца июня достоверно не снижает рыбопродуктивность и уменьшает затраты на получение прироста на 10-20 %.

3.4.3 Влияние скармливания МКК на биохимический состав карпа

Энергетическая емкость малокомпонентных кормов та же, что и традиционных, но в них меньше протеина и клетчатки, а больше легкоусвояемых углеводов. Для лучшей сбалансированности, усвояемости и повышения энергетической емкости, помимо измельченного зерна злаков, в них добавлен витаминно-минеральный премикс, мультиэнзимная композиция, кальцийфосфат, меласса. Использование их во второй половине вегетационного сезона, когда основная энергия корма тратится в меньшей степени на рост, а в основном на движение, дыхание и другие физиологические процессы, позволяет экономить дорогостоящее белковое сырье без потери рыбопродуктивности.

Ценность рыбы как продукта питания определяется не по рыбопродуктивности, а по содержанию протеина, легкоусвояемого жира, минеральных веществ, а также небольшим количеством углеводов, ферментов, водо- и жирорастворимых витаминов [59].

Химический состав тела рыб не является постоянным. Он существенно зависит от вида, физиологического состояния рыбы, ее возраста, пола, места обитания, времени лова, условий окружающей среды, кормности водоёмов [59, 155, 158].

По химическому составу рыбы можно судить и о калорийности ее мяса. Углеводов в рыбе немного и они очень быстро распадаются после отлова, переходя сначала в молочную кислоту, а затем в другие соединения, поэтому при определении калорийности рыбы их не учитывают [79].

Жиры рыб по химическому составу сложны и содержат большое количество высоконасыщенных жирных кислот. Этим они отличаются от жиров теплокровных животных. Кроме того, у рыб жиры «жидкие», а у теплокровных животных вязкие или твердые [155].

Наибольшей калорийностью обладает мясо жирной и наименьшей – мясо тощей рыбы. Содержание жира в мясе рыбы значительно влияет на пищевую ценность. Потребитель оценивает ее по вкусовым свойствам и по степени жирности.

Поэтому на данном этапе исследований ставилась задача определить содержание сырого жира и белка в филе товарного карпа, выращенного на разнокачественных кормах – МКК и К-111.

Чтобы установить, как влияет изменение состава пищи на биохимические показатели рыбы, нами исследовались мышцы и полостной жир. В мышцах определяли содержание влаги, жира, белка и аминокислотный состав белка. Определялся также жирнокислотный состав полостного жира и жира мышц.

Как показали результаты исследований, количество влаги и белка в мышцах карпа из опытных и контрольных прудов (СПУ «Изобелино») было примерно одинаковым и находилось в пределах 75,9-76,7 и 73,9-74,5%, соответственно (табл. 19).

Таблица 19 – Биохимический состав мышц и полостного жира опытных карпов (СПУ «Изобелино»)

Показатели	Варианты					
	мышцы (филе)			полостной жир		
	I	II	K	I	II	K
1	2	3	4	5	6	7
Влага, %	76,6	76,7	75,9			
Сырой протеин, %	74,3	74,5	73,9			
Сырой жир, %	4,6	4,4	4,3			

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7
Жирнокислотный состав (массовая доля кислоты в жире, %):						
Каприловая	-	-	-	-	-	-
Каприновая	-	-	-	-	-	-
Лауриновая	-	-	0,9	-	-	-
Миристиновая	0,9	0,8	0,8	1,3	1,1	0,9
Пальмитиновая	18,8	14,9	15,9	18,0	21,7	15,6
Пальмитолеиновая	6,2	5,1	6,4	8,9	6,6	7,3
Стеариновая	6,8	7,0	7,7	5,5	6,6	8,0
Олеиновая	45,4	41,9	36,0	36,0	33,4	17,1
Линолевая	12,2	10,0	7,2	13,2	9,3	4,8
Линоленовая	2,9	1,6	0,6	4,1	1,3	0,4
Эйкозапентеновая	1,5	0,5	0,1	0,8	0,6	0,4
Докозагексаеновая	4,9	2,5	0,3	1,3	1,2	0,7
Другие кислоты	17,9	21,8	18,1	14,5	33,7	11,6

Однако содержание незаменимых аминокислот в опытной рыбе было выше, чем в контрольной на 11,9 и 11,5 % (табл. 20).

Таблица 20 – Аминокислотный состав белка опытных карпов (филе), мг/100 г

№ п/п	Наименование кислот	№ варианта		
		I	II	K
1	2	3	4	5
1	Аспарагиновая	798	793	462
2	Глютаминовая	1057	1276	672
3	Серин	516	664	506
4	Треонин	706	764	808
5	Глицин	693	761	904
6	Аланин	1052	807	645

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
7	Аргинин	268	274	377
8	Пролин	1230	1209	1356
9	Валин	1006	982	893
10	Метионин	510	387	310
11	Лейцин	1578	1650	1793
12	Изолейцин	1536	1475	1303
13	Фенилаланин	512	586	403
14	Цистеин	-	-	88
15	Лизин	1416	1601	1203
16	Гистидин	263	286	170
17	Тирозин	189	156	477
18	Суммарное количество	13030	13671	12370
19	Количество незаменимых аминокислот	8847	8812	7905
20	Количество заменимых аминокислот	4183	4859	4465

Наиболее существенное отличие наблюдается в количестве жирных кислот. Так, при кормлении МКК содержание стеариновой кислоты и в мышечном, и в полостном жире оказалось меньше, чем в контроле (К-111), а ненасыщенных жирных кислот значительно больше. Последнее особенно ценно как для зимующей рыбы, так и для товарной. Именно содержание ненасыщенных жирных кислот определяет устойчивость рыбы к неблагоприятным условиям, а также повышает ее потребительские качества. Из этого следует, что МКК можно успешно использовать и при выращивании двухлетка, который пойдет в зимовку на трехлетний оборот, а главным образом – для товарного двух- и трехлетка.

Выводы. Использование МКК во второй половине вегетационного сезона положительно сказывается на биохимическом составе тела карпа-двухлетка: возрастает содержание жира в филеиной части.

Отличие в качественном составе накопленных белка и жира заключается в том, что при использовании МКК увеличивается общее содержание незаменимых аминокислот в белке, возрастает содержание в жире ненасыщенных жирных кислот. Все это характеристики повышенной пищевой ценности, а также зимостойкости рыбы.

3.5 Испытания МКК на производственных прудах

Результаты испытания МКК на небольших экспериментальных прудах требовали проверки на производственных прудах. Они отличаются площадью, формирующимися там гидрохимическим и гидробиологическим режимами. Испытания проводили на 6 выростных прудах площадью 20-45 га каждый и 4 нагульных прудах по 70 га в рыбхозе «Новоселки» Дрогичинского района.

Целью испытаний была проверка оптимальных сроков перевода двух- и трехлетка карпа на кормление МКК.

3.5.1 Гидрохимические и гидробиологические показатели исследуемых прудов

Чтобы объективно оценить прирост рыбы за счет комбикормов, необходимо контролировать гидрохимический и гидробиологический режимы в прудах. Из гидрохимических показателей важными являются температура воды, pH, содержание растворенного в воде кислорода. Из гидробиологических – биомасса естественной пищи, ее численность и видовой состав.

Температура воды – фактор, влияющий на темп роста рыб. Карп относится к теплолюбивым рыбам, поэтому основные процессы жизнедеятельности у него наиболее интенсивно проходят в условиях относительно высоких температур воды. Оптимальные границы температуры для роста и развития карпа колеблются от 23 до 30 °С [31, 42, 61, 88, 143, 144, 149, 160]. В нашем случае температура воды в опытных прудах на протяжении сезона составляла 18,0-25,0 °С (рис. 5), причем в июне, как и в июле, она находилась в пределах 18,0-24,0 °С, в августе – 19,0-21,0 °С.

В целом за сезон температурный режим опытных прудов был благоприятным для роста карпа. Максимально вода прогревалась в конце мая (до 25 °С), что было обусловлено хорошими погодными условиями. В течение вегетационного сезона температура воды в прудах не опускалась ниже отметки 18,0 °С, в среднем за сезон температура воды составила 20,2 °С. Количество дней активного кормления карпа при температуре воды 16 °С было больше 105 – норматива для третьей рыбо-водной зоны [118].

Другой не менее важный фактор обитания рыб – содержание растворенного в воде кислорода, который в воде постепенно расходуется на дыхание гидробионтов, окисление органических и минеральных веществ. Оптимум кислорода в воде для карповых рыб составляет 5,0-10,0 мг/л. Нижний предел кислорода, не влияющий отрицательно на здоровье карповых, равен 4,0 мг/л [40].

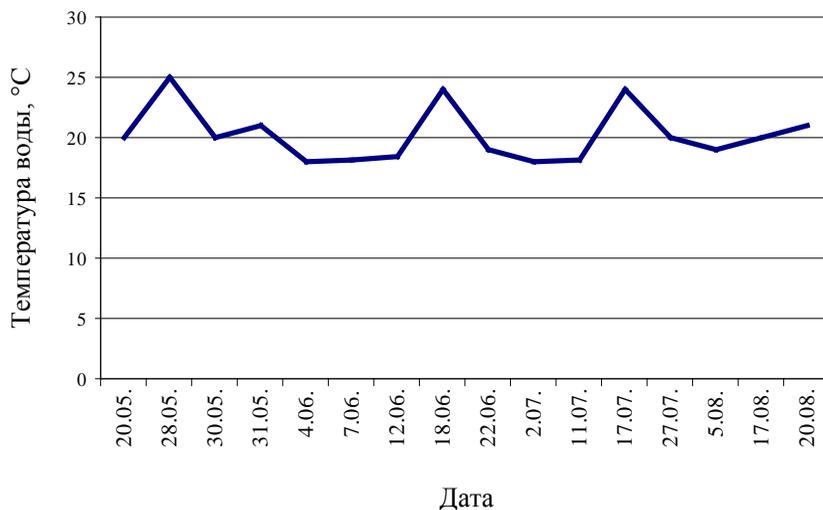


Рисунок 5 – Динамика температуры воды в прудах
рыбхоза «Новоселки», 2007 г.

При значительном снижении его в воде рыба чувствует себя угнетенно, не потребляет пищи, в результате замедляется ее рост, снижается резистентность организма к неблагоприятным факторам среды, что в итоге приводит к гипоксии и асфиксии (замору). Кислородный минимум, вызывающий угнетение дыхания карпа, составляет 1,0 мг/л, а 0,5 мг/л растворенного в воде кислорода губительно для рыбы [100, 140, 160, 184].

В нашем случае содержание кислорода в воде в течение всего сезона находилось в пределах нормы (рис. 6). В утренние часы кислород в прудах не опускался ниже допустимого норматива – 2,0 мг/л [18, 118]. Во второй декаде июня во всех прудах содержание его в утренние часы составляло 2,2-3,5 мг/л.

Это было связано с бурным цветением сине-зеленых водорослей. После проведения профилактических мер (внесение извести) картина по кислороду нормализовалась.

Карп хорошо растет в условиях нейтральной или слабощелочной реакции среды с показателем рН воды 7-8. Кислая среда (рН 5 и ниже) угнетает его жизнедеятельность, в организме рыб нарушается обмен

веществ. Повышение водородного показателя рН за границу 9 единиц также губительно для этого вида рыб [81, 82, 140].

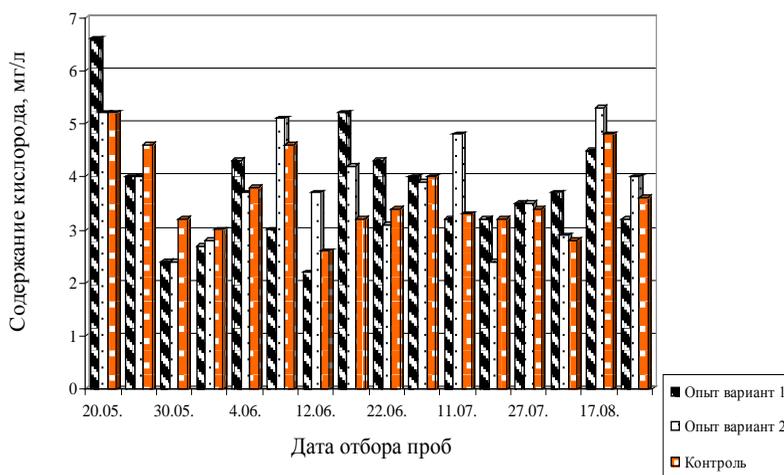


Рисунок 6 – Динамика содержания растворенного в воде кислорода в опытных и контрольном прудах рыбхоза «Новоселки» (2007 г.)

Показатель рН воды в опытных прудах в июне, июле, августе колебался в пределах 7,5-8,5, 7,1-8,5, 7,0-7,8, соответственно (табл. 21). Эти колебания рН в прудах не превышали установленную технологическую норму [118].

Таблица 21 – Динамика водородного показателя рН в воде опытных и контрольного прудов рыбхоза «Новоселки» (2007 г.)

Вариант опыта	Дата измерения							
	30.05	7.06	18.06	11.07	17.07	27.07	5.08	17.08
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант 1	8,5	8,0	7,5	7,5	7,5	7,9	7,3	7,5
	8,0	8,5	7,5	8,0	8,0	7,8	7,8	7,0
	8,5	8,0	7,5	8,5	7,5	7,1	7,3	7,7
Вариант 2	7,5	8,0	8,0	7,5	7,2	7,5	7,7	7,3
	7,5	8,0	7,5	8,5	8,5	7,5	7,5	7,0
	8,5	8,0	7,5	7,5	7,5	7,9	7,3	7,5
	8,0	8,5	7,5	8,0	8,0	7,8	7,8	7,0

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конт- роль	7,5	8,0	7,5	7,5	7,5	7,4	7,8	7,0
	7,5	8,0	8,0	7,2	7,5	7,5	7,7	7,3
	8,0	8,5	7,5	8,0	8,0	7,8	7,8	7,0

Таким образом, состояние воды в прудах было благоприятным для выращивания рыбы.

Карп имеет большую трофическую пластичность. Основными его природными кормами являются донные виды организмов. В условиях их дефицита он переходит на питание другими гидробионтами, детритом, хорошо приспособлен к поеданию комбикорма. В раннем возрасте карп питается мелкими формами зоопланктона с постепенным переходом на более крупные его формы, а затем начинает питаться зообентосом.

Изучение естественной кормовой базы прудов показало, что к середине июня биомасса зоопланктона достигала от 7,8 до 25,79 г/м³ (табл. 22). Это позволило начать применение МКК с 20 июня.

Таблица 22 – Динамика развития зоопланктона в производственных прудах рыбхоза «Новоселки» (2007 г.) (В – биомасса, мг/л; N – численность, экз./л)

Пруды	Группы организмов	Июнь		Июль		Август		Средняя за сезон	
		В	N	В	N	В	N	В	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В-4 (опыт)	Rotatoria	-	-	1,147	84	0,04	61	0,396	48,3
	Copepoda	24,13	518	10,067	223	5,341	247	13,179	329,3
	Cladocera	1,662	87	7,756	549	1,645	219	3,688	285
Всего		25,792	605	18,970	856	7,026	527	17,262 ±5,48	662,6 ±99,25
В-5 (опыт)	Rotatoria	0,001	2	0,84	42	0,349	37	0,397	27
	Copepoda	6,756	128	8,277	159	7,355	140	7,463	142,3
	Cladocera	1,751	123	1,216	82	0,312	26	1,093	77
Всего		8,506	249	10,333	283	8,016	203	8,952 ±0,71	245 ±23,18
Н-1 (опыт)	Rotatoria	0,1	6	1,553	192	0,002	5	0,552	67,7
	Copepoda	5,521	115	11,68	210	4,689	109	7,297	144,7
	Cladocera	2,272	165	4,93	373	0,443	84	2,548	207,3
Всего		7,893	286	18,163	775	5,134	198	10,397 ±3,96	419,7± 179,47
В-6 (опыт)	Rotatoria	-	-	0,03	43	0,001	6	0,01	16,3
	Copepoda	13,653	311	11,002	235	4,789	305	9,815	283,6
	Cladocera	1,092	78	6,051	401	2,001	156	3,048	211,6

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Всего		14,745	389	17,083	679	6,791	467	12,873 ±3,11	511,5± 86,64
В-7 (опыт)	Rotatoria	-	-	0,317	35	0,001	4	0,106	13
	Copepoda	14,372	286	3,202	61	4,061	256	7,212	201
	Cladocera	1,996	133	2,616	127	0,947	120	1,853	126,7
Всего		16,368	419	6,135	223	5,009	380	9,170± 3,61	340,7± 59,9
В-10 (опыт)	Rotatoria	0,001	2	0,05	62	0,001	12	0,017	25,3
	Copepoda	7,058	273	8,517	238	3,678	149	6,418	220
	Cladocera	1,851	165	3,312	291	0,91	105	2,024	187
Всего		8,91	440	11,879	591	4,589	266	8,459± 2,11	432,3± 93,89
В-11 (опыт)	Rotatoria	-	-	0,02	14	0,001	6	0,007	6,6
	Copepoda	9,166	375	8,340	251	3,632	154	7,046	260
	Cladocera	0,987	111	4,052	186	1,885	162	2,308	153
Всего		10,153	486	12,412	451	5,518	322	9,361± 2,02	419,6± 49,87
Н-2 (кон- троль)	Rotatoria	-	-	0,282	23	0,2	10	0,161	11
	Copepoda	8,654	147	10,674	215	6,422	144	8,583	168,7
	Cladocera	1,316	53	2,262	192	0,506	38	1,361	94,3
Всего		9,97	290	13,218	384	7,128	192	10,105 ±1,76	258,7± 62,71
Н-7 (кон- троль)	Rotatoria	-	-	0,001	10	-	-	0,0003	3,3
	Copepoda	10,327	381	8,401	287	6,341	191	8,356	286,3
	Cladocera	1,095	148	2,654	204	0,998	175	1,582	175,6
Всего		11,422	529	11,056	501	7,339	366	9,939± 3,01	465,3± 50,32
Н-8 (кон- троль)	Rotatoria	-	-	0,02	28	0,02	31	0,013	19,6
	Copepoda	5,738	431	10,001	376	4,613	204	6,784	337
	Cladocera	3,425	375	1,818	262	1,054	198	2,099	278,3
Всего		9,163	806	11,839	666	5,687	433	8,896± 1,78	634,9± 108,78

Видовой состав зоопланктона нагульных прудов насчитывал 7 видов коловраток, 12 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих рачков. В течение сезона биомасса зоопланктона изменялась от 4,59 до 25,79 г/м³. Среднесезонные показатели биомасс зоопланктона в прудах были на высоком уровне – 8,5-17,2 г/м³, суточная продукция – 1,2-1,7 г/м³, что характеризует пруды как среднепродуктивные.

В рыбоводных прудах зообентос представлен преимущественно личинками хирономид. Являясь водной стадией жизни насекомых, они присутствуют в водоемах не постоянно. Поэтому в периоды вылета имаго в прудах наступает резкое снижение численности и биомассы

зообентоса. Как правило, в выростных прудах пик в его развитии приходится на июнь. И чем интенсивнее эксплуатируются пруды, тем меньше видовое разнообразие, численность и биомасса хирономид. Кормить карпа искусственными кормами начинают с момента, когда вода прудов прогревается до 11°C. Наблюдения за развитием естественной кормовой базы прудов велись с момента кормления искусственными кормами. Зообентос, его численность и биомасса в исследованных прудах были низкими. В среднем за сезон биомасса зообентоса варьировала от 2,65 до 5,12 г/м² (табл. 23).

Таблица 23 – Динамика развития зообентоса в производственных прудах рыбхоза «Новоселки» (2007 г.) (В – биомасса, г/м²; N – численность, экз./м²)

Пруды	Июнь		Июль		Август		Средняя за сезон	
	В	N	В	N	В	N	В	N
В-4 опытный	9,9	2450	1,1	500	0,5	50	3,83± 3,04	1000,0± 736,54
В-5 опытный	13,5	2150	0,4	325	0,2	100	4,70± 4,40	858,3± 649,10
Н-1 опытный	10,4	950	0,7	500	0,1	50	3,73± 3,34	500,0± 259,81
В-6 опытный	8,6	1050	3,2	200	0,15	150	3,98± 2,47	466,6± 292,02
В-7 опытный	6,4	1540	1,3	600	0,3	200	2,66± 1,89	780,0± 397,16
В-10 опытный	7,5	1680	0,4	350	0,05	50	2,65± 2,43	693,3± 500,88
В-11 опытный	8,4	800	0,4	300	0,05	50	2,95± 2,73	383,3± 220,49
Н-2 контроль- ный	10,5	1100	4,75	500	0,1	100	5,12± 3,01	566,6± 290,59
Н-7 контроль- ный	9,75	960	2,75	350	0,7	200	4,40± 2,74	503,3± 232,40
Н-8 контроль- ный	10,2	780	0,95	450	0,4	250	3,85± 3,18	493,3± 154,52

К концу сезона выращивания ресурсы зообентоса были очень истощены (0,05-0,7 г/м²), что связано с интенсивным выеданием его рыбой.

Прирост, полученный за счет естественной кормовой базы, был учтен в дальнейших расчетах

3.5.2 Питание и рост карпа в прудах

В прудах рост рыбы контролировался еженедельно путем небольших обловов. Выловленную рыбу считали, взвешивали и определяли среднюю навеску. Полученные данные позволяли определить фактический прирост рыбы за декаду и сравнить его с теоретически возможным. Этот метод позволял оперативно контролировать рост рыбы, корректировать кормление и другие технологические процессы.

Перевод трех опытных прудов на малокомпонентные комбикорма произошел в третьей декаде июня. В этот момент среднештучная масса товарного двухлетка достигала 100-110 г, товарного трехлетка – 230-250 г (рис. 7, 8). С третьей декады июля МКК начали кормить двухлетка карпа еще в четырех прудах, в этот момент вес рыбы был 210-270 г (рис. 7).

Данные по росту товарного двухлетка и трехлетка показали, что при переходе на кормление малокомпонентными кормами темп роста рыбы (рис. 7, 8) в опытных и контрольных прудах не различался.

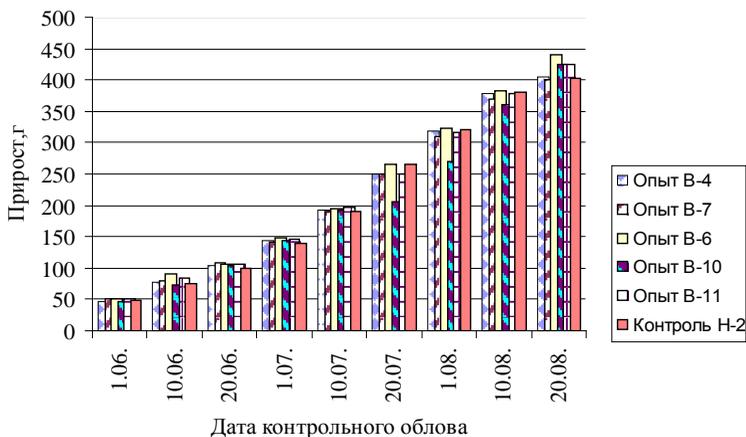


Рисунок 7 – Динамика роста двухлетка карпа в опытных и контрольном прудах рыбхоза «Новоселки» (2007 г.)

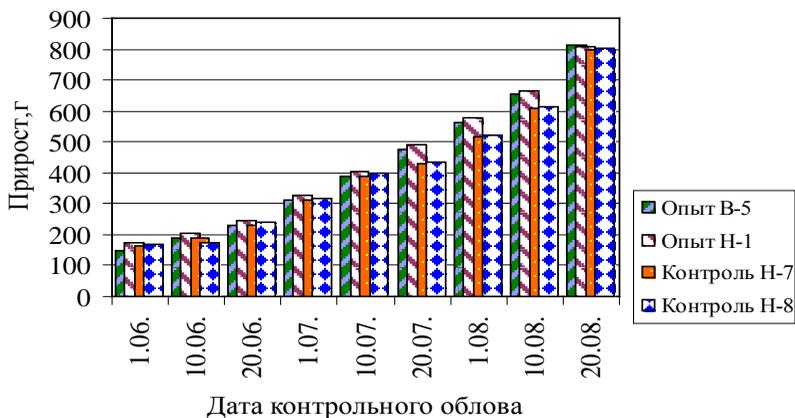


Рисунок 8 – Динамика роста трехлетка карпа в опытных и контрольных прудах рыбхоза "Новоселки" (2007 г.)

Результаты анализа содержимого пищеварительного тракта двухлетков и трехлетков карпа показали, что доля естественной пищи в пищевом комке составляла в июне 5,2-11,0 %, в июле – 2,7-9,8 %, в августе – 1,3-3,0% (табл. 24). Содержание детрита в июне составляло 5,0-8,0 %, в июле – 5,0-9,8%, в августе его доля незначительно увеличилась – 7,0-10,3 %. Основу пищевого комка во всех вариантах кормления составлял комбикорм: в июне – 82,2-86,4 %, в июле – 81,5-92,3 %, в августе – 88,4-90,0 %. Общий индекс наполнения за период выращивания у опытного двухлетка варьировал от 669,2 до 692,4 ‰, у контрольного двухлетка был немного выше – 684,4 – 702,6 ‰. По опытному трехлетку данный показатель составил 706,2 – 740,2 ‰, в контроле был ниже – 627,3 – 661,5 ‰. Существенной разницы по общему индексу наполнения кишечника у опытной рыбы не отмечено.

Исследования пищевого комка двух- и трехлетков карпа подтвердили тот факт, что хороший рост рыбе обеспечили применяемые комбикорма, при этом переход на кормление МКК в опытных прудах дал положительный эффект.

Выводы. Условия проведения опытов по изучению гидрохимических и гидробиологических показателей были весьма благоприятными.

Уровень развития естественной кормовой базы позволил уже с третьей декады июня перейти на кормление низкобелковыми малокомпонентными комбикормами.

Таблица 24 – Состав содержимого кишечника карпов в период кормления(р-х «Новоселки», 2007г.)

Возраст рыбы	Июнь				Июль				Август			
	Общий индекс наполнения, 0 /000	Комби- корм, %	Естествен- ная пища, %	Детрит, %	Общий индекс наполнения, 0 /000	Комби- корм, %	Естествен- ная пища, %	Детрит, %	Общий индекс наполнения, 0 /000	Комби- корм, %	Естествен- ная пища, %	Детрит, %
Товарный двулеток (контроль)	684,4	86,4	7,4	6,2	698,6	86,0	4,2	9,8	702,6	89,0	2,9	8,1
Товарный двулеток (опыт)	669,2	82,2	10,1	7,7	690,6	81,5	9,8	8,7	692,4	90,0	3,0	7,0
Товарный трехлеток (контроль)	627,3	84,0	11,0	5,0	661,5	89,1	5,9	5,0	607,2	88,4	1,3	10,3
Товарный трехлеток (опыт)	706,2	86,8	5,2	8,0	715,2	92,3	2,7	5,0	740,2	90,0	2,4	7,6

Несмотря на довольно высокий уровень развития зоопланктона и зообентоса, их доля в суточном рационе составляла в среднем около 4%. Основной рост рыбы обеспечивали комбикорма, К-111 и малокомпонентный.

3.5.3 Продуктивность прудов

По мере повышения плотности посадки рыбы в прудах все меньшая доля пищевых потребностей карпа удовлетворяется за счет ограниченных запасов естественной пищи. Обеспечить дальнейший рост рыбопродуктивности можно лишь за счет повышения уровня интенсификации, главным образом, за счет интенсивного кормления рыбы.

Цель технологического процесса в товарном рыбоводстве – получение в заданные сроки необходимого количества рыбной продукции хорошего качества, то есть стандартной среднестуточной массы. Способность накапливать массу собственного тела реализуется во взаимодействии рыбы с внешней средой. Из экологических факторов в современном рыбоводстве пищевой фактор наиболее управляемый.

Для получения товарного карпа используют комбикорм рецепта К-111 с содержанием протеина 23%. Объем потребляемых рыбой за сезон кормов распределяется следующим образом: май – 3 %, июнь – 19, июль – 36, август – 37, сентябрь – 5 %. Потребление кормов, начиная с мая, увеличивается, в то время как доля энергии корма, затрачиваемой на рост, постоянно снижается (рис. 9).

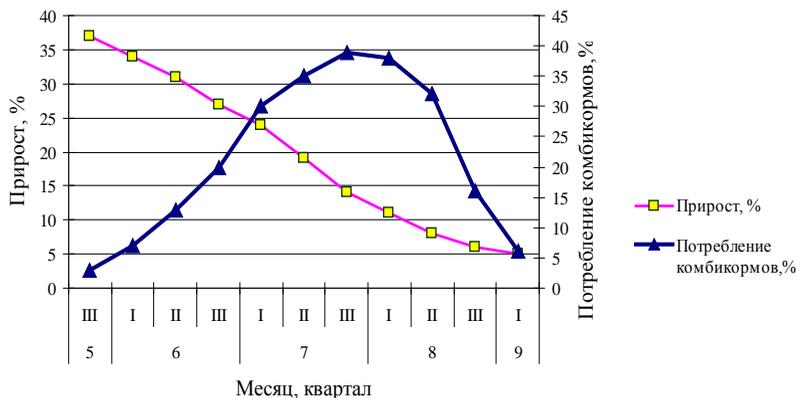


Рисунок 9 – Динамика энергетических затрат карпа на прирост и потребление комбикормов

Это связано с тем, что после зимовки уровень резервных питательных веществ в теле годовика карпа низкий, организм ослабленный, и это способствует снижению поиска естественной пищи, к тому же развитие ее еще слабое. С повышением температуры воды ускоряется обмен веществ в организме двухлетка карпа.

При недостатке естественной пищи кормление карпа высокобелковыми комбикормами в период с конца мая по середину июля сказывается положительно на приросте биомассы и накоплении резервных питательных веществ, а также пополнении организма витаминами. Однако объем потребляемой пищи и усвояемость основных питательных веществ в течение сезона не одинаковы. После весеннего и начального летнего периодов усиленного потребления азотистых веществ наступает период, когда с поднятием температуры относительное потребление их падает. Затем наблюдается другой максимум, совпадающий с высоким уровнем температуры воды. Во времени он расходится с максимумом весового потребления пищи. Из этого следует, что у карпа наблюдаются два выраженных периода изменения белкового обмена. Первый приходится на период с III декады июня по I декаду июля и связан со значительным уменьшением потребления азотсодержащих веществ по сравнению с содержанием белка в теле. Накопление жира происходит под кожей, но характер питания у карпа в этот период не меняется.

Второй минимум использования рыбой белка на прирост наблюдается в августе, когда она находится почти в состоянии азотистого равновесия. В это время наблюдается накопление в организме высококалорийных веществ. В августе весовой рост карпа идет за счет обмена веществ с преобладанием процессов отложения жира. Таким образом, в течение вегетационного периода, по мере роста, карп начинает уменьшать относительную величину потребления пищи, при этом уменьшение потребления по весу происходит в значительно меньшей степени, чем относительное потребление азотистых веществ, то есть в питании карпа к осени большую роль начинают играть безазотистые вещества. В этот период начинает преобладать углеводный обмен, карп наиболее эффективно, с определенной частью естественной пищи, потребляет и переваривает углеводистые корма и накапливает в организме гликоген и жир [36]. В период усиленного жиронакопления наблюдается затухание весового роста.

Из вышесказанного следует, что весной, после вынужденного зимнего голодания, карп, в основном, использует пищу на белковый прирост. На энергетический обмен идут жиры и углеводы. К осени карп переходит на питание пищей, содержащей большое количество жиров и углеводов. В этот период в естественных условиях заметную роль в питании карпа приобретает высококалорийная литоральная фауна, ко-

торая резко меняет характер обмена веществ у рыбы. Белки, потребляемые в это время по минимуму, подвергаются усиленному окислению.

С учетом этих физиологических особенностей карпа была разработана схема опытов по кормлению его в производственных условиях. Нагульные пруды в рыбхозе «Новоселки» зарыбили карпом в конце апреля. Плотность зарыбления по двухлетку составила 4,0 тыс.экз/га, среднештучная навеска – 22-23г, по трехлетку – 2,0-2,5 тыс.экз/га, среднештучная навеска – 110-125 г (табл. 25).

Таблица 25 – Схема зарыбления производственных прудов

№ варианта	№ и категория пруда	Возраст рыбы	Площадь, га	Посажено (карп)		
				тыс. экз./га	среднештучная масса, г	всего, кг
I (кормление МКК с 20 июня)	В - 4	1 ⁺	19	4,0	22	1672
	В - 5	2 ⁺	25	2,5	119	7438
	Н - 1	2 ⁺	70	2,5	125	21875
II (кормление МКК с 20 июля)	В - 6	1 ⁺	20	4,0	22	1760
	В - 7	1 ⁺	20	4,0	23	1840
	В - 10	1 ⁺	50	4,0	22	4400
	В - 11	1 ⁺	25	4,0	22	2200
Контроль (кормление только К-111)	Н - 2	1 ⁺	70	4,0	22	6160
	Н - 7	2 ⁺	70	2,0	115	16100
	Н - 8	2 ⁺	70	2,0	110	15400

Испытывались два варианта кормления: переход на МКК с 20 июня (вариант I) и с 20 июля (вариант II). В контрольных прудах весь сезон рыбу кормили традиционным комбикормом К-111. За период выращивания критических ситуаций по состоянию прудов за все лето не наблюдалось. Волнений и отходов рыбы не было. Кормление продолжалось до 3 сентября.

Осенний облов опытных производственных прудов проводился с 8 по 12 октября. Как показали результаты облова (табл. 26), поштучный выход с нагула по трехлетку составил 85%, среднештучная масса – 840 г, по двухлетку – 85 – 86 % и 410-440 г, соответственно, что несколько выше норматива [118].

Это отразилось на рыбопродуктивности прудов: в первом варианте опытов рыбопродуктивность по трехлетку, получавшему МКК с 20 июня, была не меньше, чем в контрольном варианте (14,9 ц/га). Также прирост двухлетка был не меньше, чем в контроле (12,8 и 12,1 ц/га, соответственно) (табл. 27).

Таблица 26 – Влияние МКК на рыбоводные показатели

Варианты	№ и категория пруда	Возраст рыбы	Выловлено (карп)				
			Тыс. экз./га	Выход, %	Среднестатистическая масса, г	Всего, кг	Прирост, кг
I (кормление МКК с 20 июня)	В - 4	1 ⁺	3,375	84,4	405	25970	24298
	В - 5	2 ⁺	2,125	85,2	841	44678	37240
	Н - 1	2 ⁺	2,146	85,8	840	126185	104310
II (кормление МКК с 20 июля)	В - 6	1 ⁺	3,400	85,0	440	29920	28160
	В - 7	1 ⁺	3,400	85,0	410	27880	26040
	В - 10	1 ⁺	3,440	86,0	425	72250	67850
	В - 11	1 ⁺	3,440	86,0	425	36550	34350
Контроль (кормление только К-111)	Н - 2	1 ⁺	3,214	80,4	405	91117	84957
	Н - 7	2 ⁺	1,704	85,2	800	95424	79324
	Н - 8	2 ⁺	1,704	85,2	802	95663	80263

Таблица 27 – Рыбопродуктивность производственных прудов

Варианты	№ и категория пруда	Возраст рыбы	Общая рыбопродуктивность, кг/га	Рыбопродуктивность (кг/га), полученная за счет		
				зоопланктон	зообентоса	комбикормов
I (кормление МКК с 20 июня)	В - 4	1 ⁺	1280,0	20,6	59,4	1200,0
	В - 5	2 ⁺	1490,0	11,7	59,7	1418,6
	Н - 1	2 ⁺	1490,0	32,6	62,4	1399,7
II (кормление МКК с 20 июля)	В - 6	1 ⁺	1410,0	38,7	51,6	1338,7
	В - 7	1 ⁺	1300,0	19,9	58,4	1228,7
	В - 10	1 ⁺	1360,0	30,0	65,0	1265,0
	В - 11	1 ⁺	1370,0	35,6	59,4	1275,0
Контроль (кормление только К-111)	Н - 2	1 ⁺	1210,0	32,0	63,0	1115,0
	Н - 7	2 ⁺	1133,2	3,9	58,5	1070,8
	Н - 8	2 ⁺	1146,6	10,0	42,9	1093,7

Во втором варианте, в котором двухлетка карпа перевели на МКК только с 20 июля, рыбопродуктивность оказалась даже несколько выше, чем в контроле.

Кормовой коэффициент (табл. 28) при использовании МКК не превышал нормативных показателей. По двухлетку он варьировал от 2,6 до 3,8, по трехлетку – 3,2-4,3. В контрольных прудах данный показатель по двухлетку равнялся 4,1, по трехлетку – 2,8-3,3. При этом процентное соотношение использованных комбикормов по вариантам за период выращивания рыбы было следующим: в первом варианте – К-111 – 20, МКК – 80%, во втором варианте – К-111 – 49, МКК – 51% и в контроле – 100% К-111.

Таблица 28 – Затраты комбикормов на опытных прудах

Варианты	№ и категория пруда	Возраст рыбы	Затраты комбикорма, т			Кормовой коэффициент
			всего	К-111	МКК	
I (кормление МКК с 20 июня)	В – 4	1 ⁺	62	18	44	2,6
	В – 5	2 ⁺	120	20	100	3,2
	Н – 1	2 ⁺	444	87,5	356,5	4,3
II (кормление МКК с 20 июля)	В – 6	1 ⁺	101	59	42	3,6
	В – 7	1 ⁺	57	40	17	2,2
	В – 10	1 ⁺	256	95	161	3,8
	В – 11	1 ⁺	95	54	41	2,8
Контроль (кормление только К-111)	Н – 2	1 ⁺	349	349	-	4,1
	Н – 7	2 ⁺	255	255	-	3,3
	Н – 8	2 ⁺	222	222	-	2,8

Выводы. Опыты, проведенные на производственных прудах рыбхоза «Новоселки», подтвердили правильность установленных ранее сроков перевода карпа с кормления традиционным комбикормом К-111 на малокомпонентный.

В силу физиологических особенностей питания карпа в течение вегетационного сезона перевод с белковых кормов на углеводистые при соответствующем уровне развития естественной кормовой базы совершенно не сказывается отрицательным образом на его прирост и рыбопродуктивность в целом.

3.5.4 Биохимический состав товарного карпа, выращенного на разных кормах

В решении проблемы обеспечения населения качественными, экологически чистыми продуктами питания, полноценным животным белком большое значение придаётся рыбным продуктам. Здоровье, производительность труда человека непосредственно связаны с полноценностью его рациона, с поступлением в организм всех необходимых питательных и биологически активных веществ и микроэлементов.

Ценность рыбы, как продукта питания, определяется значительным содержанием протеина (белка). Однако, помимо полноценных белков, в рыбе содержатся легкоусвояемые жиры, минеральные вещества, а также небольшое количество углеводов, ферментов, водо- и жирорастворимых витаминов [59].

По биохимической ценности белки мяса рыб не уступают белкам мяса теплокровных животных. Они легче перевариваются и усваиваются организмом человека [7, 142, 157]. Обычно усвояемость белков рыбьего мяса человеком равна 97,0 %, а рыбьих жиров – 91 % [59].

Во время облова из разных участков опытных прудов была отобрана рыба (по 30 шт.) для последующего анализа. При этом определяли длину, массу рыбы, коэффициент упитанности по Фультону, содержание влаги, жира и белка в филейной части.

Выращенный двухлеток карпа в прудовом хозяйстве на разнокачественных кормах имел свои отличия по морфометрическим показателям. По среднештучной массе карп в опытном пруду был больше на 12,9 % по сравнению с контролем, данное различие статистически не достоверно (табл. 29).

Таблица 29 – Морфометрические показатели двухлетка карпа («Новоселки», 2007г.)

Показатели	Опыт	Контроль
Среднештучная масса, г	587±82,4	511,6±173,8
Длина, см	27,9±1,3	25,3±2,9
Коэффициент упитанности по Фультону	2,7±0,22	3,1±0,33

Статистически достоверные различия получены по длине тела (карп в опытном пруду был на 9,3% длиннее, чем в контрольном), по коэффициенту упитанности (контрольный карп превышал на 12,9 %, опытного). Данные показатели свидетельствуют о том, что наиболее прогонистая форма тела была у карпа опытной группы.

В ходе проведенных исследований биохимического состава карпа получены следующие результаты (табл. 30).

Таблица 30 – Биохимический состав двухлетка карпа (рыбхоз «Новоселки», 2007г.)

Возраст рыбы	Влага, %	Сухое вещество, %	Белок, %	Жир, %
Товарный двухлеток (контроль)	73,7±1,8	26,3±1,83	17,2±0,4	9,7±2,1
Товарный двухлеток (опыт)	68,5±1,5	31,5±1,5	18,1±1,5	13,5±0,75

Среднее содержание влаги в филе карпа, выращенного в контрольном пруду, где весь сезон скармливали комбикорм К-111, было на 5,2% выше, чем у карпа из опытного пруда, выращенного на комбикорме МКК (P<0,05). В соответствии с этим сухого вещества было достоверно (P<0,05) больше в опытной рыбе (31,5%), чем в контрольной

(26,3%).

Содержание белка в мясе товарного карпа, выращенного в опытных прудах, составило $18,1 \pm 1,5\%$, в контрольном – $17,2 \pm 0,4\%$ ($P > 0,05$), жира – $13,5 \pm 0,75$ и $9,7 \pm 2,1$, соответственно ($P < 0,05$).

Исследования показали, что содержание белка в мясе карпа в обоих вариантах в осенний период было выше, чем по нормативным данным (16 %) [59, 158]: в опытных прудах – на 2,1, в контрольном – на 1,2%.

Содержание жира в мясе карпа из опытного пруда на 9,9 % превышает справочные данные (3,6%) [59, 158], а из контрольного – на 6,1%. Различие статистически достоверно ($P < 0,05$).

В зависимости от содержания жира, рыб по упитанности подразделяют на четыре группы: тощие – с содержанием жира до 2%, среднежирные – с содержанием жира от 2 до 8%, жирные – с содержанием жира от 8 до 15% и особожирные – с содержанием жира более 15% [158]. Данные, полученные нами в результате эксперимента, показали, что товарный карп, выращенный в прудовом хозяйстве «Новоселки» (как в опытных, так и в контрольных прудах), относится к группе жирных.

Превышение содержания сырого жира в мясе карпа из опытных прудов объясняется тем, что этот карп получал высокоуглеводистые (на основе зерна) корма, которые этому способствуют.

Более того, карп, выращенный на кормах, не содержащих сырья животного происхождения, не имеет посторонних запахов в процессе кулинарной обработки.

Выводы. Анализ биохимического состава показал, что содержание жира в филейной части опытной рыбы на 3,8% больше, чем у контрольной ($P < 0,05$). Содержание белка было в норме, не ниже 16%. Коэффициент упитанности составил $2,7 \pm 0,22$ и $3,1 \pm 0,33$, соответственно, что позволяет отнести оба варианта к группе «жирная».

Частичная замена традиционных комбикормов К-111 на более дешевые низкобелковые (МКК) не ухудшает морфометрические показатели и даже улучшает вкусовые качества выращенного карпа.

3.5.5 Физиологическое состояние товарного карпа, выращенного на разных кормах

Для оценки физиологического состояния выращиваемой рыбы в период вегетационного сезона использовали концентрационные показатели крови, которые характеризуют дыхательную, защитную функции организма и белковый обмен. Показатели красной крови (содержание Hb, количество эритроцитов) в опыте и контроле находились в пределах нормы, причем в опыте они оказались несколько выше (табл. 31).

Таблица 31 – Гематологические показатели товарного карпа, выращенного на разнокачественных кормах (рыбхоз «Новоселки», 2007 г.)

Показатели	Опыт		Контроль		
	дата отбора проб				
	17.06	17.08	17.06	17.08	
Гемоглобин, г/л	101,0±2,2	96,0±2,5	91,0±6,1	81,0±2,9	
Эритроциты, млн./мкл.	1,44±0,014	1,60±0,017	1,33±0,022	1,57±0,025	
Лейкоциты, тыс.мкл	23,5±1,9	21,5±0,9	22,3±0,8	21,4±1,4	
СОЭ, мм/г	2,9±0,4	2,4±0,3	2,6±0,8	2,5±0,7	
Общий белок, г/л	4,76±0,38	4,80±0,11	4,21±0,25	4,63±0,34	
Агранулоциты, %	лимфоциты	82,4±1,2	81,2±1,0	82,7±1,8	81,6±1,6
	моноциты	9,8±0,8	9,6±0,9	9,6±0,9	9,5±1,0
Гранулоциты, %	нейтрофилы палочко-ядерные	2,2±0,49	2,3±0,26	1,9±0,33	2,1±0,36
	нейтрофилы сегменто-ядерные	2,6±0,37	2,2±0,29	1,8±0,33	1,7±0,18
	эозинофилы	1,4±0,25	1,8±0,24	2,1±0,26	2,2±0,26
	базофилы	1,4±0,24	1,6±0,27	2,0±0,26	2,0±0,31
Фагоцитарная активность лейкоцитов, %	36,3±0,29	38,0±0,44	35,7±0,37	38,2±0,45	
Фагоцитарный индекс, ФИ	3,4±0,08	3,6±0,06	3,3±0,04	3,8±0,06	
Фагоцитарное число, ФЧ	1,25±0,7	1,39±0,6	1,15±0,9	1,41±0,8	

Содержание общего белка в сыворотке крови находилось в обоих вариантах на верхней границе нормы, что характерно для данного возраста рыбы и вегетационного сезона. Содержание лейкоцитов и СОЭ – в пределах нормы, но, как и по гемоглобину, в опыте как бы идет некоторая мобилизация сил в ответ на изменение качества корма.

Лейкоцитарная формула характерна для карпов, и патологических сдвигов не отмечается. Фагоцитарная активность лейкоцитов фагоцитарный индекс и фагоцитарное число практически не различаются. Все указанные показатели свидетельствуют о том, что карп в течение недели успешно адаптируется к новому виду корма. При этом не страдают его физиологическое состояние и иммунный статус.

В конце выращивания по гематологическим показателям товарного карпа заметных различий между опытом и контролем не установлено. Показатели гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов и СОЭ соответствовали физиологической норме для товарного карпа. Исключение составляет лишь содержание белка в сыворотке крови: у опытных рыб оно было на 7,6 % больше, чем у контрольных (табл. 32).

Таблица 32 – Гематологические показатели крови карпа опытных прудов в конце выращивания

Показатели	Опыт	Контроль
Гемоглобин, г/л	87,1±1,1	88,5±4,4
Эритроциты, млн./мкл.	1,42±0,02	1,3±0,03
Лейкоциты, тыс. мкл	59,5±1,55	57,9±1,21
СОЭ, мм/г	2,8±0,88	2,4±0,04
Общий белок, г/л	4,9±0,15	4,6±0,13

Патологических изменений в крови рыб, как опытной, так и контрольной групп, не обнаружено. В целом картина крови изученных экземпляров соответствует сезонной физиологической норме для рыб данного возраста.

Выводы. Использование МКК не оказывает отрицательного воздействия на физиологическое состояние рыбы, о чем свидетельствуют гуморальные показатели, которые находились в пределах физиологических норм.

Патологические изменения не обнаружены ни в опыте, ни в контроле.

3.5.6 Анализ экономической эффективности различных комбикормов, примененных в кормлении карпов

Рыбоводство и рыболовство во внутренних водоемах – важные источники увеличения продовольственных ресурсов страны. Наиболее управляемыми по производственным процессам, интенсификации и максимальному использованию естественных ресурсов водоемов являются рыбоводство прудовое, на теплых водах, бассейновое, выращивание рыбы в садках на водохранилищах и в других крупных водоемах [99].

Прудовое рыбоводство является наиболее традиционной формой ведения рыбного хозяйства. Поступающая на рынок живая и парная рыба прудового разведения пользуется неизменным спросом потребителей, обеспечивая высокую экономическую эффективность рыбоводческих предприятий. Затраты на производство 1 т мяса почти в 4 раза больше, чем на производство 1 т рыбной продукции [181].

Производство рыбы и рыбной продукции в агропромышленном комплексе республики сосредоточено на 28 предприятиях, из которых рыбоводством и рыболовством занимаются 19 хозяйств, располагающих 20,5 тыс. га прудовых площадей, 20 тыс.м² садков и бассейнов, 40 тыс. га озер и 2,5 тыс. км рек. Существующие производственные мощности рыбоводных хозяйств позволяют выращивать 17,5 тыс. т прудо-

вой рыбы в год, воспроизводить до 900 млн. личинок [181]. В рыбхозах производят 78-81% рыбной продукции, при этом в структуре вылова рыбы в прудах в основном доминирует карп (84%). Коммерческая привлекательность товарного выращивания карпа зависит от его экономической эффективности. Это относительный показатель, отражающий рентабельность товарных хозяйств, или объем получаемой ими прибыли от реализации выращенной рыбы на рубль затрат. Из определения следует, что основное влияние на рентабельность продукции оказывают рыночная цена и ее себестоимость [87].

Из полученных результатов следует, что удельные затраты МКК не выше, чем комбикорма К-111. Поскольку цена первых из них ниже, то и в целом затраты на комбикорма в обоих опытных вариантах меньше, чем в контрольном (табл. 33). При расчете себестоимости карпа на корма брали 60% всех затрат, для расчета прибыли отпускную цену мелкого и среднего карпа считали 3200 руб./кг, крупного – 3800 руб./кг.

Таблица 33 – Затраты кормов и экономическая эффективность использования малокомпонентных комбикормов (рыбхоз «Новоселки», 2007 г.)

Варианты	№ и назначение пруда	Затраты на комбикорма, тыс. руб.				Себестоимость, тыс.руб./кг карпа	Прибыль, тыс.руб./кг	Рентабельность, %
		К-111	МКК	всего	на кг рыбы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I (кормление МКК с 20 июня)	В-4	10858	16958	27816	1,22	2,1	1,1	52
	В-5	12064	38545	50609	1,43	2,5	1,3	52
	Н-1	52780	137395	190175	1,94	2,5	1,3	52
II (кормление МКК с 20 июля)	В-6	35589	16187	51776	1,93	3,0	0,2	6,7
	В-7	24128	6552	30680	1,25	2,4	0,8	3,3
	В-10	57304	62049	119353	1,88	2,7	0,5	18,5
	В-11	32573	15801	48374	1,52	2,2	1,0	45
Контроль (все время К-111)	Н-2	210516	-	210516	2,69	3,8	0	0
	Н-7	153816	-	153816	2,05	3,5	0,3	8,6
	Н-8	133910	-	133910	1,75	3,6	0,2	5,6

Как показали результаты расчетов, самая низкая себестоимость рыбы получилась в варианте I, где дольше кормили МКК (2,4 тыс. руб./кг). Во втором варианте она составила в среднем 2,6 тыс. руб./кг, а в контроле – 3,6 тыс. руб./кг. В результате и самая высокая рентабельность получена в I варианте, а самая низкая – в контроле. Эконо-

мический эффект на опытных прудах составил 600 руб./кг выращенной рыбы.

На основании полученных результатов подготовлены Рекомендации по кормлению разновозрастного карпа малокомпонентными комбикормами. Согласно этим рекомендациям, товарного карпа-трехлетка следует переводить на МКК после 20 июня. До этого в течение недели им следует давать смесь комбикормов рецептов МКК и К-111. Двухлетка карпа, выращиваемого на товар, рекомендовано переводить на МКК на месяц позже при достижении им навески 240-250г.

Выводы. Опыты, проведенные на производственных прудах, подтвердили, что рациональное кормление карпа заключается в переводе в определенные сроки двух- и трехлетка карпа на кормление более дешевыми углеводистыми МКК.

В силу физиологических особенностей питания карпа в течение вегетационного сезона перевод с белковых кормов на углеводистые при соответствующем уровне развития естественной кормовой базы сказывается положительным образом на приросте и рыбопродуктивности.

Применяя малокомпонентные комбикорма в кормлении трехлетка карпа, можно получить рентабельность около 50%, двухлетка – в среднем – 18-20%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абросимова, Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. – Ростов-на-Дону : Эверест, 2005. – 219 с.
2. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенова, Б. А. Скопинцев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1973. – 260 с.
3. Александров, С. Н. Садковое рыбоводство : учеб. пособие / С. Н. Александров. – М. : АСТ; Донецк : Сталкер, 2005. – 270 с.
4. Алимов, И. А. Производственный опыт по кормлению рыб в современных условиях / И. А. Алимов, Т. Н. Лесина // Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК» : материалы Междунар. науч. конф. (Москва, 17-19 дек. 2007 г.). – М., 2007. – С. 124-127.
5. Амелютин, В. М. Замена рыбной муки белковыми продуктами микробиосинтеза в кормах для карпа. Особенности питания карпа кормами с продуктами микробиосинтеза при автокормлении в тепловодном рыбоводстве / В. М. Амелютин. – Л., 1985. – 22 с.
6. Аминова, В. А. Физиология рыб / В. А. Аминова, А. А. Яржомбек. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 116 с.
7. Антипова, Л. В. Расширение ассортимента рыбных продуктов / Л. В. Антипова // Рыбное хозяйство. – 2002. - № 2. – С. 35-37.
8. Бакумова, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений/ В. А. Бакумова. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
9. Баум, А. Е. Комбикормовая промышленность СССР / А. Е. Баум, А. П. Мазник, А. Н. Шевченко. – М. : ЦИНТИ «Госкомзага», 1967. – 37 с.
10. Бергнер, Х. Научные основы питания сельскохозяйственных животных / Х. Бергнер, Х. Кетц. – М. : Колос, 1973. – 597 с.
11. Берман, Ш. А. Пристеночное пищеварение у рыб / Ш. А. Берман, И. К. Саленице // Вопросы ихтиологии. – Л., 1966. – Т. 6. – Вып. 4(39). – С. 720-724.
12. Боруцкий, Е. В. Определитель свободноживущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам и кишечникам рыб / Е. В. Боруцкий. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 670 с.
13. Васильева, Л. М. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / Л. М. Васильева, С. В. Пономарев, Н. В. Судакова. – Астрахань : НПЦ по осетроводству «БИОС»; ГУП Издательско-полиграфический комплекс «Волга», 2000. – 87 с.

14. Вергина, И. А. Эколого-морфологические особенности пищеварительного тракта некоторых карпообразных рыб / И. А. Вергина. – М. : ВИНТИ, 1969. – 37 с.
15. Веригина, И. А. Эколого-морфологические особенности пищеварительной системы костистых рыб / И. А. Веригина, И. М. Жолдасова. – Ташкент : ФАН Узбекской ССР, 1982. – 152 с.
16. Винберг, Г. Г. Продукция планктонных ракообразных в трех озерах разного типа / Г. Г. Винберг, В. В. Печень // Зоологический журнал. – 1965. – Т. 21, № 5. – С. 676-687.
17. Витатеа, Л. Философия аквакультуры / Л. Витатеа // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 54-57.
18. Вода рыбоводческих прудов: СТБ 1943-2009. – Введен 01.08.2009. – Минск : БелГИСС, 2009. – 16 с.
19. Воронина, В. П. Влияние крупности размола комбикормов на эффективность использования гранул сухого прессования двухлетками карпа / В. П. Воронина // Сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. – М., 1976. – Вып. 16 : Биотехника товарного рыбоводства. – С. 129-136.
20. Выращивание сеголетков карпа на комбикорма с использованием хлореллы / В. М. Варшавский [и др.] ; Ставропольский СХИ. – Ставрополь, 1989. – 7 с.
21. Галковская, Т. А. Планктонные коловратки и их роль в продуктивности водоемов : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Галковская Т.А. ; Бел. гос. ун-т им. В. И. Ленина. – Минск, 1965. – 21 с.
22. Гримальский, В. В. Энергетический баланс карпа / В. В. Гримальский, А. М. Винницкая, Н. И. Емильянов // Воспроизводство и выращивание рыб в водоемах Молдовы. – Кишинев, 1991. – С. 33-39
23. Грициняк, І. І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб / І. І. Грициняк. – Київ : «Рибка моя», 2007. – 306 с.
24. Демидов, П. Г. Технология комбикормового производства / П. Г. Демидов. – М. : «Колос», 1968. – 223 с.
25. Демидов, П. Г. Технология комбикормового производства / П. Г. Демидов. – М. : «Пищепромиздат», 1954. – 284 с.
26. Догадина, Т. В. Жовто-зелені водорості стічних вод / Т. В. Догадина // Украинский ботан. журн. – 1972. – Т. 29, № 1. – С. 114-116.
27. Дума, Л. Н. Влияние углеводородных дрожжей в рационе сеголеток карпа на рост и обмен веществ в зимний период / Л. Н. Дума, М. А. Щербина // Биохимия молоди рыб в зимовальный период. – М., 1987. – С. 53-59.
28. Егоров, С. Н. Исследование влияние некоторых природных и антропогенных факторов на эффективность мембранного пищеварения карпа : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Егоров С.Н. – Астрахань, 1995. – 24 с.

29. Егоров, С. Н. Исследование влияния некоторых факторов среды на эффективность мембранного пищеварения у карпа *Surginus carpio*(L). / С. Н. Егоров, В. Н. Егорова // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : материалы 2-ой Междунар. конф. (Адлер, 4-7 окт. 1999 г.). – Краснодар, 1999. – С. 192.
30. Егоров, С. Н. Исследование влияния субстратной нагрузки на пищеварительную функцию кишечника карпа при переходе от голодания к питанию / С. Н. Егоров // Материалы 40-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава Астраханского гос. техн. ун-та. – Астрахань, 1996. – С. 69-74.
31. Елеонский, А. Н. Прудовое рыбоводство / А. Н. Елеонский. – М., 1946. – 325 с.
32. Желтов, Ю. А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах / Ю. А. Желтов, А. А. Алексеенко. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – 169 с.
33. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – С. 22-23.
34. Желтов, Ю. А. Опыт кормления карпов комбикормом разного помола с вводом технического альбумина / Ю. А. Желтов, В. С. Просяный, Л. Н. Швец // Сб. науч. тр. / Укр. НИИРХ. – К., 1972. – Вып. 14 : Рыбное хозяйство. – С. 17-20.
35. Желтов, Ю. А. Организация кормления разновозрастного карпа в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – 282 с.
36. Желтов, Ю. А. Рациональное кормление карповых в аквакультуре / Ю. А. Желтов. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2008. – 408 с.
37. Желтов, Ю. А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве / Ю. А. Желтов. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – 154 с.
38. Жердева, Е. П. Эффективность использования новых рецептов гранулированных кормосмесей при индустриальном выращивании сеголеток карпа : автореф. дисс... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Жердева Е.П. – Краснодар, 1995. – 23 с.
39. Журавлев, Е. М. Руководство по зоотехническому анализу кормов / Е. М. Журавлев. – М. : Изд-во с.-х. лит.-ры, журн. и плакатов, 1963. – 185 с.
40. Забудько, В. А. Рыбоводство : учебно-методическое пособие / В. А. Забудько, В. А. Герасимчик. – Витебск : УО ВГАМ, 2006. – 107 с.
41. Заготовка, хранение и использование плющеного зерна повышенной влажности // Белорусское сельское хозяйство. – Мн., 2004. - № 8. – С. 21-24.

42. Замахаев, Д. Ф. О компенсационном росте / Д. Ф. Замахаев // Сб. науч. тр. / Акад. наук СССР. – М., 1967. – Т. 7, вып. 2(43) : Вопросы ихтиологии. – С. 303-325.
43. Зубарева, Э. Л. Товарное выращивание карпа в садках на водохранилищах-охладителях Среднего Урала / Э. Л. Зубарева // Пути повышения эффективности выращивания рыбы в прудах и промышленных водоемах Сибири. – 1985. – Т. 33. – С. 26-29
44. Иванов, А. А. Физиология рыб : учеб. пособие / А. А. Иванов. – М. : Мир, 2003. – 284 с.
45. Иванов, Д. И. Соотношение естественного и искусственного корма в кишечном тракте личинок и ранней молоди карпа / Д. И. Иванов // Сб. науч. тр. / ГосНИОРХ. – Л., 1981. – Вып. 175 : Научные основы кормления рыб в тепловодном рыбоводстве. – С. 122-128.
46. Иванова, Т. Н. Атлас крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб) / Н. Т. Иванова. – М. : Легкая пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
47. Ильина, И. Д. Особенности пищеварения личинок карпа / И. Д. Ильина, В. И. Турецкий // Сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. – М., 1986. – Вып. 49 : Биологические основы рационального кормления рыбы. – С. 45-54.
48. Ильина, И. Д. Сравнительное исследование активности пищеварительных протеаз в раннем постэмбриогенезе рыб / И. Д. Ильина // Экология, физиология и биохимия рыб : материалы V Всесоюзной конф. (Киев, 1982 г.). – Киев, 1982. – С. 45-47.
49. Инструкция по сбору и обработке материала для исследования питания рыб в естественных условиях. – М. :ВНИРО, 1971. – Ч. 1. – 66 с.
50. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. – М. : ВНИИПРХ, 1986. – 50 с.
51. Калиновская, О. П. Водостойкие гранулированные комбикорма / О. П. Калиновская. – М. : Пищевая промышленность, 1975. – 161 с.
52. Камлюк, Л. В. Динамика и продукция популяций массовых видов ветвистоусых ракообразных прудового планктона / Л. В. Камлюк, В. П. Ляхнович // Гидробиологический журнал. – 1977. – Т. XIII, № 1. – С. 48-55.
53. Камлюк, Л. В. Закономерности функционирования зоопланктонного сообщества экосистем рыбоводных прудов : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук : 03.00.18 / Камлюк Л.В. – Минск, 1992. – 39 с.
54. Камлюк, Л. В. Особенности формирования зоопланктона и его использование в натуральных карповых прудах разной плотности зарыбления / Л. В. Камлюк // Тез. докл. Всесоюзной науч. конф. по товарному прудовому и озерному рыбоводному хозяйству. – М. : ВНИИПРХ, 1978. – С. 39-40.

55. Камлюк, Л. В. Рыбопродуктивность и средства интенсификации прудового рыбоводства Республики Беларусь за послевоенный период / Л. В. Камлюк // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 7-9 дек. 1999 г.). – Горки, 1999. – С. 20-21.

56. Канидьеv, А. Н. Инструкция по кормлению рыб гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыбхоза СССР/ А. Н. Канидьеv, Е. А. Гамыгин, И. Н. Остроумова. – М., 1986. – 32 с.

57. Карзинкин, Г. С. К изучению физиологии пищеварения рыб / Г. С. Карзинкин // Труды Лимнологической станции в Косине. – М., 1932. – Вып. 15. – С. 85-121.

58. Карзинкин, Г. С. Основы биологической продуктивности водоемов / Г. С. Карзинкин. – М. : Пищепромиздат, 1952. – 340 с.

59. Клейменов, И. Я. Пищевая ценность рыбы / И. Я. Клейменов. – М. : Пищевая промышленность, 1971. – 153 с.

60. Козинец, А. И. Эффективность использования плющеного зерна, консервированного препаратом Промир, в рационах молодняка крупного рогатого скота / А. И. Козинец // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Гродно, 2004. – Т. 39. – С. 233-237.

61. Козлов, В. И. Справочник фермера-рыбовода / В. И. Козлов. – М. : Изд-во ВНИРО, 1998. – 448 с.

62. Козлова, Т. В. Качественный состав фитопланктона и зообентоса при различных методах интенсификации прудового рыбоводства / Т. В. Козлова. – Горки : БГСХА, 2007. – 176 с.

63. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления / Е. А. Гамыгин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 168 с.

64. Кончиц, В. В. Основные факторы влияющие на рыбопродуктивность нагульных прудов / В. В. Кончиц // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыбного хозяйства НАН Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 95-102.

65. Кончиц, В. В. Стимулирование естественной кормовой базы рыбоводных прудов / В. В. Кончиц // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 23-27 авг. 2004 г.) / Ин-т рыбного хозяйства НАН Беларуси. – Минск, 2004. – С. 310-313.

66. Копылова, Т. В. Рыбопродуктивность прудов рыбопитомника «Шеметово» / Т. В. Копылова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр./ Ин-т рыбного хозяйства НАН Беларуси. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 195-212.

67. Кох, В. Рыбоводство: пер. с нем. / В. Кох, О. Банк, Г. Йенс. – М. : Пищевой промышленности, 1980. – 218 с.

68. Краюхин, Б. В. Физиология пищеварения пресноводных костистых рыб / Б. В. Краюхин. – М. : АН СССР, 1963. – 140 с.

69. Крючкова, Н. В. Роль зоопланктона в процессах самоочищения водоемов : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Крючкова Н.В. ; Бел. гос. ун-т им. В.И. Ленина. – Минск, 1968. – 25 с.
70. Кузьмина, В. В. Особенности мембранного пищеварения у пресноводных костистых рыб / В. В. Кузьмина // Вопросы ихтиологии. – Л., 1977. – Т. 17, вып. 1(102). – С. 111-118.
71. Кузьмина, В. В. Особенности мембранного пищеварения у рыб разных экологических групп / В. В. Кузьмина // Экологическая физиология рыб. – К., 1976. – Ч. 2. – С. 109-110.
72. Кузьмина, В. В. Применение метода последовательной десорбции α -амилазы с отрезка кишки при изучении мембранного пищеварения у рыб / В. В. Кузьмина // Вопросы ихтиологии. – Л., 1976. – Т. 5, вып. 4(100). – С. 944-946.
73. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР / Л. А. Кутикова. – Л. : Наука, 1970. – 744 с.
74. Кушак, Р. И. Пищеварительно-транспортная система энтероцитов / Р. И. Кушак. – Рига : Зинанте, 1983. – 304 с.
75. Лазарев, И. П. Фуражное зерно в кормлении прудового товарного карпа / И. П. Лазарев // Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. – М., 1987. – С. 64-65.
76. Лазарев, И. П. Влияние скармливания зерна трехлеткам карпа на химический состав тела и некоторые показатели крови рыб / И. П. Лазарев // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства : сб. науч. тр. – М., 1985. – Вып. 45. – С. 62-65.
77. Лазарев, И. П. Фуражное зерно в кормлении двухлетков карпа / И. П. Лазарев // Вопр. интенсификации прудового рыбоводства. – Л., 1987. – С. 78-83.
78. Ланге, Н. О. Развитие кишечника сазана, воблы и леща / Н. О. Ланге // Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития. – М.-Л., 1948. – С. 182-218.
79. Лебедева, Н. А. Химический состав тушек товарного карпа, выращенного в прудовом и индустриальном тепловодном хозяйствах в осенний период / Н. А. Лебедева // Вопросы ветеринарии и ветеринарной биологии : сб. науч. тр. молодых ученых / Московская гос. акад. вет. мед. и биотехнологии. – М., 2006. – С. 203-205.
80. Левченко, В. И. Производство гранулированных комбикормов для рыб / В. И. Левченко, Ю. А. Желтов, В. С. Просяный // Рыбное хозяйство : сб. науч. тр. / Укр. НИИРХ. – К., 1970. – Вып. 12. – С. 70-74.
81. Литвинова, Т. Г. Нормативи показників якості води джерел водопостачання, ставів при вирощуванні риби та галузеві технологічні нормативи утворення забруднюючих речовин при скиданні вод в період обловів ставів / Т. Г. Литвинова. – К., 1998. – 10 с.

82. Литвинова, Т. Г. Тимчасові норми гранично допустимих скидів органічних речовин та біогенних елементів для ставових рибних господарств України / Т. Г. Литвинова // Інтенсивне рибицтво. – К. : Аграрна наука, 1995. – С. 174-177.

83. Лурье, Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод СССР: гидрохимический институт / Ю. Ю. Лурье. – Л. : Гидрометеоиздат, 1978. – Вып. 1. – 144 с.

84. Мамонтов, Ю. П. Аквакультура России / Ю. П. Мамонтов // Рыбное хозяйство. – 2003. - № 3. – С. 46-49.

85. Мамонтов, Ю. П. Будущее за аквакультурой / Ю. П. Мамонтов, И. К. Остроумова // Рыбное хозяйство. – М., 1999. – Вып. 6. – С. 3-11. – (Сер. Аквакультура / Информпакет «Аквакультура: проблемы и достижения»)

86. Мануйлова, Е. Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР / Е. Ф. Мануйлова. – Л. : Наука, 1970. – 326 с.

87. Маньшина, А. А. Оценка экономической эффективности отдельных производственных процессов и способов выращивания осетровых / А. А. Маньшина // Лекционный материал Международного научно-практического семинара по осетроводству. – Астрахань, 2007. – С. 11-14.

88. Мартышев, Ф. Г. Возрастной подбор в карповодстве / Ф. Г. Мартышев, И. М. Анисимова, Ю. А. Привезенцев. – М. : Колос, 1967. – 80 с.

89. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л. : ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.

90. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л. : ГосНИОРХ, 1984. – 52 с.

91. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. – Л. : ГосНИОРХ, 1974. – 40 с.

92. Методические указания по обеззараживанию, обезвреживанию и использованию сырья и готовой продукции в комбикормовой промышленности и сельскохозяйственных предприятиях. – Минск, 2003. – 35 с.

93. Методические указания по организации гидрохимической службы в прудовых рыбоводных хозяйствах. – М. : ВНИИПРХ, 1976. – 115 с.

94. Методические указания по проведению гематологического обследования у рыб : утв. Минсельхозпрод России 02.02.99 г. – М. : ВНИИПРХ, 1999. – 38 с.

95. Мухина, Р. И. Влияние содержания белка в кормовых рационах на рост и физиологическое состояние двухлетков карпа / Р. И. Мухина

// Индустриальные методы рыбоводства : сб. науч. тр. – М. : ВНИИ-ПРХ, 1976. – Вып. 26. – С. 83-93.

96. Никулина, В. Н. Взаимоотношения фито- и зоопланктона / В. Н. Никулина, Б. Л. Гутельмахер // Общие основы изучения водных экосистем. – Л. : Наука, 1979. – С. 223-236.

97. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.

98. Определитель пресноводных водорослей СССР / под ред. М. Голлербаха. – М.-Л. : Наука, 1983. – Т. 116. – 479 с.

99. Организация сельскохозяйственного производства и менеджмент: учеб. пособие для вузов / Ф. К. Шакиров [и др.] ; под общ. ред. Ф. К. Шакирова, Ю. Б. Королева. – М. : КолосС, 2008. – 607 с.

100. ОСТ 15.372-87. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования : утв. Минрыбхозом СССР 17.12.1987, № 655. – Введен 01.01.1988. – М., 1988. – 17 с.

101. Остроумова, И. Н. Особенности пищевых потребностей у рыб с различной температурой обитания и пути повышения эффективности их кормления / И. Н. Остроумова // Сб. науч. трудов / Гос. НИИ озерного и речного рыбного хоз-ва, НПО по промысловому. и тепловодному рыбоводству. – М., 1988. – Вып. 275. – С. 5-25

102. Остроумова, И. Н. Проблема белка и биостимуляторов в кормлении рыб / И. Н. Остроумова // Биологические основы кормления рыб при индустриальных методах разведения. – Л., 1977. – Т. 128. – С. 3-13.

103. Пегель, В. А. Физиология пищеварения рыб / В. А. Пегель // Труды Томского ГУ. – Томск, 1950. – Т. 108. – С. 340-376. – (Сер. Биология)

104. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки : справочник / И. В. Петрухин. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 526 с.

105. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений : учеб. пособие / Б. П. Плешков. – М. : Колос, 1985. – 255 с.

106. Попков, Н. А. Корма и биологически активные вещества / Н. А. Попков. – Минск : Бел. наука, 2005. – С. 149-163.

107. Привезенцев, Ю. А. Выращивание рыб в малых водоемах / Ю. А. Привезенцев. – М. : Колос, 2000. – 128 с.

108. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство : учеб. пособие / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. – М. : Мир, 2004. – 456 с.

109. Привезенцев, Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство : учебное пособие / Ю. А. Привезенцев. – М. : Агропромиздат, 1991. – 368 с.

110. Примайченко, А. Д. Фитопланктон, первичная продукция и деструкция органического вещества / А. Д. Примайченко // Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. – Мн. : БГУ

им. В.И. Ленина, 1973. – С. 174-187.

111. Проучвания върху приложението на консервирани зърнени фуражи в шарановъдството. Използуване на влажно зърно в дажбите за двулетен шаран (*Surginus carpio L.*) / Л. Хаджиниколова [и др.] // Селскостоп. Наука Производство. – 1995. – Г. 33, бр. 23. – С. 42-44.

112. Пучков, Н. В. Физиология рыб / Н. В. Пучков. – М. : Пищепромиздат, 1955. – 365 с.

113. Радько, М. М. Научное обеспечение рыбной отрасли – залог успеха аквакультуры в республике Беларусь / М. М. Радько, В. Г. Костоусов // Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2006. – С. 24-26.

114. Рекомендации по рациональному использованию кормов в зимне-стойловый период 2004-2005 гг. // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. - № 11. – С. 10-14.

115. Романенко, В. И. Экология микроорганизмов пресных вод / В. И. Романенко, В. И. Кузнецов. – М. : Наука, 1974. – 354 с.

116. Рубцов, В. В. Влияние рационов кормления производителей карпа на морфологические особенности потомства / В. В. Рубцов, А. В. Петрушин // Морфологические исследования в практике здравоохранения и животноводства. – М., 1984. – С. 151-155.

117. Рыбак-Маковец, В. Х. Роль фито- и бактериопланктона в питании пресноводных ракообразных : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.18 / Рыбак-Маковец В.Х. – Минск, 1983. – 37 с.

118. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств. – М. : ВНИИПРХ, 1985. – 56 с.

119. Рыжков, Л. П. Трансформация вещества и энергии пищи различными видами рыб / Л. П. Рыжков // Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. – Вильнюс, 1988. – С. 114-131.

120. Сабодаш, В. М. Рыбоводство / В. М. Сабодаш. – М. : ООО «Издательство АСТ» ; Донецк : Сталкер, 2005. – 301 с.

121. Сиверцев, А. П. Гранулированные и брикетированные комбикорма в прудовом рыбоводстве / А. П. Сиверцев. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 79 с.

122. Склярв, В. Я. Биокорн как источник протеина в комбикормах для карпа / В. Я. Склярв, П. В. Корчма, В. В. Хаблюк // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : материалы конф. – Адлер, 1999. – С. 219-220

123. Склярв, В. Я. Биологические основы рационального использования протеина в комбикормах для товарного откорма сеголетков карпа в садках / В. Я. Склярв, А. Ф. Овчаров, Л. В. Таран // Актуальные проблемы кормления рыб в индустриальном рыбоводстве : сб. науч. тр. – Л., 1981. – Вып. 176. – С. 117-125.

124. Скляров, В. Я. Комбикорма для рыб / В. Я. Скляров // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 24-25.
125. Скляров, В. Я. Справочник по кормлению рыб / В. Я. Скляров, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 120 с.
126. Смит, Л. С. Введение в физиологию рыб / Л. С. Смит. – М. : Агропромиздат, 1986. – 93 с.
127. Содержание арабиноксианов и β -глюкоанов в зерне злаковых культур / М. Н. Кириллов [и др.] // Комбикорма. – 2001. – № 2. – С. 46-47.
128. Соколов, А. Я. Комбикормовые заводы / А. Я. Соколов. – М. : Колос, 1970. – 432 с.
129. Сорвачев, К. Ф. Основы биохимии питания рыб / К. Ф. Сорвачев. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 247 с.
130. Способ получения искусственных кормов для рыб : а. с. № 1155228 СССР, МПК А01К61/02, А 23К 1/20 / Т. А. Соловьева, С. Г. Спиридонов, Н. М. Полосухина, А. М. Макухина, О. А. Гаврилова, А. В. Мартякова, В. Е. Бабенко. - № 3699942 ; заявл. 10.02.84 ; опубл. 15.05.85 // Описание изобретения. – 1985. - № 18. – 3 с.
131. Способ производства гранулированных комбикормов для рыб : а. с. № 446260 СССР, МПК А01К61/02, А 23К 1/14 / В. Я. Максаков, Г. Я. Вайстих, Н. В. Девятярова ; Всесоюзный науч.-исслед. ин-т комбикормовой промышленности. - № 1869041 ; заявл 03.01.73 ; опубл. 15.10.74 // Описание изобретения. – 1973. - № 38. – 2 с.
132. Способ производства гранулированных кормов для рыб : а. с. № 2221437 РФ, МПК А01К61/00, А 23К 1/18 / Е .А. Гамыгин, Т. И. Сазонова, И. В.Сушков, А. А. Передня ; Федеральное гос. унитарное предприятие «Всесоюз. НИИ пресноводного рыбного хозяйства». - № 2002116760 ; заявл. 25.06.02 ; опубл. 20.01.04 // Описание изобретения. – 2004. - № 2. – 10 с.
133. Способ производства гранулированных кормов для рыб : а. с. № 950261 СССР, МПК А01К61/02, А 23К 1/20 / Т. М. Сафронова, В. Д. Богданов ; Дальневосточный технический институт рыбной промышленности и хозяйства. - № 2761955 ; заявл. 28.02.79 ; опубл. 15.08.82 // Описание изобретения. – 1982. - № 30. – 3 с.
134. Способ производства искусственных кормов для рыб : а. с. № 228369 СССР, МПК А01К61/02, А 23К 1/14 / А. И. Чернявский, В. Д. Кармазин, О. П. Калиновская, И. Ш. Туктяев, А. И. Илюхин ; Львовский ордена Ленина политтехнический институт, Всесоюз. НИИ прудового рыбного хозяйства. - № 1175556 ; заявл. 25.07.67 ; опубл. 08.10.68 // Описание изобретения. – 1968. - № 31. – 2 с.
135. Способ производства искусственных кормов для рыб : а. с. № 244795 СССР, МПК А01К61/02, А 23К 1/14 / М. Я. Зицерман, М. И.

Полунина, Б. М. Беленький, А. П. Сиверцов, Т. П. Полстянко ; Всесоюзный НИИ зерна и его переработки, Всесоюзный НИИ прудового рыбного хозяйства. - № 1227265 ; заявл. 15.03.68 ; опубл. 28.05.69 // Описание изобретения. - 1969. - № 18. - 2 с.

136. Способ производство кормов для рыб : а. с. № 1567140 СССР, МПК А01К61/00, А 23К 1/20 / О. П. Калиновская, В. Я. Лысенко, Т. И. Сазонова ; Львовский политехнический институт им. Ленинского комсомола, Всесоюз. научно-производственное объединение по рыбоводству. - № 4282614 ; заявл. 13.07.87 ; опубл. 30.05.90 // Описание изобретения. - 1990. - № 20. - 5 с.

137. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыбы : пер. с нем. / В. Стеффенс. - М. : Агропромиздат, 1985. - 384 с.

138. Столович, В. Н. Изучение активности введенных экзогенных ферментов после грануляции комбикормов / Н. В. Столович, Н. Н. Гадлевская // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыбного хоз-ва НАН Беларуси ; редкол. : В. В. Кончиц [и др.]. - Мн. : Экономпресс, 2005. - Вып. 21. - С. 155-159

139. Столович, В. Н. О повышении эффективности использования зерна в кормлении карпа / В. Н. Столович, А. В. Астренков // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. - Минск, 2005. - Вып. 21. - С. 180-188.

140. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1962. - 444 с.

141. Студенецкий, С. А. Мировое производство продукции аквакультуры (данные ФАО) / С. А. Студенецкий // Рыбное хозяйство. - 2003. - № 6. - С. 46.

142. Студенцова, Н. А. Повышение качества рыбной продукции на основе современных научных достижений / Н. А. Студенцова, С. П. Григоренко, И. Н. Муравьева // Изв. вузов. пищ. технология. - 2004. - № 1. - С. 28-29.

143. Суховерхов, Ф. М. Поликультура в прудовом рыбоводстве/ Ф. М. Суховерхов // Рыбоводство и рыболовство. - 1961. - № 1. - С. 20-23

144. Суховерхов, Ф. М. Прудовое рыбоводство / Ф. М. Суховерхов. - М. : Сельхозиздат, 1963. - 423 с.

145. Сырье и кормовые продукты для рыб / М. А. Щербина [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2006. - № 5. - С. 21-25 .

146. Тамаш, Г. Выращивание посадочного материала в рыбоводных хозяйствах Венгрии : пер. с нем. / Г. Тамаш, Л. Хорват, И. Тельг. - М., 1985. - 128 с.

147. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С. В. Пономарев [и др.]. - Астрахань: Нова плюс, 2002. - 264 с.

148. Тимошина, Л. А. Введение синтетических аминокислот в корм двухлеткам карпа при содержании его в садках на теплых водах / Л. А. Тимошина, С. В. Ермакова, Ю. И. Соколов // Биологические основы кормления рыб при индустриальных методах разведения. – Л., 1977. – Т. 128. – С. 64-70.
149. Томіленко, В. Г. Розведення коропа / В. Г. Томіленко, С. М. Панченко, Ю. О. Желтов. – Київ : Урожай, 1978. – 104 с.
150. Трофимова, Л. В. Активность пищеварительных ферментов карпа при различном уровне белка в рационах и ее изменения при смене рационов / Л. В. Трофимова, Т. В. Щербина, М. А. Щербина // Виды кормов и методы кормления рыб : сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. – М., 1975. – Вып. 24. – С. 62-70.
151. Трофимова, Л. Н. Изменение интенсивности протеаз у карпа в зависимости от длительности содержания на диетах с качественно различными белками / Л. Н. Трофимова // Индустриальные методы рыбоводства : сб. науч. тр. – М. : ВНИИПРХ, 1974. – Вып. 3. – С. 173-181.
152. Уголев, А. М. Мембранное пищеварение. Полисубстратные процессы, организация и регуляция / А. М. Уголев. – Л. : Наука, 1972. – 210 с.
153. Фермерське рибництво / І. І. Грициняк [і інш.]. – Київ : Герб, 2008. – 560 с.
154. Физиология и биохимия ферментных адаптаций. Поджелудочная железа / А. А. Груздков [и др.] // Мембранный гидролиз и транспорт: Новые данные и гипотезы. – Л. : Наука, 1986. – С. 45-51.
155. Прудовое рыбоводство [Электронный ресурс] / Центральная научная сельскохозяйственная библиотека. – Москва, 2007. – Режим доступа : <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0015/base/RH/000568.shtm>. – Дата доступа : 25.03.2007.
156. Чикова, В. В. Разрушение антипитательных веществ в зерне сои с помощью экструзии / В. В. Чикова // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре / Краснодарский НИИРХ. – Адлер, 1999. – С. 221-222.
157. Шалдеева, Н. Влияние технологических факторов на качество фаршевой продукции / Н. Шалдеева // Рыбного хозяйство. – 1999. - № 6. – С. 13-14.
158. Шепелев, А. Ф. Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров / А. Ф. Шепелев, О. И. Кожухова. – Ростов-на Дону : Изд. центр «Март», 2001. – 154 с.
159. Шлыгин, Г. К. Приспособляемость железистого аппарата к роду пищи / Г. К. Шлыгин // Проблема биохимической адаптации. – М., 1966. – С. 165-173.
160. Шпет, Т. И. О влиянии условий среды на питание карпа / Т. И. Шпет // Тр. НИИРХ Минрыбпрома УССР. – Киев, 1952. – С. 68-107.

161. Шумилина, А. К. Переваримость искусственных кормов двухлетками карпа при товарном выращивании / А. К. Шумилина // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (7-9 дек. 1999). – Горки, 1999. – С. 94-96.

162. 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 // Вопросы физиологии и кормления рыб : сб. науч. тр. – М., 1999. – Вып. 74. – С. 55-76.

163. Щербина, М. А. Выращивание карпа в прудах: кормление/ М. А. Щербина, А. Ю. Киселев, А. Е. Касаткина. – Минск : Ураджай, 1992. – 136 с.

164. Щербина, М. А. Изменение активности амилазы у карпа в зависимости от длительности содержания на качественно различных диетах / М. А. Щербина // Индустриальные методы рыбоводства : сб. науч. тр. – М. : ВНИИПРХ, 1973. – Вып. 3. – С. 137-143.

165. Щербина, М. А. Изучение эффективности использования питательных веществ искусственных кормов прудовыми рыбами / М. А. Щербина // Рыбное хозяйство. – Киев, 1971. – Вып. 13. – С. 40-41.

166. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.

167. Щербина, М. А. Локализация всасывания основных органических веществ у рыб с различным строением пищеварительного тракта / М. А. Щербина, С. П. Тряпкина // Тезисы докладов II Всесоюзного симпозиума по физиологии и патологии всасывания в желудочно-кишечном тракте. – Одесса, 1973. – С. 141-143.

168. Щербина, М. А. Методика определения искусственных кормов рыбами с использованием инертных веществ / М. А. Щербина. – М. : ВАСХНИЛ, 1971. – 35 с.

169. Щербина, М. А. Методика определения переваримости искусственных кормов рыбами с использованием инертных веществ / М. А. Щербина. – М. : ВАСХНИЛ, 1971. – 35 с.

170. Щербина, М. А. Методические указания по физиологической оценке питательности кормов для рыб / М. А. Щербина. – М. : ВАСХНИЛ, 1983. – 83 с.

171. Щербина, М. А. Методическое руководство по применению комплекса химических методов для определения переваримости искусственных кормов рыбами / М. А. Щербина. – Киев : Укр. НИИРХ, 1969. – 32 с.

172. Щербина, М. А. Некоторые особенности процессов пищеварения у карпа (*Cyprinus carpio* L.) / М. А. Щербина // Биологические процессы в морских и континентальных водах. – Кишнев, 1970. – С. 420.

173. Щербина, М. А. Особенности формирования химуса и всасывания питательных веществ у рыб с разным строением пищеварительного тракта / М. А. Щербина // Актуальные проблемы экологической физиологии рыб. Биологические основы рыбоводства. – М. : Наука, 1984. – С. 245-274.

174. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов прудовыми рыбами / М. А. Щербина. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 132 с.

175. Щербина, М. А. Переваримость питательных веществ по мере прохождения пищи по кишечнику карпа / М. А. Щербина // Вопросы прудового рыбоводства. – М., 1967. – Т. XV. – С. 40-53.

176. Щербина, М. А. Физиологическая оценка питательности искусственных кормов / М. А. Щербина // Вопросы ихтиологии. – М., 1975. – Т. 15, вып. 2. – С. 338-345.

177. Щербина, М. А. Физиологические закономерности пищеварения у рыб в связи с морфологическими особенностями пищеварительного тракта и экологическими условиями (на примере *Syrpinus carpio* L. и *Salmo irideus* Gibb.) : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук : 03.00.10 / Щербина М.А. – М., 1980. – 52 с.

178. Щербина, М. А. Экструзия кормов для рыб: преимущества и недостатки / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин, И. А. Салькова // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Киев, 18-21 сент. 2000 г.). – Киев, 2000. – С. 267-270.

179. Щербина, М. А. Эффективность кормления можно повысить / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин, А. Д. Сапаров // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. - № 1. – С. 59-61.

180. Щербина, Т. В. Адаптация ферментосекретирующей деятельности пищеварительных желез карпа и качественно-различному корму / Т. В. Щербина, Л. Н. Трофимова // Физиология прудовых рыб : сб. науч. тр. – М. :ВНИИПРХ, 1975. – Вып. 12. – С. 34-40.

181. Экономика предприятий и отраслей АПК : учебник / П. В. Лециловский [и др.]. – 2-е изд. – Минск : БГЭУ, 2007. – 574 с.

182. Эффективность кормления карпа различными кормами / Ю. Л. Волынкин [и др.] // Рыбное хоз-во. – 1990. - № 8. – С. 32-34.

183. Binnenfischer erfüllen die Beschlüsse des Parteitages der SED mit reicheren Fangen aus Seen / В. Lietz хуе [et al.] // Teichen und Fließgewässern Z. Binnenfischerei DDR. – 1987. – Bd. 34, № 3. – P. 64-72.

184. Chiba, K. A study on the influence of oxygen concentration on the growth of juvenile common carp / K. Chiba // Bull. Freshwater Fisheries Res. Zab. – 1965. - Vol. 15, № 1. – P. 35-47.

185. Cho, C. Y. Digestibility of Feedstuffs as a Major Factor in Aquaculture Waste Management / C. Y. Cho // *Fish Nutrition in Practice*. – 1993. – № 61. – P. 365-374.
186. Cho, C. Y. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / C. Y. Cho, S. J. Kaushik // *World Rev. Nut. Diet.* – 1990. – № 61. – P. 132-172.
187. Cho, C. Y. Effects of protein intake on metabolizable and net energy values offish diets / C. Y. Cho, S. J. Kaushik // *Fish feeding and nutrition*. Academic Press. – London, 1985. – P. 95-117.
189. Comparaison de l'utilisation digestive et metabolique d'un regime rich en glucides par la carpe a 18°C et 25°C/F. Medale [et al.] // *Rapp. C.r. 21 emes Journees Soc. Fr. Ichtyol. (Biarritz, 5-6 mai 1998)*. – Cybium, 1999. – Vol. 23, № 1. – P. 139-152.
190. Dabrowski, K. Protein digestion and amino acid adsorption along the intestine of the common carp (*Cyprinus carpio* L.), a stomachless fish: an in vivo study / K. Dabrowski // *Reproduct. Nutrit. Developpement*. – 1986. – Vol. 2, N 3. – P. 755-766.
191. Degani, G. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp, *Cyprinus carpio* L. / G. Degani, S. Viola, Y. Yehuda // *Aquacult. Res.* – 1997. – Vol. 28, № 1. – P. 23-28.
192. Eckhardt, O. 1983. Zum protein- und Energiebedarf wachsender Spiegelkarpfen (*Cyprinus carpio* L.). / O. Eckhardt, K. Becker, K. D. Gunther // *Zietschrift fur Tierphysiologie, Tierernahrung und Futtermittelkunde*. – 1983. – Vol. 49, № 4/5. – P. 260-265.
193. Effect of water hY different Values on activity of some digestive enzymes in carp (*Cyprinus carpio* L.) / A. N. Nevalyonny [et al.] // *Acta ichthyol. of pisc.* – 1991. – Vol. 21, № 1. – P. 59-63.
194. Filipiak, J. Wpallyw dawek pasz zawierajacych zroznicowany poziom ibialka na podstawowe wskazniki chowu karpi w wodzie pochlodniczej / J. Filipiak // *Gospodarka Rybna*. – 1988. – Vol. 40, № 10. – P. 3-6.
195. Govoni, J. J. The physiology of digestion in fish larval / J. J. Govoni, G. W. Bachiert, Y. Watanabe // *Environmental Biology of Fishes*. – 1986. – Vol. 16, № 3. – P. 59-77.
196. Hidalgo, M. C. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities / M. C. Hidalgo, E. Urea, A. Sanz // *Aquaculture*. – 1999. – Vol. 170, № 3-4. – P. 267-283.
197. Hilton, J. W. Effect of propylene glycol on feed digestibility and the growth and physiological response of rainbow trout / J. W. Hilton, J. L. Atkinson, S. J. Slinger // *Can. J. Anim. Sci.* – 1986. – Vol. 66. – P. 1057-1063.

198. Janecek, V. Production Effect and Efficacy of Wheat Supplements in Feeding Carp. C₁₋₂ Kept in Dense Stocks / V. Janecek, I. Prikrye, T. Kepr // Buletin. – 1984. – Vol. 1. – P. 4-14.

199. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et control des dűchets piscicoles / S. Kaushik // Pise. Franc. – 1990. - № 101. – P. 14-23.

200. Methods and compositions for culturing fish and crustacean : p.s. № 1466003, United States of America, INTCL A23K 1/18, A23K 1/16, A61K47/00. - № 372342 ; Filed 21 June 1973 ; Complete Specification published 2 March 1977// PATENT SPECIFICATION. – 1977. - № 40. – 7 p.

201. Noaillac-Depeyre, J. Mise en vidence d'une zone adaptes au transport des ions dans l'intestin du carp commune (Cyprinus carpio L.) / J. Noaillac-Depeyre, N. Gas // C.R. Acad. Sci. – Paris, 1973. – Vol. 276. – P. 773-776.

202. Nose, T. On the digestion of food protein by gold fish (Carassius auratus L.) and rain bow trout (Salmo irideus G.) / T. Nose // Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. – Tokyo, 1960. – Vol. 10. – P. 11-22.

203. Noűe, J. Digestibility in rainbow trout: comparasion of the direct and indirect methods of measurement / J. Noűe, G. Choubert // The Progressive Fish-Culturist. – 1986. – Vol. 48. – P. 140-195.

204. Par, O. Vyuziti konzervovanych obilovin jako krmiva pro kapra. 2. Zkrmovani pšenice konzervovane cpavkem / O. Par, J. Parova // Sb. ved. Praci Vyzk. Ustavu Vyzivy Zvirat. Pohorelice. – 1988. – Vol. 21. – P. 127-137.

205. Parova, J. Tricet pet let vyzkumu vyzivy kapra / J. Parova, O. Par // Sb. ved. Praci Vyzk. Ustavu Vyzivy Zvirat. Pohorelice. – Praha, 1987. – Vol. 20, № 1. – P. 135-147.

206. Parova, J. Vyuziti konzervovanych obilovin jako krmiva pro kapra / J. Parova, O. Par // Zivocisna Vyroba. – 1984. – Vol. 29, № 6. – P. 569-575.

207. Porownanie wartosci pokarmowej jeczmienia, lubinu i mieszanek granulowanych w zywnieniu K₁/K₂ / K. Gacek [et al.] // Gosp. rybna. – 1980. – Vol. 32, № 2. – P. 12-14.

208. Proba okreslenia strat w wodzie skladnikow pokarmowych pasz stosowanych w zywnieniu karpia / K. Gacek [et al.] // Roczn. nauk. Zootechn. – Warszawa, 1983. – Vol. 10, № 1. – P. 265-271.

209. Sadowski, J. Określenie przydatności pasz o różnej zawartości poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu narybku i krocza karpia (Cyprinus carpio L.) chowanych w sadzach w wodzie pochłodniczej / J. Sadowski // Akad. rol. Szczecinie. Rozpr. – Szczecinie, 2005. – S. 1-50.

210. Schwarz, F. J. Effects of protein or energy restriction with subsequent realimentation on performance parameters of carp (Cyprinus carpio L.) / F. J. Schwarz, J. Plank, M. Kirchgessner // Aquaculture. – 1985.

– Vol. 48, № 1. – P. 23-33

211. Schwarz, F. J. Untersuchungen zum energetischen Erhaltungsbedarf des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) / F. J. Schwarz, M. Kirchgessner // Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. – 1984. – Bd. 52, № 1. – P. 46-55.

212. Shalaby, S. Utilization of some grains and its by-products in feeding common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings / S. Shalaby, A. M. Nour, E. Omar // Landw. Forsch. – 1989. – Bd. 42, № 23. – P. 196-204.

213. Smith, R. Effect of leaching on apparent digestion coefficients of feed stuffs for salmonids / R. Smith, M. C. Peterson, A. C. Allred // The Progressive Fish-Culturist. – 1980. – Vol. 42. – P. 195-199.

214. Sornaraj, R. Carbohydrate requirements of some freshwater fishes / R. Sornaraj, A. J. Sing, A. Ranjit // J. Ecotoxicol. And Environ. Monit. – 2004. – Vol. 14, № 4. – P. 241-248.

215. Svobodova, Z. Vliv krmiva s ruznym obsahem dusikatyh latek na ukazatele bilkovinneho metabolismu u kapra obecneho / Z. Svobodova, J. Machova, R. Faina // Zivocisna Vyroba. – 1984. – Vol. 29, № 11. – P. 991-1000.

216. Tacon, A. G. J. Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout / A. G. J. Tacon, A. M. P. Rodrigues // Aquaculture. – 1984. – Vol. 43. – P. 391-399.

217. Venugopal, M. N. Influence of supplementary feeds on the biochemical composition of flesh of freshwater carps *Catla catla* (Ham.), *Cirrhinus mrigala* (Ham.) and *Cyprinus carpio* (Linn.) / M. N. Venugopal, P. Keshavanath // Indian J. anim. Sc. – 1984. – Vol. 54, № 6. – P. 555-559.

218. Watson, N. R. Processed piggery waste as a feed material for *Cyprinus carpio* / N. R. Watson // Aquaculture. – 1985. – Vol. 44, № 3. – P. 167-176.

219. Wood, J. F. Preparation and evaluation of diets containing fish silage, cooked fish preserved with formic acid and low-temperature-dried fish meal as protein sources for mirror carp (*Cyprinus carpio*) / J. F. Wood, B. S. Capper, L. Nicolaidis // Aquaculture. – 1985. – Vol. 44, № 1. – P. 27-40.

Научное издание

Радчиков Василий Федорович, **Столович** Валентина Николаевна,
Гадлевская Наталья Николаевна, **Астренков** Анадрей Валерьевич

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА

Монография

Ответственный редактор М.В. Джумкова
Компьютерная верстка С.А. Ярошевич

Подписано в печать ___10 г. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 6,06. Уч.-изд. л. 4,95
Тираж 100 экз. Заказ №

Издатель – Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

ЛИ № 02330/0552668 от 4 января 2010 г.
222160, Минская обл., г. Жодино, ул. Фрунзе, 11.

Отпечатано с оригинал-макета Заказчика в МОУП «Борисовская укрупнённая типография им. 1 Мая».

ЛП № 02330/0150443 от 19.12.2008 г.
222120, г. Борисов, ул. Строителей, 33.