

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА
имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

УДК: 639.3.043

На правах рукописи

ПЫРСИКОВ

Андрей Сергеевич

**РОСТ И РЫБОВОДНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТИЛЯПИИ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА КОМБИКОРМАХ С ДОБАВКОЙ
«МЕТАБОЛИТ ПЛЮС»**

Специальность 06.04.01. – рыбное хозяйство и аквакультура

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Власов Валентин Алексеевич

Москва, 2017

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1. Состояние отечественной аквакультуры и роль тилапии в ней	9
1.2. Биологическая характеристика тилапии рода <i>Oreochromis</i>	13
1.3. Пищевые качества нильской тилапии и её использование в питании человека.....	24
1.4. Селекционная работа в тилапииеводстве	30
1.5. Разведение тилапии в поликультуре	49
1.6. Современная кормовая база в рыбоводстве.....	58
1.7. Характеристика биологически активных добавок и применение добавки «Метаболит плюс» в животноводстве и медицине.	80
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	89
2.1. Условия проведения работы по использованию добавки БАД «Метаболит плюс» в комбикормах	89
2.2. Методика проведения выполненных исследований.....	91
3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	103
3.1. Выращивание нильской тилапии в аквариальной, на низкопротеиновом комбикорме (опыт 1).....	103
3.1.1. Гидрохимический и температурный режим.....	103
3.1.2. Рост и рыбоводные показатели нильской тилапии на низкопротеиновом комбикорме.....	108
3.1.3. Экстерьерные и интерьерные показатели нильской тилапии выращенной на низкопротеиновом комбикорме.....	110
3.1.4. Биохимические показатели крови тилапии, выращенной на низкопротеиновом комбикорме.....	111
3.2. Выращивание нильской тилапии в аквариальной, на высокопротеиновом комбикорме (опыт 2).....	113
3.2.1. Гидрохимический и температурный режим.....	113

3.2.2. Рост и рыбоводные показатели нильской тиляпии на высокопротеиновом комбикорме	119
3.2.3. Экстерьерные и интерьерные показатели нильской тиляпии выращенной на высокопротеиновом комбикорме	124
3.2.4. Биохимические показатели крови тиляпии, выращенной на высокопротеиновом комбикорме	127
3.2.5. Химический состав мышечной ткани тиляпии.....	132
4. Экономическая эффективность выращивания нильской тиляпии на различных комбикормах с добавкой «Метаболит плюс».....	134
4.1. Экономическая эффективность выращивания тиляпии на низкопротеиновом комбикорме комбикорме (опыт 1)	134
4.2. Экономическая эффективность выращивания тиляпии на высокопротеиновом комбикорме (опыт 2).....	135
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	136
ВЫВОДЫ	139
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	141
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	142

ВВЕДЕНИЕ

Рыбное хозяйство Российской Федерации - многопрофильная отрасль, призванная обеспечить потребность населения в пищевой рыбной продукции, а также различные хозяйственные отрасли в необходимом сырье. Повышение эффективности рыбоводства можно достичь путем интенсификации производства, а также введения в культуру новых объектов аквакультуры с быстрым ростом (Власов, 2010).

Перспективным направлением пресноводной аквакультуры является индустриальное рыбоводство, одним из основных представителей рыб, выращиваемых в нём, является нильская тиляпия – *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). На территорию РФ нильская тиляпия была завезена из Республики Куба в 1986 году. Еще во времена СССР проводились детальные исследования по возможностям выращивания этой рыбы на территории нашей страны в искусственных и естественных водоёмах, тогда же были разработаны рекомендации и методические указания по возможности воспроизводства этой рыбы. Также были проведены расчеты по пригодности возможных площадей для выращивания тиляпии, по приблизительным данным размеры водных площадей составили примерно до 1 млн. га (Привезенцев, 2008).

Наибольший интерес для индустриального рыбоводства представляют тиляпии, относящиеся к роду ореохромис (*O. Gunter*), включающему 15 видов и 18 подвидов.

В России, учитывая свое тропическое происхождение и наряду с другими рыбами, тиляпия выращивается в водоемах на территории всей страны, включая Дальний Восток и Сибирь, где она содержится в садках на сбросных каналах, охладительных бассейнах АЭС, ГРЭС, геотермальных водах и установках замкнутого водоснабжения, в местах обеспеченных постоянными источниками тёплой воды. Для получения экологически чистой продукции необходимо тщательно следить за рационом тиляпии и избегать попаданий в него различных химических веществ. Тиляпии относятся к рыбам с непрерывным типом размножения, и при наличии оптимальных условий содержания нерест у них

проходит регулярно с интервалом 45-60 суток. Раннее половое созревание (3-7 мес.), а также возможность круглогодичного получения потомства при культивировании в условиях рециркуляционных систем, сделали тилапию незаменимой при изучении влияния различных экстремальных воздействий на гаметогенез, рост, развитие и выживаемость рыбы (Привезенцев, 2005).

При выращивании тилапии необходимо использовать хорошо усваиваемый комбикорм. Для этих целей в последние годы в животноводстве используют биологически активные добавки (БАД), способствующие лучшему усвоению корма и улучшению физиологического состояния рыб. Одним из таких является БАД «Метаболит плюс», он представляет собой мощный регулятор обменных процессов в организме, состоящий из природного сырья, созданного эволюцией микромира. В состав БАД «Метаболит плюс» входят комплекс витаминов, макро- и микроэлементы, являющиеся кофакторами ферментов, а также группа незаменимых аминокислот (Родоман, 2009). Исследования с применением препарата показали хорошие результаты, которые проявились в повышении жизнеспособности животных при неблагоприятных условиях содержания, стимуляции роста и развития, морфологических и экстерьерных признаках.

В условиях постоянного повышения цен на импортные комбикорма и недостаточную эффективность отечественных кормов, нами проведены исследования по изучению эффективности использования отечественных комбикормов с добавкой БАД «Метаболит плюс» в кормлении тилапии.

Степень разработанности темы исследований. Вопросы выращивания тилапии в условиях нашей страны и использование отечественных комбикормов для её кормления имеют огромное значение для рыбоводства, исследования были развёрнуты под руководством крупных учёных (Краюхин, 1963; Миронова, 1969; Остроумова, 1974; Соколов, 1982; Кошелев, 1984; Лавровский, 1987; Привезенцев, 1985; Менькин, 1993). Из современных учёных, работающих в области отечественной аквакультуры, чьи труды имеют теоретическое и практическое значение по теме исследования, следует отметить (Щербина, 1985; Гамыгин, 1987; Власов, 1989; Жигин, 2002). Использование биологически

активных добавок в комбикормах при кормлении тилапии позволит улучшить пищеварение и повысить усвоение кормов, что в свою очередь увеличит выход товарной продукции в сокращенные сроки при меньших затратах труда и материальных средств.

Целью диссертационной работы являлось – выявление эффективности выращивания нильской тилапии в бассейнах на комбикормах с биологически активной добавкой «Метаболит плюс».

Для реализации поставленной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить рост и рыбоводные показатели тилапий, выращиваемых на комбикормах с добавкой «Метаболит плюс».
2. Определить оптимальный уровень введения БАД в комбикорм при выращивании тилапии.
3. Изучить экстерьерные показатели рыб, выращенных на различных рационах.
4. Выявить изменения интерьерных показателей тилапий.
5. Изучить химический состав мышечной ткани рыб.
6. Определить биохимические показатели крови тилапий.
7. Рассчитать экономическую эффективность использования добавки «Метаболит плюс» при выращивании тилапии в бассейнах.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования «Метаболит плюс» в качестве добавки в комбикорма с различным уровнем протеина при выращивании тилапии. Установлен оптимальный уровень введения БАД в отечественные комбикорма при кормлении рыбы. Получена наибольшая интенсивность роста тилапий при наименьших затратах корма. Применение БАД «Метаболит плюс» обуславливает повышение выживаемости рыб, улучшения их физиологических и биохимических показателей. Реализованные исследования включают решение таких актуальных проблем, как разработка новых рецептур комбикормов, содержащих в своем составе высокоэффективные биологически активные вещества.

Результаты исследований могут быть использованы для усовершенствования рецептур при производстве отечественных комбикормов, используемых при выращивании нильской тилапии в установках с замкнутым водообеспечением. Применение «Метаболит плюс» может служить современной альтернативой применения антибиотиков, что способствует повышению результативности по выращиванию тилапии.

Методология и методы научного исследования. Методологической основой в работе являлась совокупность методов используемых в сельскохозяйственных науках с использованием как современных, так и классических методов исследования (биохимические, гидрохимические, зоотехнические, ихтиологические и статистические) с применением разных видов приборов-анализаторов последнего поколения.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Определение оптимальной дозировки применения БАД «Метаболит плюс» в составе комбикормов при выращивании тилапии в бассейнах.
2. Оценка эффективности применения добавок БАД в комбикорма, содержащих различный уровень протеина, при выращивании тилапии.
3. Оценка экономической эффективности выращивания тилапии на различных по качеству комбикормах с использованием добавки «Метаболит плюс».

Личный вклад автора. Автор принимал личное участие во всех этапах исследования – от постановки опыта, проблемы, цели и задач исследования до интерпретации обсуждения и обобщения полученных результатов, все полученные данные подвергнуты статистической обработке.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Результаты исследований основаны на экспериментальных данных, полученных путем применения методик, разработанных для проведения естественных исследований.

Материалы и основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих конференциях:

- на Международной научно-практической конференции «Теория и практика актуальных исследований» (Краснодар, 2015г.);

- на Международной научной конференции молодых учёных и специалистов посвящённой 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва, 2015г.);

- на Международной научной конференции молодых ученых и специалистов посвящённой 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва, 2015г.);

Публикации результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, в том числе 1 статья на иностранном языке и 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Состояние отечественной аквакультуры и роль тилипии в ней

Значительной составляющей агропромышленного и рыбохозяйственного секторов экономики является аквакультура – вид деятельности по разведению, содержанию и выращиванию рыб, других водных животных и растений, осуществляемой под контролем человека с целью пополнения промысловых запасов водных биоресурсов или получения товарной продукции (Мамонтов, 1999). В России с начала 1990-х годов произошёл значительный спад производства животноводческой продукции, в том числе и продукции аквакультуры. К середине 1990-х годов, по сравнению с концом 1980-х производство продукции аквакультуры снизилось в 4 раза. Решения принятые Правительством РФ и Министерством сельского хозяйства РФ, позволили стабилизировать ситуацию и с 1999 г. начать положительную динамику по производству продукции аквакультуры. По мнению А.И. Ерёмкина (2016), ежегодный прирост производства продукции аквакультуры в период стабилизации составлял 10-15% (отраслевая программа). Прогресс сектора аквакультуры определяется использованием накопленного мирового и отечественного опыта становления и развития отрасли, уровнем развития науки и возможностью освоения новых технологий. Единая государственная политика развития аквакультуры способствует эффективному функционированию сельскохозяйственного рыбоводства и смежных с ним отраслей АПК (Мамонтов и др., 2010).

Важными инструментами, создающими условия для успешной работы отрасли, являются Федеральный закон от 29 декабря 2006 г. «О развитии сельского хозяйства», Государственная программа РФ «Развитие рыбохозяйственного комплекса» и Федеральный закон «Об аквакультуре». Для обеспечения отрасли приростом продукции аквакультуры большая роль отводится работе по снабжению рыбоводных хозяйств качественным высокопродуктивным племенным материалом, оптимизации технологических режимов выращивания объектов аквакультуры, совершенствованию

технологических приёмов защиты объектов аквакультуры от болезней, что позволит сократить кормовые затраты и увеличить рыбопродуктивность. С этой целью разрабатываются и применяются во многих рыбоводных хозяйствах рецепты комбикормов для ценных видов рыб с использованием нетрадиционных кормовых компонентов и новых форм биологически активных веществ отечественного производства (Ерёмин, 2015).

Повышение экономической эффективности рыбоводных хозяйств тесно связано с ветеринарным обслуживанием. Для успешного ведения аквакультуры были разработаны новые диагностические средства, а также препараты для профилактики инфекционных болезней. Современные технологии товарной аквакультуры позволяют в короткие сроки увеличить объёмы производства продукции аквакультуры и снизить её себестоимость (Мамонтов и др., 2000). Товарная аквакультура, включая марикультуру, относится к виду предпринимательской деятельности, входящей в сельскохозяйственное производство. Выращиванием объектов аквакультуры в РФ занимаются предприятия всех форм собственности. Основной объём продукции аквакультуры составляющий около 70%, в России производят предприятия входящие в состав ассоциации «Росрыбхоз», КФХ (крестьянские фермерские хозяйства) и индивидуальные предприниматели. Товарная аквакультура подразделяется на прудовую, индустриальную и пастбищную. В марикультуре используют технологии индустриальной и пастбищной аквакультуры, в аквакультуре (рыбоводстве) - все три вида товарной аквакультуры. Прудовая аквакультура осуществляется в прудах, обводнённых карьерах, , а так же на водных объектах, используемых в процессе функционирования мелиоративных и ирригационных систем. Пастбищное рыбоводство предусматривает использование естественной кормовой базы объектами аквакультуры, в тех водных площадях, где они обитают в состоянии естественной свободы. Индустриальная аквакультура предусматривает разведение и содержание объектов аквакультуры в установках с замкнутой системой водоснабжения (УЗВ), на рыбоводных участках (включая геотермальные воды) с использованием садков и других технических средств

предназначенных для выращивания объектов аквакультуры. Индустриальным методом объекты аквакультуры выращивают при высоких плотностях посадки с использованием различных методов интенсификации, что способствует получению высокого выхода рыбопродукции с единицы водной площади (Лабенец, 2005). Так на водоёмах охладителей энергетических объектов и озёрах функционируют садковые хозяйства, вводятся в строй бассейновые методы выращивания, площадь которых в 2012 году превысила 1 млн. м².

На территории России активно развивается промышленное выращивание новых объектов аквакультуры в индустриальных условиях, одним из таких объектов является тилапия. В зависимости от климатических условий страны используют как правило тилапию 3 родов: рыбы рода *Sarotherodon*, особенность которых заключается в вынашивании потомства в ротовой полости как самок так и самцов, род *Tilapia* нерест которых осуществляется на субстрат и род *Oreochromis*, представляющий наибольший интерес в тилапииеводстве, вынашиванием потомства занимаются только женские особи (Плиева, Тетдоев, 2009). На территорию нашей страны нильская тилапия впервые была завезена из Республики Куба в 1986 году. Еще во время СССР проводились детальные исследования по возможностям выращивания этой рыбы на территории страны в искусственных и естественных водоёмах, тогда же были проработаны рекомендации и методические указания по возможности воспроизводства этой рыбы. Также проведены расчеты по пригодности возможных площадей для тилапии, приблизительная оценка показала, что имеется примерно до 1 млн. га водных площадей. Авторы В.В. Тетдоев, Т.Х. Плиева, Н.М. Лаврентьев (2006) подчёркивают, что в России наряду с другими рыбами и учитывая свое тропическое происхождение тилапия выращивается на территории всей страны и даже на Дальнем Востоке и Сибири в садках на сбросных каналах, охладительных бассейнах АЭС, ГРЭС, установках замкнутого водоснабжения и геотермальных водах, в местах обеспеченных постоянными источниками тёплой воды. Одна из известных АЭС, где в крупных масштабах выращивают тилапию – Смоленская. При исследованиях гидрохимического режима, проведённых учёными на

водохранилище - охладителе Смоленской АЭС и питающей данное водохранилище реке Десна, было выявлено, что изменение температурного режима водохранилища оказало определённое влияние на развитие низшей и высшей водной растительности, естественную кормовую базу и гидрохимический режим (Привезенцев, 1987). Температура забираемой воды в течение года колеблется от минимальных $0,6^{\circ}\text{C}$ в январе до максимальных $22,9^{\circ}\text{C}$ в августе. Сбрасываемая в водохранилище вода минимальную температуру 11°C имеет в декабре и максимальную $32,9^{\circ}\text{C}$ в августе. В результате повышения температуры воды произошли изменения видового состава зоопланктона и водной растительности. Наибольшее распространение получили теплолюбивые виды низшей и высшей водной растительности. Зоопланктон и бентос состоял, в большинстве, из видов, которые относятся к эврибионтам. Положительным для гидробионтов является удлинение вегетационного периода, более быстрое самоочищение воды в холодное время года.

Изменение температуры в водохранилище оказывает огромное влияние на его гидрохимический режим. Повышение температуры воды влияет на растворимости газов и интенсивность их потребления рыбой. Концентрация растворенного кислорода в воде в течение вегетационного периода данного водоёма колеблется от $6,0$ до $9,0$ мг/л. По наблюдениям в течение многих лет за температурой воды на водохранилище - охладителе Смоленской АЭС она не опускалась ниже 11°C , что позволило тилляпиям, попавшим в водоем из садков, не только сохранить популяцию, но и размножаться естественным путем (Привезенцев, 1987).

При выращивании тилляпии на геотермальных водах необходимо учитывать её химический состав. Геотермальная вода характеризуется незначительным количеством гидробионтов или полным их отсутствием. Геотермальные воды отличаются большой амплитудой колебания, как химического состава, так и количеством растворённых в ней солей и газов. Для выращивания рыбы огромное значение имеет содержание растворенного кислорода в воде (Mahfouz et al., 2015). Насыщение кислородом воды в естественных условиях происходит за счет

изменения температурного режима. Кроме кислорода растворяются газы такие как азот, углекислота и т.д. В водоемах, которые загрязнены образуются газы вредные для рыб – метан и сероводород (Привезенцев, 1987). При разложении и минерализации в водоеме происходит обогащение воды минеральными веществами. Они необходимы для развития растительных и животных организмов, обитающих в воде. Видовой состав фито - и зоопланктона в прудах снабжаемых геотермальными водами, как правило меняется в течении года. В зимний период доминируют диатомовые водоросли, в летний – зеленые и сине-зеленые. Средне - сезонная биомасса фитопланктона колеблется в пределах 8,0–12,0 мг/л, биомасса зоопланктона - от 1,0 до 3,6 мг/л. Опыт по использованию геотермальных вод в отечественном рыбоводстве очень мал. Основные исследования по изучению геотермальных источников и их пригодности для выращивания тилапии, были поставлены в Мостовском районе Краснодарского края (Привезенцев и др., 2006). Геотермальная вода этого месторождения относится к сульфатно-натриевым водам, имеет температуру 75-80⁰С. Минерализация воды невысокая (1–1,5 г/л). Температурный режим в прудах с геотермальной водой обычно регулируется с помощью изменения интенсивности водообмена (летом вода из источника смешивается с речной водой в оптимальных пропорциях, а зимой для поддержания оптимальных температур, увеличивают интенсивность подачи воды из скважины источника). На сегодняшний день большая часть Российского рынка производства тилапии принадлежит китайским производителям. Для получения экологически чистой продукции необходимо тщательно следить за рационом тилапии и избегать попаданий в него различных химических веществ.

1.2. Биологическая характеристика тилапии рода *Oreochromis*

Тилапии – это огромное количество видов рыб, относящихся к разным родам одного семейства цихлид, рыбы обладают ценными биологическими и хозяйственными качествами. В 70 годах XX века род тилапий включал чуть больше 100 видов, зоной распространения были по большей части тропические

области мира (Центральная Америка, Африка, Юго-Восточная Азия и Ближний Восток) (Hickling, 1962).

По данным Ю.А. Привезенцева, В.А. Власова (2010), в рейтинге выращивания рыбы для промышленного культивирования на сегодняшний день, тилапия занимает второе место, уступая лишь ещё более неприхотливому в выращивании карпу.

Понятие «тилапии» было дано африканским племенем живущим вблизи озера Малави и происходит от имени одной из крупных рыб этого семейства. Существует старый миф, который гласит, что имя этой рыбы дал древний учёный и философ Аристотель. Так однажды попробовав мясо этой рыбы, он огорчился и хлопнув в ладоши сказал “Как жаль, что тилапия”. Так как в древнем мире тилапия была широко распространена от Африки и до Китая, то она имела весомое культурное и хозяйственное значение. Благодаря популярности выращивания в разных странах она получила множество исторических, местных и религиозных названий. Так у христиан тилапия получила имя “рыба Святого Петра” – это название распространено на территории южной части Европы и Израиле, еврейские народы прозвали её “Амнун”, а жители арабских стран “Мушт”. Согласно евангельскому преданию Святой Пётр в юности был рыбаком и часто ловил эту рыбу, так им были оставлены следы пальцев на теле рыбы. Эти два тёмных пятна в действительности имеются у нескольких видов проживающих на территории Израиля и располагаются за жабрами, они появляются и пропадают в зависимости от физиологического состояния особей (Myeres, 1938; Привезенцев, 2008).

Благодаря своей неприхотливости к условиям окружающей среды и всеядности, в древние времена тилапия была распространена на всей территории бассейна реки Нил (Кочетов, 1991). Во времена Древнего Египта рыбы рода тилапий входили в число священных (почитаемых) животных, их с большим пиететом и уважением содержали в собственных бассейнах и садках, а также во дворцах зажиточные горожане. Из-за своего запоминающегося поведения и образа жизни, тилапия являлась одной из самых упоминаемых рыб в египетской

письменности и искусстве. С этой рыбой существуют различные поговорки, так одна из них гласит “Если у тебя есть башмак, не выбрасывай его, а лучше отдай тилапии и через год у тебя будет вкусное мясо”. Образ тилапии послужил для создания составного иероглифа (рис. 1), два знака располагались друг над другом. Так вода изображалась в виде волны, а тилапия в виде рыбы с высоким спинным плавником, данный иероглиф расшифровывался как слог “инт”, в последствие упростившись до “ин” (Myeres, 1938).

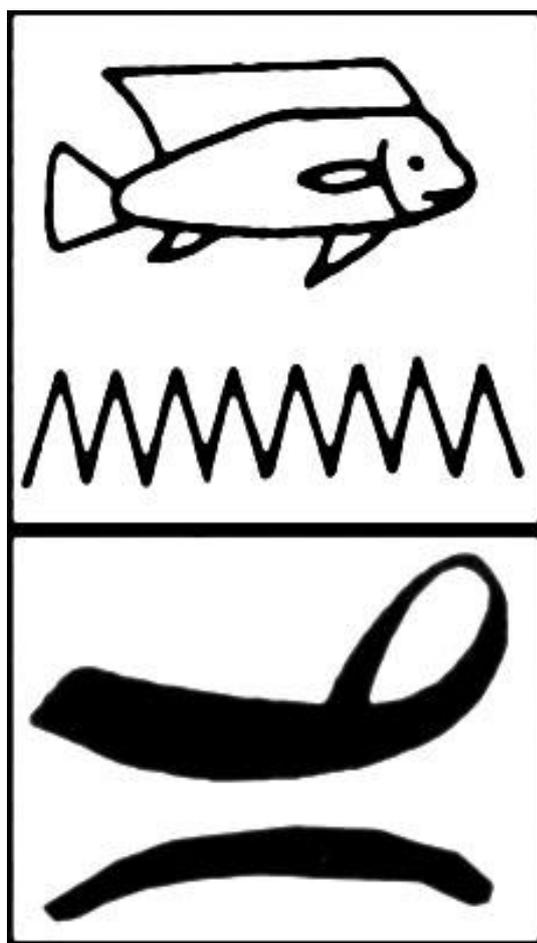


Рисунок 1 – Иероглиф нильской тилапии в Древнем Египте (Привезенцев, 2011)

В Древне Египетской скорописи иероглиф изображался в виде двух волнообразных полос, располагавшихся параллельно друг другу, при этом одна из линий имела форму петли и представляла собой тилапию (Regan, 1920).

Тилапию изображали на стенах богатых домов и в гробницах фараонов, в знак почитания. Самыми известными образами являются фрески с изображением тилапии в искусственных прудах, времен фараона Аменхотепа II и царицы

Хатшепсут XV века до нашей эры. Одной из любимых тем изображения рыбы египтянами, была особенность поведения самок. Она заключается в том, что в случае опасности самка спасает икру и молодых личинок у себя в ротовой полости, иногда не питаясь до недели. Это специфическое поведение изображалась на фресках и различных предметах в виде группы тилапия стоящих в кругу и касающихся ртом небольшого шара, в котором с легкостью можно узнать икру или проклевывающихся личинок. Описание этого явления, хотя и весьма далекого от оригинала можно прочесть в наблюдениях Геродота. В его видении этот процесс выглядел следующим образом: самки тилапии спускались по Нилу к морю и в момент оплодотворения глотали семя самцов, а те забирали в рот икру, выметанную женскими особями на обратном пути. Еще одним интересным мотивом изображения тилапии, были рисунки представленные в виде рыбы с цветком лотоса в ротовой полости, означающие символ возрождения (Khater, Smitherman, 1988). Также изображались сюжеты с этой рыбой в паре с другими животными, к примеру, с ещё одной известной в Египте рыбой – латесом. Совместные их фрески и орнаменты находятся только на стенах гробниц. Их сюжет состоял в следующем: умерший человек изображался в зеркальном изображении стоя на берегу Нила, оба они ловили рыбу, но первый ловил латеса, а второй тилапию. Эта картинка трактовалась как выбор человеком между загробным миром и миром живых. Все эти факты говорят о том, что тилапия имеет действительно богатую историю и существенное влияние на мировую историю, религию и культуру (Myeres, 1938).

С течением времени центр цивилизации и культуры не уклонно смещался в сторону Западной Европы, а позднее в Америку. Это привело к тому, что тилапия потеряла своё влияние на культуру, как символ и знак. Христианский уклад жизни не приветствовал излишнего “анимализма” и поклонничества, предпочитая более практичный взгляд на вещи. Однако - это в свою очередь и привело тилапию к промышленному выращиванию для получения вкусного и полезного мяса этой рыбы. Поэтому литература и искусство позднего времени довольно бедны фактами о тилапии (Regan, 1920). К таковым можно отнести картину Рене

Магритта “Соучастие” (1965 года) на которой показана окаменевшая исполинская тилапия. Самым же известным изображением тилапии в средних веках, и дошедших до наших дней относятся фрески знаменитой базилики Марии Магдалины построенной в городе Везле в 1120 году (Khater, Smitherman, 1988).

В мировой аквакультуре довольно широко используются тилапии. К наиболее используемым в аквакультуре относятся такие виды как: нильская (*O. niloticus*), мозамбикская (*O. mossambicus*), голубая (*O. aureus*), занзибарская (*O. hornorum*) тилапии. В последние годы все большей популярностью пользуются полученные при их скрещивании межвидовые гибриды, имеющие красную и белую окраску тела. На долю тилапий приходится более 90% мирового производства, соответственно они занимают ведущую роль в мировом тилапиеводстве. Тилапии, относящиеся к другим родам, имеют значительно меньшее хозяйственное значение. Так наиболее известные из них *T. rendalli* и *T. zillii* используются, главным образом, для контроля за водной растительностью (Привезенцев, 2011).

Для тилапий (*O. niloticus*) характерно довольно высокое, сжатое с боков тело, один длинный (до 34 лучей) спинной плавник с большим количеством жестких лучей. В анальном плавнике 3-5 утолщенных колючек. Хвостовой плавник симметричный и веерообразный. Голова относительно короткая, но широкая. Рот большой, хорошо развитый. На челюстях в несколько рядов расположены короткие, расширенные кверху зубы. Зубы наружного ряда более крупные, двухвершинные, остальные мелкие и трехвершинные. Жаберные тычинки редуцированы до небольших бугорков. Боковая линия прервана и состоит из двух частей: верхней боковой и нижней хвостовой. Чешуя крупная, плотно сидящая, циклоидного или ктеноидного типа. Количество позвонков 25-33 (Porma, Green, 1990; Porma, Lovshin, 1996; Shelton, 2002). Характерные внешние особенности тилапий, относящихся к этому роду, представлены на рис. 2 и рис. 3.



Рисунок 2 – Самец нильской тилляпии (*O. niloticus*) (фото – Пырсигов А.С.)



Рисунок 3 – Самка нильской тилляпии (*O. niloticus*) (фото - Пырсигов А.С.)

Нильская тилляпия является одним из самых популярных и широко используемых в мировой аквакультуре объектов разведения. Она может достигать массы 5 кг и по этому показателю является наиболее крупным представителем своего рода. От других видов нильскую тилляпию можно отличить по ряду морфометрических показателей (табл.1) и внешнему виду.

Таблица 1 – Морфометрическая характеристика тилляпии рода *Oreochromis* (Привезенцев, 2008)

Показатели	<i>P. Oreochromis</i>		
	<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. hornorum</i>
Стандартная длина, мм	174,0	181,2	180,3
Пластические признаки (в % длины тела)			
Высота тела	39,5	38,1	40,3
Толщина тела	21,6	21,2	22,1
Обхват тела	96,3	96,7	98,8

Продолжение таблицы 1

Показатели	<i>P. Oreochromis</i>		
	<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. hornorum</i>
Меристические признаки			
Число колючих лучей в спинном плавнике	16-17	14-16	16-17
Ветвистых лучей в спинном плавнике	11-12	12-14	11-12
Число ветвистых лучей в анальном плавнике	8-11	9-11	9-12
Число чешуй в боковых линиях	30-33	30-32	29-31
Число чешуй на щеке	2-3	2-3	2-3
Число тычинок на первой жаберной дуге	19-29	17-23	18-26

По скорости роста, эффективности использования задаваемых кормов, хорошим товарным качествам она превосходит другие виды тилапий. Естественным ареалом нильской тилапии принято считать водоемы Восточной Африки, она встречается в реках: Нил, Нигер, Вольта, Гамбия; в бассейне озера Чад; озерах: Альберта, Эдварда, Рудольфа, Беринга, Танганьика. На Западе Африки - в Сенегале. Нильская тилапия отличается высокой пластичностью по отношению к факторам внешней среды. В естественном ареале встречается как в пресных, так и соленых водах (Привезенцев, 1978).

По продолжительности жизни (6–8 лет) тилапий относят к короткоцикловым рыбам. Но имеются сведения, что некоторые виды этого рода живут до 12 лет (Chapman, 1992). Оптимальная для роста и развития нильской тилапии температура 25–32°C. Нижний температурный порог составляет 10–12°C, а верхний 38–40°C. Устойчивость к низкой и высокой температурам может зависеть от географического происхождения. Так нильская тилапия из Египта, Ганы и Берега Слоновой Кости, выращенная в аналогичных условиях в течение года, была проверена на устойчивость к холоду, а также оценена по скорости роста. Результаты опыта показали, что для тилапии из Египта нижняя пороговая температура составила 10°C, а наиболее высокая – 14°C оказалась у тилапии из Ганы. Наибольшую скорость роста имела нильская тилапия из Египта (Khater, Smitherman, 1988).

В реке Нил тилапии созревают в 9–12 месяцев при массе 150–300 г. При интенсивном выращивании в УЗВ половая зрелость наступает в возрасте 6–9 месяцев при массе рыбы 250–500 г.

В природных условиях для нильской тилапии характерны два ежегодных нерестовых сезона: первый - основной, который приходится на летние месяцы, а второй - менее значимый, проходит в феврале-марте (Babiker, 1986). Нильская тилапия, всего вероятнее наиболее агрессивный вид из рода *Oreochromis*. Крупные самцы практически ни с кем из других видов и внутри своего вида не уживаются.

Данные об особенностях питания тилапий в естественных водоемах довольно противоречивы. Связано это с рядом причин, в том числе видовой принадлежностью тилапий, особенностями кормовой базы водоемов, на которых проводились исследования, возрастом исследуемых рыб, их физиологическим состоянием (Привезенцев, 2011).

Характер питания тилапий, как и многих других видов рыб, в значительной степени определяется кормовой базой водоёма, которая в свою очередь зависит от ряда факторов, в частности, плотности посадки рыбы, состава ихтиофауны, использования методов интенсификации. Личинки большинства видов тилапий, переходящие на активное питание, предпочитают, в основном, мелкие формы фито- и зоопланктона, а также детрит (Раденко, Привезенцев, 2001).

Большинство исследователей, изучавших особенности питания тилапий в естественных водоемах, склоняются к мнению, что по характеру питания их можно отнести к эврифагам. Так нильская тилапия потребляет фито и зоопланктон, высшую водную растительность, бентические организмы, детрит, мелких рыб. G. Chapman и C. Fernando (1994) отмечают, что основным источником пищи нильской тилапии является детритный комплекс, состоящий из остатков перифитона (75%), водной растительности (17%) и рыб (5%). Растительный компонент рациона занимает второе место по объёму, а животные организмы представлены в незначительном количестве.

По мнению Н.Д. Kelly и J.S. Dendy (1956, 1967), изучавших питание мозамбикской тилапии в естественных пресных и солоноватых водоемах Явы, молодь этого вида всеядна, питается зоопланктоном, водорослями и перифитоном. Взрослые особи переходят на питание детритом.

Имеются данные, указывающие на то, что мозамбикская тилапия хуже переваривает фитопланктон, чем голубая и нильская тилапии (Elhigzi, Larrison, 1996).

Важную роль в питании тилапий играет детрит. Способность тилапий эффективно использовать аминокислоты детрита обеспечивает высокий выход продукции (Bowen, 1984).

Как уже отмечалось ранее, одним из характерных признаков, определяющих принадлежность тилапий к тому, или иному роду, являются особенности их размножения и заботы о потомстве. Тилапии (*O. niloticus*) существенно отличаются от других родов по своим репродуктивным особенностям.

Половая зрелость у тилапий наступает рано, в возрасте до одного года. Сроки полового созревания различны для разных видов и даже для одного и того же вида, обитающего в различных по температурному режиму и кормовой базе водоемах. Наиболее раннее половое созревание характерно для мозамбикской тилапии, которая становится половозрелой уже в возрасте 2–6 месяцев. Так на Яве и Малакке в мелководных прудах с бедной кормовой базой нерест может проходить в возрасте 2–3 месяцев при длине самок 6–10 см. и самцов 7–13 см. (Elliot, 1955). В Шри Ланка 100% самок были зрелыми в возрасте 5 месяцев при длине 28 см. (De Silva, Premawansa, Keembiyahetty, 1986). Более поздним половым созреванием отличается нильская тилапия, достигающая половой зрелости в возрасте 6–9 месяцев.

Тилапии способны нереститься с интервалом 3–6 недель. Число икрOMETаний при благоприятных условиях в тропиках может достигать до 16 раз в год (Привезенцев, Пулина, Бугаец, 1996).

В тропическом поясе размножение не имеет ярко выраженной сезонности и происходит многократно в течение всего года, в субтропиках на протяжении нескольких теплых месяцев, а на границе ареала обитания только несколько недель в году. Для половозрелых особей характерен сильный половой диморфизм и дихроматизм.

Тилипии (*O. niloticus*) полигамны. В период размножения формируется семья (1 самец и 5–10 самок). Половозрелые самцы становятся очень агрессивными. Каждый из них занимает выбранную им территорию, охраняет ее, изгоняя слабых самцов. Более крупные и сильные самцы занимают наиболее удобную территорию. Чем крупнее половозрелые самцы, тем агрессивнее их поведение. Важную роль при формировании семьи и размножении играет социальная иерархия, характерная для этого рода. Эта система создает социальную устойчивость, минимизирует агрессивную реакцию внутри вида. Доминирующие самцы приобретают интенсивную окраску, имеют вогнутый профиль головы и гипертрофированные челюсти. Так самцы мозамбикской тилипии окрашиваются в интенсивный черный цвет за исключением белого пятна на нижней челюсти. Белая окраска нижней части головы играет важную функцию в стимулировании самок и синхронизации нерестовой активности. Она используется самцом для показа агрессивности и сексуальности (Baerends, 1950).

В начале нерестового цикла самцы выбирают территорию и строят гнездо, расчищая на дне основание в виде небольшой ямы. Размер нерестового гнезда соответствует размеру рыбы и может иметь в диаметре 0,5–5 м при глубине 6–10 см. (Hofstede, 1957). Гнезда достаточно удалены друг от друга и редко находятся в контакте между собой.

Размножение проходит в центре нерестовой территории. Для репродуктивного поведения характерна Т-позиция: самка во время нереста держится перпендикулярно к самцу, при этом ее голова расположена вблизи урогенитальной папиллы самца. Самка выметывает икру, самец выделяет сперму и самка забирает оплодотворенную икру в рот. Ряд исследователей считает, что самка забирает икру и сперму в рот и оплодотворение происходит в ее ротовой

полости (Peters, 1967). Овулировавшая икра имеет грушевидную форму светло-желтого или коричневого цвета.

После нереста самка с икрой в ротовой полости удаляется с нерестовой территории. Особей, которые отнерестились нетрудно отличить по характерному подчелюстному мешку (рис.4) и периодическим «жующим» движениям челюстей, в результате чего происходит перемешивание икры в ротовой полости.

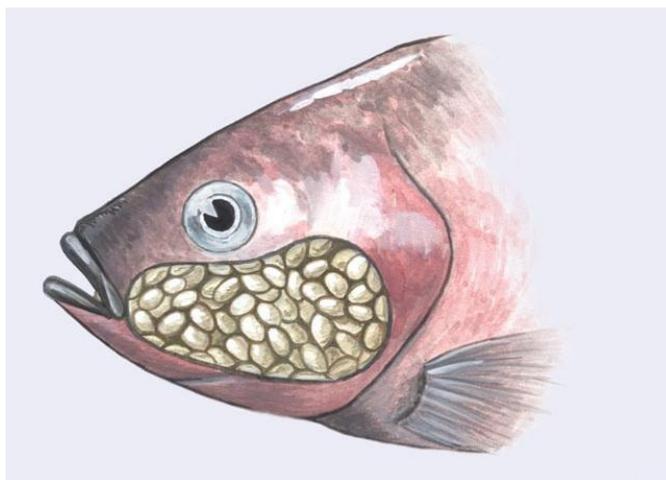


Рисунок 4 – Расположение икры в ротовой полости тилапии (Michelle Meneghini, 2013)

Инкубация икры в ротовой полости и вынашивание личинок, является характерной особенностью для тилапий этого рода и представляет отличную защиту потомства от хищников, обеспечивая молоди при переходе на активное питание уменьшение энергетических затрат на поиски пищи учитывая то, что самка выпускает личинок на участках водоема хорошо насыщенных кислородом и богатых естественной пищей. Обычно это мелководная часть водоема с умеренным развитием мягкой водной растительности. Слизистая оболочка ротовой полости самки выделяет вещество, которое угнетает развитие патогенной микрофлоры. Непрерывное перемешивание икры и личинок в ротовой полости способствует лучшей аэрации и более тесному контакту с веществом слизистой оболочки (Фам Мань Тьонг, 1970).

Выклев личинок в зависимости от температуры воды проходит на 3–5 день. В ротовой полости самки личинки находятся 10–14 дней. Только после рассасывания желточного мешка и перехода на свободное плавание самка

выпускает их на волю. Но и после этого они находятся рядом с матерью и под ее охраной еще несколько дней (рис. 5). В целом продолжительность нерестового периода составляет у большинства видов 20–22 дня (Lombard, 1962; Russoc, Schein, 1977).

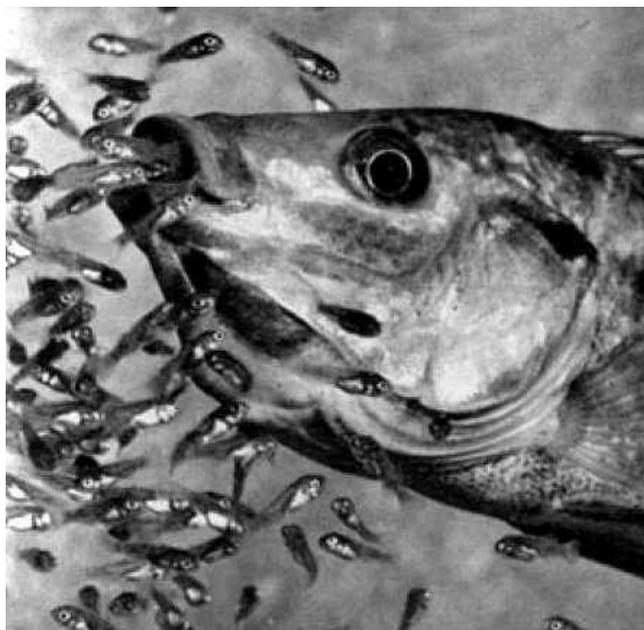


Рисунок 5 – Самка тилапии с потомством в ротовой полости (Khater, 1988)

1.3. Пищевые качества нильской тилапии и её использование в питании человека.

Питательную ценность продукции аквакультуры довольно трудно переоценить. Рыба является источником полноценных животных белков, жиров, витаминов, микроэлементов. Белковая ценность рыбы не ниже, чем мяса. Из 100 г белков рыбы усваивается организмом 40 г, а из того же количества белка говядины только 15 г.

По данным Б.П. Мохова, Т.Б. Солозобовой, З.Л. Семерханова, В.В. Егоровой, Л.К. Николаевой и А.Н. Шаронина (2006), производство рыбы по сравнению с другими продуктами, содержащими животные белки, может характеризоваться высокой эффективностью. Производственные затраты на одну тонну рыбной продукции почти в 5 раз ниже, чем на тонну говядины, в 4 раза – баранины, в 3 раза – свинины, в 8 раз – сливочного масла, в 4 раза – животных

жиров. С 1 гектара площади водоема только за счет естественной рыбопродуктивности можно ежегодно получать 2–3 центнера рыбной продукции.

Мышечная ткань рыб содержит незначительное количество грубой соединительной ткани и поэтому она значительно нежнее и сочнее, чем у теплокровных животных. Рыбная продукция, океанического и особенно морского происхождения, содержит в несколько раз больше протеина, чем мясо теплокровных сельскохозяйственных животных. В рыбе и других продуктах аквакультуры содержатся нужные для человека соединения, такие как незаменимые аминокислоты, в том числе лизин и лейцин, незаменимые жирные кислоты (включая уникальные докозагексаеновую и эйкозапентаеновую, которые относятся к классу Омега – 3 полиненасыщенных жирных кислот), витамины, микро – и макроэлементы в соотношениях, которые благоприятны для усвоения организмом человека. Особое место занимает метионин, относящийся к липотропным противосклеротическим веществам, по количеству метионина мясо рыбы находится на одном из ведущих мест среди белковых продуктов животного происхождения. За счёт присутствия аргинина и гистидина, продукты из рыбы весьма полезны для растущего организма, белок рыбы отличается очень хорошей усвояемостью организмом человека. В состав мышечной ткани рыб входят в основном простые полноценные белки типа глобулинов. Учитывая, что белковый состав мышечной ткани определяется главным образом составом белков мышечного волокна, то их принято делить на белки миофибрилл, саркоплазмы, клеточного ядра и сарколеммы. К миофибриллярным относятся солерастворимые белки типа глобулинов – миозин, актомиозин, актин (Г и Ф) и тропомиозин, которые составляют более половины всех белков мышц рыбы. К саркоплазматическим белкам относятся водорастворимые белки типа альбуминов – миоген, глобулин х, миоальбумин, на долю которых приходится около 25 % всех белковых веществ (Шувариков, Лисенков, 2009).

Кроме простых белков, в мышцах у рыб содержатся растворимые в слабых растворах щелочей и кислот сложные белки: фосфопротеиды и нуклеопротеиды, являющиеся важнейшими белками ядер мышечных клеток, липопротеиды, а

также глюкопротеиды (муцины и мукоиды), при гидролизе которых происходит отщепление глюкозы.

Белки сарколеммы мышечных волокон и соединительной ткани представлены в основном простыми, устойчивыми к растворителям неполноценными белками, в основном коллагеном, и в весьма незначительном количестве эластином.

Перед попаданием на стол потребителя рыбная продукция проходит ряд определённых ветеринарно-санитарных процедур. При отправке рыбы и рыбной продукции из хозяйства происходит оформление ветеринарного свидетельства (или справки для реализации в пределах района), где отражаются сведения о сроках реализации продукции и состоянии водоёмов хозяйства; товарно-транспортной накладной в 3–х экземплярах (Житенко, Боровков, 1998).

До начала приема рыбы необходимо проверить документы, сопровождающие товар, сличить данные упаковки, маркировки и тары. Продукция принимается партиями (к партии относится вся рыба, одновременно выловленная и отправленная из одного хозяйства). Порядок проведения приемки, отбора проб и органолептической оценки для лабораторных испытаний установлен стандартом (Позняковский, 2005).

- Приёмка рыбной продукции и рыбы производится по количеству и массе. Массу мороженой рыбы, после удаления с её поверхности снега и льда щётками измеряют. Масса нетто рыбы безтузлучной солёной определяется взвешиванием всей партии и вычитанием из фактической массы брутто массы упаковки, которая обозначена на маркировке, а массу нетто рыбы в заливке после двухчасового стекания тузлука и смывания оставшейся соли.

- Маркирование рыбопродуктов и рыбы осуществляют в соответствии с технологической инструкцией.

- Объединенная проба для лабораторных анализов должна соответствовать: для живой рыбы – до 3% по массе, для рыбы-сырца – не более 3,0 кг, для мороженых продуктов – не более 2,0 кг, для икры и кулинарных изделий – не составляется, для клея – до 0,7 кг.

- Усредненная проба рыбы составляет: от 0,3 до 0,5 кг при массе одного экземпляра рыбы 0,1 кг и менее; 6 рыб (по 2 наиболее, наименее и среднеупитанных) при массе - 0,1–0,5 кг; 3 рыбы (наиболее, наименее и среднеупитанная) при массе экземпляра 0,5–1,0 кг. При массе рыбы больше 1,0 кг из 3 рыб вырезают по 3 поперечных куска мяса. Средняя проба икры – 0,14–0,45 кг, клея – 0,6 кг.

- Органолептическая оценка качества рыбы проводится при хорошем освещении (естественном, дневном) и температуре продукта 18–20°C. Осмотру подвергается 3–5 кг продукта или 3–5 единиц потребительской тары.

- Длина и масса рыбы измеряется у каждого экземпляра отдельно

- Цвет рыбы, внешний вид и состояние кожного покрова определяют визуально, а консистенцию - при лёгком сжатии пальцами.

- Определяют степень пожелтения_подкожной ткани (в том числе при окислении жира) с рыбы снимают кожу: полностью - у рыб массой 0,5 кг и менее, в наиболее вероятных местах пожелтения - у рыб массой от 0,5 кг и более.

- Степень обескровливания определяется на поперечном разрезе (должно быть ясно видно границу светлого и тёмного мяса).

- Запах рыбы определяется на поверхности кожи, на поверхности ножа, введённого в тело рыбы между спинным плавником и приголовком, вблизи анального отверстия со стороны брюшка по направлению к позвоночнику, во внутренностях через анальное отверстие, в места повреждений или в наиболее мясистой части, а также при обонянии поверхности жабр. В случае сомнений в оценке запаха продукт подвергают варке.

- Вкусовые качества проверяют при разжевывании продукта (после необходимой термической обработки).

- Лабораторные методы определения качественного состава рыбы и рыбопродуктов включают в себя биохимические, бактериологические, физико-химические, паразитологические, биологические и токсикологические исследования по общепринятым методикам (Рогов и др., 2009).

Нильская тилапия обладает превосходным качеством мяса, оно сочное и нежирное, богато белками от 15 до 20 %, в нём низкий процент насыщенных жирных кислот и отсутствуют межмышечные кости. Содержит большое количество микроэлементов, селена, калия, фосфора, никотиновой кислоты и витамина В12 (табл. 2).

Таблица 2 – Химический состав и пищевая ценность мяса тилапии (Привезенцев, 2008)

Показатель	Количество на 100 г
Калорийности	96 Ккал
Жиры	1,7 г
Белки	20,8 г
Вода	78,08 г
Зола	0,93 г
Насыщенные жирные кислоты	0,77 г
Жирные кислоты:	
Омега-3 жирные кислоты	0,167 г
Омега-6 жирные кислоты	0,184 г
Стерины (Стероиды):	
Холестерин	50 мг
Витамины:	Витамины группы В (1,2,4,5,6,9,12), Витамин D и D3, Е, К, РР, Бетанин.
Макроэлементы:	К, Са, Ph, Na, Mg.
Микроэлементы:	Fe, Zn, Cu, Mn, Se.

Количество кальция и фосфора у рыб различных возрастных групп по данным Н.М. Лаврентьева (2002), подвержено незначительным колебаниям, при соотношении близком к 1,7:1. Кальциевый баланс в основном зависит от поступления кальция, растворенного в воде, и содержащегося в корме (Тетдоев, Барабаш, Мирошникова и др., 2005). От содержания кальция в воде и его соотношения с магнием зависит рост рыб. Наиболее благоприятное для роста соотношение Mg:Ca, равное 1:4. Выход мясных частей составляет от 30 до 37 %, он зависит от массы рыбы.

В магазинах как правило продаётся филе тилапии (рис. 6), при покупке следует выбирать мясо как можно с меньшим количеством красных прожилок (Тетдоев, 2009).



Рисунок 6 – Замороженное филе тилапии (фото – Пырсигов А.С.)

Из-за высокой скорости роста, накопление тяжелых (свинец, ртуть, медь, никель) металлов и других вредных веществ при правильном выращивании сводится к минимуму, однако в виду своей всеядности тилапия может поедать различные вредные компоненты и “переносить” их на кухню человека. При выращивании рыбы в промышленных масштабах недобросовестные производители вводят в рацион антибиотики и гормональные препараты для увеличения скорости роста или же кормят некачественными кормами, такая продукция вредна для человека и может послужить причиной серьезных проблем со здоровьем. В России зачастую продавцы для увеличения сроков хранения и веса рыбы вводят в неё полифосфаты. А для избавления тилапии от гельминтов используют химические препараты и заморозку, однако это всё не гарантирует полной безопасности, наиболее эффективным способом является продолжительная термическая обработка (Тетдоев, 2009).

Нильская тилапия богата омега – 3 жирными кислотами, поэтому зачастую эта рыба рекомендуется диетологами для человека. Ученые рекомендуют её для питания детей, людей пожилого возраста, беременных и кормящих женщин. В искусственных условиях важно включать в рацион рыбы кукурузу, так как в целом рыба выращенная промышленным способом бедна теми самыми ценными омега – 3 жирными кислотами в ней преобладают менее качественные омега – 6 жирные кислоты, а внесения этой кормовой составляющей повышает полноценность мясной продукции. Если же в рыбе содержится много омега – 6 жирной кислоты, потребление мяса крайне не рекомендовано людям

страдающим: аутоиммунными заболеваниями, аллергикам (в частности астматикам), имеющим патологии сердца, страдающим ожирением, диабетом и больным артритом (Тетдоев и др., 2005). Согласно исследованиям учёных оптимальное соотношение этих кислот составляет 1:1, а если уклон идёт в сторону омега – 6 то продукт считается вредным для организма человека. Однако в мясе тилапии это соотношение может очень сильно варьироваться от 1:3, до 1:11 (Бардач и др., 1978).

1.4. Селекционная работа в тилапиеводстве

Стремительный рост производства тилапии, наблюдающийся в последние десятилетия, связан в значительной мере с успехами, достигнутыми в области генетики и селекции тилапии. Селекционная работа с этими видами рыб проводилась по двум основным направлениям.

- Первое направление селекции было связано с получением в потомстве однополого мужского потомства. Эта задача была успешно осуществлена, и в настоящее время большая часть продукции в тилапиеводстве приходится на отселекционированные линии тилапий и созданные на их основе однополые (мужские) высокопродуктивные гибриды.

- Второе направление было направлено на получение и выращивание тилапий с красной окраской тела, имеющих высокий потребительский спрос. История выведения различных линий красной тилапии показывает, что они были получены в разных регионах и в различных вариантах скрещивания.

Успехи рыбоводной отрасли существенно зависят от условий выращивания (температуры и качества и др. факторов среды). Следовательно, получение гетерозиса в рыбоводстве должно базироваться на теоретических разработках в других отраслях.

Гетерозис как биологическое явление впервые был обнаружен при межвидовом скрещивании. При скрещивании разных видов, сортов, инбредных линий гибриды первого поколения по ряду признаков и свойств, превосходят родительские формы (Филатов, 1988). Эти признаки и свойства включают в себя

увеличение жизнеспособности, плодовитости, устойчивости к болезням, вредителям, часто наблюдаемые у гибридов первого поколения.

Необходимо отметить, что до сих пор не раскрыта биологическая сущность и не создана единая теория гетерозиса, которая бы позволила эффективно использовать и, особенно, прогнозировать гетерозисный эффект.

В селекции животных с позиции гетерозиса ведущая роль принадлежит индивидуальной изменчивости. Э. Майэр (1971) с эволюционной точки зрения выделяет два самостоятельных типа биологической изменчивости: групповую и индивидуальную. Эти закономерности отмечали в свое время классики отечественной зоотехнии (Кисловский, 1939; Лискун, 1951; Богданов, 1977).

Создание разнокачественных генотипов в пределах одного вида не даёт гарантии получения максимального эффекта гетерозиса, так как еще не известна сочетаемость этих генотипов. Она выявляется только путем эксперимента и накапливается в процессе селекционной работы. Это положение может подтверждаться результатами экспериментов: при использовании заранее отселекционируемых групп животных эффект комбинационной сочетаемости по продуктивным показателям значительно выше, чем при простом межпородном скрещивании.

Основная причина наилучшего развития помесей при скрещивании – изменение генотипа потомства. Исследователями разработаны различные теории, которые объясняют сущность гетерозиса. Ч. Дарвин (1951) повышенную продуктивность и жизнеспособность помесного потомства объединял с значительной биологической разницей мужских и женских половых клеток.

Д.А. Кисловский (1965) пояснял природу гетерозиса наличием в организме облигатно-гетерозиготных генов, способных при скрещивании переходить в гетерозиготное состояние и оказывать влияние на развитие признаков у потомства. Ряд исследователей проблему гетерозиса пытаются объяснить с позиций доминирования и сверхдоминирования. Другие усматривают проблему гетерозиса во взаимодействии между ядром и цитоплазмой. Предполагая, что при скрещивании комплекс наследственного материала, заключенного в одном наборе

хромосом у одной породы, попадает в цитоплазму клетки другой породы, и это может вызвать изменение ее активности.

Теоретические основы гетерозиса включают разные гипотезы:

- доминирования;
- сверхдоминирования;
- жизненности;
- генетического баланса;
- биохимическую концепцию;
- зоотехническую концепцию.

В соответствии с гипотезой генетического баланса явление гетерозиса обуславливается его изменением в сторону увеличения наследственных факторов, дающих положительный эффект.

Гипотеза генетического (гетерозисного) баланса разработана И. Лернером (1970). В последующем эта концепция получила свое развитие в трудах Н.В. Турбина (1961, 1967), М.А. Федина (1982), которые считают, что обе конкурирующие концепции гетерозиса (имеется в виду концепция доминантности и сверхдоминантности) не исключают друг друга и, находясь в соответствии с определенными экспериментальными данными, могут рассматриваться как существенные фрагменты общей теории гетерозиса. Возможно, что созданию такой общей теории в будущем может способствовать концепция генетического баланса. Исходя из этой концепции величина любого признака у вида представляет собой результат выработанного определенного равновесия в течение отбора в разнонаправленном действии на этот признак множества наследственных факторов и условий окружающей среды. При скрещивании особей различных по генотипу у гибридных потомков изменяется генетический баланс в отношении большей или меньшей части признаков, что имеет возможность вызывать отклонения их величины в сторону увеличения или уменьшения по сравнению с родительскими формами.

Учитывая, что всякий баланс, в том числе и генетический («генный баланс» или «хромосомный баланс»), может быть выражен только количественно, авторы

этой концепции вносят некоторые изменения в само понятие гетерозиса и считают, что под этим термином следует понимать не просто превосходство гибридов над родительскими формами, а конкретное превосходство по степени развития того или иного признака. Степень проявления признака – результат развития, характеризующий этот процесс с количественной стороны. Отклонения в степени развития признаков у гибридов (по сравнению с родителями) могут быть как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. В связи с этим можно говорить о позитивном и негативном гетерозисе. Обычно имеют в виду позитивный гетерозис в силу его большего практического значения.

Н.В. Турбин (1967) считает, что превосходство гибридов над родительскими формами может проявляться в самых разнообразных признаках – морфологических, биохимических, физиологических. По его мнению, эффект гетерозиса проявляется только в изменении интенсивного развития, имеющих у родителей признаков и обычно не сопровождается проявлением какого-либо качества или появления новой формы.

Гипотеза сверхдоминирования предполагает то, что проявление гетерозиса обуславливается гетерозиготностью генотипа, т.е. гетерозигота $A_1 A_0$ имеет превосходство над обеими гомозиготами $A_1 A_1$ и $A_0 A_0$. Обе аллели выполняют в гетерозиготе несколько различных ролей, дополняя при этом друг друга, и следовательно, сверхдоминантность рассматривают как межаллельную комплементацию. Концепция дополнительного действия аллелей подразумевает, что когда две аллели осуществляют разные функции или же производят совершенно разные продукты, гетерозигота может осуществлять обе функции.

Другой тип сверхдоминантности наблюдается при альтернативных путях синтеза. При отсутствии доминантности гетерозигота $A_1 A_2$ имеет два пути синтеза вещества. Например, один, идущий при низкой температуре, другой – при высокой, что позволяет гибриду лучше развиваться как в теплые, так и в холодные дни (Кушнер, 1974). Гетерозиготы имеют преимущество за счет приспособленности к более широкому спектру условий, и по этой причине лимитирование отдельных стадий развития для гетерозисного организма менее

глубоко, чем для гомозиготных особей.

Концепция сверхдоминантности при оптимальном количестве предполагает, что гомозигота по одной аллели производит слишком мало данного вещества, тогда как гомозигота по другой аллели – слишком много, гетерозигота же по двум таким аллелям даст оптимальное для организма количество данного вещества. Согласно гипотезе многих ученых, теория физиологического равновесия, это две гомозиготы одной и той же пары аллелей менее пригодны для оптимального развития организма, чем гетерозиготы, так как в основе этого лежит взаимодействие между генными продуктами, являющимися существенными ростовыми веществами.

Следующий тип сверхдоминантности более гипотетический, чем предыдущие, но привлекающий к себе все более пристальное внимание исследователей. Он обусловлен синтезом «гибридных» белков, когда гетерозигота продуцирует белки, свойственные как родительским формам, так и носящие гибридный характер (Финчем, 1968).

Возможно, не совсем правильно считать моногенный гетерозис результатом взаимодействия аллелей ввиду того, что подобное явление может определяться, вероятно, различиями не по одному гену, а по двум или более (Кирпичников, 1987).

Согласно гипотезе доминирования гетерозис обуславливается взаимодействием большого числа генов. При скрещивании, дающих эффект гетерозиса, неаллельные доминантные гены, обуславливают повышенную жизнеспособность организма, объединяются в гибриде и подавляют действие слабых рецессивных генов, т.е. при скрещивании генотипов $AAbbcc$ и $aaBBCC$ гибрид $AaBbCc$ проявляет гетерозис. Эффект маскировки рецессивной аллели может быть обусловлен следующими факторами:

- активный рецессивный аллель способен к образованию промежуточного вещества, тогда как доминантный детерминирует последующий этап синтеза этого вещества;
- рецессивная аллель хотя и активна, но не способна к образованию

достаточного количества вещества; доминантная благодаря большей своей эффективности определяет максимальное проявление признака в фенотипе;

- рецессивная аллель не активна, поэтому фенотипическое выражение признака определяется доминантной аллелью как в гетерозиготе, так и в гомозиготе с доминантной аллелью.

Гипотеза жизнениности или концепция физиологического гетерозиса определяет биологическую сущность гетерозиса в 3 особенностях помесных животных: обогащенной наследственности их организма, повышенной жизнениности на основе внутренней противоречивости и пластичность помесных организмов вследствие расшатанной наследственной основы и повышенного ответа на изменения условий среды.

Общеизвестно, что каждый вид растений и животных имеет колоссальные резервы генетической изменчивости, в результате чего создается широкий диапазон адаптационной способности вида к самым разнообразным условиям внешней среды, обеспечивающий его сохранение.

Под влиянием накопившихся экспериментальных данных возникла новая концепция – принцип дополняющего действия, согласно которому ведущую роль в формировании эффекта гетерозиса занимают сочетающиеся различия наследственности скрещиваемых пород. При этом определено, что гетерозис – это сложное биологическое явление, в котором решающее значение имеют 4 группы факторов: дополняющее действие генетических факторов (гетерозиготность генотипа), прямое действие генов (уровень продуктивности исходных пород), материнский (реципрокный) эффект и условия жизни потомства и родителей.

Большую роль из указанных групп факторов играет материнский эффект. Дело в том, что после открытия Ф.Криком и Д.Уотсоном в 1953 г. материальных носителей наследственности некоторое время считалось, что генетическая информация сосредоточена только в ядре. Однако многочисленные исследования выполненные на животных показали, что существуют и другие носители генетического кода. Так, в экспериментах И.Н.Никитченко (1987) по изучению составляющих вариантов продуктивных признаков у свиней было установлено, что

генетическая вариация, обусловленная влиянием матерей, в 1,6–3 раза выше, чем отцовская вариация.

Ядро не является единственным органоидом, осуществляющим генетический контроль клетки. Хлоропласты и митохондрии имеют свой генетический аппарат и, следовательно, контролируют осуществление определенных процессов в клетке. Цитологические исследования показали, что пластиды никогда не возникают заново, а образуются путем деления существующих пластид и передаются от одной клеточной генерации к другим через цитоплазму клетки, т.е. наличием в них цитоплазматической наследственности (Zuttleton, 1962).

Известно, что факторы нехромосомной наследственности, значительно чувствительны к воздействию окружающей среды, нежели хромосомные гены. Возможно, именно этим и объясняют факты сравнительно легкой адаптационной наследственной изменчивости к новым условиям жизни, установленные в работах с шелкопрядом и другим объектами.

Наиболее простым и доступным способом использования явления гетерозиса в производстве является двухпородное промышленное скрещивание. Как отмечалось ранее, результативность разных вариантов промышленного скрещивания весьма разнообразна. С одной стороны, проявляется тенденция группирования признаков по величине эффекта гетерозиса, с другой, – в разных исследованиях даже одни и те же показатели могут увеличиваться или уменьшаться. Для применения на практике важен выбор такого варианта скрещивания, который всегда гарантированно будет обеспечивать прирост продукции. Поэтому при организации скрещивания необходимо учитывать и обязательные условия, от которых зависит величина эффекта гетерозиса. Главным образом, эффект гетерозиса определяется природой формирования признаков. Известно, что некоторая часть хозяйственно-полезных свойств наследуется по аддитивной системе в большей мере, часть примерно в одинаковой степени, под воздействием аддитивных и эпистатических генов, а часть определяется в основном эффектами доминирования в эпистазе.

К группам со средней величиной наследуемости (0,29–0,35) относятся откормочные качества и энергия роста молодняка (живая масса и их линейные промеры). По этим признакам зафиксирован гетерозис в большинстве исследований, поскольку они формируются под влиянием аддитивных и неаддитивных наследственных факторов. Также, выделяется группа показателей с низкой степенью наследуемости (менее 0,2), куда входят репродуктивные качества. На их генетическую изменчивость в основном воздействуют явления доминирования и эпистаза. По этим признакам гетерозис почти всегда проявляется.

Усиленное воспроизведение генетического материала у помесей и высокое абсолютное содержание его в расчете на биологическую единицу (орган, растение), по мнению исследователей, является одной из причин гетерозиса. Это подтверждается данными о повышенном содержании нуклеиновых кислот в клетках гетерозисных растений, об ускоренных темпах накопления в них РНК (Шахбазов, 1981). Увеличение содержания ДНК в клетке гибрида связывают со степенью гетерозиса. Поскольку гетерозис обычно не сопровождается появлением нового качества и проявляется в изменении интенсивности развития имевшихся у родителей признаков, то, по мнению ряда авторов, в основе его лежит активация гена (или комплекса генов), что связано с механизмом генетической регуляции развития признаков в онтогенезе. Согласно этому, такая активация должна приводить к увеличению активности (количества) ферментов, которые являются непосредственными продуктами деятельности гена. Однако, как было установлено, повышенной активности ферментов у гибридов, как правило, не наблюдается.

В последние годы все большее значение приобретает также биохимическая теория гетерозиса, согласно которой скрещивание приводит к усилению метаболических процессов у гибридных особей рыб, т.е. проявление гетерозиса происходит за счет обогащения биохимических процессов в клетках и тканях гибридного организма (Кирпичников, 1987). На основе многочисленных данных биохимическая теория гетерозиса, очевидно, является наиболее

предпочтительной, хотя и не главной. Следует заметить, что прогнозирование эффекта гетерозиса остается в рыбоводстве величиной с несколькими неизвестными, поскольку эта проблема слабо изучена.

Х.Даскалов (1968) считает, что при гетерозисе активизируются физиологические процессы в сложной белковой системе ядра и цитоплазмы. В результате этого активизируются ферментные системы, ускоряются процессы обмена и повышается жизнеспособность гибридов.

По утверждениям С.И. Пашкаря (1970) гетерозис связан с уровнем фенольных соединений – ингибиторов и стимуляторов ростовых процессов у растений. У гибридных семян по сравнению с родительскими формами уменьшено количество ингибирующих компонентов с соответствующим увеличением стимулирующих соединений. Наряду с этим, инбредные линии – исходные формы гетерозисных гибридов имеют резкие отличия между собой по хроматографическому спектру биохимических веществ рылец. Взаимодополнение фенольных компонентов родительских форм создает условия оптимальные для гетерозисного эффекта. Принимая во внимание активную физиологическую деятельность гетерозисных гибридов, можно сделать вывод, что в этом до определенной степени заключается основа продуктивности гибридных растений и предположить, что исследование физиолого-генетических механизмов повышения физиологической активности гибридов позволит приблизиться к познанию основ гетерозиса.

Р.И. Филиппова (1976) также предполагает, что гетерозисная основа гибридного организма, закладывающаяся в семени, во многом определяется физиологическим состоянием генеративных систем родителей во время скрещивания. Для проявления гетерозисного эффекта необходимо, чтобы исходные компоненты различались физиологической активностью генеративных органов (высокая активность пыльцы отцовской формы, рылец – материнской), благодаря чему достигается лучшая сбалансированность биологических систем при скрещивании, обеспечивающая формирование более жизнеспособного потомства.

Митохондрии имеют свою генетическую систему. Большая часть исследований по изучению генетических механизмов проводилась с митохондриями, выделенными из животных тканей или микроорганизмов. Однако, основные принципы генетики митохондриального аппарата имеют общую основу как для животных, так и для растительных организмов. Известно, что наиболее интенсивно дышат молодые активно растущие ткани. В связи с этим вызывает удивление факт, что для гетерозисных гибридов кукурузы, отличающихся по сравнению с исходными формами более энергичными ростовыми процессами, отмечается пониженная интенсивность дыхания. Вместе с тем известно, что митохондрии, выделенные из растений гетерозисных гибридов кукурузы, пшеницы, масличной пальмы, обладали повышенной интенсивностью поглощения кислорода по сравнению с митохондриями родительских форм.

В работах И.Н. Никитченко (1987) отмечено отсутствие прямой связи энергии роста с обменом веществ у свиней. По данным А.Д. Шелестова (1980) не обнаружено также прямой связи эффекта гетерозиса от интенсивности углеводно-липидного и белкового обменов.

Как известно, для характеристики функционального состояния хромосомного аппарата существенна не только общая его активность, но и генетическая структура работающих частей генома. Качественная сторона гетерозиса проявляется в том, что в период интенсивного роста проростков относительный процент суммарных гистонов в зародышах помесей был заметно ниже, чем у исходных родительских форм, а количество ДНК, наоборот, повышено. Кроме того, у гетерозисных гибридов в отличие от родительских линий почти в 2 раза была уменьшена доля обогащенных лизином (F_1 и F_2) фракций, которые обладают наибольшим репрессирующим действием по отношению к ДНК (Филиппова, 1976). Однако другими исследователями по этим признакам не отмечено существенной разницы между гибридами и исходными формами. В исследованиях, проведенных на инбредных мышах и их гибридах 1-го поколения показано, что нуклеосомы мышей по составу и весовому соотношению гистинов существенно не отличались (Ходоров, 1982).

Одной из характерных особенностей гетерозисных гибридов является способность их к интенсивному росту. Очевидно, что это связано с повышенной митотической активностью (Конарев, 1974). По среднеустойчивому уровню митотической активности высокогетерозисные гибриды превосходят свои исходные формы и слабогетерозисные гибриды, причем наиболее существенные преимущества высокогетерозисных гибридов по интенсивности клеточных делений наблюдаются в темный период суток. Подобная активность сопряжена с активацией транскрибирующей и репликативной функций ДНК (Замахеев, 1969), с усилением синтеза рибосомальной и информационной РНК. Предполагается, что одной из причин гетерозисного эффекта может быть сбалансированность синтеза разных фракций РНК и особенно и-РНК (Ивлева и др., 1973).

В сообщениях многих авторов имеются сведения о том, что гетерозис по одному гену наблюдается очень редко. В проявлении гетерозиса основное значение имеет не моногенный эффект, а гетерозиготность по многим локусам, дающая особи большее преимущество (Guyomard R., 1984). При прогнозировании эффекта гетерозиса, а также при создании специализированных линий животных, сочетающихся на аддитивный или гетерозисный эффект, большое значение приобретает количественная оценка комбинационной способности с тем, чтобы возвести это свойство в разряд селекционируемых признаков. Теоретическое обоснование возможности количественной оценки сочетаемости линий по отдельным хозяйственно-полезным признакам предполагает то, что комбинационная способность наследственна и передается от родителей потомству. Она подразделяется на общую комбинационную способность (ОКС), обусловленную аддитивным действием генов, и специфическую (СКС), вызванную явлениями эпистаза и доминирования, когда одни гены подавляют другие. Отсюда специализированные линии, сочетающиеся на аддитивный эффект, должны селекционироваться по общей комбинационной способности. Эти линии, имеют разный уровень отдельных признаков, при скрещивании они дают потомков, которые объединяют в себе все ценные качества родительских исходных форм. Селекция линий, которые сочетаются на гетерозисный эффект, должна

базироваться преимущественно на специфической комбинационной способности (в т.ч. коэффициента наследуемости).

Гетерозисные гибриды, как уже отмечалось, отличаются повышенной интенсивностью фотосинтеза у растений, более быстрым ростом, большей скоростью синтеза у животных, мобилизации и транспорта азотистых, фосфорных и других соединений. Все эти процессы чрезвычайно сложны, контролируются большим числом генов и тесно взаимосвязаны друг с другом. Изучение их на более простых системах, таких как изолированные митохондрии, показало, что скорость процессов, осуществляемых органоидами гетерозисных гибридов, была выше, чем у соответствующих органоидов исходных линий.

Физиолого-биохимические процессы обусловлены катализирующей способностью ферментов. Поэтому естественно стремление ряда исследователей связать гетерозис с катализирующей способностью ферментов и объяснить повышенную скорость физиолого-биохимических процессов у гетерозисных гибридов повышенной активностью ферментов. Ферменты являются аппаратом, деятельность которого реализует генетическую информацию клетки. Часто они образуют так называемую полиферментную (мультиферментную) систему, когда продукт одной ферментативной реакции служит субстратом для другой. Примерами таких систем служат гликолиз, цепь ферментов, ответственных за перенос электронов при фотосинтезе и дыхании, цикл Кребса и др.

Генетические гипотезы, объясняющие природу гетерозиса, как известно, сводятся к тому, что причина этого явления заключается во взаимодействии генетических факторов, полученных гибридом от родительских форм с разной наследственностью. Физиолого-биохимические гипотезы объясняют гетерозис взаимодополняемостью биохимических факторов, играющих важную роль в жизнедеятельности растений и животных. Генетические гипотезы не могут быть противопоставлены физиолого-биохимическим, поскольку физиолого-биохимические процессы находятся под контролем наследственных механизмов и, в конечном счете, взаимодополняемость биохимическими факторами, происходящая при гибридизации, обусловлена генетической комплементацией.

Отправным пунктом взаимодействия генетических факторов родителей при гибридизации является процесс мейоза и следующее за ним слияние половых клеток. При мейозе происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое в каждой из образующихся половых клеток. При редукционном делении гомологичные хромосомы, из которых одна была привнесена яйцеклеткой, а другая – спермием, расходятся в разные клетки, причем, наблюдается независимое расхождение одной пары хромосом от другой. При образовании гаплоидных наборов хромосом совершается расхождение аллельных генов в разные гаметы. Таким образом, в результате мейоза возможны различные сочетания отцовских и материнских хромосом в гаплоидном ядре половой клетки, что обеспечивает образование у одного из организмов половых клеток, различных по составу хромосом. Мейоз, следовательно, представляет механизм распределения генов, обеспечивающий их случайную и независимую рекомбинацию.

Комплементация (взаимодополнение) в ядре определенных наследственных задатков родителей обеспечивает по группе физиологических показателей преимущество гибриду. Но ряд физиологических процессов находится под сложным генетическим контролем, когда тот или иной процесс определяется многими генами и контролируется несколькими генетическими механизмами.

Ядро не является единственным органоидом, осуществляющим генетический контроль клетки. Другие органеллы, такие как хлоропласты и митохондрии имеют свой генетический аппарат и, следовательно, контролируют осуществление определенных процессов в клетке. В связи с существованием нескольких генетических систем требуется рассмотрение не только ядерного генетического аппарата, но и других – пластидного и митохондриального, что значительно упростит проведение наследований физиологических процессов при гетерозисной гибридизации.

На величину коэффициента наследуемости влияет природа ормирования признака, уровень отселекционированности стада, условия кормления и выращивания. В рыбоводстве, к сожалению, недостаточно разработаны

эффективные способы использования пород и линий (отводок, селекционных групп) на сочетаемость.

Учёными установлено, что при скрещивании особей разного вида можно получить необходимую популяцию. К примеру скрещивание самцов мозамбикской тилляпии с самками нильской можно получить поколение с 80 – 90 % самцов. Еще один простой способ контроля соотношения популяции — это в ведение в рацион молоди (до 3 недельного возраста) препаратов содержащих мужской гормон тестостерон. Это ведёт к повышению значения племенной работы в тилляпиеводстве. Применение гормональной инъекции, в зависимости от физиологического состояния самки и объёма вводимого препарата, способствует стимулированию скорости созревания половых продуктов и увеличивает плодовитость от 20 до 50 % (Привезенцев, Власов, 2010). Самки и самцы разных животных (в том числе рыб) имеют глубокие физиолого-биохимические различия в обмене веществ. При обмене веществ самцов характерным является более высокий уровень окислительных процессов, а для самок - меньшая интенсивность окислительных процессов и большая репродуцирующая способность тканей. В связи с разно-качественным составом особей разного пола по биохимическим показателям для них свойственны, неодинаковые потребности в питательных веществах. Для особей мужского пола необходимы корма с высоким содержанием белка, фосфора и умеренной кислотностью, а для особей женских особей - физиологически щелочные корма с большим содержанием углеводов и кальция (Федорченко и др., 1969; Киселев, 1980; Маслова и др., 1982). Величина щелочно-кислотного равновесия рациона влияет на направленность обменных процессов организма производителей, определяя потенциальные возможности воспроизводительной системы самцов и самок карпа.

Сперма самцов состоит из нуклеиновых кислот и основных протаминов и гистонов, а яйца самок - из цитоплазмы, содержащей «клуловин» и альбумин. В продуктах гидролиза протамин спермы содержатся в основном диаминокислоты – 75% аргинина, а в белке «клуловина» ядра яиц – только 5% диаминокислот и 95% моноаминокислот. Эти данные свидетельствуют о различиях белковой

структуры самцов и самок.

У самок генеративный синтез имеет значительные масштабы, а у самцов расходование запасных веществ выше, что свидетельствует о больших энергетических затратах в их организме, по сравнению с самками. Это можно подтвердить содержанием лактата в сыворотке крови у производителей карпа. У самок его значения составляли 723 мкг/л, у самцов – 540, а пирувата, соответственно, – 10,8 и 18,1 мкг/л, а также содержание фосфолипидов в молоках леща, равного 18 % к сухой массе, против 13 % в икре, соответственно, по холестерину – 4,0 и 0,2 % (Кухта и др., 1960). По данным Е.Д.Ким (1974), количество холестерина в сперме выше, чем в икре в 19,6 раза.

В период достижения половой зрелости эффективность использования пищи на рост самцов снижается в большей степени, чем самок. В гонадах самцов синтезируется и откладывается белков и липидов в 2 раза меньше, а гликогена в 2 раза больше, чем в гонадах самок. При этом степень истощения самцов в посленерестовый период значительнее, чем у самок (Шатуновский, 1980). Самцы, в отличие от самок, имеют большую изменчивость жиров тела, а в период нагула более высокое относительное содержание внутримышечного и полостного жира. Причем, в жирах самок ненасыщенных жирных кислот с более низкой точкой плавления больше, а у самцов - больше насыщенных жирных кислот с более высоким содержанием глицерина. Содержание саркоплазматических белков в мышцах самцов выше, чем у самок.

Фракционный состав липидов печени у рыб разного пола неодинаков. В печени самцов содержание эфиров стеринов выше, а содержание свободного холестерина ниже, чем у самок. Соотношение холестерина к эфиру в семенниках изменяется от 0,5 до 1,2, а в яичниках – от 1,4 до 2,6. Вместе с тем, содержание общего белка у самок леща в печени больше, чем у самцов (8,4–21,5% против 6,8–20,0%).

Рыбы разного пола имеют неодинаковые показатели по содержанию в тканях витаминов. Установлено, что семенники беднее аскорбиновой кислотой, чем яичники, а в крови созревающих самок в 5 раз увеличивается содержание

альдегида витамина А (ретинола), в то время как у самцов остается на одном уровне (Plack, Woolhead, 1966).

Неодинаковый уровень обмена веществ у самцов и самок подтверждается морфологическими и биохимическими показателями крови. Так, у самцов количество гемоглобина, эритроцитов, гематокритов значительно больше, чем у самок. При этом содержание моноцитов в крови самцов более высокое, чем у самок, а содержание белка в сыворотке крови у самцов более низкое, чем у самок (Маслова, Кудряшова, 1979).

Изменения химического состава крови, в частности, содержания белка и кальция в ходе полового цикла, у самцов выражены в меньшей степени, чем у самок (Нуваринен, Valtonen, 1973).

Существенные различия между особями разного пола отмечены в обмене веществ половых продуктов. На одинаковых стадиях зрелости обводненность семенников, как правило, выше, чем яичников. Относительное содержание липидов в зрелых половых продуктах самцов у многих видов рыб выше, чем у самок. Характерной особенностью белков мужского организма является большее количество в их составе аргинина, лизина и цистина, а в женских - гистидина и тирозина (Петренко, 1970).

Белки спермиев имеют резко выраженную щелочную реакцию (рН – 9,3-12,1), а белки яиц - кислотную (рН – 4,5). В белках мужских гамет больше метионина, цистина, лизина, а у самок - глютаминовой аминокислоты и триптофана. Концентрация ДНК в генеративной ткани самцов выше, чем у самок (Бердышев, 1973). Энергетический обмен в половых клетках самцов и самок существенно различается, Так эмбрионы женского пола выносливее по сравнению с мужскими к недостатку кислорода и чувствительнее к его избытку. Например, 1 мг спермы тарани потребляет 163,5 мм³ O₂, в то время как икра только 46,5 мм³ O₂, а у леща, соответственно, 95,9 и 13,8 (Гош, 1985).

Таким образом, обмен веществ у самцов и самок имеет существенные различия и может служить основой для раскрытия их влияния на потомство. В ходе развития зародыша осуществляется замена одних молекул фермента на

другие и это может происходить за счет трансляции материнских мРНК или образования фермента на новых РНК, транскрибированных на генах зародыша, т.е. при участии генов отцовского организма. При оценке гибридов двух видов форели было установлено, что изозимы ЛДГ, контролируемые отцовским генотипом, появляются позже ферментов, контролируемых генами матери (матери на 63 день развития, отца – на 70 день) также асинхронно появляется в печени гибридов материнская и отцовская формы алкогольдегидрогеназ.

В ходе ранних стадий эмбриогенеза происходят изменения структуры хромосом, коррелирующие с изменениями характера синтеза ДНК. Так, у форели длина хромосом на стадии от бластулы до гастролы уменьшается в несколько раз.

Стероидные гормоны (половые гормоны, прогестины, кортикостероиды) индуцируют синтез всех видов РНК: рРНК 5S рРНК, тРНК и гетерогенной РНК. Это значит, что под влиянием гормона усиливается весь белок – синтезирующий аппарат клеток – мишеней, что ускоряет трансляцию вновь образованных мРНК (начальное действие гормона происходит на уровне регуляции транскрипций).

Анализ вышеуказанных источников литературы показывает, что качество производителей, их половые продукты определяют качество жизни. Во всяком случае, в племенной работе обязательным условием является учет условий среды, поскольку при разных внешних условиях отбор ведет к формированию разнокачественных в племенном отношении групп животных.

Для достижения особью своего генетического потенциала необходимы соответствующие условия среды. По мнению Г.А.Стакана (1968), неблагоприятные условия жизни снижают проявление генетической информации, а при оптимальных условиях выращивания наследственная информация организма реализуется наиболее полно и только около 6-10% особей имеют резкие отклонения от среднего значения признаков по группе. В комплексе приемов племенного дела важнейшее значение принадлежит целесообразному выращиванию молодняка. Направленное выращивание – это система воздействия на индивидуальное развитие животного различных факторов, применяемых в определенные периоды жизни с целью формирования у него желательных

признаков и свойств, заложенных в генотипе (Богерук, Маслова, 2002).

Основной метод селекции во всей аквакультуре, как и в других отраслях животноводства – это массовый отбор, необходимых особей по различным фенотипическим признакам. К ним относятся следующие параметры и показатели: возможность замедления наступления полового созревания ремонтного поголовья для более эффективного использования кормов, ускорение скорости роста и повышение устойчивости линий к низким температурам (Андряшева, 1971).

Массовый отбор проводят путём бонитировки молодого ремонтного поголовья, только что созревших особей, по экстерьеру и массе. Особое внимание необходимо уделять размеру икринок, так как её размер существенно влияет на % выклева (Tave, 1988). Оценка качества производителей определяется, по потомству. Авторы И.М. Анисимова, В.Я. Катасонов, D. Tave (1961, 1986, 1988) подчёркивают, что при осуществлении отбора необходимо уделять особое внимание возможности проявления полового диморфизма, у различных видов тилапии она проявляется в разной степени. Наиболее заметно эта особенность проявляется у нильской тилапии. Так как самки значительно уступают по массе самцам, отбор самых больших рыб в группу производителей без учёта этого фактора с большой вероятностью приведёт к диспропорции соотношения мужских и женских особей.

Одним из первых объектов селекционной работы, проводимой на кафедре аквакультуры МСХА, стала нильская тилапия. Во время проведения массового отбора были оценены разнообразные селекционные варианты: по массе тела, длине тела, по индексам обхвата и упитанности. Отбор по этим признакам вели на протяжении трех поколений. В качестве контрольного варианта использовались показатели исходного стада. Отталкиваясь от целей селекции, наибольший интерес представляли особи с высокими значениями массы, имеющие компактное тело и относительно небольшую голову (Власов и др., 2005).

Отбор по индексам телосложения положительно сказался в целом на ряде хозяйственно-полезных признаков. Наиболее лучший эффект был получен в

группах, где селекцию вели по индексам телосложения. Анализ последующих этапов селекционной работы показывал, что наиболее эффективным является проведение комбинированного отбора, который включает массовый отбор в пределах лучших семейств, оценку отдельных семейств и проверку производителей по качеству потомства. В результате селекционных мероприятий сорудниками кафедры была получена новая порода тилапии «Тимирязевская». В 2002 г порода тилапии «Тимирязевская» утверждена Государственной комиссией Российской Федерации по охране и испытанию селекционных достижений и внесена в Государственный реестр. (Привезенцев и др., 2000)

Учеными рыбоводами установлены оптимальные нормы отношения полов всех выращиваемых родов тилапий и от вида эта разница довольно сильно варьируется (Катасонов, Черфас, 1986). Так для нильской тилапии при создании маточного стада, оптимальным будет соотношений мужских и женских представителей 1:5 – 1:7 (Анисимова, 1961). При выборе технологии выращивания особое внимание необходимо уделить способу размножения и учесть её специфические особенности.

Впервые красная тилапия была выведена на Тайване в 1968 г., в результате скрещивания нильской тилапии с мутантной мозамбикской тилапией. Филиппинская красная тилапия была получена путем скрещивания мозамбикской тилапии с тилапией горнорум. Гибридных самок затем скрещивали с самцами нильской тилапии (Briggs, 1981). В США выведена порода красной тилапии под названием “Cheri Snapper” (вишневый окунь), исходными видами при создании этой породы являлись самцы тилапии горнорум и самки мозамбикской тилапии. Особи новой породы тилапии, обладающие вишнево-красной окраской, пользуются большой популярностью у потребителей (Halvorsen, 1986).

При формировании стада производителей необходимо уделять особое внимание возрасту рыбы. Не целесообразно использовать поголовье старше 3-х летнего возраста, хотя и известно, что с возрастом плодовитость увеличивается, но процент оплодотворяемости такой икры и выхода личинок ощутимо снижается. Так же увеличивается срок между каждым последующим нерестом, если в

возрасте 1 года, этот показатель составляет 14 дней в среднем, то к 4 – х летнему возрасту 55 дней. В итоге эффективность применения самок 2 – ух леток превышает старое поголовье более чем в 2 раза (Бугаец, 1995). Проведение внутривидовых и более отдаленных скрещиваний во избежание засорения генофонда исходных групп рыб должно проводиться под контролем селекционеров.

1.5. Разведение тилапии в поликультуре

Нильская тилапия стала так популярна в аквакультуре благодаря целому ряду хозяйственно полезных признаков: лёгкость в размножении, неприхотливость к кормлению, быстрый рост, устойчивость к заболеваниям, возможность содержания и выращивания в воде с низкой концентрацией кислорода и различной соленостью (Тетдоев, 2009).

Все более широкий интерес к использованию тилапии, как к перспективному объекту отрасли аквакультуры, проявляют страны, расположенные в умеренной климатической зоне, а также в субтропиках. Возможности ее эффективного выращивания в этих регионах во многом определяются наличием доступного дополнительного тепла. Несмотря на то, что тилапия как объект промысла в странах Африки и Ближнего Востока известна очень давно, ее промышленное культивирование ведется сравнительно недавно (Loay, 1969). Первые исследования по выращиванию тилапии в прудах с контролируемым режимом были проведены в 20-х годах прошлого столетия в Кении. Однако широкое распространение тилапия, как объект аквакультуры получила только после второй мировой войны.

По показателям использования кормов и эффективности скорости роста нильская тилапия значительно превосходит все остальные виды рыб. Она характеризуется высоким уровнем пластичности роста. Так на конечные размеры и скорость роста сильно влияет кормовая база, глубина и размеры водоёма, температура воды, видовое разнообразие, гидрохимический режим, половая принадлежность рыб. Так как самцы сами по себе крупнее самок а в период

нереста, женские особи перестают питаться в связи с вынашиванием потомства эти различия становятся ещё заметнее. Для лучшей скорости роста следует содержать самок и самцов отдельно друг от друга, это обусловлено агрессивным поведением мужских особей в период нереста (Плохинский, 1969).

За прошедшие годы существенно изменились методы размножения и содержания тилапии. Появились новые интенсивные технологии ее воспроизводства и выращивания. Не менее важным является и то, что тилапия стала объектом аквакультуры в странах умеренного климатического пояса, где ее содержание в естественных водоемах практически исключается из-за низкой температуры в зимний период и для ее эффективного выращивания потребовалась разработка новых интенсивных технологий. Альтернативой явились интенсивные технологии разведения и выращивания тилапии в садках и бассейнах на теплых сбросных водах промышленных предприятий, использование геотермальных вод, а также выращивание в рыбоводных системах с регулируемыми условиями среды (Привезенцев, 1999). В настоящее время тилапию выращивают почти во всех странах Латинской Америки, Африки, Юго-Восточной Азии, Китае, Японии, в США и ряде других стран. По существу сформировано новое направление рыбоводства, аналогичное форелеводству или карповодству – тилапиеводство, характеризующееся своими технологическими приемами, связанными с биологическими особенностями этих рыб (Привезенцев, 2008).

Нормативы плотности посадки для садков и бассейнов следующие: до 1 г от 10 до 20 тысяч экземпляров на 1 м^3 , при массе 10 г плотность до 2 тысяч экземпляров на 1 м^3 . При выращивании в прудах производителей и ремонтного молодняка применяют следующие нормы: производителей от 1 – 2 тыс. шт./га, ремонтного молодняка 5 – 10 тыс. шт./га. Срок выращивания до 10 г от 1 до 1,5 месяцев. Согласно разработанным нормативам к товарной относиться рыба массой от 250 г. Для расчёта оптимальной плотности посадки оценивают следующие факторы: вид выращенной тилапии, комбикорм, гидрохимический состав воды, кислородный и температурный режимы. При создании оптимальных

условий выращивания среднесуточные приросты составляют 3 – 5 грамм (Привезенцев, 1978; Привезенцев, 1991; Тетдоев, 2009).

Выращивание нильской тилляпии в УЗВ позволяет получать до 100 кг/м³ за 4 – 6 месяцев (Тетдоев, 2009). В таких хозяйствах возможно разведение и выращивание тилляпий круглый год. Годовая мощность таких предприятий определяется следующими факторами: применение высокопродуктивных комбикормов, создание и поддержание в течении всего цикла выращивания благоприятных условий, технология выращивания. Применение установок УЗВ позволяет проводить двухразовое зарыбление нильской тилляпии. Однако мощность выхода рыбопродукции можно повысить в 1,5 – 2 раза, путём введения режима полицикла (Жигин, 2011). Оптимальные параметры УЗВ для тилляпии: рН воды от 6,5 до 7,5; концентрация растворённого кислорода от 3 до 24 мг/л; температура среды 25 – 30 °С; нитриты – 0,02 мг/л, аммиак – 0,3 мг/л, нитраты – до 60 мг/л, взвеси до 50 мг/л. Необходимо соблюдать световой режим 12 часов ночь – 12 часов день. При этом обеспечиваться освещённость поверхностей рыбоводческих ёмкостей 600 люкс. Подмена воды должна осуществляться каждый день в объёме 1/3. При выращивании в УЗВ необходимо вести тотальный контроль за качеством и состоянием кормов, так как естественных компонентов в промышленных условиях нет. Особое внимание уделяют перекисному числу корма, оно должно быть не более 0,2. В случаи его превышении в период выращивания молоди возникает риск получить бесплодных самок либо нежизнеспособное потомство (Лаврентьева, Тетдоев, 2009).

В условиях УЗВ нильскую тилляпию как правило кормят кормами: РГМ – 5В, РКС, 12 – 80 с размером гранул от 0,5 до 3,0 мм, раздача кормов осуществляется специализированными кормораздатчиками. Норма кормления составляет 2 – 3 % от живой массы рыбы. Для обеспечения рыб витаминами в летние время, используют зеленую растительность: салат, листья лопуха и крапивы, огурцы и кабачки (Dow, 1975; Лаврентьева, Тетдоев, 2001).

Тилляпию часто выращивают совместно с другими видами рыб, что позволяет более полно использовать естественную кормовую базу прудов и

получать дополнительную продукцию, контролируя одновременно перенаселение водоема. Эффективность выращивания в поликультуре определяется рациональным подбором отдельных видов рыб и их количественным соотношением, поликультура – совместное выращивание в водоёмах рыб разных видов, основанное на различии их спектра питания (Козлов, Абрамович, 1982). Так выращивание в поликультуре белого и пестрого толстолобиков, белого амура, большеротого окуня и нильской тилляпии позволило увеличить рыбопродуктивность ряда водохранилищ Кубы более чем в два раза, причем на долю тилляпии приходилось около 40% от общего улова (Богерук, Камехо, 1981). В конце 80-х годов производство тилляпии в стране превысило 16 тыс.т. (Diaz, 1989).

Для регулирования численности тилляпии в пруды подсаживают хищных рыб. В Юго-Восточной Азии наиболее широко используют клариевого сома, угря, большеротого окуня. Имеются данные, указывающие на то, что при совместном выращивании тилляпии с толстолобиками и карпом, последний может потреблять личинок тилляпии, разряжая численность рыбы и увеличивая рыбопродуктивность прудов (Spataru, Nopher, 1977).

Большое развитие в Юго-Восточной Азии получило использование водоемов для совместного выращивания креветки и тилляпии. Молодь креветки массой 1–2 г высаживают в водоем при плотности посадки 8 – 72 тыс. шт./ га. Но чаще используют плотность посадки около 16 тыс.шт./га. При указанной плотности посадки получают высокий выход креветки же лательного размера (более 25 г) и продукции около (500 кг/га). Тилляпию выращивают при плотности посадки 4,5-10,0 тыс. шт./га. При совместном выращивании тилляпии и креветки заметно улучшаются условия содержания в водоеме, так как креветка поедает остатки кормов и продукты обмена рыбы.

В странах Латинской Америке и Юго-Восточной Азии разведение тилляпии на рисовых полях довольно популярно. Рыба поедает сорняки и семена сорных растений, личинок рисового комара, моллюсков и других вредителей риса.

Вследствие совместного выращивания повышается урожайность риса и получают дополнительную продукцию рыбы.

Успешная разработка методов получения однополого потомства привела к широкому использованию в практике рыбоводства выращивание только самцового потомства. Монокультура самцов позволяет увеличить продолжительность товарного выращивания рыбы и использовать более высокие плотности посадки. В течение вегетационного сезона возможно получение рыбы массой 450 г и более при выходе рыбопродукции 4–6 т/га. Высокая экономическая эффективность выращивания однополой популяции тилапий способствует все большему распространению этой технологии во многих странах (Привезенцев, 2011).

Так в Израиле, где тилапия и карп являются наиболее популярными видами рыб, на долю тилапии приходится около 40% продукции прудовых хозяйств. При культивировании тилапии используют главным образом однополую мужскую популяцию. Выращивают в основном нильскую и голубую тилапии, а также красную тилапию. Товарной считается тилапия массой более 600 г (Pullin et al., 1997).

Опыты по совместному выращиванию в садках карпа и тилапии показали, что в поликультуре возможно получение дополнительной продукции в размере 15–20%. Поедая обрастания на стенках садков и подбирая остатки кормов, тилапия улучшает условия содержания карпа а также способствует лучшему санитарному состоянию водоема (Привезенцев, 2008).

В Куйбышевском садковом хозяйстве (Новосибирская область) мозамбикскую тилапию средней массой 11,4 г выращивали при плотности посадки 120 шт./м³. За четыре месяца рыба достигла массы 150 г. Было отмечено снижение интенсивности обрастания садков с тилапией, что может служить основанием для их использования в садковых хозяйствах в качестве биологического мелиоратора при совместном содержании с другими видами рыб.

Сравнительное изучение интенсивности фильтрации зеленых водорослей и цианобактерий нильской тилапией и толстолобиками скорость фильтрации

составила соответственно 702 и 812 мг органического углерода (С) на 1 кг ихтиомассы в час. При этом с ростом температуры воды скорость потребления водорослей тилляпиями возрастала, а по мере роста средней массы особей от 16 до 300 г снижалась с 763 до 300 мг С/кг в час (Takeuchi et al., 1980).

Эффективный способ уничтожения нитчатых водорослей с целью предотвращения запутывания и гибели молоди осетровых рыб в мальковых прудах использовали специалисты Донского осетрового рыбоводного завода Ростовской области, подсаживая туда тилляпию.

Технологические принципы выращивания в садковых хозяйствах тилляпии имеет свою специфику, связанную с ее биологическими особенностями – отношением к температурному режиму (Kumar, Engle, 2016). В условиях нашей страны температурный оптимум в водоемах-охладителях держится на протяжении 4-6 месяцев. Например, при выращивании нильской тилляпии в сбросном канале Ленинградской АЭС с конца апреля до конца октября. В августе самцы и самки были близки к половому созреванию (Чмилевский, 2000). В водоеме-охладителе Смоленской АЭС, тилляпия попавшая из садков в водоем выживает там в зимний период, а летом заходит в реку, питающую водоем-охладитель, и находится там до поздней осени (Ивойлов и др., 1988).

Эффективным технологическим приемом, позволяющим существенно повысить выход продукции, является поликультура – совместное выращивание нескольких видов рыб, отличающихся по характеру питания. Однако данных о эффективности и многообразии возможных вариантов индустриальной аквакультуры накоплено мало. В особенности это относится к системам с замкнутым водообеспечением, где использование поликультуры весьма актуально, так как значительно повышает эффективность их эксплуатации. Как показали проведенные исследования, наиболее перспективными при введении в поликультуру тепловодных индустриальных хозяйств, где применяются высокие плотности посадки, являются различные виды и гибриды тилляпий.

На сегодня тилапия является одним из немногих объектов тепловодной аквакультуры, позволяющих эффективно использовать поликультуру в замкнутых системах водообеспечения (Жигин, 2002).

Известно, что при выращивании карпа в поликультуре с тилапиями в различных соотношениях выход рыбной продукции повышается на 4-10% без дополнительных затрат кормов (табл. 3) (Маркин, 1995; Устинов, 2005).

Таблица 3 – Выращивание нильской тилапии при различных схемах посадки (Привезенцев, 2008)

Показатели	Плотность посадки	
	переменная	постоянная
Продолжительность опыта, сут.	180	180
Плотность посадки, шт. / м ³ :		
Исходная	1900	238
Конечная	234	231
Средняя масса, г:		
Исходная	21,4 _± 2,4	21,4 _± 2,4
Конечная	321,5 _± 40,1	318,7 _± 42,5
Коэффициент вариации по массе, %:		
Исходный	11,2	11,2
Конечный	12,5	13,3
Среднесуточный прирост, г	1,7	1,7
Затраты корма, кг/кг прироста	1,1	1,2
Выживаемость, %	97,1	97,9

В индустриальном рыбоводстве положительный эффект поликультурного выращивания проявляется не только за счет более полного использования ресурсов кормов имеющихся в бассейнах, но и вследствие снижения отрицательного воздействия видоспецифических экзометаболитов при благоприятных условий выращивания рыбы и сохранении суммарной плотности посадки (Виноградов, Ерохина, 1999).

Таким образом исследования А.С. Устинова (1995) и А.В. Жигина (2005) показали, что поликультура позволяет значительно увеличить суммарную плотность посадки выращиваемых гидробионтов без ущерба для эффективного роста используемых в них объектов, позволяет повысить выход рыбопродукции, улучшить другие рыбоводные показатели.

Тилапия активный потребитель обрастаний на стенках бассейнов, остатков кормов, экскрементов других видов рыб и детрита. Определено, что усвояемость тилапией детрита составляет 36,8%, что значительно выше усвояемости растительной (33,5%) и животной (29,5%) пищи (De Silva, Perera, 1985). Установлено, что для обеспечения максимальных проростов тилапии необходимо 20–30 мг переваримого белка на 1 кДЖ энергии корма, а при потреблении детрита, она получает 25,6 мг аминокислот (Bowen, 1984).

Исследования, выполненные в Бангладеш, показали, что чистая продукция ихтиомассы нильской тилапии в бассейне при отсутствии естественных кормов составляла 120–190 г/м³ в месяц при относительной скорости роста 0,7–0,95% в сутки. Объясняется это потреблением детрита, количество которого на стенках бассейна за двое суток наблюдений сократилось с 1,12 до 0,34 мг/см.² (Nepher, Liao, Cheng, 1983).

В бассейнах УЗВ Новолипецкого металлургического комбината, где тилапия выращивалась совместно с карпом, наблюдалось снижение концентрации взвешенных веществ на 22,3%, и окисляемости воды на 19–23,6% (Устинов, 1999). Таким образом, тилапия значительно улучшает экологические условия в рыбоводных бассейнах (табл. 4).

Когда рыбу выращивали в поликультуре отмечалась задержка полового созревания тилапии, что несомненно является положительным моментом, так как самки тилапии становятся крупнее своих сверстников, выращиваемых в монокультуре (Устинов, 2005). Ю. А. Привезенцев (2008) считает, что по совокупности биологических особенностей и хозяйственно полезных качеств наиболее перспективной для выращивания в поликультуре с карпом является голубая тилапия.

Таблица 4 – Гидрохимический состав воды при выращивании тилапии в монокультуре и поликультуре (Привезенцев, 2011)

Показатели	Монокультура	Поликультура
Растворенный кислород, мг/л	5,5-6,2	6,1-7,0
Аммоний азот, мг/л	2,5-2,7	2,3-2,6

Продолжение таблицы 4

Показатели	Монокультура	Поликультура
Нитриты, мг/л	0,07-0,08	0,07-0,08
Нитраты, мг/л	9,1-9,2	9,1-9,2
Окисляемость, мг О/л	15,9-16,8	12,8-13,6
Взвешенные вещества, мг/л	11,6-19,7	9,5-11,7

Выбор голубой тилапии в качестве ведущего объекта поликультуры в УЗВ связан с особенностями ее поведения и характером питания. Она менее агрессивна, чем нильская тилапия. Ю. А. Привезенцев (2008) отмечает, что голубая тилапия является отличным фильтратором, в условиях бассейнового содержания она имеет существенную пищевую нишу в виде взвешенных веществ (остатков корма, экскрементов, активного ила), а также биологических обрастаний стенок и дна бассейнов.

Оптимальное соотношение карпа и тилапии при совместном выращивании составляет 5:1. Во избежание конкуренции в потреблении корма средняя масса карпа при посадке должна быть в два-три раза больше средней массы тилапии. Выход продукции при совместном выращивании повышался на 8-10% без увеличения затрат кормов. В опытах А.С. Устинова (2005), при совместном содержании карпа и тилапии наблюдалось замедление полового созревания тилапии, что положительно повлияло на ее рост. Средняя масса самок голубой тилапии, выращенной в поликультуре, была на 19,5% выше по сравнению с самками, культивируемыми в монокультуре. Выход тилапии стандартной массы в среднем по самцам и самкам также был более высоким.

За последние годы произошло существенное изменение структуры ассортимента выращиваемой продукции. Сократилось производство карпа и увеличился объем выращивания осетровых. Опыт совместного выращивания осетровых и тилапии по существу отсутствует. Вместе с тем использование поликультуры тилапии и осетров позволит утилизировать остатки более дорогих высокобелковых комбикормов по сравнению с карповыми рыбами, что скажется на эффективности совместного выращивания этих видов рыб.

Исследования по совместному выращиванию осетра и нильской тилляпии были проведены в условиях рыбоводного хозяйства ТЭЦ-22 АО «Мосэнерго» в 2000-2001 годах. Результаты опыта (табл. 5) показали, что темп роста осетра и другие его рыбоводные показатели в поли - и монокультуре были примерно одинаковыми.

Однако, по мнению А. В. Жигина (2002) получение дополнительной продукции за счет выращивания тилляпии позволило увеличить общий выход продукции на 12% по сравнению с монокультурой и одновременно снизить (на 25%) кормовые затраты.

Таблица 5 – Выращивание сибирского осетра совместно с нильской тилляпией
(Жигин, 2002)

Показатели	Поликультура			Монокультура
	Осетр	Тилляпия	Всего	Осетр
Продолжительность опыта, сут	160			160
Количество рыбы:				
шт.	1500	238	1738	1500
%	86,3	13,7	100	100
Плотность посадки, шт./м ³	75	12	87	75
Средняя масса, г:				
Посадка	157,3	52,4	-	157,3
Облов	769,3	484,4	-	781,7
Среднесуточный прирост, г	3,8	2,7		3,9
Отход рыбы, %	18,3	3,4	16,3	19,8
Рыбопродукция, кг/м ³	47,1	5,6	52,7	47,0
Затраты корма, кг/кг	-	-	1,2	1,6

1.6. Современная кормовая база в рыбоводстве

На сегодняшний день производство комбикормов для рыб в нашей стране характеризуется доминированием сегмента наиболее доступных, простых по составу и качеству кормов для наиболее распространённых к выращиванию на территории нашей страны рыб, таких как карп. Задача рационального подбора кормов в рыбоводстве сводится к тому, чтобы выбрать такие условия и установить такой рацион, при котором получаемая продукция отрасли рыбоводства отличалась наилучшими потребительскими качествами конечного продукта, а трудозатраты персонала были сведены к минимуму.

Рыбы как объект разведения неодинаковы по типу и характеру питания. Среди них встречаются хищные и мирные, животнойдные, растительноядные и всеядные, планктоно- и бентосоядные. Однако на ранних стадиях развития все они проходят через фазу питания различными формами зоопланктона. У взрослых особей в процессе эволюции пищеварительная система приобрела способность адаптироваться к качеству пищи, что дало рыбам возможность осваивать различные экологические ниши. Это обстоятельство послужило биологическим обоснованием для применения в рыбоводстве искусственных кормов. В связи с этим рецептура комбикормов для различных видов и возрастов рыб предполагает вариабельность качественного состава и количественного сочетания сырьевых источников.

Под комбикормом понимается смесь двух и более компонентов, подобранных по определенному рецепту и обработанных по соответствующей технологии. Основной пункт — комбикорма должны быть сбалансированными, т.е. содержать все необходимые питательные вещества в нужном количестве и оптимальном сочетании и обеспечивать реализацию потенциальных способностей организма рыб к росту, нормальное развитие и хорошее физиологическое состояние. Последнее является необходимым условием для быстрой адаптации рыб к изменяющейся среде и стрессам рыбоводной или технологической природы. Теоретической и практической базой для создания рецептур комбикормов служат сведения о значении основных веществ и энергии в жизнедеятельности рыб, а также данные о потребностях в них в различные периоды развития. При этом необходимы знания о химическом составе и специфических свойствах кормового сырья, особенностях его переваривания в организме рыб. Кроме того, следует учитывать влияние технологии подготовки сырья и способов изготовления комбикормов на их питательные свойства. В зависимости от стадий развития рыб или целей их выращивания (посадочный материал, производители, товарная продукция) комбикорма подразделяются на следующие типы:

- **Стартовые.** Корма предназначенные для личинок, мальков и молоди. К составу, качеству и привлекательности этих кормов предъявляют наиболее строгие требования. Они должны быть не только концентратами питательных веществ, которые необходимы для поддержания интенсивного обмена, но и содержать их в виде, доступном для развивающейся пищеварительной системы молоди рыб. Комбикорма этого типа делятся на три основные группы. Первая предназначена для рыб с длительным циклом эмбрионального и предличиночного развития, личинки которых при переходе на внешнее питание, имеют относительно развитую пищеварительную систему (типичные представители — лососи). Вторая — для рыб с коротким циклом эмбрионального развития и ранним переходом на внешнее питание при слабо сформированной пищеварительной системе (представитель — карп). Третья группа кормов, занимающая срединное положение, должна удовлетворять потребности личинок, обладающих к началу активного питания пищеварительной системой, функционально более развитой, чем у карповых, и менее, чем у лососевых рыб (осетровые, сиговые).

- **Ростовые.** Корма для молоди старшего периода. Основные требования заключаются в том, что корма должны обеспечивать нормальное развитие и физиологическое состояние рыб, а также высокую интенсивность роста в период вегетации; накопление определенного запаса питательных веществ к осени и энергии, а также их экономную утилизацию в зимний период; способствовать высокой выживаемости и сохранению определенных запасов в организме для роста на последующих годах жизни. Эти комбикорма применяются при выращивании сеголеток в прудах.

- **Продукционные.** Корма для возрастных групп, предназначенных для выращивания товарной продукции. Корма должны обеспечивать быстрый рост, нормальное здоровье рыб, а также высокое качество получаемой продукции и экономическую эффективность ее производства.

- **Репродукционные.** Предназначаются для ремонтно-маточного стада и производителей. Должны способствовать хорошему росту рыб, нормальному

развитию и функционированию воспроизводительной системы; обеспечивать высокую резистентность потомства.

- Специального назначения. Эти комбикорма применяются с конкретной целью, как правило, в ограниченный период (лечебно-профилактические, антистрессовые, пигментирующие и т.д.).

В практике существует два основных подхода к составлению рецептов комбикормов и подбору сырьевых источников — эмпирический и аналитический. Первый основан на традиционно применявшихся в хозяйствах рецептурах кормов и комбинации составляющих их ингредиентов в соответствии с их доступностью на рынке сырья и его стоимостью. Второй, аналитический, базируется на результатах научных работ по питанию рыб. В его основе лежит принцип соответствия содержания и соотношения отдельных питательных веществ в сумме подбираемого сырья физиологическим потребностям определенного вида рыб.

К главным составляющим комбикорма для рыб, как и для других животных, относятся:

- Белок и незаменимые аминокислоты;
- Жир и незаменимые жирные кислоты;
- Углеводы;
- Витамины;
- Минеральные вещества;
- Энергия.

Белки – одни из главных элементов клеток и тканей и выполняющих широкий диапазон функций. Они входят в состав клеточных мембран и обеспечивают эластичность и жесткость мышечных структур, эластичность скелета и тканей других органов. Белки принимают участие в транспортных и каталитических процессах внутри клеток, в межклеточных жидкостях и крови, входя в состав ферментов. Также обеспечивают защитную функцию, представляя собой основу антител, они принимают участие в процессах регуляции обмена веществ в составе гормонов. В процессе роста белки являются главной составной

частью синтезируемого органического вещества. Организуя кормления тилапии, количеству и качеству белка в корме как основному фактору, обеспечивающему рост, необходимо уделять особое внимание (табл 6.).

Таблица 6 – Белковая потребность отдельных видов тилапии (Ю.А. Привезенцев, 2008)

Вид тилапии	Источник белка	Масса рыбы, г	Потребность в белке, %	Автор
O. aureus	Казеин	2,5	56	Winfrey and Stickney, 1981
	Альбумин	2,5-7,5	34	
	Соевый жмых или рыбная мука	0,3-0,5	36	Davis and Stickney, 1978
O. niloticus	Рыбная мука	0,8	40	Siddiqui et al, 1988
		40,0	30	
	Казеин	0,012	30	El-Sayed and Teshima, 1992
O. mossambicus	Рыбная мука	3,5	30	Wang et al, 1985
		9,0	25	
		Молодь	50	
T. zillii	Казеин	0,5-1	40	Jauncey and Ross, 1982
		6-30	30-35	
		1,7	35-40	
Red hibrid tilapia	Казеин	1,3-3,5	35	Mazid et al, 1979
		0,2	35-40	Santiago and Laron, 1991

Скорость синтеза белков различных органов у рыб так же, как и у высших позвоночных, неодинакова, что связано со специфическими функциями систем органов. Белки полостных органов вследствие их высокой метаболической активности синтезируются и обновляются значительно быстрее, чем белки мышц. Это подтверждается данными (табл. 7) (Mambrini, Guillaume, 1999), согласно которым скорость синтеза белков в различных тканях и органах рыб существенно различается.

Таблица 7 – Скорость синтеза белка и его отложение в различных органах и тканях рыб (Щербина, Гамыгин, 2015)

Орган, ткани	Скорость синтеза, %/сут	Отложение, % синтезированного белка
Печень	5,3-20,0	5
Жабры	2,4-23,0	-
Пищеварительный тракт	1,3-21,2	8
Желудок	7,8-18,3	-
Красные мышцы	0,3-7,7	-
Белые мышцы	0,1-1,3	70

Наиболее активно обменные процессы идут в тканях жабр, печени и желудка, наименее – в относительно пассивных белых мышцах, за счет которых, однако, обеспечивается основной прирост массы рыб. При этом следует отметить, что химический состав тела рыб и, в частности, количественное содержание белка, отражая видовые различия и возрастные особенности, испытывает колебания в связи с сезонными изменениями условий среды и питания.

Личинки тилапий могут питаться искусственным кормом, перейдя на активное питание сразу после абсорбции желточного мешка. В связи с этим при промышленном выращивании необходимо знать потребности мальков и рыбы старшего возраста в энергии и протеине для обеспечения максимального роста.

Установлено, что личинки нильской тилапии лучше росли при уровне протеина в корме 45% (по сравнению с 30, 35 и 50%) (El-Sayed, Teshima, 1992). Оптимальный уровень протеинов для личинок мозамбикской тилапии, получавших пастообразные корма на основе продуктов микробиосинтеза, также составил 45%. (Скляров, Дюндик, 1995).

По мере увеличения массы рыб потребность в протеине уменьшается. Лучший рост мальков нильской и мозамбикской тиляпий наблюдался при содержании протеина 40% (Kesamura et al, 1982; Teshima et al, 1987; Wang et al, 1985). Большинство учёных считает, что оптимальное содержание протеина в комбикормах для более крупных тиляпий, выращиваемых для товарных целей, составляет 30-35% (Viola, Arieli, 1982; Gur, 1997). Сопоставление полусинтетических рационов с уровнями протеинов от 20 до 45% выявило преимущество корма с 35% протеина, причем его дальнейшее повышение не только отрицательно сказалось на эффективности использования протеина в корме в целом, но и снижало темп роста (Менькин и др., 1993).

При определении потребности в протеине большое значение имеет энерго-протеиновое отношение в комбикорме. Большинство исследователей сходятся в одном взгляде, что энергетическая ценность рациона нильской тиляпии должна составлять 350-400 ккал/100 г корма. Это показано для личинок, так и для товарной тиляпии при содержании протеина от 28 до 50 % (El Sayed, Teshima, 1992). Представляют интерес результаты исследования влияния уровня энергии на переваримость питательных веществ и рост нильской тиляпии. При содержании в опытных кормосмесях 33% протеина и энергии от 4280 до 4860 ккал/кг оптимальный уровень энергии составил 4800 ккал/кг корма (Gaber, 2006). Как и при кормлении других видов рыб, понижение уровня протеина в применяемых рационах должно сопровождаться снижением энергетической ценности рациона (Carneiro et al., 1981). Наилучшим источником протеинов в кормах для тиляпии является рыбная мука (Omar, 1986). Однако при кормлении тиляпии возможна (без заметного ущерба) частичная или полная замена рыбной муки некоторыми животными и растительными источниками протеинов.

Показана возможность замены рыбной муки (до 20-40%) в стандартном рационе для молоди тиляпии пекарскими дрожжами, содержащими до 50% сырого протеина. При этом был достигнут характерный рост (в среднем 1 г/сут) при затратах корма 1,28 кг/кг прироста (Привезенцев, 2008).

Основная масса белка в количественном отношении откладывается в белых мышцах. По данным Hulihan (1986), в мышцах радужной форели откладывается и используется на прирост массы 76% синтезированного этой тканью белка, а в жабрах – лишь 4%. У трески (при максимальном росте 2%/сут.) на прирост используется 60% белка, синтезированного в мышцах, и только 10-30% белка жабр, кишечника и желудка.

Для питания организм использует не сам белок, а его структурные элементы – аминокислоты, оттого полноценность пищевых белков зависит во многом от их химического состава, то есть набора и количественного соотношения аминокислот, а также доступности их для организма в процессах переваривания (Куракин и др., 2015).

Белки растительного и животного происхождения имеют в составе обычно 20 основных аминокислот, поэтому их называют протеиногенными. Десять из них (лизин, аргинин, гистидин, треонин, лейцин, изолейцин, валин, метионин, триптофан и фенилаланин) относятся к незаменимым (эссенциальным) аминокислотам, потому что они не могут синтезироваться в организме из других веществ и могут поступать только с пищей, а если они и синтезируются, то недостаточной скоростью для удовлетворения его потребностей. К заменимым аминокислотам относятся глютаминовая и аспаргиновая, глицин, серин, пролин, цистин, тирозин, цистеин и ряд других. Однако при недостатке цистина на его синтез используется незаменимый метионин, а тирозина – фенилаланин, в результате потребность организма в метионине и фенилаланине возрастает. Исходя из этого иногда цистин и тирозин называют условно незаменимыми аминокислотами, а потребность в серосодержащих и ароматических аминокислотах выражают в виде суммы метионина с цистином и фенилаланина с тирозином (Aoe et al., 1970; Nose et al., 1979; Halver, 1975; Wilson, 1984, 1989; Tacon, Cowey, 1985 и др.).

Если по качественному составу незаменимых аминокислот белки кормов в основном одинаковы, то по их количественному соотношению резко различаются. Проявления недостаточности отдельных незаменимых аминокислот в питании

рыб, как и других животных, не имеют в своём большинстве яркой клинической картины и характеризуются чаще всего признаками, которые проявляются при неполноценном питании. Эти признаки были обнаружены при проведении специальных экспериментов (Halver et al., 1964; Mertz, 1969; Nose, 1978; Wilson, 1984, 1989; Luquet, 1991 и др.). К ним относятся потеря аппетита, замедление роста, снижение резистентности организма.

Недостаточное количество незаменимых аминокислот в рационах приводит к повышению потребления белка, что увеличивает в значительной мере затраты корма на единицу прироста рыб. Вследствие этого корма по содержанию незаменимых аминокислот делятся на полноценные и неполноценные.

В полноценных для рыб белках корма содержание незаменимых аминокислот обычно составляет 35-50%, остальная часть приходится на долю заменимых. В жизнедеятельности и питании рыб они также имеют большое значение, так как являются поставщиками основного количества обменного азота. При их недостатке идет повышенный распад незаменимых аминокислот, в связи с чем снижается продуктивное действие пищи в целом (Кальченко и др., 2009).

Определение потребности нильской тилапии в аминокислотах показало, что корма для нее должны содержать (в % к массе корма): аргинина – 1,37, метионина – 0,51, фенилаланина – 1,04, гистидина – 0,63, изолейцина – 1,12, лейцина – 1,35, лизина – 1,63, треонина – 0,99, валина – 1,26 и триптофана – 0,35 (Gaber, 2006). Несколько иные, более высокие значения оптимальных уровней трех незаменимых аминокислот – аргинина, лизина и треонина получены в исследованиях Odum, Ejike (1991).

Жиры (липиды), как питательные вещества – высококонцентрированные источники энергии, в то же время они в своем составе содержат многие жизненноважные вещества, такие как незаменимые жирные кислоты, жирорастворимые витамины и т.д. Физиологическое значение жиров пищи для рыб не ограничены их ролью в качестве поставщиков энергии. Жиры по своим функциям в организме служат рецепторными и структурными компонентами клеточных оболочек, и являются передатчиками биологических сигналов. В

живом организме процессы синтеза и распада жиров происходят непрерывно. Синтез осуществляется в цитоплазме клеток, распад — в митохондриях с освобождением энергии. Жиры содержащиеся в кормах оказывают влияние на их структуру и химические свойства, включая прочность и водостойкость, на вкус и аромат, а также привлекательность для рыб.

Жиры – это сложная смесь органических соединений, различных по своей химической природе, но обладающих общим специфическим свойством, таким как нерастворимость в воде и растворимость в органических растворителях (этаноле, ацетоне, эфире, гексане, хлороформе и т.д.). По принятой в зоотехнии схеме химических анализов эти соединения объединяются в группу "сырой жир".

По химическому составу жиры относятся к классу эфиров и делятся на простые (липиды) и сложные (липоиды).

Простые липиды – это эфиры трехатомного спирта глицерина (а также ряда других высокомолекулярных спиртов) и разнообразных жирных кислот. В зависимости от того, сколько гидроксильных групп глицерина замещено жирными кислотами, они носят название моно, ди и триацилглицеринов. К этой группе относятся еще воски и стериды.

Сложную смесь триглицеридов (или триацилглицеринов) обычно называют нейтральными липидами, нейтральными жирами или просто жирами (Кизиветтер, 1973).

Триглицериды – главный энергетический резерв организма. Они концентрируются в подкожной жировой ткани, тканях, окружающих внутренние органы — кишечнике, гонадах, селезенке, костях, а также в органах, активно участвующих в жизнедеятельности организма – печени, мозге, мышцах. В клетках тканей они очень тонко диспергированы, вследствие чего на большой поверхности соприкасаются со многими веществами, входящими в состав клеточных структур.

В одноименных тканях различных видов рыб липиды накапливаются избирательно. Их содержание в мышцах находится в пределах 0,2–28%, печени –

0,5-80%, костной ткани – 0,5–2%;, крови, слизи – 0,01–0,05%), жировой ткани – 42–92% (Кизиветтер, 1973).

Липоиды, или сложные липиды - многочисленная группа жироподобных веществ. Среди них очень важную физиологическую роль играют фосфолипиды.

Фосфолипиды (или фосфатиды) представлены многообразной группой веществ различного состава и структуры. Это сложные эфиры многоатомных спиртов и высокомолекулярных жирных кислот, соединенных с фосфорной кислотой и азотистыми основаниями. Радикалы фосфорной кислоты несут отрицательный заряд, поэтому группа имеет еще одно название – полярные липиды. В число наиболее часто встречающихся азотистых соединений входят холин, этаноламин, серии. К фосфолипидам, образованным на основе глицерина, относят лецитины (например, фосфатидилхолин, лизолецитин), кефалины, серинфосфатиды, а на основе других спиртов (сфингозина, инозитола) – сфингофосфатиды и ипозитфо-сфатиды.

Фосфатиды в виде протеолипидных комплексов входят в состав оболочек и протоплазмы клеток всех животных организмов. Вместе с другими липидами они образуют периферическую мембрану клеток и их органелл.

Функциональное значение фосфолипидов обусловлено их бифазным характером, который позволяет регулировать проницаемость клеточных оболочек. Поддерживая постоянство внутренней среды и межклеточный обмен, фосфолипиды способствуют адаптации организма к изменяющимся условиям. В общих липидах рыб фосфолипиды составляют 10-20%, а иногда и более. Содержание структурных и плазматических липидов отличается относительным постоянством и, практически, не зависит от упитанности или истощенности организма. Состав запасных липидов определяется в основном особенностями пищевых жиров.

Жирные кислоты. Химические и физиологические свойства различных липидов во многом зависят от типа и количественного содержания жирных кислот. По характеру химических связей их делят на насыщенные, в которых все атомы углерода соединены между собой одной связью, и ненасыщенные, обычно

имеющие от 1 до 6 двойных связей и получившие название моно- и полиненасыщенных (или моно- и полиеновых).

В липидных компонентах растений в преобладании ненасыщенные кислоты, потому растительные масла имеют жидкую консистенцию и низкую температуру плавления. Жиры теплокровных животных состоят из насыщенных и мононенасыщенных кислот (олеиновая, пальмитиновая, стеариновая). Поэтому их жир имеет более плотную консистенцию и более высокую точку плавления. Их основные полиненасыщенные кислоты – линолевая и арахидоновая, принадлежат к семейству линолеата.

По сравнению с теплокровными животными у рыб в составе полиненасыщенных жирных кислот заметно больше кислот ряда линолената. Соотношение полиеновых кислот служит отличительным признаком липидов морских и пресноводных рыб. У морских рыб оно значительно шире, чем у пресноводных. Причем в липидах морских рыб преобладают эйкозопентаеновая и докозгексаеновая кислоты.

Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о различии в метаболизме липидов у карпа и тилляпии. У тилляпии жир откладывается преимущественно в брюшной полости. Содержание жира не влияет на устойчивость тилляпии к холоду (Viola et al., 1988). Довольно часто в литературе можно встретить сведения о положительном опыте с выращиванием тилляпии на комбикормах с содержанием 8-10 % жиров (Papoutsoglou, Voutsinos, 1988). Тилляпия имеет четко выраженную потребность в кислотах линолевого ряда и слабо растет при высоких уровнях линоленовой кислоты. Для морских рыб требуется высоконенасыщенные кислоты, т.к. они обладают ограниченной способностью преобразовывать линоленовую кислоту в пентаены и гексаены. В опытах с использованием тест-диет с содержанием липидов от 8 до 18% и дополнительного внесения в кормосмеси от 2 до 10% соевого масла максимальный рост отмечен на кормосмеси, содержащей 4% соевого масла (12% общих липидов). Результаты химического анализа указывают на высокую

положительную корреляцию содержания липидов в теле с уровнем липидов в корме (Gaber, 2006).

Предполагают, что жиры, входящие в состав комбикормов для тилапии, как и для других видов рыб должны отвечать определенным требованиям по жирнокислотному составу. Для тилапии линолевая кислота является незаменимой жирной кислотой (Kanazawa et al., 1985; Takeuchi et al., 1980). Показано, что добавление 5% рыбьего жира в комбикорм (вместо птичьего жира), при общем уровне липидов 9%, обеспечивает получение продукции с хорошими вкусовыми качествами и достаточно хорошей «лежкостью» (Viola, Arieli., 1982).

Уровень жиров в комбикормах для различных объектов отрасли рыбоводства варьирует в обширных пределах, в зависимости от характера питания вида, его биологии, возраста, условий среды (температуры, солености) и способа выращивания рыб (в прудах, садках, рециркуляционных системах). Оптимальный уровень липидов в кормах для пресноводных (форели, карпа, тилапии) приведен в табл. 8.

Таблица 8 – Оптимальный уровень содержания липидов в кормах (Corraze, 1999)

Вид рыбы	Форель	Карп	Тилапия
Содержание липидов, % сухого вещества	18-20	<18	<10

В организме рыб углеводы входят в состав клеток, плазмы крови и межклеточных жидкостей всех тканей. Они находятся в виде свободных Сахаров, олиго- или полисахаридов, а также в соединении с белками, минеральными элементами и другими веществами. Их количество в организме невелико и в расчете на сухое вещество в среднем составляет 2,5-5,0%. Основная масса находится в мышцах и печени в виде полисахарида гликогена, много их в соединительных тканях, в частности скелетной. В жизнедеятельности животных глюкоза и гликоген играют важную роль как вещества, легко подвергающиеся распаду в тканях с освобождением энергии. Основной биохимической ролью

углеводов является поставка органических кислот, необходимых для осуществления пластического и энергетического обмена.

Известно, что доля энергетических потребностей животного организма даже при наличии других источников должна компенсироваться за счет расщепления углеводов. В связи с этим организму небезразлично какие энергетические источники поступают с пищей.

Питательная ценность углеводов имеет тесную связь с их химическим строением и соотношением в них различных структурных групп. Немаловажное значение имеет возможность пищеварительной системы осуществлять расщепление и всасывание этих соединений.

При дефиците углеводов и в случае незначительного поступления жиров организм вынуждается покрывать энергетические потребности за счет расщепления белковой части кормов. Следовательно, от качества и количества углеводов в рационе, также степени их переваримости зависит эффективность использования белка на рост рыб.

В отношении оптимального уровня углеводов в комбикормах для различных объектов аквакультуры сведения противоречивы. На начальных этапах создания искусственных кормов для хищных лососевых считалось, что максимально допустимое содержание общих углеводов не должно превышать 20-25% (переваримых – 8–12%) (Phillips et al., 1948; Cowey, Luquet, 1983). Это объяснялось недостаточной способностью поджелудочной железы форели адаптироваться к колебанию содержания углеводов в пище путем изменения секреции инсулина, с одной стороны, а с другой, – отсутствием фермента глюкокиназы в печени. Следствие этого – отсутствие способности регулировать уровень глюкозы в крови, что напоминает диабет у плотоядных млекопитающих (Palmer, Ruman, 1972; Подоскина, 1961). Кроме того, были выявлены такие особенности амилазы форели, которые замедляли гидролиз нативного (неизмененного) крахмала (Щербина, Остроумова, Судакова, 2008). Однако впоследствии эти особенности углеводного обмена не подтвердились. Гипотеза о неспособности поджелудочной железы форели адаптироваться к количеству

углеводов в рационе была опровергнута (Hilton et al, 1983). Была обнаружена и глюкокиназа, которая наряду с гексокиназой катализирует превращения углеводов в печени; выявлена прямая зависимость их активности от температуры. Было доказано, что способность форели переваривать и усваивать полисахариды (в основном крахмал) зависит от степени разрушения зерен крахмала (клейстеризации) и его молекул (декстринизации). Если крахмал, подвергнут сильной декстринизации, то он хорошо переваривается у всех видов рыб.

К концу 80-х годов XX в. было установлено, что достаточно высокие уровни усвояемых углеводов не оказывают отрицательного влияния на рост, отложение белка и гепатосоматический индекс форели при температуре 18°C (Kaushik, 1990). В конце 90-х годов для форели и других лососевых был обоснован предельно допустимый уровень легкодоступных углеводов – 30% (или 400 мг/ 100 г форели в сутки) (Подоскина, 1996). Обязательное условие – наличие крахмальных зерен в разрушенной форме, которое достигается технологической обработкой сырья. Показано, что при 50%-ном содержании белка в корме количество пшеницы может достигать 37%, кукурузы, ячменя, овса – 43%. Переносимые уровни растительных волокон, в частности клетчатки, – до 10% (Hilton et al., 1983; Poslon, 1986; Kaushik, 1990).

У теплолюбивых рыб хорошо переносимый уровень углеводов в рационах выше приблизительно в 1,5–2 раза. Это можно объяснить прямой зависимостью от температуры, как активности пищеварительных амилаз, так и тканевых ферментов, которые катализируют превращение углеводов в организме (Щербина, Казлаускене, 1971; Dixon, Hilton, 1985).

Оптимальное количество углеводов в комбикормах для прудового карпа составляет 40-50% (Щербина и др., 1992). Однако при хорошем развитии в прудах естественной пищи карпы могут эффективно использовать в качестве объемной части рациона высокоуглеводистые и низкобелковые (протеин – 17–19%), которые сбалансированы по аминокислотам, а также зерна злаковых, в которых содержание углеводов достигает 70–80%. Эта эволюционно обусловленная способность карпа и других растительно и всеядных рыб хорошо утилизировать

углеводы дает возможность применять при их выращивании корма с низким содержанием белка и высоким содержанием углеводов, что является одним из основных преимуществ прудового рыбоводства.

У карпов, которых выращивали в условиях индустриальных тепловодных хозяйств, хорошие рыбоводно-биологические результаты получены при следующих уровнях общих углеводов в растительно-животных комбикормах: 29-37%) для сеголеток массой 1–150 г, 34–43%) для рыб массой от 150 г до 1 кг (Тимошина, 1976; Остроумова, 1978 и др.). Для других теплолюбивых объектов аквакультуры, таких как канальный сом, тилапия, уторь, эффективный уровень углеводов колеблется в пределах от 38 до 46% (Shiay,1997; Garcia-Gallego et al.,1993).

Витамины представляют группу пищевых органических веществ, которые обладают общим свойством – способностью катализировать (самостоятельно или в составе ферментов) биохимические реакции в организме. Не являясь источниками энергии или материалом для построения тканей и органов, они участвуют в регуляции обмена веществ. Следовательно недостаток витаминов приводит к сбою обменных процессов, что отрицательно сказывается на развитии, росте, продуктивности и воспроизводстве животных (Wan-qi, Si-fa, Jiang-yao, 2003).

Если в пище у животных отсутствуют витамины, то развиваются авитаминозы. Как правило они вызываются крайне однообразным кормлением. Незначительное содержание витаминов в кормах обуславливает невидимые формы недостаточности – гиповитаминозы, которые наносят огромный ущерб отрасли рыбоводства, в особенности индустриальным хозяйствам и при уплотненных посадках рыб в прудах. Следствием этого является повышение смертности рыб, ухудшение эффективности использования комбикормов, снижение темпа роста рыб, увеличение себестоимости продукции. Однако добавка в комбикорма очень больших доз разных витаминов (в частности А, Д, Е) также может привести к серьезным заболеваниям – гипервитаминозам.

Классификация витаминов представляет определенные трудности, т.к. эта группа не является гомогенной ни химически, ни функционально. Поэтому витамины по признаку растворимости для удобства делят на водорастворимые и жирорастворимые.

Активность витаминов выражается обычно двумя способами: в интернациональных (или международных) единицах, которые находятся под контролем экспертной комиссии ФАО ВОЗ; в миллиграммах (мг) или микрограммах (мкг) на 100 г или 1 кг корма.

К водорастворимым относятся витамины группы В и витамин С. Их главным значением в жизнедеятельности животных является воздействие на промежуточный обмен. Большинство из них являются коэнзимами различных ферментов. Водорастворимые витамины не накапливаются в организме и могут откладываться в тканях в незначительных количествах. Учитывая это основным их источником является корм. Дефицит водорастворимых витаминов в течение некоторого времени способен привести к уменьшению активности огромного числа ферментных систем. Результатом будет – снижение аппетита, торможение роста и ослабление общей устойчивости организма. Витамины группы В главным образом синтезируются растениями, дрожжами и бактериями (Haygood, Jha, 2016). В особенности ими богаты кормовые дрожжи и в меньшей степени – отруби.

В организм животных вместе с пищей должны поступать жирорастворимые витамины (А, Д, Е, К) и их предшественники. Также они имеют большое значение для жизнедеятельности организма и влияют на белковый, жировой и минеральный обмен. Витамин Е, также как и витамин С, выполняет функции антиоксиданта. В отличие от водорастворимых жирорастворимые витамины могут накапливаться в организме: их основное депо – печень. Разрушаются эти витамины при наличии в корме окисленных жиров. Оттого для их сохранения в продукты, с высоким процентом жира, вводят синтетические или естественные антиоксиданты.

Содержание в комбикормах витаминов зависит от состава сырьевых компонентов входящих в них. Компоненты, которые богаты витаминами, называют обычно витаминными концентратами. К таковым относятся различные виды кормовых дрожжей, содержащих крайне высокий уровень витаминов группы В (за исключением В₉).

Некоторые витамины, например А и Д, могут синтезироваться в значительном количестве в организме животных из неактивных форм (провитаминов). Показателем может послужить синтез витамина А из каротина у карпа. Предшественниками витамина А являются и такие каротиноиды, как астаксантин, кан-таксантин, зеаксантин, которые эффективны в кормлении лососевых рыб. Другие витамины, в частности витамин С и Д, инозит (В₈), вырабатываются в недостаточных количествах, что не удовлетворяет потребности в них животных. Часть витаминов (В₂, В₃, В₁₂), образовывается в результате жизнедеятельности кишечной микрофлоры и может использоваться для нужд организма.

По современным данным, потребности в витаминах холодо- и теплолюбивых видов рыб несколько различаются между собой, но внутри групп достаточно близки. За потребность в витамине принято минимальное его количество, обеспечивающее максимальный рост рыб и накопление витаминов в тканях при отсутствии признаков витаминной недостаточности. В таблицах приведены нормы без учета возможных потерь витаминов в процессе переработки и хранения сырья и комбикормов; в них также не приняты во внимание изменения потребностей рыб при смене условий среды. Однако потребность в витаминах у рыб, зависит от массы и возраста, уровня продуктивности и планируемой скорости роста, физиологического состояния и состояния здоровья. Молодь, обладающая высоким потенциальным ростом, нуждается в наибольшем количестве витаминов, чем взрослые особи. Это имеет отношение и к кормлению рыб, от которых ожидаются наибольшие приросты. Витаминная потребность рыб возрастает инвазионных заболеваниях и при инфекционных. Немалое влияние на это оказывают условия выращивания. Так при более высокой температуре воды

(когда обмен веществ идет более интенсивно) потребность в витаминах больше, чем при низкой. При отсутствии в рационах рыб естественной пищи, в промышленных хозяйствах уровень витаминов в комбикормах должен быть больше, чем при выращивании и прудах. Если во время выращивания рыбы часто подвергаются воздействию стрессирующих факторов, то для их наилучшей адаптации к неблагоприятным условиям следует увеличивать введение витаминов в комбикорма. Помимо того, витаминная потребность зависит от соотношения главных питательных веществ в кормах и обеспеченности их микро- и макроэлементами. Повышенный уровень жирорастворимых витаминов может тормозить всасывание других витаминов той же группы и, напротив, недостаток ряда витаминов группы В может компенсироваться более высоким уровнем других витаминов этой группы. При условиях оптимального поступления в организм фосфора обеспечивается благоприятная среда для более глубокого превращения каротина в витамин А и синтеза В₁₂. Марганец участвует в стимулировании синтеза и депонирования аскорбиновой кислоты в тканях, понижает потребность организма в токофероле, проявляет благоприятное влияние на усвоение и утилизацию в организме витаминов А, С, Е и К и др. Гипо- и авитаминоз проявляются в основном у рыбы при недостатке в их рационе натуральной пищи, что можно рассматривать как следствие повышенной плотности посадки рыб в прудах или неполноценности комбикормов в условиях промышленных хозяйств.

Для предупреждения дефицита витаминов в комбикорма вводят специальные добавки – премиксы. Премикс представляет собой однородную смесь витаминов с разбавителем или веществом-носителем. Премиксы предназначены для облегчения равномерного распределения микроингредиентов в крупной партии кормосмеси.

Уровни витаминов в премиксах должны не только покрывать потребности, но и учитывать возможные изменения, связанные с особенностями биологии определенных видов рыб, стадиями развития, возрастом и массой, естественной биологической вариабельностью, направленностью выращивания (посадочный

материал, товарная продукция, производители), а также температурные, кислородные и санитарные условия выращивания, наличие стресса.

Существенное влияние на устойчивость витаминных препаратов в комбикормах оказывает технология их изготовления. К снижению биологической активности витаминов приводят уже процессы дробления и смешивания компонентов корма. Putman (1986) доказал, что при введении премикса в комбикорма перед измельчением потери витамина А через 3 месяца хранения достигают 70%, витамина Е и В₂ – 50%. При влаготепловой обработке и в процессе гранулирования обнаружено разрушение до 50% незащищенной формы витамина А.

Полноценное кормление рыбы должно удовлетворять их потребностям в органических и в минеральных веществах, поскольку лишь при этом условии могут быть обеспечены нормальный рост и развитие организма ("мясо нарастает на костях"). Минералы выполняют структурную функцию и входят в состав опорных структур скелета и оболочек клеток всех тканей. Входя в состав различных соединений, принимают участие в процессах всасывания и переваривания, распада и синтеза, обеззараживают ядовитые вещества и выделения. Так же они играют огромную роль в поддержании коллоидного состояния белковых соединений и кислотно-щелочного равновесия жидкостей в тканях, обеспечивают поддержание осмотического давления и постоянства других физико-химических свойств внутренней среды организма. Присутствуя в составе биологически активных соединений (витаминов, гормонов, ферментов), минеральные вещества имеют возможность в значительной степени тормозить или активизировать процессы обмена веществ.

По количеству содержащемуся в растительных и животных тканях они делятся на микро- и макроэлементы. К микроэлементам относятся Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Se и другие (содержание в пределах 0,01-90 мг/кг). К макроэлементам относятся Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S – их количество в организме у рыб колеблется в широких пределах и составляет более 100 мг/кг.

В среднем общее содержание минеральных элементов в теле рыб составляет 2,5–8,0 %, учитывая что на долю макроэлементов приходится более 99,5 %.

Особенностью минерального питания рыб является наличие двух путей поступления минералов в организм рыб: с пищей через рот и посредством осмотического проникновения из воды через жабры и покровные ткани.

Карзинкин (1962) и Шеханова (1956) доказали способность рыб активно сорбировать из воды Ca, Mg, Na, K, P, S, Cl и другие элементы. Вследствие этого потребность рыб в этих веществах, содержащихся в воде в значительных концентрациях, может удовлетворяться в большей мере или полностью (например, в Ca и Mg) осмотическим путем. В зависимости от того, в какой воде ведется выращивание рыб (пресной или солоноватой, мягкой или жесткой), они вынуждены постоянно либо восполнять недостаток определенных минеральных веществ, либо экскретировать их избыток. Количественный и качественный состав минеральных солей в разнообразных водоемах различен, что определяет разный уровень их абсорбции из воды и отличия в требованиях организма рыбы к минеральному составу корма. Следовательно, состав содержания солей в воде имеет возможность существенного влияния на обмен минералов у рыб. Элементы, которых в воде обычно немного, должны попадать в организм с пищей. К таковым относят: фосфор, цинк, иод, марганец, кобальт, селен и др.

Помимо воды, источником минералов для рыб служат комбикорма и природная пища.

Касательно особенностей компонентного состава комбикормов для прудовых карповых рыб (злаковые, жмыхи и шроты масличных культур, кормовые дрожжи и незначительные количества рыбной или мясокостной муки), нужно отметить, что они содержат крайне мало минеральных элементов. Так же, минеральные вещества, которые содержат некоторые сырьевые компоненты могут находиться в форме, которая плохо доступна пищеварительным ферментам рыб у которых отсутствует желудок (к примеру, фосфор рыбной муки представленный гидроксиапатитом или фосфор крупнозлаковых в составе с фитиновой кислотой, а также фитаты Fe, Zn, Mn). Комбикорма для форели и

других видов рыб, содержащие значительно большее количество рыбной муки и другого животного сырья, более богаты минералами. Однако и у этих рыб, несмотря на присутствие в желудках соляной кислоты, значительная часть фитатов многих элементов, а также гидроксиапатиты костной ткани, перевариваются недостаточно хорошо.

Естественная пища (в частности, планктон, бентос, насекомые, подводная растительность, рыбы) содержит все элементы, которые нужны в физиологически согласованных пропорциях в соответствии с солевым составом воды, вследствие чего она является немаловажным дополнением, которое нивелирует недостатки минерального состава комбикормов.

Недостаток или избыток поступления минеральных веществ в организм рыб, обусловленный составом комбикормов, может приводить к понижению аппетита, возникновению аномальных изменений (в особенности на ранних этапах развития) и тормозить рост. Например, при недостаточном содержании в рационе P, Mg, Mn, Zn, Co в совокупности или хотя бы одного из этих элементов может развиваться остеодистрофия, проявляющаяся в различных искривлениях позвоночника, деформациях лобных и челюстных костей, ротового аппарата, редукции жаберных крышек, искривлении рёбер, так же в ряде других патологий, в частности, в обмене жиров. Все эти изменения тормозят рост рыб и снижают их продуктивность.

До конца 50-х годов XX века в нашей стране использовались только рассыпные комбикорма, которые для карпов замешивали в виде теста различной консистенции и вносили в воду, для форели готовили в виде пасты. С конца 50-х годов предпринимались попытки изготовления комбикормов для рыб в виде гранул влажного прессования. Для этого использовались макаронные прессы, применяемые в пищевой промышленности или аналогичное оборудование. Мягкие или влажные гранулы, содержащие значительный процент жидких компонентов, требующие специальной технологии подсушивания или охлаждения, применялись до 70-х годов. Особенно большое распространение они получили в США.

Первые исследования по применению гранулированных комбикормов для рыб в СССР были проведены во ВНИИПРХ (Виноградов, Ерохина, 1960). Было показано, что использование гранул влажного прессования в сравнении с рассыпным комбикормом при выращивании двухлетних карпов в прудах привело к повышению скорости роста рыб на 15 %, рыбопродуктивности — на 14 %, при снижении затрат корма на 27 % (2,2 против 3,0 ед.). А.Н. Канидьевым и Е. А. Гамыгиным (1975) позже был разработан и испытан рецепт первого гранулированного комбикорма для ранних стадий постэмбрионального развития форели, эффективность которого оказалась на 40-50% выше, чем пастообразного, изготовленного на основе говяжьей селезенки. Близкие результаты показала оценка сравнительной эффективности продукционных гранулированных и пастообразных кормов при выращивании товарной форели (Канидьев, Гамыгин, 1979).

В настоящее время в практике мировой аквакультуры практически повсеместно применяются комбикорма, представленные в виде сухих гранул. Они вырабатываются по разным технологиям, среди которых наибольшего распространения получили сухое прессование, экструдирование и эксциандирование с последующим гранулированием.

1.7. Характеристика биологически активных добавок и применение добавки «Метаболит плюс» в животноводстве и медицине.

Биологически активная добавка (БАД) – это концентраты биологически активных веществ, полученных из самого разного пищевого сырья, растительного и животного происхождения, минерального или же выделенные способом химического синтеза, подобные природным аналогам, предназначенные непосредственно к приему в пищу или введения в рацион питания для повышения его полноценности. Нутрициология – это наука изучающая БАД и разрабатывающая инструкции к их применению. Существуют самые различные определения слова БАД, само понятие биологически активная добавка (БАД) было предложено доктором Стивенем де Фелисом основателем фонда инноваций в медицине (FIM) в 1989 году (Скоромец, 2012).

От БАД необходимо отличать форму, цвета и вкусообразующие пищевые добавки, которые применяются для повышения вкусовых качеств, продления сроков хранения продуктов и внешнего вида. Добавки не являются лекарственными препаратами, они не имеют чёткой химической формулы лечебного компонента. Так же в отличие многочисленных добавок не проходят клинического испытания на людях и животных. Как правило проверяется только их безопасность и далее Институт питания РАМН выполняет их регистрацию. Если лекарства предназначаются для решения конкретных проблем их действие узкоспециализировано и конкретно, то биодобавки в первую очередь для длительного и медленного воздействия на функции организма, зачастую первый эффект проявляется через 2 – 3 недели после начала употребления. Эффект действия лекарственных средств кратковременен и быстр. Совместное применение нескольких лекарств может дать самые непредсказуемые результаты от нейтрализации одного компонента другим и аллергической реакции, до угрожающих жизни побочных эффектов, использование двух и более добавок вызывает эффект синергии. Качественно подобранные компоненты БАД либо не вызывают негативных последствий или только положительное влияние, в крайнем случае их использование вообще не отражается на состоянии организма (Агаджанян, Смирнов, 2009). Передозировка правильно подобранной добавкой невозможно. Наиболее выраженный эффект от применения добавок можно получить в случаях когда рыбы содержатся в неблагоприятных условиях, в особенности при скудном кормлении. Однако, по мнению А.А. Скоромец, А.П. Скоромец и Т.А. Скоромец (2012) чрезмерное применение БАД может привести к самым тяжелым последствиям, вследствие нарушения функций и метаболизма организма. Эта и есть основная причина причинения вреда от БАД, случаи передозировки и дисбаланса веществ в организме. Для предотвращения нежелательных последствий и причинения вреда животным необходимо тщательно выбирать добавки и регулярно проводить биохимические анализы крови, так как они позволяют оценивать метаболические процессы в организме, исключить возможность (Аминева, 1984).

Основные цели применения добавок в рыбоводстве:

- Это профилактика заболеваний путём поднятия иммунитета и нормализации физиологических процессов в организме.
- Улучшения работы полезной внутренней микрофлоры кишечника.
- Восстановление в организме недостатка микро и макро элементов, витаминов.
- Подготовка организма к применению лекарственных средств.
- Восстановление и нормализация состояния организма после длительного лечения лекарственными препаратами.
- Применение БАД параллельно с лекарственными препаратами уменьшает проявления негативных побочных действий лекарств и вероятность возникновения осложнений после приёма лекарственных препаратов.
- Уменьшение вероятности перехода болезни в хроническую форму.
- Адаптация к новым условиям окружающей среды.
- Снижения материальных затрат на корма.

Биологически активные добавки производимые для аквакультуры могут быть в различной форме: жидкости, сыпучие порошки, капсулы и таблетки. Сейчас на рынке России имеется огромное количество самых разных БАД для рыб и других сельскохозяйственных животных. На сегодня имеются различные классификации БАД: по источнику происхождения, по основным компонентам, по способу использования, по эффекту воздействия на организм животных и другие. Существует следующая наиболее распространенная условная классификация биологически активных добавок:

Нутрицевтики – это эссенциальные нутриенты (незаменимые компоненты), к ним относятся микро и макро элементы, витамины, некоторые дисахариды и моносахариды, полиненасыщенные жирные кислоты и отдельные аминокислоты. Всё это естественные природные компоненты, но они не способны откладываться в организме про запас, поэтому для избегания негативных последствий должны постоянно присутствовать в рационе питания. Данный класс добавок применяется для балансирования химического состава рациона, что предупреждает риск

возникновения заболевания, при этом в случаи возникновения болезни БАД не способен его излечить и необходимо применение ветеринарных антибиотиков (Fredholm, Mylniczenko, 2016). Нутрицевтики насыщают организм пищевыми веществами, но не способны полностью заменить собой еду (Агаджанян, Смирнов, 2009).

Эубиотики – это биодобавка, в состав которых входят живые микроорганизмы (бактерии), их метаболиты, необходимые для регулирования и восстановления активности микрофлоры желудочно - кишечного тракта (Dennis, Uchenn, 2016). Производят их из естественного сырья, наиболее известны лактобактерии и бифидобактерии. Применение препаратов на основе полезной микрофлоры, по данным Н.А. Агаджаняна, В.М. Смирнова (2009) способствует торможению развития патогенных организмов, огромное значение они имеют для профилактики различного рода дисбактериозов.

Пара фармацевтики – это органические компоненты лекарственных и пищевых растений, море продукты и компоненты тканей животного происхождения. Большинство из них, это минорные компоненты: биогенные амины, биофлавоноиды, регуляторные олигопептиды и дипептиды, органические кислоты. Данные препараты используют для поддержания в физиологических границах функциональной активности систем и органов, профилактики заболеваний (Агаджанян, Смирнов, 2009).

БАД «Метаболит плюс» представляет собой мощный регулятор обменных процессов в организме, состоящий из природного сырья, созданного эволюцией микромира. Из 500 известных видов дрожжей в биотехнологической промышленности используется только несколько видов: *Saccharomyces cerevisiae*, *S. Carlsbergensis* и *S. Uvarum* (Колычев, Госманов, 2014). Основой препарата БАД «Метаболит плюс» являются *S. cerevisiae* (рис. 7), препарат создан в 1976 году на кафедре урологии Российского Университета Дружбы Народов (РУДН), Лауреатом Государственной премии СССР, профессором, д.м.н., В.Е. Родоманом.

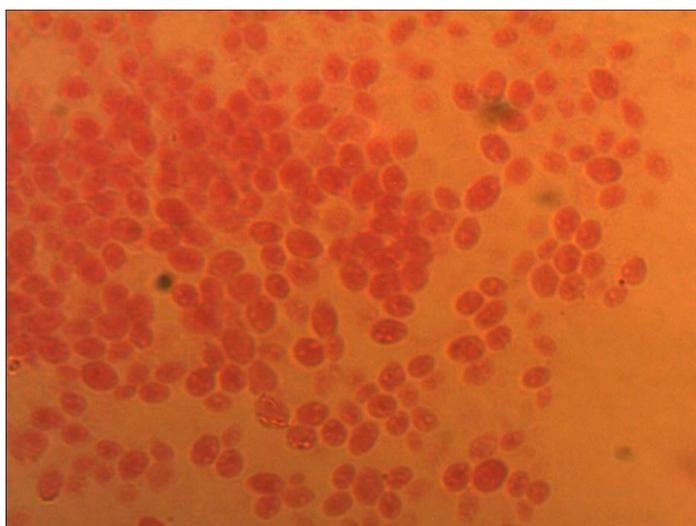


Рисунок 7 – Клетки *S. cerevisia*, при увеличении в 1000 раз (фото – Пырников А.С.)

Приготовлен методом автолиза по индивидуально разработанной технологии, не содержит химических и токсичных компонентов, приводит к нормализации состава межклеточной жидкости, клеток всех органов человека и животного. БАД имеет широкий спектр применения в медицине, в его состав входят комплекс витаминов, макро – и микроэлементы, являющиеся кофакторами ферментов, углеводов а также группа незаменимых аминокислот (табл. 9) (Родоман, Авдошин, Колесников, 2009).

Таблица 9 – Комплексный состав БАД «Метаболит плюс» (Родоман и др., 2009)

Аминокислоты (% в СВ)		Минеральные вещества (мг/кг)		Витамины (мг/кг)	
Аланин	2,65	Фосфор	26000	В ₁ (тиамин)	3
Аргинин	1,66	Калий	19350-25000	В ₂ (рибофлавин)	30
Аспарагиновая кислота	3,70	Натрий	3950	В ₃ (пантотеновая кислота)	392
Валин	2,12	Кальций	2480	В ₅ (никотиновая кислота)	4600
Гистидин	1,05	Магний	1330	В ₆ (пиридоксин)	12
Глицин	1,75	Железо	289	В ₉ (фолиевая кислота)	170
Глутаминовая кислота	5,58	Микроэлементы:		В ₁₂ (цианокобаламин)	540
Изолейцин	1,76	Медь	12,8	Н (биотин)	6
Лейцин	2,53	Цинк	72,7	Инозит	171
Лизин	2,69	Марганец	33,1	Е (токоферол)	200

Продолжение таблицы 9

Аминокислоты (% в СВ)		Минеральные вещества (мг/кг)		Витамины (мг/кг)	
Метионин	0,58	Хром	2,0		
Пролин	1,37	Никель	2,3		
Серин	1,79	Кобальт	2,1		
Тирозин	1,29	Кремний	8000		
Треонин	1,92	Сера	300		
Фенилаланин	1,44	Селен	20		
Триптофан	0,10	Алюминий	50		
Орнитин	0,58	Стронций	7,6		
Аминомасляная кислота	0,71	Свинец	Отсутствует		
Цистин+цистеин	0,35	Кадмий	Отсутствует		
Всего	35,62	Хлор	200		

Практика по применению БАД «Метаболит плюс» в комплексном кормлении в России выявила, что использование препарата в искусственных комбикормах и рационах оказывает стимулирующее действие на рост и развитие животных, повышает способность усвоения питательных веществ, уменьшает витаминную недостаточность, повышает жизнеспособность, увеличивает выживаемость, это дает возможность в ранние периоды роста животного уменьшить риск различных патологий.

В.Е. Родоман, И.Б. Кочкина, Г.В. Родоман (2012) с помощью экспериментальных исследований и клинических наблюдений показали главенствующую роль иммунной системы животного в борьбе за рождение здорового потомства, и защиты его от заболеваний.

Испытания проводились на норках. В опытную группу входили 105 норок. В течение 3 месяцев животным добавляли БАД «Метаболит плюс» в корм из расчета 2 г на 1 голову. Контрольную группу составили 240 норок, получавших стандартный комбикорм. Норки опытной группы получали препарат весь период

беременности. В результате в опытной группе рождение щенков в среднем было 6,4, а в контроле 4,8.

Препарат так же применялся у крупного рогатого скота. В группе 125 ослабленных новорожденных телят от первотелок, препарат давали в расчете 0,1 г на 1 кг массы тела в течение 4 месяцев. Падёж телят от воспаления легких и острого гастроэнтероколита составил всего 6,5%. По данным за много лет, падеж этой группы ослабленных телят составлял 37,5%. Кроме того, из 42 телят отобранных для забоя, благодаря назначению препарата «Метаболит плюс», всех вернули в здоровое стадо (Родоман, Кочкина, Родоман, 2012).

Исследования БАД «Иммуновит» (предшественник препарата «Метаболита плюс»), проводились проф. Ю.А. Привезенцевым и ст. научн. сотр. О.И. Боронецкой (1995) на базе аквариальной кафедры прудового рыбоводства МСХА им. К.А. Тимирязева в 1994–1995 гг., а так же в теплице академии оборудованной рыбоводными бассейнами.

На первом этапе эксперимент молодь красной тиляпии выращивалась в бассейнах при нерегулируемых условиях среды. Рыба в опытной группе имела среднюю массу около 1г., выращивалась при плотности посадки 225 шт/м³. При кормлении молоди использовали карповый комбикорм марки I2–80 (содержание сырого протеина 40 %). Добавка препарата «Иммуновит» составила: 1 % во 2 варианте и 5 % в 3 варианте. Кормление рыбы проводилось 2 раза в сутки. Корм задавался из расчета 3–5 % от массы рыб. В ходе опыта велись постоянные наблюдения за ростом и развитием рыбы. Контрольные ловы проводились через 10–15 дней. Осуществлялся постоянный контроль за условиями содержания рыбы (температура, содержание растворённого в воде кислорода, активная реакция среды). По окончанию опыта определены экстерьерные и интерьерные показатели тиляпии, выживаемость рыбы, оплата корма.

В первую декаду выращивания температурный режим был благоприятный для роста тиляпии (26–28 °С). В последующий месяц температура в бассейнах упала до 7 °С. При оптимальном режиме рыба, нормально питалась и росла. Среднесуточный прирост молоди составил 0,13–0,15 г. При падении температуры

до 15 °С отмечалось снижение интенсивного питания и роста рыбы. Дальнейшее понижение температуры до 10–7 °С вызвало отход рыбы. В контрольной группе, где рыба получала только основной рацион без добавления препарата «Иммуновит», наблюдалась 100% смертность. Во втором варианте, при добавке 1 % «Иммуновит», отход составил около 50 %. При добавке в комбикорм 5 % «Иммуновит», отход был незначительным в количестве нескольких особей (Привезенцев, Боронецкая, 1995).

На последующем этапе исследований рыба выращивалась в аквариальной, в условиях регулируемого температурного режима. Условия содержания соответствовали биологическим особенностям тилляпии. Температурный режим поддерживался на уровне 26–30 °С, содержание растворённого в воде кислорода не опускалось ниже 6 мг/л, активная реакция среды находилась в пределах 7,1–7,5.

Контрольные ловы тилляпии, получавшей биологически активную добавку «Иммуновит», по данным Ю.А. Привезенцева (1994) показали более высокие темпы роста на протяжении всего опыта. Эти различия сказались на конечной массе рыбы. В результате авторы Ю.А. Привезенцев и О.И. Боронецкая (1995) отмечают, что рыба получавшая «метаболит плюс» имела среднюю массу на 1,4 г. больше, по сравнению с контролем. Так же было отмечено некоторое снижение затрат корма на прирост в опытном варианте. Добавка препарата «Иммуновит» оказала влияние на ряд морфологических показателей.

В 2014 году на базе лаборатории прудового рыбоводства РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева проведены исследования о влиянии “Метаболита плюс” на клариевого сома. Объектом исследований являлись сеголетки клариевого сома массой 80г. Результаты показали эффективность добавки, так при введение БАД «Метаболит плюс» в количестве 1–3% в комбикорм позволило повысить эффективность использования корма сомом и привело к значительному снижению затрат корма на 16–24%. Сом выращенный с применением добавки имел лучший выход съедобных частей исходя из параметров экстерьера и интерьера. А также большее содержание белка на 2,1 – 8,3 % и меньшее содержание жира в

тканях на 2,6 – 5,3 %, по сравнению с сомами не получавшими в рационе добавку (Пырников, 2014).

Клинические испытания препарата на человеке проводились в стационаре КБ ЦМСЧ II в период с 1996 по 1999 годы, в условиях стационара на больных с ослабленным иммунитетом, отделений пульмонологии, неврологии, урологии и кардиологии, на 127 пациентах. Добавка показала следующие результаты:

- Положительное влияние на человека от повышения резистентности организма, повышение клеточного и гуморального иммунитета.
- Возможность совместного применения с лекарственными препаратами.
- Увеличение синтеза белка в клетках.
- Отсутствие аллергической реакции организма и осложнений.
- Увеличение восприятия вирусов и бактерий к антибиотикам (возбудителя туберкулёза, синегнойной палочки, микоплазм, золотистого стафилококка, хламидий) (Павлов, Чумак, Хоробрых, 2000).

БАД «Метаболит плюс» был рекомендован как средство иммунокоррекции. Заключение о прохождении испытания иммунорегулятора было направлено в отдел производства пищевых добавок НИИ питания РАМН. В 2004 году после проведения исследований о влиянии добавки на организм человека при высоких физических нагрузках на базе Московского Государственного Университета Физической культуры и Спорта, спортивных клубов и организаций он был рекомендован для подготовки спортсменов на олимпийские игры 2008 и 2012 года.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Условия проведения работы по использованию добавки БАД «Метаболит плюс» в комбикормах

Исследования проведены в бассейнах аквариальной лаборатории прудового рыбоводства РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2014 по 2016 гг.

Для соблюдения чистоты эксперимента условия внутренней и внешней среды, во всех опытных группах поддерживались на одинаковом уровне. Выращивание нильской тилляпии проводили в 4 бассейнах цилиндрической формы, объёмом 500 литров из оргстекла. Так как ёмкости под номерами 1,2 и 3,4 располагались с разных сторон стоек то для создания одинакового светового режима на протяжении всего дня и избегания попадания прямых солнечных лучей, и лишнего беспокойства, каждый аквариум завешивался чёрной тканью а сверху располагались индивидуальные световые лампы, работавшие по 12 часов в сутки в период с 9 часов до 21. Это позволило минимизировать действие стресса на рыб. Тилляпии ввели себя более спокойно не производя лишних движений, потребление корма не прерывалось сторонними действиями со стороны человека.

На протяжении всего эксперимента постоянно осуществлялась аэрация воды помпами XILONG XL – 180, мощностью 20 Вт и производительностью 1200 л/ч и в ручную удалялись скопление донных остатков. Для поддержки температуры в бассейнах на заданном уровне в 28 °С использовались аквариумные терморегуляторы марки XILONG XL – 999 и мощностью 500 Вт, их работа осуществлялась непрерывно круглые сутки. Схема проведения исследований представлена на рис. 8.

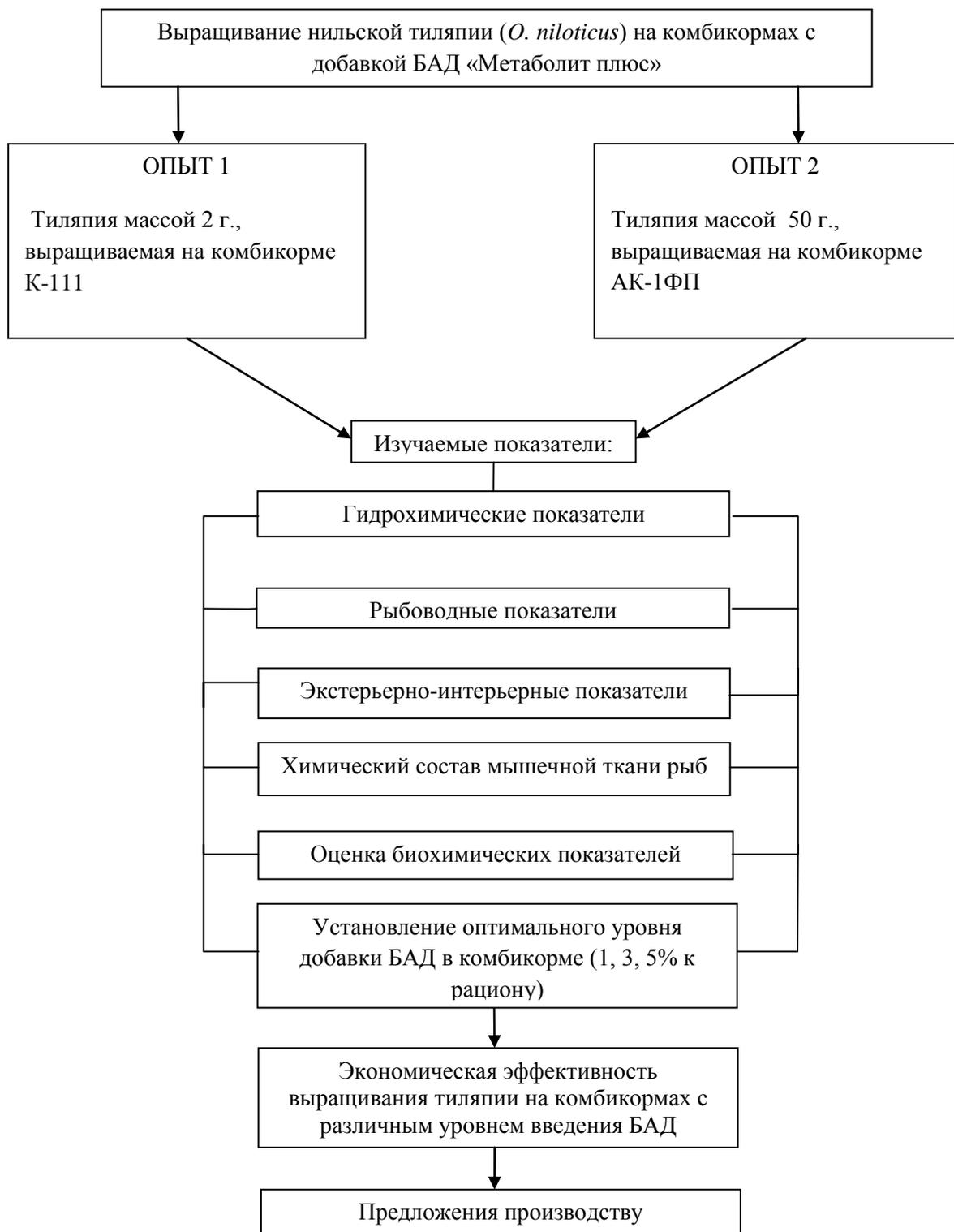


Рисунок 8 – Схема проведения исследований

2.2. Методика проведения выполненных исследований

Объектом исследования являлась молодь нильской тиляпии. В первом опыте начальная масса рыб составляла 2 г, во втором – 50 г. Нильская тиляпия, которая использовалась в эксперименте была получена в условиях лаборатории прудового рыбоводства (рис. 9).



Рисунок 9 – Общий вид бассейнов с тиляпией в аквариальной РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (фото – Пырсигов А.С.)

Молодь по вариантам опытов выращивали при одинаковой плотности посадки. Продолжительность первого опыта составила 90 суток, второго - 60 суток. В период исследований условия выращивания поддерживались на одинаковом уровне. Из подопытной молоди нильской тиляпии как первом, так и во втором опытах были сформированы 4 группы рыб, одинаковые по количеству и массе. Ежедекадно с момента зарыбления бассейнов проводили бонитировку и контрольные взвешивания рыб. Кормление рыбы осуществляли вручную 2 раза в светлое время суток. Кормили тиляпию в первом опыте низкопротеиновым карповым комбикормом рецепта К-111, а во втором - высокопротеиновым комбикормом рецепта АК-1ФП, схемы первого и второго опытов представлены в Таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Схема основных параметров опыта 1

Показатели:	Вариант опыта			
	1 (контроль)	2 (опыт)	3 (опыт)	4 (опыт)
Температурный режим бассейнов	28 °С, в течение суток			
РН	7,5	7,5	7,5	7,5
Объем бассейна, л	500	500	500	500
Начальная масса молоди, г	1,93±0,11	1,93±0,08	1,92±0,08	1,93± 0,07
Плотность посадки рыб, шт./м ³	25	25	25	25
Способ кормления	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости
Рацион	Комбикорм (ОР)	ОР+1% препарата	ОР+3% препарата	ОР+5% препарата
Период исследований, суток	90	90	90	90

Таблица 11 – Схема основных параметров опыта 2

Показатели:	Вариант опыта:			
	1 (контроль)	2 (опыт)	3 (опыт)	4 (опыт)
Температурный режим бассейнов	28 °С, в течение суток			
РН	7,5	7,5	7,5	7,5
Объем бассейна, л	500	500	500	500
Начальная масса молоди, г	48,60±3,63	48,75±3,94	48,21±4,47	47,93± 4,04
Плотность посадки рыб, шт/м ³	15	15	15	15

Продолжение таблицы 11

Способ кормления	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости
Рацион	Комбикорм (ОР)	ОР+1% препарата	ОР+3% препарата	ОР+5% препарата
Период исследований, суток	60	60	60	60

Для удобства внесения препарата БАД и создания мешанки комбикорм был размолот до мелко – зернистой порошковой фракции. Это позволило минимизировать потери биологической добавки от её растворения в воде, улучшить поедаемость и переваримость корма. Кормление осуществляли ручным способом, ежедневно 2 раза в сутки утром в 9 и вечером в промежуток между 17 до 19 часами. Корм скармливался в виде влажных шаров (рис. 10), препарат вносили в рацион перед каждым кормлением.



Рисунок 10 – Шары приготовленного корма (фото – Пырсигов А.С.)

Добавка вносилась в комбикорм в следующих дозах для первой группы 1 % добавки от расчётной массы скармливаемого корма, третьей 3 % и четвёртой 5 %, кормление первой контрольной группы осуществлялось чистым комбикормом. В дни проведения бонитировок кормление осуществлялось один раз в день, после её окончания и нормализации поведения рыб. Так же в случаи возникновения явного кислородного голодания и всплытия тилляпии к поверхности кормление не осуществлялось, до нормализации условий среды.

Ежедневно с помощью капельных тестов фирмы JBL (рис. 11) проводились замеры гидрохимического состояния воды по следующим показателям: pH, нитриты и нитраты, аммиак, в случае превышения одного из параметров выше допустимой нормы осуществлялась подмена воды в объеме до 50 % и только после этого проводилось кормление.



Рисунок 11 – Капельные тесты фирмы JBL (фото – Пырских А.С.)

Определение содержания O_2 проводилось йодометрическим методом Винклера. Он основан на способности гидрата окиси марганца в щелочной среде вступать в реакцию с кислородом, растворенным в воде (Цыцарин, 1988). В ходе реакции растворенный кислород связывается, и образуются водные окислы марганца высшей валентности. В кислой среде марганец переходит в двухвалентное соединение, окисляя при этом эквивалентное связанному кислороду количество йода. Выделившийся йод оттитровывали раствором гипосульфита и по его количеству, пошедшему на титрование, по формуле (1) вычислялось содержание кислорода:

$$\frac{П \cdot К \cdot 0,08 \cdot 10\text{о}}{O - \text{o}} \quad (1)$$

где П – количество гипосульфита, пошедшего на титрование пробы;
 К – поправка на нормальность гипосульфита;
 0,08 – переводной коэффициент при расчете количества O₂, мл²;
 O – объем пробы;
 о – объем прибавленных реактивов.

Относительную и абсолютную скорость роста, расчёты среднесуточных приростов и затраты корма определяли по общепринятым в рыбоводстве методикам и применяли следующие формулы:

Относительный прирост, г

$$O = \frac{(W_K - W_H)}{1} \cdot 10\text{o} \quad (2)$$

$$\frac{2(W_K + W_H)}$$

где W_к – конечная масса на конец периода, г;

W_н – масса на начало периода, г.

A – абсолютный прирост, г

$$A = W_k - W_H \quad (3)$$

Среднесуточный прирост, г/сутки

$$C = \frac{W_k - W_H}{T} \text{ или } \frac{A}{T} \quad (4)$$

где C – среднесуточный прирост, г/сутки;

T – период времени за который считается прирост, от начало и до конца периода;

A – абсолютный прирост, г.

Количество скормленного корма, г

$$КСК = СНК \cdot 60 \quad (5)$$

где СНК – суточная норма корма, г;

60 – количество кормлений за период опыта.

Затраты корма, г/г

$$ЗК = \frac{КСК}{ОПМ} \quad (6)$$

где КСК – количество скормленного корма, г;

ОПМ – общий прирост массы рыб, г.

Экстерьерную характеристику тилапий и их интерьерные показатели устанавливали на основании индексов по общепринятой в ихтиологии методике, с помощью следующих формул:

Индекс прогонистости

$$\frac{L}{H} \cdot 100\% \quad (7)$$

где L – общая длина тела, см;

H – высота тела, см.

Индекс компактности

$$\frac{O}{L} \cdot 100\% \quad (8)$$

где O – обхват тела, см.

Индекс высокоспинности

$$\frac{H}{L} \cdot 100\%; \quad (9)$$

Индекс большеголовости

$$\frac{L_{\text{гол}}}{L} \cdot 100\% \quad (10)$$

где $L_{\text{гол}}$ – длина головы, см.

Индекс длины тела

$$\frac{L_{\text{малая}}}{L} \cdot 100\% \quad (11)$$

где $L_{\text{малая}}$ – малая длина тела, см.

Индекс длины тушки

$$\frac{L_{\text{тушки}}}{L} \cdot 100\% \quad (12)$$

где $L_{\text{тушки}}$ – длина тушки, см.

Индекс порки

$$P = \frac{M_{\text{без вн}}}{M_{\text{ж м т}}} \cdot 100\% \quad (13)$$

где – масса без внутренних органов, г;

$M_{\text{ж м т}}$ – живая масса тела, г.

Индекс тушки

$$\text{ИТ} = \frac{M_{\text{т}} \cdot 100}{M_{\text{ж м т}}} \cdot 100\% \quad (14)$$

где $M_{\text{т}}$ – масса тушки, г.

Масса тушки, г

$$M_{\text{т}} = M_{\text{ж м т}} - m_{\text{внутренние органы}} - m_{\text{голова}} - m_{\text{чешуя}} - m_{\text{плавники}} \quad (15)$$

Коэффициент упитанности, %

$$K_y = \frac{m}{L_{\text{малая}}} \cdot 100\% \quad (16)$$

где m масса рыбы, г;

$L_{\text{малая}}$ – малая длина тела, от кончика рта до конца чешуйчатого покрова.

Расчёт достоверности

$$D = \frac{m_2 - m_1}{\sqrt{(m_1^2 + m_2^2)}} \quad (17)$$

где m_1 – минимальное значение;

m_2 – максимальное значение (Плохинский, 1969).

Биохимические исследования сыворотки крови рыб проводили на автоматическом анализаторе ChemWell Awareness Technology, с использованием реактивов VITAL. Химический состав мышечной ткани рыб проводили по методике Н.А. Лукашика, В.А. Тащилина (1965).

- **Жир** определяли с использованием аппарата Сокслета. Методика заключается во взвешивании жира после его экстракции из сухой навески в аппарате Сокслета. Навеску средней пробы исследуемого продукта 10 г, взвешивали с погрешностью не более 0,001 г. Туда же добавляли тройное по массе количество безводного серноокислого натрия и смесь хорошо растирали пестиком. Обезвоженный продукт количественно переносили в пакет из фильтровальной бумаги и помещали в эксикатор аппарата Сокслета. К экстрактору присоединяли предварительно высушенную при 105 °С и взвешенную колбу, в неё наливали гексан с таким расчетом, чтобы количество его в 1,5 раза превышало объем экстрактора. Экстрактор с помощью пришлифованной пробки соединяли с холодильником. До начала нагревания через холодильник начинали пропускать воду и затем слабо нагревали колбу наводяной бане (рис. 12).



Рисунок 12 – Экстрагирование жира в аппарате Сокслета (фото – Пырников А.С.)

Полноту выделения жира из навески анализируемого объекта следует проверять следующим образом. На чистое, обезжиренное стекло наносили каплю мисцеллы (растворителя). При полном выделении жира на стекле после испарения растворителя не должно было появляться жирное пятно. Количество жира - x (в граммах) рассчитывается по формуле:

$$x = m_1 - m_2 \quad (18)$$

где m_1 – масса колбы с жиром после высушивания, г;

m_2 – масса пустой колбы, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,3 %.

- **Азот** определяли с использованием модифицированного метода Кьельдаля. Навеску исследуемого материала в количестве 10 г подвергали

полному гидролизу в 12 % растворе H_2SO_4 в течение 2-х часов при температуре $140\text{ }^{\circ}C$ в автоклаве (рис. 13).



Рисунок 13 – Гидролизат мышечной ткани тилапии (фото – Пырсигов А.С.)

Количество образовавшихся аминокислот оценивали по количеству аминного азота в растворе. Концентрацию аминного азота определяли методом формольного титрования. Для определения количества белка использовали коэффициент пересчёта ($K=7,01$).

- **Количество минеральных веществ (зола)** в мышечной ткани рыб, определяли методом сжигания в муфельной печи (рис. 14).



Рисунок 14 – Муфельная печь для сжигания образцов с нагревом до 900 °С
(фото – Пырсигов А.С.)

Метод основан на полном сжигании органических веществ, удалении продуктов их сгорания и определении оставшейся минеральной составной части (золы) исследуемого материала. Навеску массой 3 г, взвешенную с погрешностью не более 0,0001 г, помещали в предварительно прокаленный до постоянной массы фарфоровый тигель и сжигали в муфельной печи при 900 °С в течение 2–х часов. По окончании озоления тигель охладить в эксикаторе и взвесить. Прокаливание повторить до получения постоянной массы тигля с золой. Содержание золы x (в %) рассчитывали по формуле:

$$x = (m_2 - m_1) \cdot \frac{100}{m} \quad (19)$$

где m_2 – масса тигля с золой, г;

m_1 – масса пустого тигля, г;

m – масса исследуемого вещества, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,05%.

Объём выполненных исследований представлен в Таблице 12.

Таблица 12 – Объём выполненных исследований

Показатель	Количество
Гидрохимические анализы :	
- активная реакция воды (pH);	72 пробы
- содержание аммония (NH ₄ ⁺);	144 пробы
- содержание нитратов (NO ₃ ⁻);	144 пробы
- содержание нитритов (NO ₂ ⁻)	144 пробы
- содержание кислорода (O ₂)	72 пробы
Экстерьерно-интерьерные показатели	2800 признаков
Абсолютная и относительная скорость роста рыб	640 измерений
Эффективность использования корма	10 определений
Химический состав мышц рыб	40 проб
Биохимические исследования сыворотки крови	230 анализов

Цифровой материал исследований подвергнут статистической обработке с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office 2010.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Выращивание нильской тилапии в аквариальной, на низкопротеиновом комбикорме (опыт 1)

3.1.1. Гидрохимический и температурный режим

Изменения гидрохимического состава воды в зависимости от протекающих химических, физических и биологических процессов, оказывает влияние на рыбоводные показатели тилапии.

При исследовании воды в опытных бассейнах нужно отметить, насколько она соответствовала качеству рыбохозяйственных нормативов. В период проведения всего опыта вели контроль за качеством воды, значения исследуемых показателей входили в оптимум выращивания нильской тилапии (табл. 13).

Таблица 13 – Гидрохимические показатели опытных вариантов

Показатель	Измерение	Норма
Температура воды, °С	28,7±0,29	25-35
рН	7,7±0,08	6,0-8,0
Концентрация кислорода, мг/л	3,89±0,17	Не менее 3,5
Аммоний NH ₄ ⁺ , мг/л	0,13±0,01	Не более 10
Нитраты NO ₃ ⁻ , мг/л	17,24±2,91	До 100
Нитриты NO ₂ ⁻ , мг/л	0,42±0,07	До 1

Температура воды занимает один из основных показателей в жизни тилапии, т.к. они относятся к теплолюбивым рыбам. Известно, при значительных скачках температуры тилапии перестают питаться, а запредельные значения приводят к их гибели. Температурный режим во всех исследуемых бассейнах находился в пределах нормы и составлял 28,5 °С.

Показатель активной реакции среды меньше всего подвергается колебаниям, но при появлении резких изменений показателя, его значение показывает значительную нагрузку на фильтрационную систему. Повышение количества растворенного углекислого газа подкисляет воду, а уменьшение –

защелачивает, что вызывает изменение значения рН. Во всех 4-х вариантах активная реакция среды была слабощелочная со средним значением за весь период выращивания 7,7, отклонения были не значительны и находились в пределах нормы. К концу опыта наблюдалось небольшое снижение рН, объясняемое приростом и увеличением биомассы рыбы на единицу объёма бассейна. Концентрация кислорода была равна 3,8 мг/л, что соответствовало оптимуму, не менее 3,5 мг/л. Нитраты принято считать более безобидными соединениями, относительно нитритов и аммония. Нитраты по своему составу менее токсичными для рыб, однако их большая концентрация в воде (более 100 мг/л), может приводить к гибели тилляпии. Средний уровень содержания нитратов в воде опытных вариантов составил 17,2 мг/л без колебаний за оптимальные значения (рис.15).

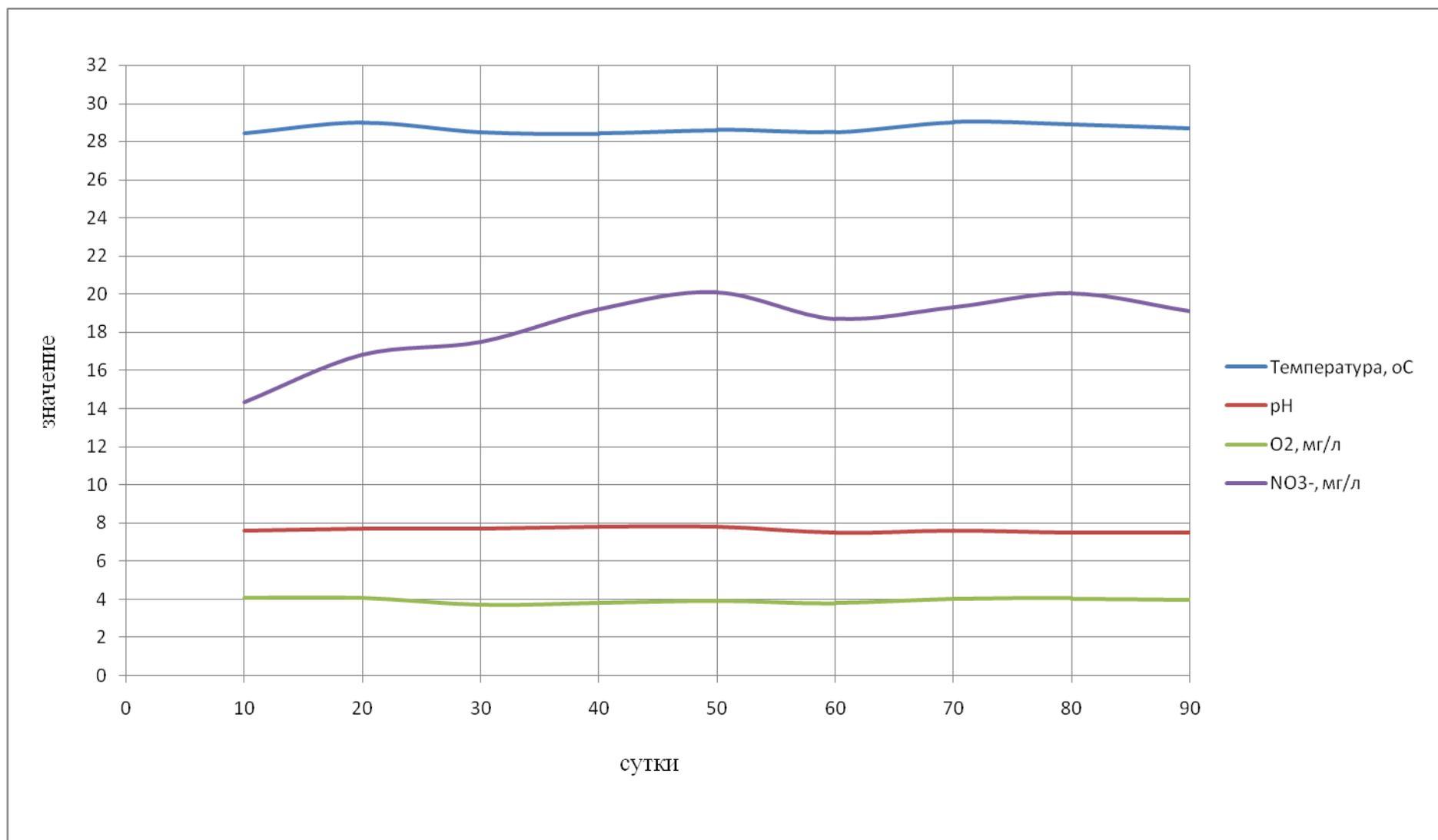


Рисунок 15 – Динамика показателей воды в опытных вариантах (температура, pH, O₂, NO₃⁻)

Под термином «общий аммоний» понимается совокупность ионизированного аммония (NH_4^+) и свободного аммиака (NH_3).

Тилапии, как и другие рыб выделяют аммоний через жабры, на поверхности которых происходит обмен его ионов на необходимые клеткам организма рыб ионы натрия. Жабры рыб при отравлении аммиаком становятся лиловые. Попадая в кровь гидробионтов (через жабры при дыхании) аммиак модифицирует белки ее плазмы, существенно снижает газовую емкость крови, тормозит насыщаемость ее кислородом. Даже в хорошо аэрируемой воде рыбы начинают испытывать удушье: учащенно дышать, поднимаются к поверхности, пытаются заглатывать атмосферный воздух. Кроме того, оказавшийся в крови аммиак повреждает стенки капилляров и других сосудов рыб. Плохо отравления аммонием отражаются и на иммунитете, делая рыбу более подверженной другим инфекциям. Аммоний, равно как и другие гидрохимические показатели соответствовал допустимым пределам и его среднее значение составляло 0,13 мг/л.

Нитриты отличаются особой ядовитостью и должны быть быстро переработаны бактериями до нитратов. Процессы переработки биогенного азота называются нитрификацией (Никаноров, 2001). Состояние тилапии непосредственно зависит от содержания нитритов и они будут хорошо себя чувствовать только в том случае, если нитрификация идет быстро, то есть количества нитрифицирующих бактерий достаточно. В случае повышенного содержания нитритов признаками отравления являются потемнение окраски рыб и изменения в их поведении. Рыбы в течение короткого периода времени теряют аппетит и стоят неподвижно с поджатыми плавниками их и тело слегка ослизнено (Ковалёв, Ковалёва, 2004). За время наблюдения за содержанием нитритов в опытных вариантах, колебания этого показателя были замечены ближе к концу опыта, но были в пределах нормы и не превышали среднего значения 0,42 мг/л (рис. 16).

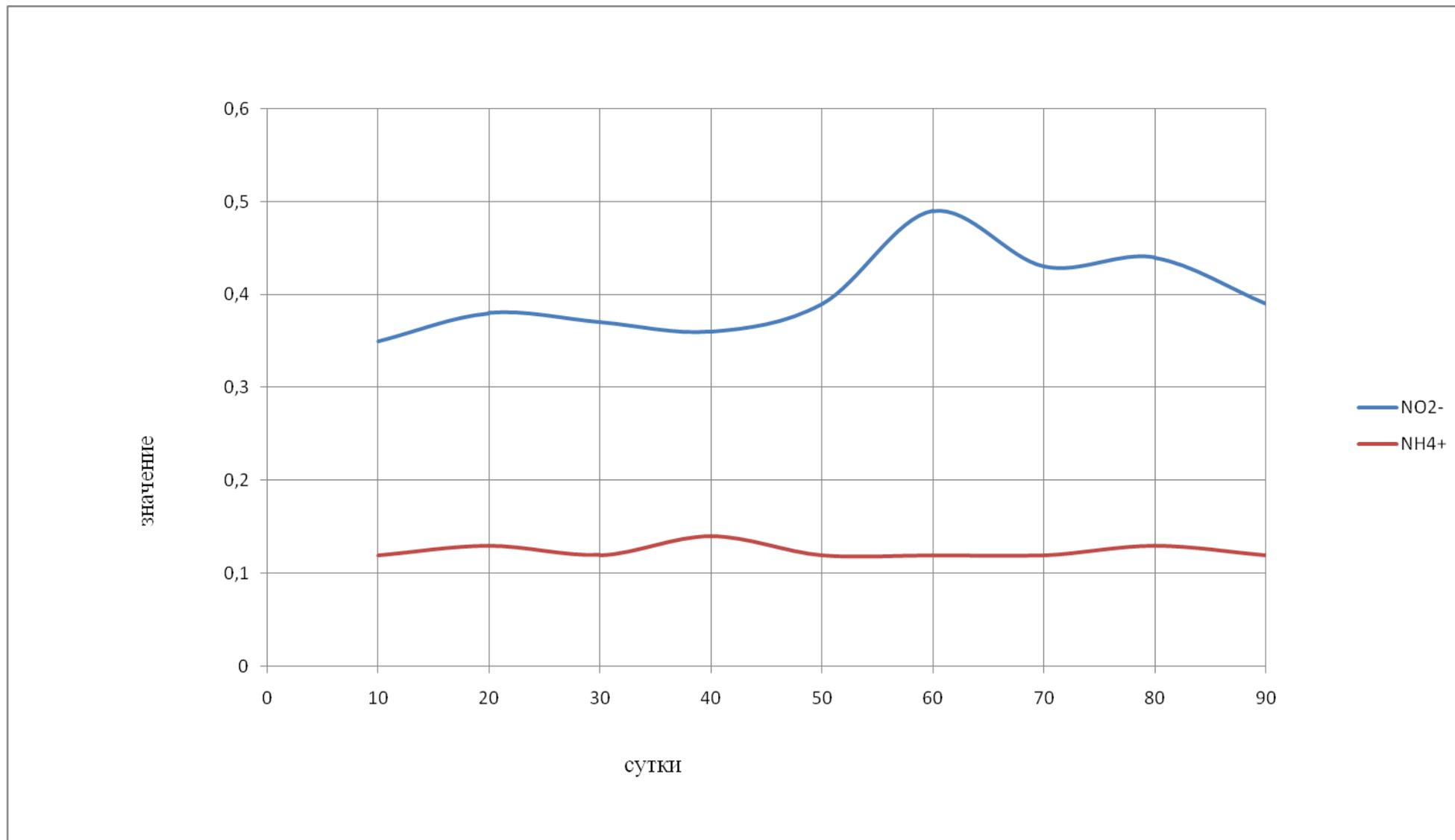


Рисунок 16 – Динамика содержания NH_4^+ и NO_2^- в ходе выращивания теляпии

3.1.2. Рост и рыбоводные показатели нильской тилапии на низкопротеиновом комбикорме

В результате проведенного 1 опыта по выращиванию тилапии наблюдения за поведением рыб показали, что добавка «Метаболит плюс» оказывает определенное влияние на поведение и рост рыб. При одном и том же количестве внесённого рыбе корма наиболее интенсивно он потреблялся в вариантах опыта, в которых содержалась добавка. В опытных вариантах рыбы были более активными, они приобрели более яркую светлую окраску по сравнению со сверстниками из контрольного варианта. Наряду с этим установлено, что при введении в основной рацион тилапии добавки «Метаболит плюс» скорость их роста увеличилась. Так, за период исследований отмечена прямая коррелятивная связь между уровнем введения в рацион БАД и ростом рыб (рис. 17).

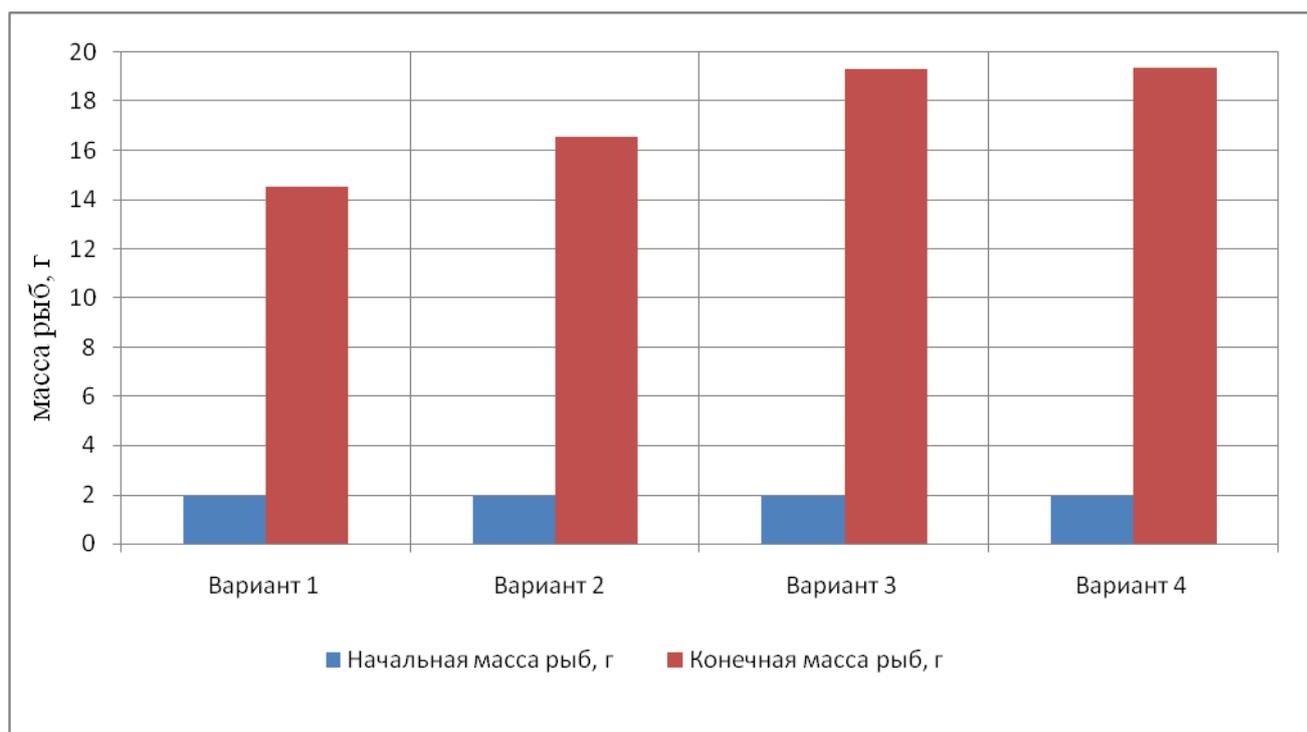


Рисунок 17 – Динамика роста тилапии на низкопротеиновом комбикорме

По результатам проведенного опыта можно отметить, что конечная масса рыб в опытных вариантах выше, чем в контроле при достоверных различиях ($p < 0,05$). Во 2-ом варианте выше, в сравнении с контролем на 2 г, в 3-ем – на 4,79 г, в 4-ом – на 4,83 г. Среднесуточные приросты рыб в контрольном варианте

составили 0,14 г/сут., во 2-ом варианте – 0,16 г/сут., а в 3-ем и 4-ом вариантах – 0,19 г/сут. (рис. 18).

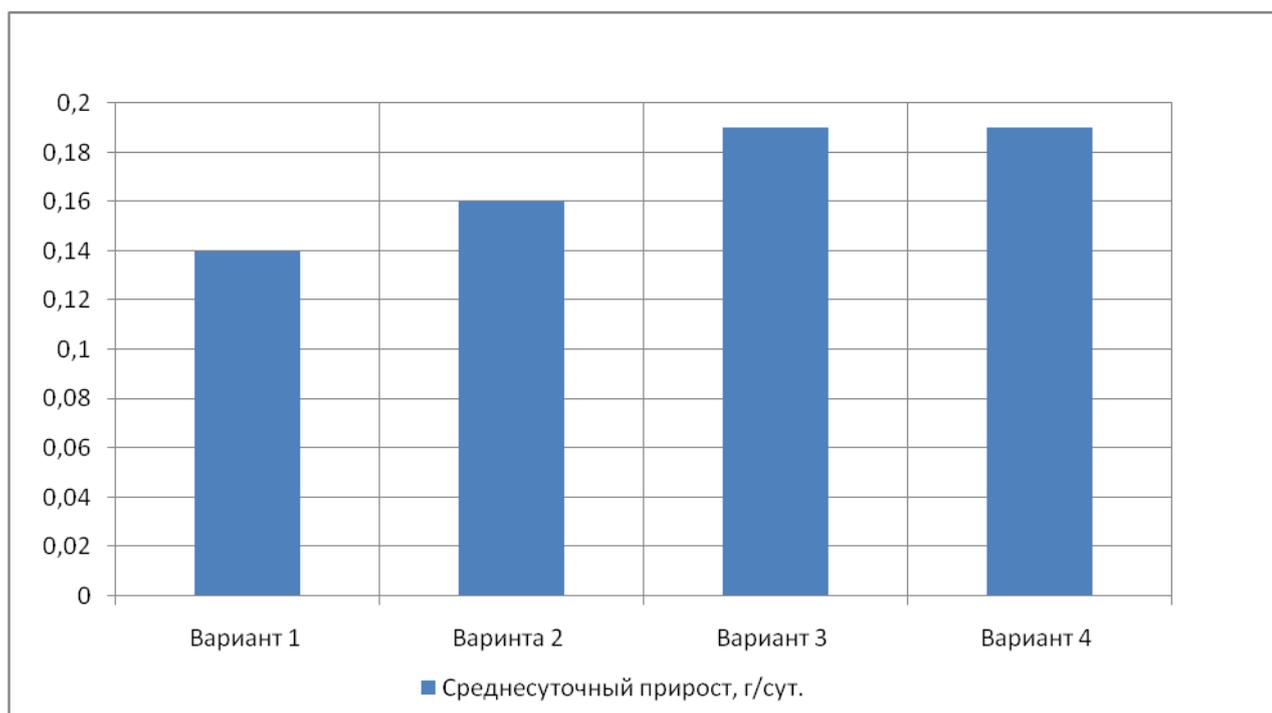


Рисунок 18 – Динамика среднесуточных приростов за опыт

При введении в рацион тилляпии добавки в количестве 1 %, во втором варианте наблюдается снижение затрат корма на 11,6 % по сравнению с контролем, так же следует отметить, что повышение введения до 3 % и 5 % добавки в рацион дало значительный рост снижения затрат корма и они снизились в третьем и четвёртом вариантах на 12,4 % и 15 % соответственно (табл. 14).

Таблица 14 – Рыбоводные результаты при кормлении тилляпии на низко протеиновом комбикорме с добавкой «Метаболит плюс»

Показатели:	Вариант опыта:			
	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 + (1 % БАД)	Вариант 3 + (3 % БАД)	Вариант 4 + (5 % БАД)
Начальная масса рыб, г	1,93±0,11	1,93±0,08	1,92±0,08	1,93± 0,07
Конечная масса рыб, г	14,54±0,65	16,54±0,48*	19,33±0,56*	19,37±0,68*
Общий прирост массы рыб, г	630,46	730,38	870,44	872,04
Индивидуальный прирост массы рыб, г	12,61	14,61	17,41	17,44

Продолжение таблицы 14

Показатели:	Вариант опыта:			
	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 + (1 % БАД)	Вариант 3 + (3 % БАД)	Вариант 4 + (5 % БАД)
Среднесуточный прирост, г/сут.	0,14	0,16	0,19	0,19
Относительная скорость роста, %	153,12	158,20	163,85	163,75
Затраты корма, кг/кг	2,33	2,06	2,04	1,98
Затраты протеина, г/кг	535,9	473,8	469,2	455,4

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

3.1.3. Экстерьерные и интерьерные показатели нильской тиляпии выращенной на низкопротеиновом комбикорме

Добавка БАД «Метаболит плюс», введённая в основной рацион тиляпиям, оказала влияние на отдельные экстерьерные показатели рыб, что безусловно свидетельствует о положительном влиянии добавки БАД в рацион на формирование органов и тканей тиляпии (табл. 15).

Таблица 15 – Индексы экстерьерных показателей рыб, %

Показатели	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Масса, г	13,94±0,37	15,71±0,16	18,78±0,08	19,23±0,22
Коэффициент упитанности	1,77±0,13	1,85±0,03	2,18±0,08*	2,20±0,14*
Индекс малой длины тела, %	80,78±0,92	81,34±0,27	80,37±0,47	80,38±2,8
Индекс длины тушки, %	58,58±0,61	61,15±1,66	54,57±0,38	54,62±0,21
Индекс длины головой, %	22,19±0,57	20,19±0,45	25,79±0,17	26,20±0,60
Индекс высоты тела, %	27,33±1,28	28,46±0,27	29,25±0,35	28,98±2,6
Индекс обхвата тела, % (компактности)	67,42±0,43	62,50±0,45*	64,76±0,35*	65,37±1,2*
Индекс прогонистости	3,65±0,7	3,51±3,6	3,41±2,83	3,45±0,38

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

Коэффициент упитанности рыб характеризует физиологическое состояние организма тиляпии. Во 2 варианте его значение выше, чем в контроле на 12,7 %,

однако разность не достоверна ($p > 0,05$). Этот показатель так же выше в 3 и 4 вариантах по сравнению с контролем, различия достоверны при $p < 0,05$.

Добавка «Метаболит плюс» оказала влияние на массу внутренних органов рыб выращенных в опыте 1 (табл. 16).

Таблица 16 – Интерьерные показатели рыб, %

Показатели	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Индекс длины кишечника, раз	5,20±0,14	5,41±0,01	6,10±0,01	5,61±0,02
Кишечник, %	0,015±0,001	0,016±0,003	0,023±0,003	0,027±0,004
Печень, %	0,43±0,008	0,31±0,03	0,43±0,18	0,41±0,07
Внутренние органы, %	6,81±0,16	7,06±0,31	7,40±0,62	8,26±0,36*
Жабры, %	5,38±0,13	5,79±0,31	5,53±0,37	5,35±0,18
Плавники, %	3,87±0,02	3,81±0,12	4,36±0,17	4,26±0,27
Кожа с чешуёй, %	4,08±0,13	5,47±0,31	4,53±1,25	6,18±0,68
Скелет, %	9,25±0,40	9,29±0,12	9,27±0,50	9,30±0,86
Мышцы, %	35,36±1,50	35,90±2,06	35,56±2,12	39,45±1,05 *

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

Отмечено, что масса внутренних органов выше у рыб в 4 варианте ($p < 0,05$). По-видимому, это обусловлено влиянием добавки БАД и большей индивидуальной массой тилапии в данном варианте. Масса мышц в этом варианте также выше на 4,1 % по сравнению с контролем ($p < 0,05$).

3.1.4. Биохимические показатели крови тилапии, выращенной на низкопротеиновом комбикорме

Биохимические показатели крови являются важными индикаторами для мониторинга и оценки физиологического состояния рыб. Уровень и стабильность показателей крови сильно варьируется от массы и возраста рыб, так как с возрастом происходит нормализация метаболических процессов в организме и отклонения становятся менее значительными (табл. 17).

Таблица 17 – Биохимические показатели сыворотки крови тилапии (опыт 1)

Показатели	Единицы измерения	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Холестерин	ммоль/л	4,79±0,02	4,55±0,02*	4,08±0,01*	3,97±0,02*
АЛТ	ед./л	9,53±0,63	10,45±0,38	10,33±0,6*	12,16±0,34*
АСТ	ед./л	1,86±0,29	0,72±0,28	0,43±0,06*	0,56±0,08*
Альбумин	г/л	19,60±0,06	20,63±0,07	13,13±0,38	27,83±0,14
Глюкоза	ммоль/л	10,62±0,05	14,90±0,01	13,50±0,06	14,65±0,11
Белок	г/л	42,70±0,12	45,9±0,06	32,63±0,09	57,97±0,12
Амилаза	ед./л	772,4±5,79	3347,73±24,26*	3352,53±19,09*	9860,97±60,42*

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

Холестерин в крови рыбы, как и других животных является одним из основополагающих факторов состояния липидного обмена в организме и служит для образования половых гормонов, входит в состав клеточных мембран. Повышенное содержание холестерина в крови, способствует изменению её вязкости, что приводит к нарушению активного обмена, так же снижает проницаемость клеточных мембран, что может приводить к сердечно-сосудистым патологиям и атеросклерозу. Основным производителем холестерина является печень (Яржомбек и др., 1986). В вариантах 2, 3 и 4 содержание холестерина ниже, чем в контроле на 5 %, 14,8 % и 17,1 % соответственно, при достоверной разности ($p < 0,05$). Вероятно снижение холестерина в опытных вариантах, может свидетельствовать о более лучшем обмене веществ и усвоении корма, чем в контроле.

Аланинаминотрансфераза (АЛТ) - фермент печени, участвующий в обмене аминокислот. Высвобождение АЛТ в кровь происходит при нарушениях внутренней структуры гепатоцитов и повышении проницаемости клеточных мембран. В связи с этим АЛТ считается индикаторным ферментом нарушений функций печени любой природы. Исследование уровня АЛТ, которая свидетельствует о функциональном состоянии печени, выявило достоверные разности в опытных вариантах 3 и 4, где рыбы потребляли с комбикормом БАД «Метаболит плюс». В варианте 3 этот показатель выше контроля на 8,39 %, а в 4

варианте на 32,2 % ($p < 0,05$). Повышение уровня АЛТ, вероятно может свидетельствовать о более высоком уровне обмена белковых веществ.

Аспартатаминотрансфераза (АСТ) - фермент белкового обмена в организме животных, необходимый для синтеза аминокислот, которые входят в состав тканей и клеточных мембран. При нарушении структур клеток содержащих АСТ концентрация этого фермента в крови повышается. Поэтому отклонения этого показателя от нормы говорит о патогенных процессах происходящих в организме. Показатель АСТ в опытных вариантах 3 и 4 был ниже, чем в контроле на 1,43 % и 1,30 % при достоверной разности ($p < 0,05$). Показатель АСТ в рыбоводстве подвержен сильным колебаниям в зависимости от вида, условий среды, питания и пола, поэтому невозможно сделать точного вывода о его прямом влиянии на обменные процессы рыб (Ноздрин, Нурутдинова, 2016).

Амилаза - фермент катализирующий гидролиз гликозидных связей крахмала, гликогена и других полисахаридов до мальтозы, декстринов и остальных полимеров (Камышников, 2009). Повышенный уровень амилазы во втором варианте опыта - 3347,73 ед./л, в третьем - 3352,53 ед./л и в четвертом - 9860,97 ед./л, по отношению к контрольному варианту свидетельствует о дополнительном источнике пищеварительных ферментов.

3.2. Выращивание нильской тилляпии в аквариальной, на высокопротеиновом комбикорме (опыт 2)

3.2.1. Гидрохимический и температурный режим

Колебания гидрохимического режима в бассейнах могут зависеть от интенсивности освещённости и её длительности, так же режим раздачи корма оказывает не менее важное влияние на гидрохимические параметры.

В период проведения исследований вели контроль за качеством воды, гидрохимический режим в вариантах опыта не выходил за гарницы допустимых норм соблюдаемых при выращивании нильской тилляпии (табл. 18).

Таблица 18 – Гидрохимические показатели опытных вариантов

Показатель	Измерение	Норма
Температура воды, °С	27,5±0,24	25-30
pH	7,8±0,07	6,0-8,0
Концентрация кислорода, мг/л	3,62±0,13	Не менее 3
Аммоний NH ₄ ⁺ , мг/л	0,13±0,01	Не более 10
Нитраты NO ₃ ⁻ , мг/л	16,87±2,73	До 100
Нитриты NO ₂ ⁻ , мг/л	0,36±0,06	До 1

Так как тилапии, как и все другие рыбы – пойкилотермные, поэтому температура воды оказывает на них большое влияние, они проявляют наибольшую активность в определенном температурном промежутке 25–30 °С. При сильных скачках температуры рыбы перестают питаться, а при критических повышениях гибнут. Средняя температура воды за период опыта составляла 27,5 °С, с кратковременными колебаниями до 28 °С, при оптимуме 25–30 °С.

Показатель активной реакции среды характеризует кислотность воды, выражается в безразмерных единицах. Для оптимального развития и роста тилапии необходимо соблюдение кислотно-щелочного равновесия и среда воды должна быть либо слабокислой, либо слабощелочной в пределах 6,0–8,0. В период опыта показатель активной реакции среды находился в пределах нормы и его среднее значение составляло 7,8. Содержание кислорода равнялось 3,62 мг/л.

Среднее значение содержания аммония в воде опытных вариантов составляло 0,13 мг/л, при максимально допустимых значениях до 10 мг/л. Хотя в вариантах 2,3 и 4, к концу опыта этот показатель достигал значения 0,2 мг/л (рис. 19), что можно объяснить увеличением интенсивности потребления корма тилапией

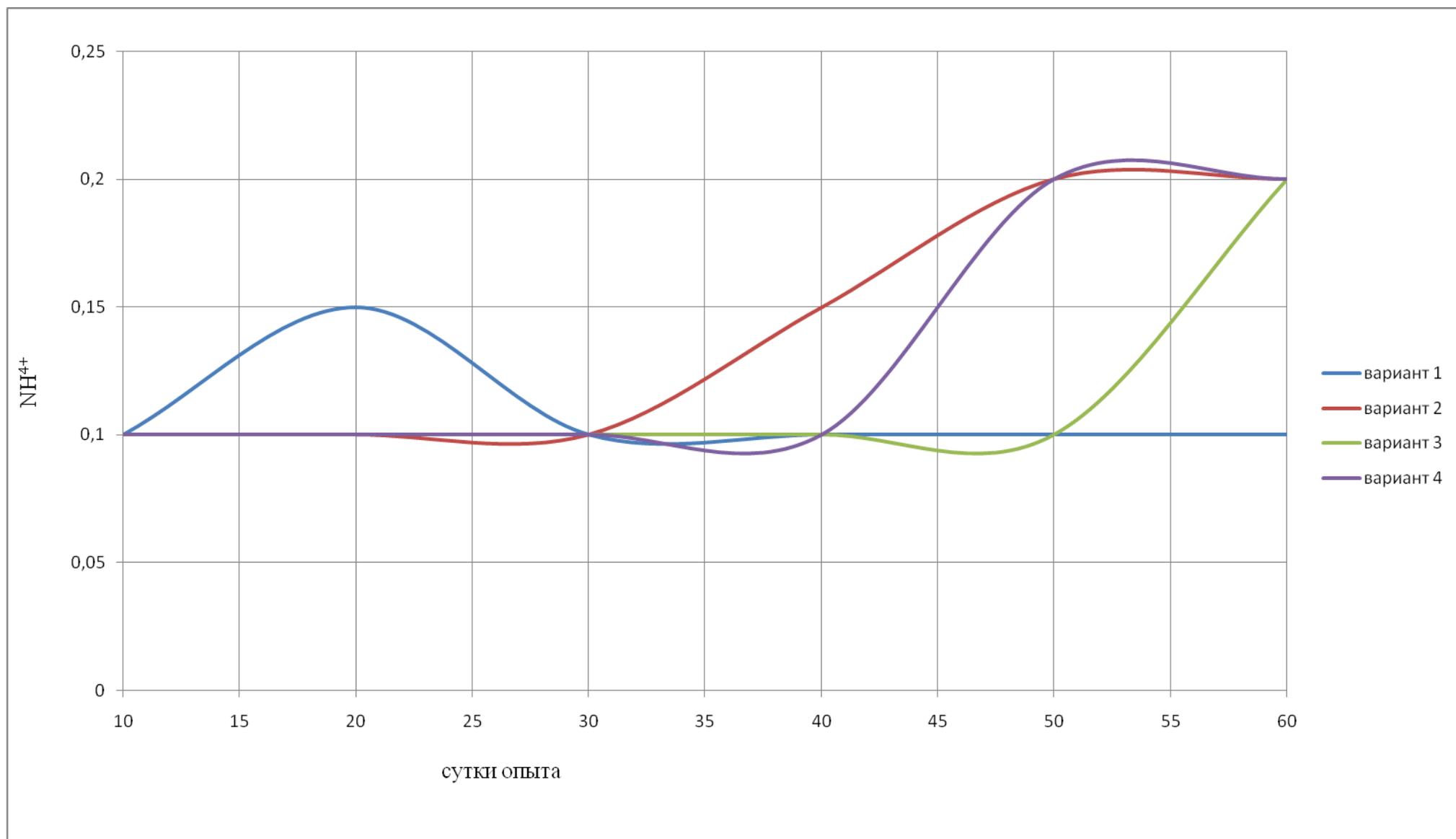


Рисунок 19 – Динамика содержания аммония в воде по вариантам опыта

Нитраты являются конечным продуктом нитрификации, они равно как и другие соединения азота являются ядом. Однако видимого отрицательного воздействия на рыбу они не оказывают, для того чтобы нитраты оказали токсическое воздействие их концентрация должна повысится до 170 мг/л, вследствие чего понизится рН и возникнет торможение процесса нитрификации (Жигин, 2011). Нитраты во втором опыте составили в среднем 16,87 мг/л без колебаний за допустимый предел (рис. 20), который составляет 100 мг/л.

Нитриты ядовиты для тилапии также как и аммиак, они могут оказывать значительное токсическое действие, что непосредственно влияет на физиологическое состояние и обменные процессы в организме рыб. Нитриты являются промежуточным продуктом биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов. Высокое содержание нитритов в воде свидетельствует о поступлении органических веществ и о происходящем процессе минерализации. Нитриты обладают высокой токсичностью, которая усиливается в кислой среде (Минц, Христенко, 1976). В течение всего опыта количество нитритов не выходило за рамки технологических нормативов и составляло в среднем 0,36 мг/л., с максимально допустимым показателем 1 мг/л. Следует отметить, что в начале опыта концентрация нитритов была выше во всех вариантах, но в последующие дни была замечена тенденция к снижению данного показателя (рис. 21).

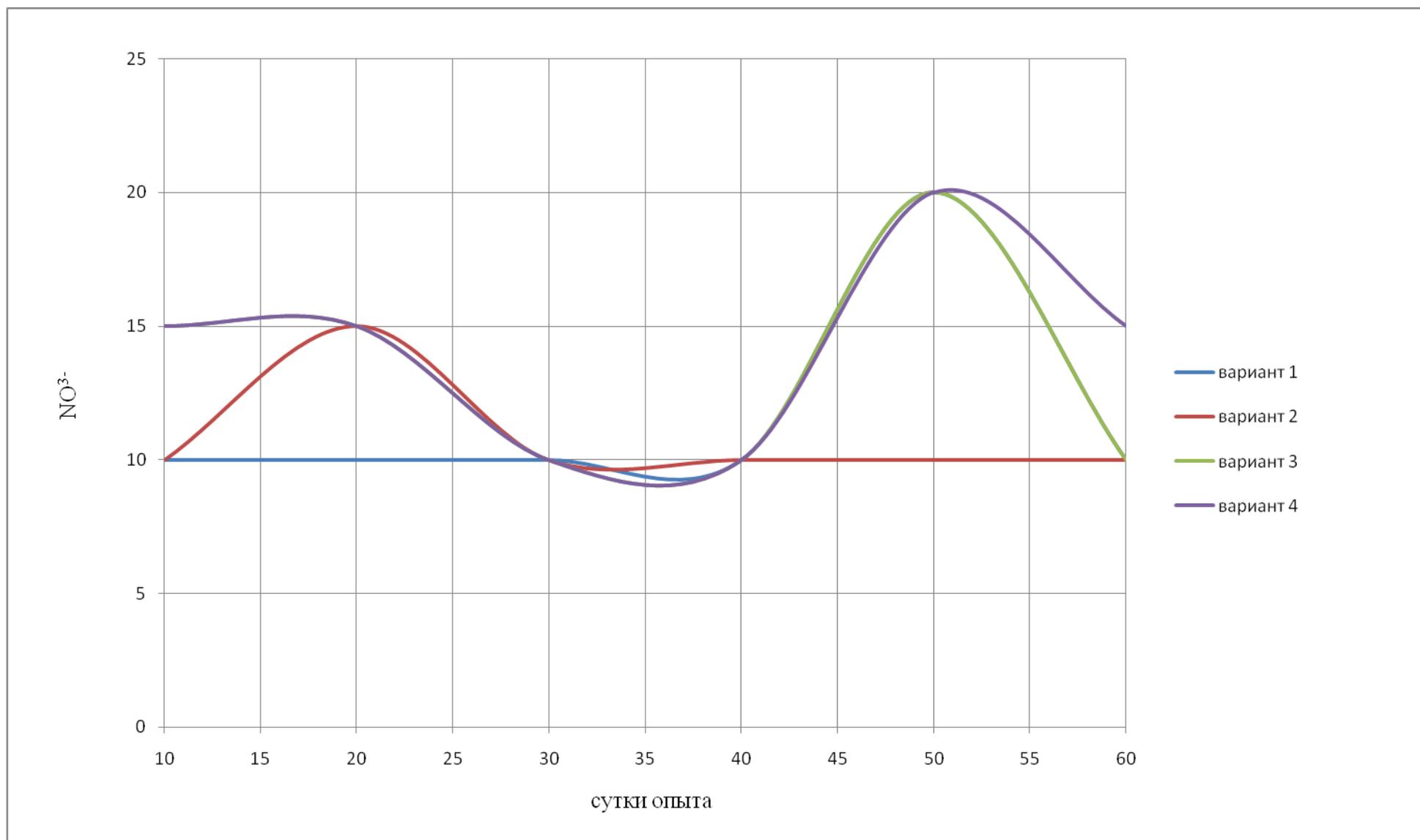


Рисунок 20 – Динамика содержания нитратов в воде по вариантам опыта

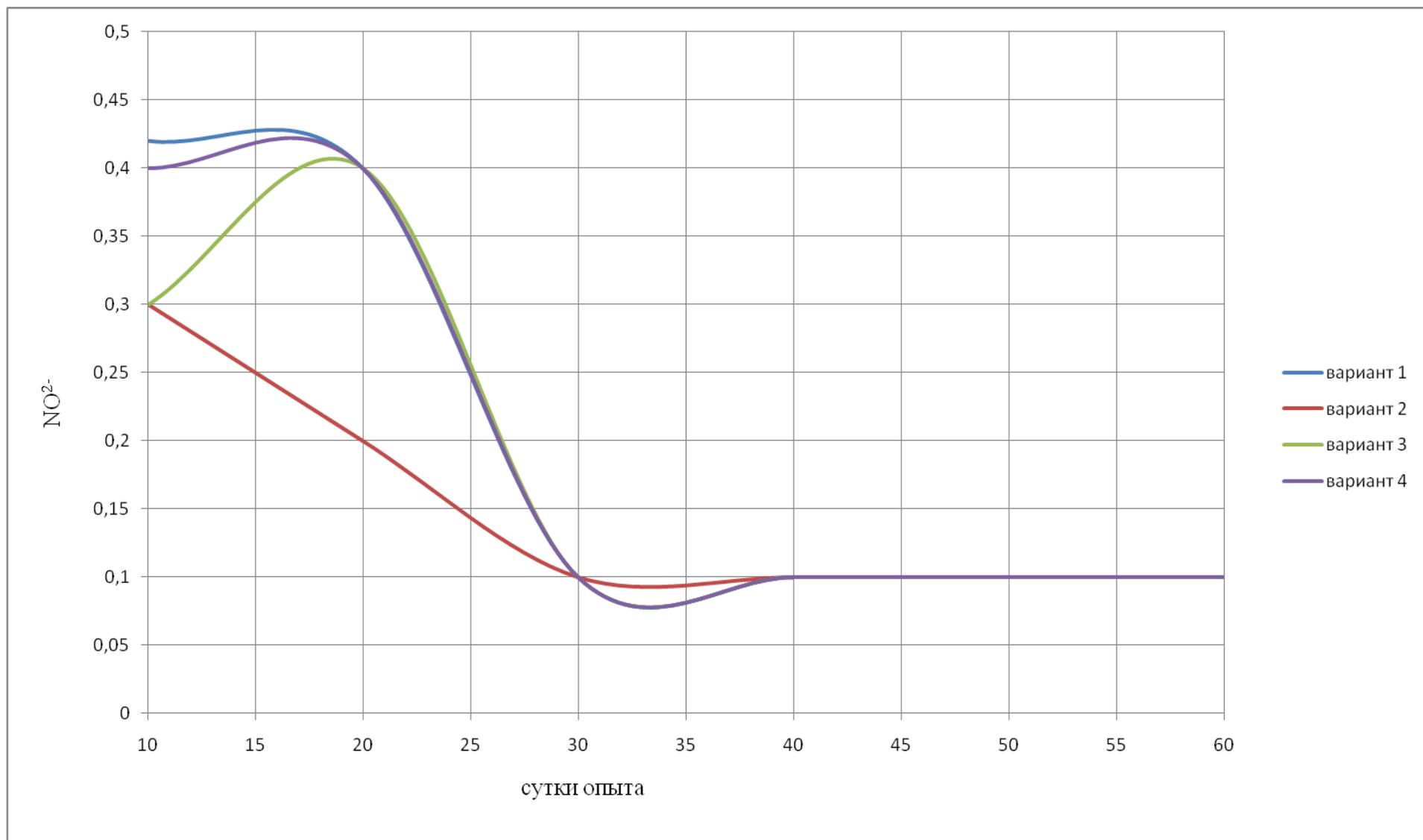


Рисунок 21 – Динамика содержания нитритов в воде по вариантам опыта

3.2.2. Рост и рыбопродуктивные показатели нильской тилляпии на высокопротеиновом комбикорме

Проведённые исследования по выращиванию тилляпии с добавкой «Метаболит плюс» на высоко протеиновом комбикорме марки АК-1ФП показали более высокие результаты (табл. 19).

Таблица 19 – Рост тилляпии в период опыта

Вариант опыта	Декады исследований						
	начальная масса	1	2	3	4	5	6
1 (контроль)	48,60±3,63	63,18	78,94	94,56	110,68	127,24	143,43±4,69
2 (1 % добавки)	48,75±3,94	64,23	79,89	95,9	112,35	128,69	145,31±4,43
3 (3 % добавки)	48,21±4,47	64,99	81,87	100,43	120,53	140,68	160,85±3,91
4 (5 % добавки)	47,93±4,04	63,48	79,43	95,55	112,24	128,95	146,06±5,75

Так очевидно, что с увеличением продолжительности опыта различия между 3 вариантом и контролем возрастает всё сильнее. А 2-ой и 4-й варианты имеют практически одинаковые результаты между собой на протяжении всего времени опыта, хотя значительно и превышают результат контрольного варианта в определённый момент опыта, к концу завершения эксперимента разница между 1, 2 и 4 вариантами минимальна (рис. 22).

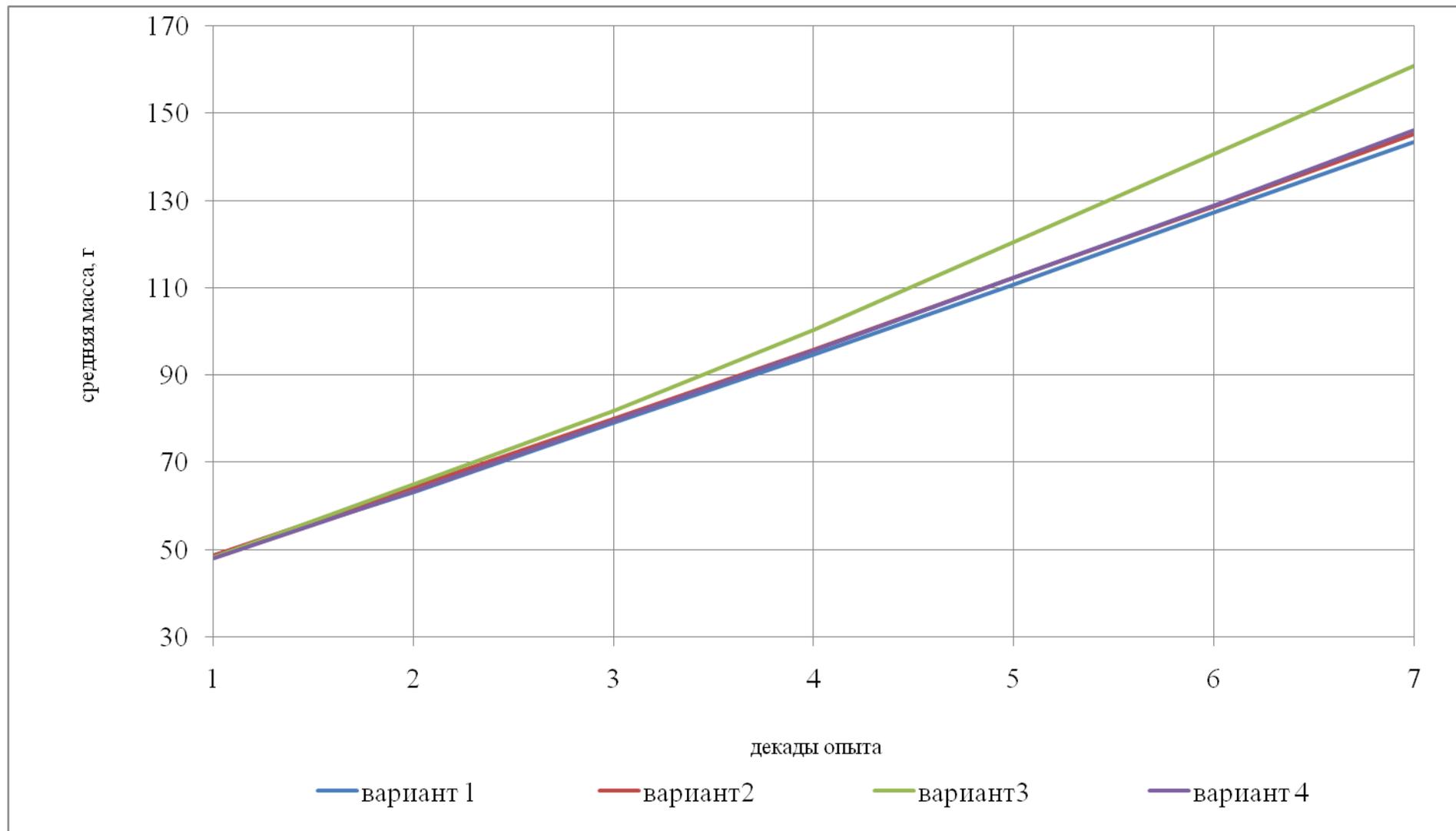


Рисунок 22 – Динамика роста рыб в течение опыта

Первый эффект от применения добавки можно было наблюдать уже через 10 дней опыта, при проведении 1 - ой бонитировки (рис. 23).



Рисунок 23 – Тиляпия подвергнутая бонитировке (фото – Пырсигов А.С.)

Проведя оценку полученных данных по среднесуточным приростам (табл. 20), нами было выявлено положительное влияние биологически активной добавки на 3 вариант и слабое влияние добавки во 2-ом и 4-ом вариантах. Так минимальный суточный прирост зафиксирован в 1 варианте и составил 1,458 г а максимальный результат в 3 варианте 2,02 г.

Таблица 20 – Динамика среднесуточных приростов за опыт

Вариант опыта	Среднесуточные приросты (декады)					
	1	2	3	4	5	6
1 (контроль)	1,458	1,576	1,622	1,612	1,656	1,619
2 (1 % добавки)	1,548	1,566	1,601	1,645	1,634	1,662
3 (3 % добавки)	1,678	1,688	1,856	2,01	2,015	2,017
4 (5 % добавки)	1,555	1,595	1,612	1,669	1,671	1,711

Так же было отмечено, что на протяжении всего опыта суточные привесы 3 варианта были выше, чем показатели в других вариантах. Среднесуточные приросты 2 и 4 вариантов превышали показатели 1 варианта на всём протяжении опыта не значительно. Первый заметный скачок в среднесуточном приросте был зафиксирован на 10 день эксперимента в 3 варианте во время проведения

бонитировки. Динамика привесов с каждой бонитировкой возрастала, снижения уровня прироста между бонитировками не зафиксировано (рис. 24).

Наилучшие результаты достигнуты по следующим основным показателям: конечная индивидуальная масса, общий прирост массы рыб, индивидуальный прирост массы и среднесуточный прирост, получены в третьем варианте опыта с 3 % добавки, 2-е место показал четвёртый вариант, в котором добавка БАД «Метаболит плюс» составила 5 %, 3-е место у второго опытного варианта, с добавлением 1% БАД к основному рациону рыб и 4-й результат получен в контрольной группе (табл. 21).

Таблица 21 – Рыбоводные результаты при кормлении тилляпии на высокопротеиновом комбикорме с добавкой «Метаболит плюс»

Показатели:	Вариант опыта:			
	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 (1 % БАД)	Вариант 3 (3 % БАД)	Вариант 4 (5 % БАД)
Начальная индивидуальная масса рыб, г	48,60±3,63	48,75±3,94	48,21±4,47	47,93± 4,04
Конечная индивидуальная масса рыб, г	143,43±4,69	145,31±4.43	160,85±3,91*	146,06±5,75
Общий прирост массы рыб, г	2844,9	2896,8	3379,4	2943,9
Индивидуальный прирост массы рыб, г	94,83	96,56	112,64	98,13
Среднесуточный прирост, г/сут.	1,58	1,60	1,87	1,63
Относительная скорость роста, %	98,76	99,51	107,75	101,17
Скормлено корма, кг	4,36	4,40	4,33	4,32
Затраты корма, кг/кг	1,53	1,51	1,28	1,46
Затраты протеина, г/кг	688,5	679,5	576	657

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

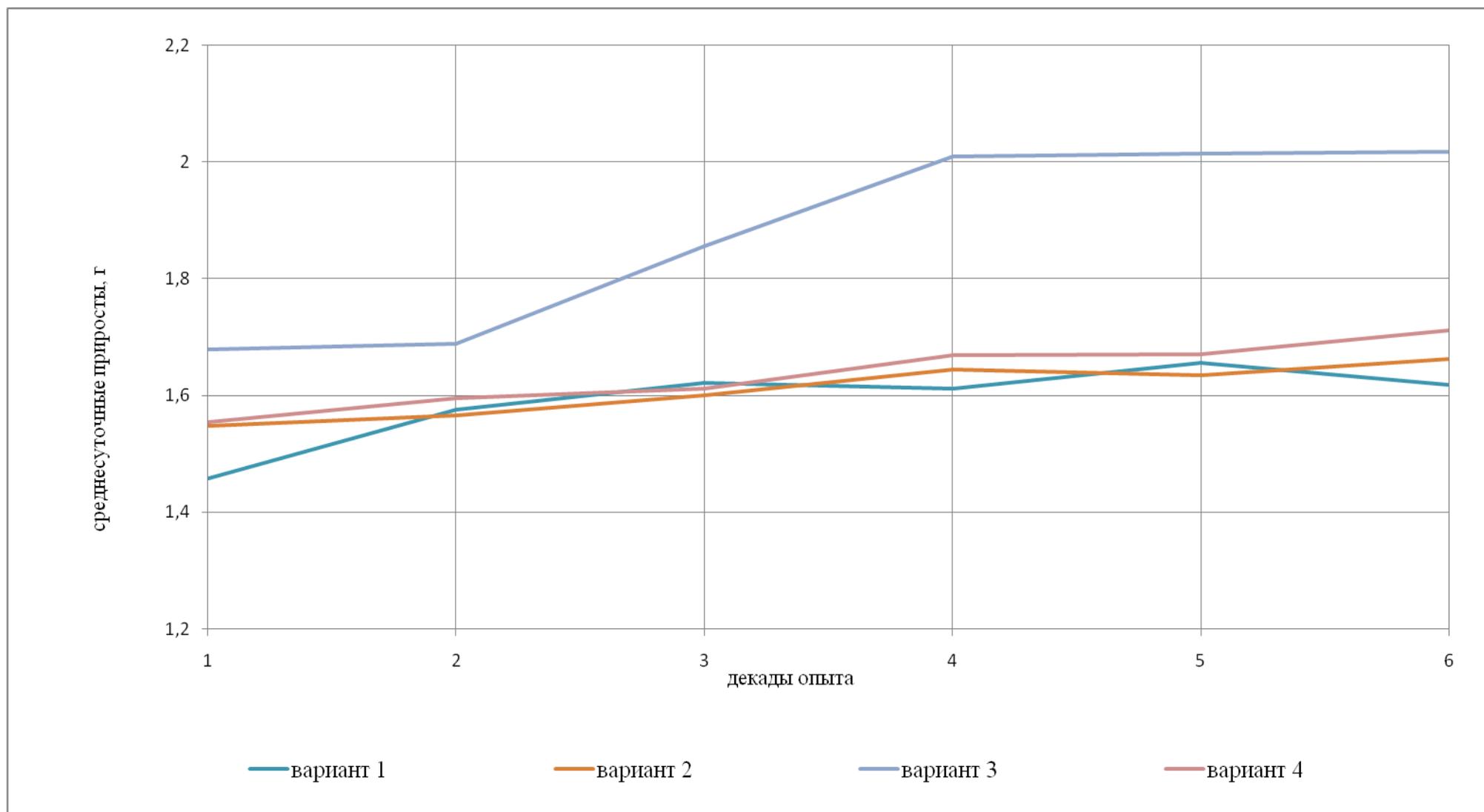


Рисунок 24 – Динамика среднесуточных приростов рыб в течение опыта

Показатель конечной индивидуальной массы в третьем варианте выше по сравнению с контрольным на 12,1 % (разность достоверна при $p < 0,05$). Этот показатель во втором варианте выше по сравнению с первым на 1,3 %, а в четвертом варианте по сравнению с первым больше на 1,8 %. Однако различия этого показателя между вторым и четвертым вариантами не достоверны ($p > 0,05$). По показателю прироста индивидуальной массы третий опытный вариант превосходит контрольный на 18,7 %, а по среднесуточному приросту на 18,35 %. Во втором варианте среднесуточный прирост больше на 1,89 %, а в четвертом на 3,16 % выше, чем в контрольном.

Одним из самых важных рыбоводческих показателей является показатель затрат корма. Так показатель затрат корма, продемонстрировал значительно лучшие результаты в третьем варианте и составил 1,28 кг. корма на кг. прироста, что лучше по сравнению с контрольным вариантом на 16,3 %, затраты корма во втором варианте меньше первого на 1,3 %. В четвертом варианте конечный результат затрат корма на 4,5 % ниже контроля, что показывает практически такой же результат, как в первом и втором вариантах, но значительно увеличивает объём добавки.

3.2.3. Экстерьерные и интерьерные показатели нильской тилляпии выращенной на высокопротеиновом комбикорме

Данные (табл. 22) свидетельствуют о том, что некоторые из показателей существенно изменили свои значения за период опыта.

Таблица 22 – Индексы экстерьерных показателей рыб, %

Показатели	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 (1% добавки)	Вариант 3 (3% добавки)	Вариант 4 (5% добавки)
Масса рыбы, г	109,01±5,18	129,32±1,28	195,06±5,00	151,22±1,46
Коэффициент упитанности	7,71 ± 0,52	7,76 ± 0,78	10,22 ± 0,93*	8,72 ± 0,41*
Индекс малой длины тела, %	82,89±0,49	85,38±2,10	80,49±0,88*	83,93±1,06
Индекс длины тушки, %	57,99±0,32	59,09±2,04	57,01±0,55	57,78±0,65

Продолжение таблицы 22

Показатели	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 (1% добавки)	Вариант 3 (3% добавки)	Вариант 4 (5% добавки)
Индекс длины головы, %	24,89±0,66	26,28±0,73*	23,27±0,19*	26,63±0,46*
Индекс высоты тела, %	29,40±0,62	32,10±1,05*	29,58±0,18	31,26±0,88*
Индекс обхвата тела, %	70,51±2,29	75,30±1,83*	72,92±1,07	75,07±2,46
Индекс прогонистости	3,40±0,07	3,21±0,10	3,39±0,01	3,20±0,08

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$; ** - при $p < 0,01$; *** - при $p < 0,001$

Максимальное значение показатель коэффициента упитанности имеет в третьем варианте и равен 10,2. Различия достоверны при $p < 0,05$. Во втором и четвертом вариантах опыта эти значения так же выше контрольного варианта и составили 7,76 и 8,72. Однако различия между вторым и первым вариантом не достоверны, тогда как между четвертым и первым вариантами достоверны ($p < 0,05$).

Индекс малой длины тела имеет лучшие результаты в 3 варианте и составляет 80,5 %, что на 2,9 % меньше в сравнении с контролем, результат достоверен ($p < 0,05$), это свидетельствует о лучшем развитии экстерьера тилапий, а следовательно обуславливает увеличение выхода съедобных частей.

Индекс длины головы имеет наименьшие значение в 3 варианте, это объясняется более крупным весом и размерами рыбы, так как размер головы имеет тенденцию к уменьшению, с увеличением общей массы тела рыб. Индекс высоты тела имеет значение выше контроля, во втором и четвертом вариантах, результат достовернее при $p < 0,05$.

Анализ данных интерьерных показателей в опыте 2 характеризует, что тилапия обладает высокими товарными качествами (табл. 23).

Таблица 23 – Интерьерные показатели рыб, %

Показатели	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 (1% добавки)	Вариант 3 (3% добавки)	Вариант 4 (5% добавки)

Продолжение таблицы 23

Индекс длины кишечника, раз	5,92±0,65	7,20±0,79	5,67±0,69	6,97±1,51
Тушка, %	56,71±1,11	56,58±0,72	57,08±0,24	56,45±1,34
Кишечник, %	3,16±0,12	3,34±0,63	3,80±0,50	3,64±0,78
Желудок, %	0,50±0,06	0,65±0,18	0,64±0,02*	0,69±0,15
Сердце, %	0,12±0,01	0,11±0,003	0,11±0,008	0,15±0,01*
Селезёнка, %	0,57±0,11	0,58±0,17	0,61±0,20	0,62±0,08
Печень, %	0,95±0,29	0,65±0,16	0,54±0,16	0,81±0,32
Жабры, %	4,80±0,05	4,47±0,21*	4,60±0,08	4,39±0,08*
Плавники, %	3,99±0,16	4,12±0,27	4,75±0,50	4,08±0,21
Кожа с чешуёй, %	5,70±0,47	5,55±0,20	6,37±0,60	5,31±0,26
Скелет, %	8,06±0,49	9,60±0,66*	9,52±0,17*	7,97±0,36
Мышцы, %	39,16±1,03	39,61±1,09	42,16±1,13*	38,72±1,16
Гонады, %	2,34±0,78	1,25±0,10**	0,46±0,16***	0,75±0,51***
Внутренний жир, %	1,36±0,25	0,45±0,11***	0,39±0,10***	0,56±0,30***
Желчный пузырь, %	0,61±0,06	0,58±0,11	0,49±0,05*	0,53±0,06

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$; ** - при $p < 0,01$; *** - при $p < 0,001$

Можно отметить, что масса сердца в 4 варианте выше, чем в контрольном варианте на 0,03 %.

Наиболее важными интерьерными показателями в индустриальном рыбоводстве являются индекс мышц, гонады, и масса внутреннего жира.

Масса выхода мышц больше в 3 варианте, по сравнению с контролем на 3 %, результат достоверен (при $p < 0,05$). Результаты по 2-му и 4-му варианту приближены к контролю и не достоверны, исходя из этого нельзя сделать верных выводов. Степень развития гонад является одним из наиболее важных показателей в при разведение рыб (рис. 25).



Рисунок 25 – Гонады самца нильской тиляпии (*O. niloticus*) (фото – Пырсигов А.С.)

Известный факт, что при усиленном росте половых продуктов или вынашивание самкой потомства вся внутренняя энергия направляется на развитие икры или на поддержание жизни. В это время рост рыбы прекращается, а увеличение сроков полового созревания позволяет удлинить период более интенсивного роста в товарном рыбоводстве. Следовательно, затрачиваемые корма идут на увеличение массы рыбы, а не на развитие половых продуктов. Проведя оценку степени развития гонад было выявлено, что наибольшее развитие половых продуктов соответствовало контрольному варианту – 2,34 % от живой массы, где рыбы не получали добавку БАД. В других вариантах опыта этот показатель был меньшим.

Рыбы, потреблявшие добавку БАД, значительно меньше содержали внутреннего жира. Так, если в контрольном варианте этот показатель соответствовал 1,36 %, то во 2-м – 0,45 %, в 3-м – 0,39 % и 4-м – 0,56 % ($p < 0,001$). Можно предположить, что более высокое накопление жира у рыб в первом варианте, не получавших добавку «Метаболит плюс», связано с менее сбалансированным рационом.

3.2.4. Биохимические показатели крови тиляпии, выращенной на высокопротеиновом комбикорме

Установлена закономерность, что с увеличением возраста и размера рыб значительно увеличивается уровень глюкозы, холестерина, аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы в крови (табл. 24).

Таблица 24 - Биохимические показатели сыворотки крови тилапии (опыт 2)

Показатель:	Единица измерений	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2 опыт (+1%)	Вариант 3 опыт (+3%)	Вариант 4 опыт (+5%)
АЛТ	ед./л	44,5±6,8	63,7±11,9	66,5±8,0*	72,5±7,4*
АСТ	ед./л	3,5±0,9	3,6±0,6	2,2±0,5	1,1 ±0,5*
Глюкоза	ммоль/л	50,6±8,2	57,0±2,2	45,6±2,1	38,0±1,1
КК (креати-за)	ед./л	3091,8±382,9	2895±442,3	2455,1±301,6	2904,8±181,8
Креатинин	мкль/л	8,1±3,0	10,6±1,7	22,5±1,2	11,2±0,1
ЛДГ	ед./л	2017,2±225,4	3143,0±253,6*	3360,1±1319,9	3470,3±317,5*
Лактат	мг/дл	5,6±1,3	8,8±1,2	10,5±2,1	16,4±2,9
ЩФ	ед/л	40±2,4*	20,5±3,6*	18,3±1,8*	26,5±3,5*
Альбумин	г/дл	9,4±0,7	10±0,5	10,7±1,2	10,1±0,4
Мочевина	мг/дл	12,7±2,0	11,9±2,3	10,2±1,2	9,5±0,6
Общий белок	г/дл	14,3±0,8	13,1±1,4	12,7±0,6*	13±0,5*
Амилаза	ед./л	1682,4±17,1	3581,7±23,4*	6739±36,7*	4311,2±24,2*
Триглицериды	мг/дл	37,5±1,5	37,5±10,5	58,3±7,7	60,6±10,7
Холестерин	мг/дл	86,4±5,5	96,7±12,0	64±5,7*	70,9±4,6*

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

В данном случае у тилапии потреблявшей комбикорм АК- 1ФП с различным количеством БАД «Метаболит плюс», содержание АЛТ в сыворотке крови у рыб 3 и 4 варианте выше, чем в контроле на 49,4% и 62,9% соответственно (результаты достоверны при $p < 0,05$). Учитывая, что активность АЛТ очень «чувствительна» к качеству белка можно предположить, что низкая активность ферментов трансаминирования у рыб контрольной группы связана с перекисными соединениями жиров корма, которая приводит к снижению общей переваримости питательных веществ рациона, в результате проявляет эффект белкового дефицита, вследствие чего замедляется рост рыб и происходит снижение концентрация белка в органах.

АСТ может являться биохимическим индикатором физиологического статуса и клиническим индикатором стрессового состояния, связанным с

развитием стрессовых реакций или адаптационного процесса (Пронина, 2008). В крови тиляпии из 4 варианта содержание АСТ ниже, на 68,6%, чем в контроле.

Глюкоза – один из важных биохимических показателей крови нильской тиляпии. Высокое содержание глюкозы в крови рыб способствует созданию запаса энергии в организме для его развития и повышению стрессоустойчивости к неблагоприятным условиям среды. Содержание сахаров во всех 4 вариантах находится в пределах физиологической нормы. Резкие скачки уровня сахара, могут говорить о хроническом стрессе рыб (Камышников, 2009).

Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) – важный фермент, который необходим для образования молочной кислоты и окисления глюкозы. Самую высокую активность ЛДГ проявляет в почках, сердце, мозге, мускулатуре и первым делом отклонения от норм свидетельствует о повреждении прежде всего этих органов (Ведемейер, 1981). Высокое значение ЛДГ указывает на повышение метаболической активности печени, например, при изменении уровня солёности водоёма. Уровень содержания ЛДГ в крови выше во 2 и 4 вариантах, на 55,8% и 72 % по отношению к контролю, что говорит о более высокой метаболической активности печени этих вариантов по сравнению с контролем. Значительные изменения некоторых биохимических показателей крови тиляпии, позволяют утверждать о положительном влиянии биологически активной добавки «Метаболит плюс» на физиологическое состояние организма рыбы.

Лактат является конечным продуктом процесса гликолиза (аэробного расщепления глюкозы). Он образуется в процессе дыхания клеток. Высокий уровень лактата говорит о возможной ишемии тканей организма. Концентрация лактата зависит от метаболизма пирувата в печени. В случае возникновения сильной гипоксии в тканях организма накапливается большое количество лактата, этот процесс приводит к негативному изменению кислотно - щелочного баланса крови. По уровню лактата в крови можно судить о степени насыщения мышечных клеток кислородом (Toffaletti, 1991; Торшин, 2001). С увеличением процентного содержания добавки «Метаболит плюс» в комбикормах опытных вариантов,

наблюдалась тенденция возрастания уровня лактата во 2, 3 и 4 вариантах, по отношению к контролю, однако различия не достоверны ($p > 0,05$).

Щелочная фосфатаза (ЩФ) относится к ферментам группы гидролаз. ЩФ необходима для проведения реакции дефосфолирования на молекулярном уровне, отщепления фосфата от органических соединений. ЩФ необходима для отложения Са в чешуе и костяной ткани (Яржомбек, Лиманский, Щербинина, 1986). Уровень щелочной фосфатазы нильской тилляпии находится в пределах физиологической нормы. Меньшая концентрация замечена в группах рыб получавших БАД, в частности лучший результат показала 3 группа 18,3 ед/л, что на 54,2% , чем в контроле. Показатель содержания ЩФ в крови рыбы, говорит о повреждении клеток кишечника, печени и костного скелета. Из уровня этого показателя можно сказать, что БАД и комбикорм применяемый в кормлении полностью безопасен для тилляпии и не вызывает отрицательных изменений внутренних органов рыб.

Альбумин является плазменным белком крови рыб, общий объём которого до 65 % от всех белков крови. Синтез данного белка происходит в печени. По уровню альбуминов в организме рыбы на килограмм её массы, особенно во время интенсивного роста можно определить качество и полноценность питания рыбы. При благоприятных условиях содержания, в частности, при качественном питании наблюдается рост сывороточного белка, по причине альбуминовой фракции. Альбумин крови рыб служит резервом энергетического и пластического материалов, на случай негативных условий среды. Так же он необходим для поддержания осмотического давления, выполнения транспортной функции и необходим для формирования половых продуктов (Гулиев, Мелякина, 2014).

Концентрация альбумина во всех 4-х группах достаточно высокая. Это говорит о благоприятных условиях внешней среды обитания. Так как снижение этого белка наблюдается в период голодания, после нереста, болезни или зимовки.

Мочевина получается в процессе переработки аммиака печенью. Это очень важный процесс так как в процессе синтеза мочевины обезвреживается опасный для организма аммиак. Она является главным продуктом распада белков и активным веществом. Повышение концентрации мочевины в крови рыбы служит для понижения токсичности аммиака и регулирования поддержания положительного азотного баланса. Участвует в осморегуляции и выделяется через жабры. Высокое содержание мочевины говорит о серьёзных нарушениях в организме, возможном повреждении почек, сердце, злокачественных опухолях. Выводится мочевина из организма при помощи почек и резкое её повышение в крови говорит о повреждении выделительных функций почек. Содержания мочевины может сильно зависеть от рациона питания рыб. Так при потреблении кормов с высоким содержанием белка концентрация мочевины в крови будет выше чем при питании растительной пищи (Житенева, Рудницкая, Калюжная, 1997).

Уровень общего белка в крови рыб может быть подвергнут сильным колебаниям. Этот факт обуславливается состоянием внутренней среды обитания, условиями питания, рационом и уровнем энергетического обмена. Высокий уровень белка в крови рыб говорит о питательности комбикорма и высоких возможностях роста. Уровень общего белка крови по всем группам находится в пределах нормы, что является благоприятным признаком, так как его избыток или нехватка говорили о снижении жизнеспособности рыб (Бияк, 2008). Более низкий уровень в 3 варианте объясняется лучшей скоростью роста рыб, так как он идёт на строение организма, а повышенный уровень белка в 1, 2 и 4 вариантах возможно обусловлен лучшей развитостью половых продуктов (Пырников и др., 2017). Известно, что уровень белка крови повышается, в связи с большой потребностью гонад в строительном материале.

Из данной таблицы видно, что внесение добавки БАД в комбикорм, значительно изменяет амилазное число. Высокий уровень амилазы в третьем варианте (6739,5 ед.) по сравнению с контролем (1682,4 ед.) говорит о лучшей

способности переваривать корма богатые углеводами, полученные результаты достоверны ($p < 0,05$). Проведя сравнение уровня амилазы и скорости роста, можно отметить что увеличение этого показателя в крови способствует увеличению и скорости роста рыбы (Пырсигов, 2017).

Уровень холестерина в 3 и 4 вариантах не значительно ниже контроля на 25,9 % и на 17,9 % ($p < 0,05$), что вероятно так же как и в 1-м опыте свидетельствует о лучшем усвоении корма.

3.2.5. Химический состав мышечной ткани тилапии

Тело тилапии состоит из съедобных и несъедобных органов и частей. Несъедобную часть представляют реберные кости, позвонки, кишечник; съедобная часть - мясо (мышцы рыбы), голова, икра или молоки, сердце, печень. Для более точного вывода и принятия верного решения при промышленной обработке тилапии необходимо знать содержание белка, минеральных веществ (зола), жира, воды в мышечной мускулатуре тилапии. Следует отметить то, что химический состав тилапии изменяется в зависимости от возраста рыб, спектра питания и их физиологического состояния. Исследования качественного состава мышечной ткани тилапии показали, что включение в состав рациона опытных вариантов добавки БАД «Метаболит плюс» приводит к уменьшению содержания жира и увеличению содержания белка (табл. 25).

Таблица 25 - Качественный состав мышечной ткани тилапии

Вариант опыта	Влага, %	Сухое вещество (СВ), %	Жир (в пересчёте на СВ), %	Зольность (в пересчёте на СВ), %	Протеин (в пересчёте на СВ), %
Вариант 1 (контроль)	55,97±1,57	44,03±2,05	46,20±1,26	24,28±3,92	39,55±2,19
Вариант 2 (1 % добавки)	55,37±1,28	44,63±1,65	40,97±1,22	16,17±1,26*	44,82±3,02
Вариант 3 (3 % добавки)	55,17±1,69	44,83±1,15	35,50±1,18*	14,25±0,25	48,33±1,12*
Вариант 4 (5% добавки)	53,70±1,46	46,3±1,78	30,90±1,31*	13,19±1,35*	45,13±5,07

Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$

Содержание жира колебалось от 30,9 % до 46,2 % и наименьшим оно было в 3 и 4 опытных вариантах. Характерной особенностью мяса тилапии является также значительное содержание протеина (Привезенцев, 2005). Его максимальное количество 48,3 %, было у тилапий в 3 опытном варианте, что на 8,78 % выше, чем в контроле.

4. Экономическая эффективность выращивания нильской тилляпии на различных комбикормах с добавкой «Метаболит плюс»

4.1. Экономическая эффективность выращивания тилляпии на низкопротеиновом комбикорме комбикорме (опыт 1)

Экономические показатели выращивания тилляпии в бассейнах наглядно отражают высокую эффективность использования добавки БАД «Метаболит плюс» к основному рациону.

Таблица 26 – Экономическая эффективность выращивания тилляпии на комбикорме К-111 (опыт 1)

Показатель	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1. Затраты на 1 кг рыбы:				
корм, руб.	38,33	27,64	27,27	25,14
БАД, руб.	0,00	3,10	9,20	14,14
посадочный материал, руб.	70	70	70	70
электроэнергия, руб.	26,24	26,24	26,24	26,24
вода, руб.	3,80	3,80	3,80	3,80
2. Себестоимость, руб.	138,37	130,78	136,51	139,32
3. Стоимость реализации рыбы, руб./кг	200,0	200,0	200,0	200,0
4. Прибыль, руб./кг	61,63	69,22	63,49	60,68
5. Уровень рентабельности, %	44,54	52,92	46,50	43,55

Так, затраты БАД в опытных вариантах, при выращивании тилляпии на комбикорме марки К-111 во 2-м, 3-м и 4-ом вариантах составили 3,10 руб., 9,20 руб. и 14,14 руб. (табл. 26) соответственно и представили дополнительную статью затрат в себестоимости по сравнению с контролем, где в рацион не вносили БАД «Метаболит плюс», поэтому затраты на него были равны 0 руб. Несмотря на увеличения затрат на выращивание 1 кг рыбы, себестоимость в конце опыта в вариантах 2 и 3 была ниже, чем в контроле. Уровень рентабельности во втором и третьем вариантах выше по отношению к контролю на 8,4 % и 1,96 % соответственно. Исходя из полученных результатов при использовании низко протеинового комбикорма с добавкой БАД тилляпии.

4.2. Экономическая эффективность выращивания тилляпии на высокопротеиновом комбикорме (опыт 2)

Экономические показатели выращивания тилляпии на комбикорме марки АК-1ФП с БАД «Метаболит плюс» в опыте 2, наглядно показывают высокую эффективность её использования в рационе рыб (табл. 27). Повышение стоимости комбикормов за счет их цены и наибольшего количества потребления восполнялись за счёт введения биологически активной добавки, которая способствовала более лучшему использованию комбикорма в 3 варианте опыта, где в основной рацион вводили 3 % БАД .

Таблица 27 – Экономическая эффективность выращивания тилляпии на комбикорме АК-1ФП (опыт 2)

Показатель	Вариант 1 (контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1. Затраты на 1 кг рыбы:				
корм, руб.	153,30	153,30	128,14	146,78
БАД, руб.	0,00	4,14	10,65	20,38
посадочный материал, руб.	90	90	90	90
электроэнергия, руб.	26,24	26,24	26,24	26,24
вода, руб.	3,80	3,80	3,80	3,80
2. Себестоимость, руб.	273,34	277,48	255,83	287,20
3. Стоимость реализации рыбы, руб./кг	330,0	330,0	330,0	330,0
4. Прибыль, руб./кг	56,66	52,52	71,17	42,80
5. Уровень рентабельности, %	20,72	18,92	27,49	14,90

Более низкая себестоимость в 3 варианте повлияла на показатели уровня прибыли и рентабельности, там они были более высокими по отношению к контролю, 2 и 4 опытными вариантами. Прибыль в 3 варианте опыта составила 71,17 руб./кг, что на 20,4 % выше, чем в контроле. Показатель уровня рентабельности также выше в 3 варианте, по отношению к контролю на 6,77 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие животноводства и аквакультуры во всём мире связано с внедрением интенсивных технологий выращивания животных, птиц и рыб, позволяющих получить основной целевой продукт (мясо, молоко, яйцо, икру, и др.) в ущерб основным физиологическим функциям организма. Основными методами достижения наибольшей продуктивности до нашего времени было использование стимуляторов роста, кормовых антибиотиков и гормонов, которые способствовали только наибольшему выходу продукции но не учитывали общее физиологическое состояние организма животных и рыб. Постепенно становилось понятно, что подобная тактика приводит лишь к увеличению нагрузок и стрессовых ситуаций, которые отрицательно сказываются на выходе итоговой продукции. Применение антибиотиков, так же не является панацеей, они накапливаются в мясе и другой продукции, при потреблении отрицательно действуют на организм человека, в особенности детей, поэтому в животноводческую практику внедряют альтернативные пути решения этих проблем экологически доступными и безвредными методами с применением биологически активных добавок.

Рыбохозяйственное освоение нового объекта отечественной аквакультуры – нильской тилляпии в индустриальных условиях, основывается на использовании в кормлении полнорационных гранулированных кормов. Для получения наилучших рыбоводных результатов необходимо полностью обеспечивать пищевые потребности выращиваемого объекта и обеспечивать максимальное использование потенциальных продуктивных возможностей комбикормов.

В данной работе представлены результаты комплексного использования БАД «Метаболит плюс» в кормлении тилляпии. Было проведено 2 опыта по выращиванию рыбы на различных комбикормах с включением в их состав препарата «Метаболит плюс». В первом опыте тилляпию культивировали на низкопротеиновом комбикорме марки К-111, с включением в основной рацион 1,3 и 5 % препарата. Во втором опыте для кормления тилляпии использовали высоко

протеиновый комбикорм марки АК-1ФП с введением в него того же, как и в первом опыте количества БАДа. Было изучено влияние рациона кормления на изменение гидрохимических и рыбоводных показателей, экстерьера и интерьера опытных телятий, биохимических показателей крови рыб и химический состав мышечной ткани рыб.

Проведённые исследования показали, что применение БАД «Метаболит плюс» оказывает существенное влияние на эффективность выращивания телятии. Конечная масса рыб выращенных в 1-ом опыте на низкопротеиновом комбикорме с добавкой БАД, была выше во 2-ом варианте, в сравнении с контролем на 2 г, в 3-ем – на 4,79 г, в 4-ом – на 4,83 г. Нужно отметить, что среднесуточные приросты в опытных вариантах, где к основному комбикорму вводился препарат «Метаболит плюс» были выше по отношению к контролю, так во 2-ом варианте он составил 0,16 г/сут., а в 3-ем и 4-ом вариантах – 0,19 г/сут., по сравнению в 1-м вариантом, где он был равен 0,14 г/сут. Затраты корма при введении в рацион телятии добавки в количестве 1 %, во втором варианте снижение на 11,6 %, по сравнению с контролем. Следует отметить, что повышение введения добавки до 3 % и 5 % в рацион дало наибольшее снижение затрат корма, так в третьем и четвёртом вариантах они снизились на 12,4 % и 15 % соответственно.

Во втором опыте, при кормлении телятии высоко протеиновым комбикормом с препаратом «Метаболит плюс» были замечены наибольшие преимущества влияния добавки на рыбу. Так конечная масса в 3-м варианте была выше, по сравнению с контрольным на 12,1 %. Во 2-м варианте этот показатель выше по сравнению с первым на 1,3 %, а в 4-ом варианте по сравнению с 1-м больше на 1,8 %. Однако различия этого показателя между 2-м и 4-м вариантами не достоверны ($p > 0,05$). По показателю индивидуальной массы 3-й вариант превосходит контрольный на 18,7 %, а по среднесуточному приросту на 18,35 %. Во 2-ом варианте среднесуточный прирост больше на 1,89 %, а в четвёртом на 3,16 % выше, чем в контрольном.

Одним из самых важных рыбоводческих показателей является показатель затрат корма. Так показатель затрат корма, продемонстрировал значительно лучшие результаты в 3-м варианте и составил 1,28 кг. корма на кг. прироста, что лучше по сравнению с контрольным вариантом на 16,3 %, затраты корма во 2-ом варианте меньше первого на 1,3 %. В 4-ом варианте конечный результат затрат корма на 4,5 % ниже контроля, что показывает практически такой же результат, как в 1-ом и 2-ом вариантах, но значительно увеличивает объём добавки. Затраты корма, продемонстрировали значительно лучшие результаты в 3-ем варианте и были меньше по сравнению с контрольным вариантом на 16,3 %, затраты корма во 2-ом варианте меньше первого на 1,3 %, а в 4-ом варианте конечный результат затрат корма на 4,5 % ниже контроля.

Результаты исследований могут служить основой для использования биологически активной добавки «Метаболит плюс» в комбикормах, при кормлении различных объектов аквакультуры.

ВЫВОДЫ

1. При добавлении в рацион молоди (2–20 г) нильской тилляпии, биологически активной добавки «Метаболит плюс» в количестве 3-5 % отмечено увеличение их скорости роста. Рыба, выращенная на низкопротеиновом комбикорме без добавления БАД, за 90 суток выращивания достигла массы 14,5 г, тогда как в вариантах с биологической добавкой в количестве 1, 3, 5% их конечная масса соответственно составляла на 2 г, 4,7 г и 4,8 г выше.

2. Введение биологически активной добавки в высоко протеиновый комбикорм при выращивании более крупной тилляпии (50–150 г) оказало существенное влияние на рост рыб. Конечная масса рыб в контрольном варианте составила 143,4 г, тогда как с добавками БАД в количестве 1, 3, 5% была выше на 1,8 г, 17,4 г, 2,6 г соответственно.

3. Добавка БАД «Метаболит плюс» в комбикорм при выращивании тилляпии позволяет повысить эффективность использования корма. Так при выращивании рыбы на низкопротеиновом комбикорме с добавкой 1 % БАД затраты корма снизились на 11,6 %, при добавке 3 % – на 12,4 % и при добавке 5 % – на 15 %. При выращивании тилляпии на высокопротеиновом комбикорме в вариантах опыта 2, 3 и 4, где рыба потребляла добавку затраты корма снизились на 1,3 %, 16,3 % и 4,6 % соответственно. Это дает возможность свидетельствовать о более эффективном использовании данного препарата при кормлении более мелкой тилляпии.

4. Использование биологически активной добавки оказывает положительное влияние на экстерьерно-интерьерные показатели выращенной рыбы. Коэффициент упитанности рыб возрастает с увеличением внесения в корм биологически активной добавки. Вместе с тем рыбы, выращенные на рационе без включения БАД, содержали больше внутреннего жира, они раньше созревали, что обусловило торможение их роста.

5. Потребление тилляпией биологической добавки оказывает влияние на изменения биохимических показателей крови рыб. Так, при выращивании

тиляпии на низкопротеиновом комбикорме, содержащем 7,5 % клетчатки, уровень амилазы в крови тилляпии, получавших в рационе БАД, достоверно выше, чем в контроле.

6. При выращивании тилляпии на высокопротеиновом комбикорме с добавкой БАД в количестве 3% и 5% уровень холестерина снизился по отношению к контролю на 25,9 % и на 17,9 % соответственно, что свидетельствует о более лучшем обмене веществ и усвоение корма.

7. Пищевые качества тилляпии зависели от качества рациона. В группах, потреблявших комбикорм с добавками, было выявлено большее отложение в организме рыб белка и прежде всего в мышечной ткани. Так, у рыб в варианте с добавкой 1 % препарата его содержание на сухое вещество составило 44,8 %, с добавкой 3 % – 48,3 % и с добавкой 5 % – 45,1 %.

8. Использование добавки БАД «Метаболит плюс» в рационах тилляпии в количестве 1–3 % экономически оправдано. Так, при использовании добавки в низкопротеиновых комбикормах, учитывая высокую стоимость препарата, рекомендуется его применение в объеме 1 %. При кормлении рыб высокопротеиновым комбикормом экономически оправдано для получения наилучших рыбоводных результатов применение 3 % добавки.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

При промышленном выращивании нильской тилапии в бассейнах рекомендуется вводить в комбикорм в качестве кормовой добавки БАД «Метаболит плюс» в объеме 1–3 % от массы корма, что способствует улучшению физиологического состояния, экстерьерно - интерьерных показателей, повышению скорости роста рыб, оплате корма и выходу съедобных частей. Для замедления полового созревания тилапии, ввиду замедления пластического обмена, и уменьшения накопления внутреннего жира целесообразно использовать добавку в объеме не более 1 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агаджанян, Н.А. Нормальная физиология: учебник для студентов медицинских вузов / Н.А. Агаджанян, В.М.Смирнов. – Медицинское информационное агентство. – М.: 2009. – 519 с.
2. Аминева, В.А. Физиология рыб: учебник / В.А. Аминева – М.: Колос, 1984. – 200 с.
3. Андрияшева, Н.А. Проявление гетерозиса у рыбы и ее использование в рыбоводстве / Н.А. Андрияшева. – Тр. ГОСНИОРХ. – Л. 1971. Т. 75. – С. 105–111.
4. Анисимова, И.М. Возрастной подбор в рыбоводстве / И.М. Анисимов. – Рыбоводство и рыболовство, 1961. – № 2. – С. 22–24.
5. Бардач, Дж. Аквакультура / Дж. Бардач, Дж. Риттер, Ч. Макларни – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 294 с.
6. Бердышев, Г.Д. Нуклеиновые кислоты пойкилотермных морских животных / Г.Д. Бердышев. – Киев: – Наукова думка. – 1973. – 173 с.
7. Бияк, В.Я. Видовые особенности фракционного состава белков сыворотки крови пресноводных рыб / В.Я Бияк. – 2008. – № 4. – С. 189–192.
8. Богданов, Е.А. Избранные труды / Е.А. Богданов. – М.: - Колос. – 1977. – 400 с.
9. Богерук, А.К. Опыт поликультурного выращивания рыбы в малом водохранилище республики Куба / А.К. Богерук, С. Камехо, С. Уливер. – Сб. н. трудов ВНИИПРХ. – 1981, № 31.
10. Богерук, А.К. Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб /А.К. Богерук, Н.И. Маслова. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2002. – 188 с.
11. Бугаец, С.А. Качество потомства тилапии, полученного от производителей разного возраста. «Тезисы докладов» / С.А. Бугаец. – М.: Издательство МСХА, 1995, – С. 31– 33.
12. Ведемейер, Г.А. Стресс и болезни рыб / Г.А. Ведемейер, Ф.П. Мейер, Л. Смит. – М.: Легкая пищевая промышленность, 1982. – 127 с.

13. Виноградов, В.К. Повышение эффективности товарного рыбоводства / В.К. Виноградов, Л.В. Ерохина. – Рыбоводство и рыболовство. 1999. – № 3. — С.6.
14. Виноградов, В.Ю., Ерохина, Л.В. 1960. Эффективность кормления карпа гранулированными кормами / Всесоюзное совещание по биологическим основам прудового рыбоводства. Тезисы докладов. М. С. 53–58.
15. Власов, В.А. Рыбоводство/ В.А. Власов. – СПб.: Лань, 2010. – 352 с.
16. Власов, В.А., Есавкин, Ю.И., Завьялов, А.П. 2005. Рост и рыбоводная характеристика молоди тилапии породы «Тимирязевская», выращиваемой в бассейнах / Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сб. науч. тр. ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХ им. К.А.Тимирязева по итогам Международная научно-практич. конф., посвящ. 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР. – М.: Изд. ВНИИР. – С.139-143.
17. Гош, Р.И. Энергетический обмен половых клеток и эмбрионов у рыб / Р.И. Гош. – Киев: – Наукова думка. – 1985. -167с.
18. Гулиев, Р. А. Физиология и биохимия гидробионтов / Р.А. Гулиев, Э.И. Мелякина. – Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2014. – № 2. – 91 с.
19. Дарвин, Ч. Изменение домашних животных и культурных растений / Ч. Дарвин. – М.–Л.: Изд. АН СССР, 1951. –883 с.
20. Даскалов, Х. Состояние теоретических исследований по гетерозису у овощных культур и его практическое использование / Х. Даскалов. – Гетерозис: Теория и практика. – М.: Колос, 1968. – С. 152–167.
21. Ерёмин, А.И. Отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы» / А.И. Еремин. – М.: Росинформагротех, 2015. – 136 с.
22. Жигин, А.В. Замкнутые системы в аквакультуре / А.В. Жигин. – М.: 2011. – С. 14–72.

23. Жигин, А.В. Интегрированные технологии в замкнутых системах / А.В. Жигин. – Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности/ Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригац. Рыбоводства — 2005. Т 1. — С. 45 – 52.

24. Жигин, А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием / А.В. Жигин. – Автореф. докт. дис. – М., МСХА, 2002. – 36 с.

25. Житенева, Л.Д. Эколого - гематологические характеристики некоторых видов рыб: справочник / Л.Д. Житенева, О.А. Рудницкая, Т.И. Калюжная. – Ростов - на - Дону, 1997. – 149 с.

26. Житенко, П.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства / П.В. Житенко, М.Р. Боровко. – М.: Колос, 1998. – 335 с.

27. Зам. Главного врача по лечебной части КБ ЦМСЧ № 119. Павлов Б. А., Зав. Урологического отделения. Троицкий, О.А., Зав. I – неврологического отделения. Чумак, О.Б., Зав. лаб. иммунологии Хоробрых, В.В. Министерство здравоохранения РФ. Заключение об испытании иммунорегулятора “Иммуновита” в стационаре КБ ЦМСЧ – П. 17. 01. 2000. – № 9. – С. 1–3.

28. Замахаев, Д.Ф. О типах размерно-половых соотношений у рыб / Д.Ф. Замахаев. –М.: Тр. Мосрыбвтуза. – 1969. Вып. 10. – С. 193–209.

29. Ивлева, Л.А., Гилязетдинов, Ш.Я., Ахметов, Р.Р. Структурное состояние хроматина и синтез РНК в проростках гетерозисных гибридов кукурузы / Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. – 1973. Т.52. №1.– С. 96–106.

30. Ивойлов, А.А. Мухаметшина, Е.Н., Пальвелев, И.В. и др. Гибридная тилипия – новый объект рыбоводства в тепловодных системах с замкнутым циклом водоснабжения / Вестник Ленингр. Универ. Биол.– 1988. Вып.1, –№3.

31. Кальченко, Е.И., Гаврюсева, Т.В., Юрьева, М.И. 2009. Физиолого-биохимические показатели молоди кеты при выращивании на импортных

комбикормах / Исследования водных биологических ресурсов камчатки и северо-западной части тихого океана. Петропавловск – Камчатский. Вып. 12. – С. 58–71.

32. Камышников, В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. МЕДпресс – информ. – М.: 2009. – 896.

33. Канидзев, А.Н., Гамыгин, Е.А. 1975. Разработка и испытание первого гранулированного корма для молоди форели на ранних стадиях постэмбрионального развития (стартовый корм) / Сборник научных трудов «Биотехника индустриального форелеводства». Вып. 14. М.: ВНИИПРХ. С. 34–55.

34. Канидзев, А.Н., Гамыгин, Е.А. 1979. О повышении эффективности искусственного разведения лососевых рыб / Итоги науки и техники «Зоология позвоночных». Т. 10. М.: ВНИИТИ АН СССР. С. 108–151.

35. Карзинкин, Г.С. 1962. Использование радиоактивных изотопов в рыбном хозяйстве. / М.: Пищепромиздат. 71 с.

36. Катасонов, В.Я., Черфас, Н. Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 163 с.

37. Кизиветтер, И.В. 1973. Биохимия сырья водного происхождения / И.В. Кизиветтер. – М.: Пищевая промышленность. 424 с.

38. Ким, Е.Д. Ежегодная динамика содержания аминокислот в зрелых половых продуктах карпа / Ким Е.Д. – Сб. Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. - Киев: Наукова думка, 1974. – С.114–126.

39. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников. – Л.: Наука, 1987. – 520с.

40. Киселев, И.В. Биологические основы осеменения и инкубации клейких яиц рыб / Киев: Наукова думка. – АН УССР. 1980. – 296с.

41. Кисловский, Д.А. Избранные сочинения / Д.А. Кисловский. – М.: Колос, 1965. – 535с.

42. Кисловский, Д.А. Проблемы теории племенного дела и организационные формы племенной работы / Д.А. Кисловский. – Советская зоотехния. 1939. №12. – С.28-34.

43. Ковалёв, В.В. Почему маленькие фильтры не справляются с очисткой воды/ В.В. Ковалёв, Е. Ковалёва. – Журн. Аквариум. – 2004. - № 2. – С. 44–47.

44. Козлов, В.И. Краткий словарь рыбовода / В.И. Козлов, Л.С. Абрамович. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 160 с.

45. Колычев, Н.М. Ветеринарная микробиология и микология: учебник / Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов. – СПб.: Лань, 2014. – 624 с.

46. Конарев, В.Г. Биохимические и молекулярно-генетические аспекты гетерозиса / Вестник сельхоз. науки -1974. - №12. – С. 1-10.

47. Кочетов, А.М. Декоративное рыбоводство / А.М. Кочетов. – М.: Просвещение, 1991.– 384 с.

48. Куракин, И.В. и др. Рецепттура кормов для тилляпии выращиваемой в индустриальных условиях / Вестник Оренбургского государственного университета – 2015. – №6. – С. 49–56.

49. Кухта, В.К. Возрастные и сезонные изменения некоторых показателей углеводного обмена у селекционируемых отводок белорусского карпа / В.К. Кухта, А.И. Чутаев. – Сб. Генетика и селекция рыб. – М., 1960. – С. 43–53.

50. Кушнер, Л.А. О генетическом полиморфизме белков сельскохозяйственных животных / Журнал общей биологии. –1974. – Т.35. – С. 130-141.

51. Кушнер, Х.В., Каменева, С.В. Экспериментальные данные о расщатывании наследственности у животных при инбридинге / Журнал общей биологии. -1954. -Т.15. -№6. –С. 428–438.

52. Лабенец, А.В. Некоторые актуальные тенденции в российском рыбоводстве начала века / А.В. Лабенец / Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: материалы международной научно-

практической конференции: сб. науч. тр. — М.: ГНУ ВНИИР, 2005. — Т. 1. — С. 55-63.

53. Лаврентьева, Н.М. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества голубой тилапии (*Oreochromis aureus*) при выращивании в системе с замкнутым циклом водоснабжения / Н.М. Лаврентьева. — Автореф. дис. канд. биол. наук.— М.: РГАЗУ, 2002.

54. Лаврентьева, Н.М. Оптимизация параметров выращивания тилапии в установках с замкнутым циклом водообеспечения / В.В. Тетдоев, Н.М. Лаврентьева. — Сборник статей Международной научно – практической конференции. – М.: РГАЗУ, 2009. – С. 141–146.

55. Лаврентьева, Н.М. УЗВ как блок рыбоводства в системе безотходного экологически чистого производства сельскохозяйственной продукции. / В.В. тетдоев, Н.М. Лаврентьева. — Агрэкология и охрана окружающей среды: материалы Всероссийская научно - практическая конференции: сборник научных докладов - Балашиха, 2001. – С. 96–98.

56. Лернер, И.М. Современные достижения в разведении животных / И.М. Лернер, Х.П. Дональд . – М.: – Колос. – 1970. – 264с.

57. Лискун, Е.Ф. Избранные труды / Е.Ф. Лискун. – М.: – Сельхозиздат. – 1951. – 534с.

58. Майер, Э. Принципы зоологической систематики / Э. Майер. – М., 1971.– 256с.

59. Мамонтов, Ю.П. Основные тенденции развития мировой и отечественной аквакультуры / Второй международный симпозиум «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» Адлер, 1999 – С.4–5.

60. Мамонтов, Ю.П. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоёмах России / Ю.П. Мамонтов, Н.Е. Гепецкий, А.И. Литвиненко, С.Э. Пабиус, Л.С. Печников, М.С. Чебанов. – С-Пб.2000 – 288с.

61. Мамонтов, Ю.П. Прудовое рыбоводство. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Российской Федерации / Ю.П. Мамонтов, В.Я. Складов, Н.В. Стецко. – М.: Росинформагротех, 2010. – 216 с.

62. Маркин, В.И. Особенности репродуктивного цикла у тилляпий. / Сб. н. тр. МСХА, 1995. – С. 29–30

63. Маслова, Н.И. и др. Биологическая и рыбоводная оценка карпов-производителей, выращенных на физиологически-разнокачественных рационах / Н.И. Маслова. – Интенсификация прудового рыбоводства. – М.: – ТСХА.– 1982. – С. 74–86.

64. Маслова, Н.И., Кудряшова, Ю.В. Физиолого-биохимическая характеристика состояния самцов и самок карпа перед нерестом / Сб. Селекция в прудовом рыбоводстве. – М.:– Колос. – 1979. – С. 34–44.

65. Менькин, В.К., Привезенцев, Ю.А., Магди, М.А. Влияние уровня протеина в рационе на рост и эффективность использования азота тилляпией мозамбика. / Сб. н. тр. МСХА, 1993. – С. 61–67.

66. Минц, А.Г., Христенко, К.С. Методические указания по организации гидрохимической службы в прудовых хозяйствах. М.: ВНИИПРХ, 1976, 115 с.

67. Мохов, Б.П., Солозобова, Т.Б., Семерханов, З.Л., Егоров, В.В., Николаева, Л.К., Шаронин, А.Н. Производство продукции животноводства: Учебник. / Под ред. Б.П.Мохова, доктора биологических наук, профессора. – Ульяновск, ГСХА, 2006. – 281 с.

68. Никаноров, А.М. Гидрохимия/ А.М. Никаноров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 307 с.

69. Никитченко, И.Н. Гетерозис в свиноводстве / И.Н. Никитченко. – Л.: Агропромиздат, 1987.– 215 с.

70. Ноздрин, Г.А., Нурутдинова, С.И., Моружи, И.В. 2016. Изменение биохимических показателей крови сибирского осетра при применении пробиотического препарата аквапурин // Вестник НГАУ. №1. С. 99–104.

71. Остроумова, И.Н. 1978. Роль сбалансированности корма при выращивании карпа на теплых водах // Рыбное хозяйство. № 12. С. 24-26.
72. Пашкаръ, С.И. Физиологически активные соединения в селекционно-генетических процессах. – Кишинев: - 1970. – 172 с.
73. Петренко, И.Н. Возможность использования аминокислотного состава рыб для оценки производителей и их молоди // Труды ВНИРО. – 1970. – Вып. 9. – С. 152–157.
74. Плиева, Т.Х., Тетдоев, В.В. Экологические аспекты выращивания перспективных объектов рыбоводства. Сборник статей Международной научно – практической конференции. – М.: РГАЗУ, 2009. – С. 135–137.
75. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: «Колос», 1969. – 255 с.
76. Подоскина, Т.А. 1996. Эффективность использования углеводов растительного происхождения в комбикормах для радужной форели *Oncorhynchus mykiss*. Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. биол. наук. М. – 23 с.
77. Позняковский, В.С. Экспертиза мяса и мясопродуктов. – Изд-во Новосибирского университета, 2005. – 526 с.
78. Привезенцев Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник для вузов. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 368 с.
79. Привезенцев, Ю. А., Боронецкая, О.И., Плиева, Т.Х., Богерук, А.К. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий /Ю. А. Привезенцев, О. И. Боронецкая, Т. Х. Плиева, А. К. Богерук. / Москва: ФСГЦР, 2006. – 23с.
80. Привезенцев, Ю. А., Власов В. А. Племенная работа в рыбоводстве. – М.: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2010. – 456 с.
81. Привезенцев, Ю.А. Выращивание молоди красной тилапии на комбикормах с добавкой «Иммуновит»/ Ю.А. Привезенцев, О.И. Боронецкая // Известия ТСХА. – 1995. Вып. 2. – С. 1–5.

82. Привезенцев, Ю.А. Гидрохимия рыбохозяйственных водоёмов комплексного назначения/ Ю.А. Привезенцев. – 2-е изд. – М.: ТСХА, 1987. – 58 с.

83. Привезенцев, Ю.А. Современное состояние и перспективы использования тилапий в рыбоводстве России. / Второй междуна. симп. Ресурсосбер. технол. в аквакультуре – Краснодар, 1999.

84. Привезенцев, Ю.А. Тилапии (систематика, биология, хозяйственное использование). – М.: Столичная типография, 2011. – 79 с.

85. Привезенцев, Ю.А. тилапия в тепловодном рыбоводстве. – М.: «Агропромиздат». Рыбоводство и рыболовство, 1978. – С. 10–12.

86. Привезенцев, Ю.А. Эффективность выращивания тилапии на тропических и естественных тёплых водах / Ю.А. Привезенцев. – Изв. МСХА, 1987.– 154с.

87. Привезенцев, Ю.А. 2005. Результаты исследований по использованию тилапий в аквакультуре России // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сб. науч. тр. ГНУ ВНИИР и РГАУ–МСХ им. К.А.Тимирязева по итогам Междунаrodn. научно-практической конф., посвящ. 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР. – М.: Изд. ВНИИР. – С.227–231.

88. Привезенцев, Ю.А., Боронецкая, О.И., Плиева, Т.Х., Жигин, А.В., Устинов, А.С., Севрюков, В.Н., Семьянихин, В.В. Патент на селекционное достижение № 1952. Тилапия ТИМИРЯЗЕВСКАЯ. Выдан по заявке №9908158 с датой приоритета 20.11.2000.

89. Привезенцев, Ю.А. Использование солоноватых и солёных вод для воспроизводства и выращивания тилапии / Ю.А. Привезенцев, Г.А. Пулина, С.А. Бугаец. – ВНИРО, Ростов – на – Дону, 1996. – С. 34–45.

90. Привезенцев, Ю.А., Соколов, В.Б., Маркин, В. А.. Рыбоводно биологическая характеристика и особенности репродуктивного цикла тилапии. М.: «Наука», 1985. – С. 157–161.

91. Пронина, Г.И. Использование цитохимических методов для определения фагоцитарной активности клеток крови или гемолимфы разных видов гидробионтов для оценки состояния их здоровья // Известия ОГАУ, №4 (20), 2008. – С. 160–163.

92. Пырсигов, А.С. Влияние добавки «Метаболит плюс» на рост и развитие клариевого сома/ Магистерская диссертация – М., МСХА, 2014. – С. 62–64.

93. Пырсигов, А.С. Выращивание нильской тилапии (*O. niloticus*) на комбикорме с добавкой «Метаболит плюс» / А.С. Пырсигов, В.А. Власов, А.О. Ревякин // Природообустройство. – 2017. – №1. – С. 127 – 135.

94. Пырсигов, А.С. использование БАД «Метаболит плюс» в качестве добавки в комбикорм при выращивании клариевого сома (*Clarias Gariepinus*) // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Теория и практика актуальных исследований». – Краснодар. – 2015. – С. 223 – 230.

95. Пырсигов, А.С. Использование в кормлении рыб биологически активной добавки «Метаболит плюс» / В.А. Власов, А.С. Пырсигов// Природообустройство. – 2015. – № 5. – С. 112 – 115.

96. Пырсигов, А.С. Рост нильской тилапии (*O. niloticus*) на комбикормах с добавкой БАД «Метаболит плюс» / А.С. Пырсигов // Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва. – 2015. – С. 212 – 215.

97. Раденко, В.Н., Привезенцев Ю.А. Кормление и пищевые потребности тилапий. //Рыбное хозяйство. Серия корма и кормление в аквакультуре. М., 2001.

98. Раденко, В.Н., Привезенцев Ю.А. Кормление и пищевые потребности тилапий. //Рыбное хозяйство. Серия корма и кормление в аквакультуре. М., 2001.

99. Рогов, И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. Книга 1, книга 2. – М.: КолосС, 2009. – 565 с, 711 с.

100. Родоман, В.Е. Заболевания предстательной железы / В.Е. Родоман, В.П. Авдошин, Г.П. Колесников. – М.: Медицинское информационное агенство, 2009. – 667 с.

101. Родоман, В.Е. Только революционная концепция способна вывести медицину из кризиса/ В.Е. Родоман, И.Б. Кочкина, Г.В. Родоман // Сборник статей Российского Университета Дружбы Народов/ РУДН. – 2012. – №4. – С. 7-8.

102. Скляр, В.Я., Дюндик О.Б. Корма для тилапии.// Рыбоводство и рыболовство, 1995. – №2. С.28.

103. Скоромец, А.А., Скоромец, А.П., Скоромец, Т.А. Топическая диагностика заболеваний нервной системы. Издательство политехника Санкт – Петербург, 2012. – С. 579–590.

104. Стакан, Г.А. Взаимодействие генотипа со средой в процессе преобразующего отбора по количественным признакам. 1968. – 67с.

105. Тетдоев, В.В. Особенности выращивания и продуктивные качества нильской тилапии. Кубанский государственный аграрный университет, 2009. – № 5 (20). – С. 48–50.

106. Тетдоев, В.В. Эффективность заводского воспроизводства тилапий рода «*Oreochromis*» // Рыбное хозяйство, 2009. – №1. – С. 78–80.

107. Тетдоев, В.В., Барабаш, А.А., Мирошникова, Е.П., Родионова, Г.Б., Жарков, А.Н. Микроэлементный состав рыбы, выращенной в различных условиях // Вестник Оренбургского государственного университета, 2005. – № 2 (40). –С. 14–16.

108. Тетдоев, В.В., Барабаш, А.А., Мирошникова, Е.П., Родионова, Г.Б., Жарков, А.Н. Микроэлементный состав рыбы, выращенной в различных условиях // Вестник Оренбургского государственного университета, 2005. – № 2 (40). –С. 14–16.

109. Тетдоев, В.В., Плиева Т.Х., Лаврентьева, Н.М. Рациональное использование водных ресурсов в рыбоводстве: учебное пособие. – М.: Издательство РГАЗУ, 2006. – 141 с.

110. Тимошина, Л.А. 1976. Усовершенствование комбикормов для двухлеток карпа, выращиваемых в садках на теплых водах // Рыбное хозяйство. № 9. С 25-27.
111. Торшин, В.А. Уровень лактата крови как показатель СТАТ – анализа. Лаборатория №4, 2001. – С. 17–18.
112. Турбин, Н.В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную ценность // Вестник с.-х. науки. – 1967 - Т.3. - С. 6-21.
113. Турбин, Н.В., Голодец, В.Я., Шварц, М.К. Некоторые математические вопросы теории гетерозиса // В кн. Гетерозис. – Минск, 1961. - С. 111-114.
114. Устинов, А.С. Поликультура карпа и тиляпии в условиях оборотного водоснабжения // Развитие аквакультуры во внутренних водоёмах: Тез. докл. науч.-практ. конф. -М.: МСХА, 1995. С. 34 - 36.
115. Устинов, А.С. Технология совместного выращивания карпа и голубой тиляпии в индустриальном рыбоводстве. - Автореф.канд. дис. – М, МСХА, 2005.
116. Устинов, А.С. Эффективные технологии производства живой рыбы в г. Липецке // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Второй Международный симпозиум: Матер, докл. Краснодар, 1999. — С. 108.
117. Фам Мань Тьонг. Особенности вынашивания икры в ротовой полости у тиляпии мозамбика и методика ее искусственной инкубации. //М.: Докл. АН СССР, 1970, т.191.– №3. – С. 784–736.
118. Федин, М.А. Генетическая концепция гетерозиса // Гетерозис. - Минск: Наука и техника, 1982. – С. 99–108.
119. Федорченко, В.И., Корнеев, А.Н., Корнеева, Л.А. Динамика химического состава гонад самок карпа в процессе созревания при выращивании в садках на теплых водах и в прудах // В кн. Рыбоводство в теплых водах СССР и за рубежом. – М.: - 1969. – С. 88–97.
120. Филатов, Г.В. Гетерозис. Физиолого-генетическая природа. – М.: - ВО «Агропромиздат» – 1988. –124с.

121. Филиппова, Р.И. Некоторые особенности функционального состояния генетического аппарата гибридных растений сахарной кукурузы //Тезисы докл. Всес. совещ «Физиолого-биохимические и биофизические основы гетерозиса сельскохозяйственных растений». – Фрунзе, 1976. – С. 27–28.
122. Финчем, Дж. Генетическая комплементация. – М.: Мир. – 1968. – 184с.
123. Ходоров, Н.В. Соотношение фракций гистонов в хроматине клеток печени инбредных и гибридных животных // Тезисы докл. 4-го Съезда Всес. общ. генетиков и селекционеров им. Н.И.Вавилова. - М.: Наука, 1982. – Ч.1. – С. 93–101.
124. Цыцарин, Г.В. Введение в гидрохимию/ Г.В. Цыцарин. – М.: МГУ, 1988. – 102 с.
125. Чмилевский, Д.А. Оогенез рыб в норме и при экстремальных воздействиях. Автореф. докт. дис. – Санкт-Петербург, 2000. – 31 с.
126. Шатуновский, М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб // М.: Наука. – 1980. – 288с.
127. Шахбазов, В.Б. Роль и природа интегральных свойств генома, определяющих гетерозис, неспецифическую устойчивость и возрастные изменения // Тезисы докл. IV Съезда генетиков и селекционеров Украины. - Киев: Наукова думка, 1981. – Ч.1. – С. 21–26.
128. Шеханова, И.А. 1956. О возможности усвоения рыбами неорганического фосфора из воды. // ДАН СССР. Т. 106, № 1. С. 161–164.
129. Шуварики, А.С., Лисенков, А.А. Технология хранения, переработки и стандартизации продукции животноводства. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2009. – 606 с.
130. Щербина, М.А. Практика кормления карповых и осетровых рыб в хозяйствах различных типов. / М.А. Щербина, И.Н. Остроумова, Н.В. Судакова – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 161с.

131. Щербина, М.А., Казлаускене, О.П. 1971. Температурный режим воды и переваримость питательных веществ карпом // Гидробиологический журнал. Т. 7. № 3. С 49–53.
132. Щербина, М.А., Линник, Н.З., Кочеткова, А.А. 1992. Возможные пути повышения переваримости питательных веществ комбикормов у рыб и способы их реализации // Тезисы докладов VIII научной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб. Петрозаводск. Т. 2. С. 171-172.
133. Яржомбек, А.А., Лиманский, В.В., Щербинина, Т.В. Справочник по физиологии рыб: справочное издание. – М.: Агропромиздат, 1986. – 192 с.
134. Aoe H., Masuda Abe I., Saito T. et al. 1970. Nutrition of protein in young carp I. Nutritive value of free amino acids // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 36. – P.681–685.
135. Babiker, M. M., 1986. Spawning periodicity and annual breeding seasons of *Tilapia nilotica* (L) in the White Nile. Hydrobiologia 135: – P. 71–79.
136. Baerends G. P., Baerends J. M., 1950. // Dehaviour. Suppl. –Vol.1. – P. 239–242.
137. Bowen S.H., 1984.// Acta hydrochim. et. Hidrobiol. – Vol, 12.– № 1. – p.55–59.
138. Briggs P., 1981.// Aquaculture Magazine.–Vol.7. –P. 11–18.
139. Carneiro D. J. et al., 1981, // Annals 2nd Brazilian Symposium on aquaculture. – P. 238–241.
140. Chapman G., 1992. // ICLARM Conf. Proc.–23. – P. 23–24.
141. Chapman G., Fernando C., 1994. // Aquaculture. – Vol. 123. –P. 281-307.
142. Corraze G. 1999. Nutrition lipidique // Nutritionet alimentation des poissons et crustaces: INRA, IFREMER. – P. 147–170.
143. Cowey C.B. 1988. The Nutrition of Fish: The Developing scene // Nutrition Research Rev. – P. 255–286.

144. Cowey C.B., Luquet P. 1983. Physiological basis of requirements of fishes. Critical analysis of allowances. // Protein Metabolism and Nutrition. Vol 1. I.N.R.A., Paris. – P. 365–384.
145. De Silva C.D., Premawansa S., Keembiyahetty C.N., 1986. // J. Fish Biol.- Vol.29. - №2. – P. 267–277.
146. De Silva S. and Perera M., 1985. Transactions of the American Fisheries Society 114. – P. 205–219.
147. Dendy J. S., 1967. // Proc. World Symp. Warm-water pond fish culture FAO Fisheries Rep.- №44.- Vol.3. – P. 33–37.
148. Dennis E.U., Uchenn O.J. Use of Probiotics as First Feed of Larval African Catfish *Clarias gariepinus* // Annual Research & Review in Biology, Nigeria. – 2016, № 5. – P. 1–9.
149. Diaz G. et al., 1989. // Desarrollo de la acuaculture in Cuba.– FAO, Roma. P. 10-12.
150. Dow R. J. The use of fish for the biological control of aquatic vegetation. «Proc. And Pap. Conf. Calif. Mosq.», 1975. – P. 55–57.
151. Elhigzi F.A., Larrison P., 1996. // ICLARM Conf. Proc. – 41. – P. 203–204.
152. Elliot E. 1955.// Nat. Hist. –Vol. 64.– p. 152.
153. El-Sayed A.F., El-Ghobashy A., Al-Amoudi M., 1996.// Aquaculture Research.- Vol.27- №9. P. 681–687.
154. El-Sayed A.M., 2006 Tilapia Culture. Cabl. Publishing. Oxfordshire. – P. 619–632.
155. El-Sayed A.M., Teshima S., 1992.// Aquaculture.-Vol.103.– № 1. – P. 12–16
156. Fredholm D.V., Mylniczenko N.D. Pharmacokinetic evaluation of meloxicam after intravenous and intramuscular administration in nile tilapia (*O. niloticus*)// Journal of Zoo and Wildlife Medicine (American), 2016, vol. 3, – №47. – P. 736–742.
157. Gaber M.M.- 2002.// Egyptian Journal of Aquatic Biology.–№ 6. – P. 297–306.

158. Gaber M.M. -2006.// Aquaculture Research, 2006.–Vol.37. – P. – 986–993.
159. Guillaume I., Choubert G. 1999. Physiologie digestive et digestibilité des nutriments chez les poissons // Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Paris Inra, Ifremer. P. 51–85.
160. Gur N., 1997.// Israeli Journal of Aquaculture/ Bamidgeh, - Vol.49. – 3.
161. Guyomard R. High level of residual heterozygosity in gynogenetic rainbow trout, *Salmo gairdneri* Rich // Teor. Appl. Genet. – 1984. – Vol 67, NX. – P.307–316.
162. Halver J.E. 1975. Essential amino acids and ideal pattern for fish // X Intern. Congr. Nutrition. Kyoto, Japan. – P. 7–9.
163. Halver J.E. 1976. Formulating practical diets for fish // J. Fish. Res. Board Canada. V. 33. N 4. – P. 32–39.
164. Halver J.E. 1982. The vitamins required for cultivated salmonids // Comp. Biochem. Physiol 73B. –P. 43–50.
165. Halver J.E. 1989. Fish Nutrition. 2nd ed. Academic Press. San Diego.– p. 798.
166. Halver J.E., Bates L.S., Mertz E.T. 1964. Protein requirements for sockeye salmon and rainbow trout // Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol. V. 23. – p.– 1778.
167. Halver J.E. 1970. Gold-water fish nutritional requirements // Report of the 1970 work-shop on Fish feed technology and nutrition. FAO/EIFAC and USDI/BSFW. Washington. –P. 141–152.
168. Halver J.E., Felton S., Palmisano A.N. 1993. Efficacy of L-ascorbyl-2-sulfate as vitamin C source for rainbow trout // Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France). Ed. INRA. Paris. –P. 137–147.
169. Halvorsen L, 1986// Aquaculture magazine.– P. 3–4.
170. Haygood A.M., Jha R. 2016. Strategies to modulate the intestinal microbiota of *Tilapia* (*Oreochromis* sp.) in aquaculture// Reviews in Aquaculture. USA. –P. 1–14.
171. Hopher B., Liao I., Cheng S. Food utilization by red tilapia, effect of diet composition, feeding level and temperature on utilization efficiencies for maintenance and growth.//Aquaculture, 1983. – P. 255–257

172. Hickling C. F. Fish culture. London, Faber and Faber, 1962. – p. 311.
173. Hofstede A.E., 1957. // FAO. Reports on Fisheries TA Rome.– p. 327.
174. Hulihan D., Mac Millan D.N., Laurent P. 1986. Growth, rates, protein synthesis and deposition in rainbow trout: effect of body size // *Physiol. Zool.* 59. – P. 482–493.
175. Hywarinen H., Valtonen T. Seasonal changes in the liver mineral content of *Coregonus nasus*. *Corn. Biochem. And Physiol.* // 1973.– 45, №4. – P.875–881.
176. Kanazawa A. 1985. Essential fatty' acid and lipid requirement of fish // *Fish feeding and Nutrition*. Academic Press, London. – P. 281–289.
177. Kaushik S. 1990. Nutrition et alimentation des poissons et contröle des dñchets piscicoles // *Pisc. Franc.* № 101. – P 14–23.
178. Kaushik S., Cuzon G. 1999. Besoin nutritionnels formules tables de rationnement et données diverses // *Nutrition et alimentation des poisson et crustacns*: INRA ed. IFREMER.– P. 457–470.
179. Kelly H.D., 1956. // *Proc. Annu. Southeast. Assoc. Game Fish. Comm* – № 10. – P. 28–31.
180. Kesamura K. et al., 1982.// *Bull. Fac. Agric. Univ. Japan.* – Vol. 29. P. 24–36
181. Khater A. A., Smitherman R.O., *Int. Simp. Tilapia aquaculture*. Bangkok, Manila. 1988. – p. 145.
182. Kumar G., Engle C.R. Technological Advances that Led to Growth of Shrimp, Salmon, and Tilapia Farming // *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2016. – P. 136 –151.
183. Lombard G.L., 1962.// *Comm. Tech. Co-op. Afr.*– № 63. – p. 12.
184. Loya L., Fishelson L. Ecology of fish breeding in brackish water ponds near Dead Sea. «*J. Fish/ Boil.*», 1969. – P. 266–278.
185. Luquet P. 1991. *Tilapia Oreodromis* sp. // *In Hand-book of Nutrient Requirements of Finfish*. CRC. Press. Florida. P. 169–180.

186. Luquet P., Bergot F. 1976. Evaluation de divers traitements technologiques des cornales. VII Utilisation de maïs pressé, floconné, expansé et extrudé dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel. Ann. Zootech., № 25. – P. 63-69.
187. Magdy E. Mahfouz, Mona M. Hegazi, Mohammed A. El-Magd, Enas A. Kasem. 2015. Metabolic and molecular responses in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* during short and prolonged hypoxia // Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, Egypt. – P. 1–22.
188. Mambrini M., Guillaume J. 1999. Nutrition protein // Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, IFREMER. – P. 113–146.
189. Myeres G. S. Freshwater fish and West. Indian zoogeography. «Smithson. Rep. for 1927», 1938. publ. – № 3465. – 75 p.
190. Nose T. 1978. Summary report on the requirement of essential amino acids for carp // EIFAK Symp. Finfish. Nutr. and Feed technol. EIFAK I Symp. E. –P. 6–8.
191. Nose T. 1979. Summary report on the requirement of essential amino acids for carp // Fish Nutrition and Fishfeeding Technol. Proc. World Symp. Hamburg, 1978, 1. Berlin. P. 145-154.
192. Nose T., Arai S. 1979. Recent advances in studies on mineral nutrition of fish in Japan // In: T. – P. 11–14.
193. Odum O., Ejike C., 1991. // Acta Hydrobiol.-Vol.33.-№3–4. – P. 345–352.
194. Palmer T.M. Ryman B.E. 1972. Studies of oral glucose intolerance in fish // J. Fish Biol. 4. P. 311–319.
195. Papoutsoglou G.A., 1996. // Aquacultural Engineering.-Vol.15.-№3. – P. 181–192.
196. Papoutsoglou G.A., Voutsinos G.A., 1988. // Aquaculture and Fisheries Management.-Vol.19. – P. 291–298
197. Phillips A.M., Tunison A.V., Brockway D.R. 1948. The utilization of carbohydrate by trout // Fish. Res. Bull. N 11, New York State Conservation Department, Albany, N.Y. – 44 p.

198. Plack P.A., Woodhead P.M.J. Vitamin A compounds and lipids in the blood *Gadus morhua* From the Arctic in relation to gonadal maturation // *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* -1966. -V. 46, №3. – P. 547-559.
199. Popma T.J. and Green B.W. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. International Center for Aquaculture: Auburn University, Alabama, 1990. – P. 3–5.
200. Popma, T.J. and L.L. Lovshin. 1996. Worldwide prospects for commercial production. Research and Development Series №. 41. Department of Fisheries and Allied Aquaculture, Auburn University, Alabama, USA. 23p.
201. Pullin R.S. et al., 1997. ICLARM, Manila, Philippines. – P. 5–9.
202. Pyrsikov, A.S. Using supplementary feed «Metabolite plus» in aquaculture / A.S. Pyrsikov // Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов , посвящённой 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва. – 2015. – С. 212 – 215.
203. Regan C. T. The classification of the fishes of the family Cichlidae.1. The *Tanganica* genera. «*Ann. Mag. Natur. History*», 1920, vol. 5, – № 25. – P. 19–21.
204. Russoc H.J., Schein M.W., 1977. // *Behaviour*. – p. 61.
205. Shelton, W.L. 2002. *Tilapia culture in the 21st century*. – P.1–20.
206. Spataru P., Hopher ., 1977. // *Aquaculture*.-Vol.9.-№3. – P. 201-206.
207. Tacon A., De Silva S. 1983. Mineral composition of some commercial fish feed available in Europe // *Aquaculture*, 31 № 1. – P. 11–20.
208. Tacon A.G.J., Cowey C.B. 1985. Protein and amino acid requirement // In: P. Tytler and P. Calow, *Fish energetics. New perspectives*. Croom Helm, Londres, Sydney. – P. 155–183.
209. Tacon A.G.J., Rodrigues A.M.P. 1984. Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout // *Aquaculture* 43. – P. 391–399.
210. Takeuchi L. et al., 1980, // *Bull. Jap. Soc. Sci Fish.*– Vol.46. – P. 1087–1092
211. Tave D. Genetics and breeding of tilapia: A review. «*Int. Symp. Tilapia Aquacult.*, Bangkok, 16 – 20 March, 1987.», Manila, 1988. – P. 285–293.

212. Teshima S., Kanasawa A., Uchiyama Y., 1987. // Kagosshima Univ., Res. Center South Pacific.-Vol.36. – P. 1321–1326.
213. Toffaletti J. G., Blood Lactate: Biochemistry, Laboratory Methods and Clinical Interpretation. Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences 1991. – P. 253–268.
214. Viola S, Gur N and Zohar G, 1985. // Bamidgeh. – p. 37.
215. Viola S., Arieli G., 1982. // Bamidgeh.– Vol. 34.–№2. – P. 38–43.
216. Viola S., Arieli Y., Zomar G., 1988, // Aquaculture. –Vol.75. –P. 115–125.
217. Wang J., et al., 1998. // Aquaculture. – Vol. 76.– №3.–P. 880–887.
218. Wang K., Takeuchi T., Watanabe T., 1985. // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.– Vol. 51. – P. 133–140.
219. Wan-qi C., Si-fa L., Jiang-yao M. – 2003. Diseases resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), blue tilapia (*Oreochromis aureus*) and their hybrid (female Nile tilapia male blue tilapia) to *Aeromonas sobria* // Aquaculture (China). – P. 79–87.
220. Wilson R. 1989. Amino acids and protein // In: Halver J.E. ed., Fish nutrition., 2nd ed. Academic Press, San Diego (USA). – P. 111–151.
221. Wilson R.P. 1984. Quantitative amino acid requirements for channel catfish // VI Int. Symp. Prot. Metabol. and Nutrition. Clermont-Ferrand, France.– P. 5-9.
222. Wilson R.P. 1991. *Ictalurus punctatus* // Handbook of Nutrient Requirements of Finfish. CRC. Press. Florida. – p.196.
223. Wilson R.P., Poe W.E., Robinson E.H. 1989. Evolution of L-ascorbyl-2-polyphosphate (AsPP) as dietary ascorbic acid source for channel catfish // Aquaculture, 81.– P. 129–136.
224. Wilson R.P., Robinson T.H., Gatlin D.M. & Poe W.E. 1982. Dietary phosphorus requirement of channel catfish //J. Nutr. 112. –P. 1197–1202.
225. Wilson R.P., Robinson T.H., Poe W. 1981. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for channel catfish //J. Nutr. 111. –P. 923–929.

226. Zytleton J.W. Isolation of ribosomes from spinach chlorophyll // Exp. Cell. Res – 1962. – №26. – P. 312–317.