

РГБ ОД

23 ОКТ 2000

На правах рукописи

Лемперт Ольга Тимофеевна

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РАДУЖНОЙ
ФОРЕЛИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ФОРМ ВИТАМИНА С
И АНТИОКСИДАНТОВ**

Специальность 03.00.10 Иктиология



Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Калниннград - 2000

На правах рукописи

Лемперт Ольга Тимофеевна

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБЕКОРМОВ ДЛЯ РАДУЖНОЙ
ФОРЕЛИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ФОРМ ВИТАМИНА С
И АНТИОКСИДАНТОВ**

· Специальность 03.00.10 Ихтиология



Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Калининград - 2000

Работа выполнена в Калининградском государственном техническом университете

Научный руководитель

доктор биологических наук
Гамыгин Е.А.

Официальные оппоненты;

доктор биологических наук
профессор Чупахина Г.Н.

кандидат биологических наук
Линник А.В.

Ведущая организация

Краснодарский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства

Защита диссертации состоится *27.10.* 2000 г. в *16* часов
на заседании диссертационного Совета К 117.05.01
в Калининградском государственном техническом университете
по адресу: 236000, г. Калининград, Советский проспект, 1, КГТУ

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КГТУ

Автореферат разослан *26.09.* 2000 г

Ученый секретарь
диссертационного Совета,
кандидат биологических наук, доцент



Сerpудин Г. Г.

17729.32-45,0

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Полноценное и рациональное кормление радужной форели является залогом успеха в получении качественной товарной рыбопродукции.

В настоящее время разработаны сбалансированные комбикорма практически для всех видов рыб, разводимых в нашей стране и за рубежом (Маликова,1960; Аронович,1967; Канидьев, Гамыгин, 1977; Щербина, 1980; Остроумова,1985; Абросимова и др. 1989; Гамыгин и др.,1989; Сергеева,1989). Известно, что компоненты комбикормов нередко содержат продукты окисления липидов, под действием которых разрушаются водорастворимые витамины и в первую очередь витамин С. Такие корма вызывают анемию, жировую дегенерацию печени, некроз плавников, катаракту и другие нарушения, которые нередко приводят к массовой гибели рыб. Особенно чувствительны к недоброкачественным кормам холодолюбивые рыбы - лосось, форель, сиговые (Шабалина,1977; Steffens,1985; Сергеева и др.,1987; Остроумова, 1996) В связи с этим одной из важнейших задач форелеводства является защита витаминов от деструкции в процессе приготовления и хранения комбикормов.

Для предотвращения окислительной порчи липидов в ингредиенты кормов, такие как рыбий жир, растительные масла и рыбная мука, добавляют антиоксиданты (Locke et al.,1969; Phillips,1970; Вальдман и др., 1977; Маликова,1977; Шабалина,1977; Двинская и др.,1986; Абросимова и др.,1992; Гольденберг,1993).

Определение оптимальной дозы витаминов в рационах радужной форели остаётся одной из основных и наиболее сложных задач при разработке комбикормов, влияющих на выживаемость и рост рыб.

Данные о потребности рыб в частности лососевых, в витаминах, опубликованы различными исследователями (Mc Laren et al, 1947; Wolf, 1951; Halver, 1954, 1957, 1972; Halver, Coates,1957; Phillips, Brockway, 1957; Факторович, 1964; Ruhdel, 1964; Dupree, 1966; Kitamura et al., 1967; Mann, 1970; Arai et al., 1972a; Steffens 1969, 1974, 1985), однако потребность радужной форели в некоторых витаминах и в их комплексе на разных этапах роста и развития рыб изучена не полностью. Недостаточно также сведений о влиянии условий содержания, сезонных факторов, годовых циклов, а также белковой полноценности и калорийности, условий приготовления и хранения комбикормов на потребности рыб в витаминах. Необходимо также отметить, что не в полной мере изучены вопросы влияния различных добавок водорастворимых витаминов на обмен веществ в организме радужной форели В связи с изложенным выше, уточнение оптимальной дозы водорастворимых витаминов в комбикорма для молоди радужной форели, а также сохранение биологической

активности витамина С в процессе приготовления, хранения и использования комбикормов является одной из важнейших научно-практических задач.

Цель и задачи исследований. Повышение эффективности комбикормов для радужной форели путем химической защиты (этерификации) витамина С и применения антиоксидантов, различной химической природы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Уточнить потребности радужной форели в витаминах С, В₁, В₂ и В₃ при выращивании в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ).

2. Изучить влияние на активность витамина С условий приготовления и сроков хранения комбикормов, а также добавок к ним различных антиоксидантов.

3. Определить эффективность включения куксапита в комбикорма для радужной форели.

4. Установить влияние различных концентраций аскорбилполифосфата в составе стандартного комбикорма на содержание витамина С в печени и мышцах, обмен веществ и темп роста форели.

5. Оценить влияние различных добавок витамина Е на активность витамина С в форме аскорбилполифосфата в процессе приготовления и хранения комбикормов, а также на обмен веществ и темп роста форели.

Научная новизна. На основе физиолого-биохимических и рыбоводных данных, а также оценки содержания витаминов в печени и мышцах уточнены потребности молоди форели в витаминах С, В₁, В₂ и В₃ при выращивании на промышленных комбикормах в УЗВ. Найдено, что наиболее нестабилен витамин С в форме L – аскорбиновой кислоты, которая разрушается как в процессе приготовления (на 68,0 – 75,0 %), так и при хранении комбикормов (на 85,5 - 89,0%). Выявлено положительное влияние сухого прессования на активность витамина С по сравнению с влажным прессованием.

Впервые показано, что введение новых антиоксидантов кормолана, кормолана + синергист тормозит процессы деструкции витамина С, но не предотвращает их полностью.

Впервые установлен синтез витамина С в организме форели массой 20-100 г, выращиваемой на стандартном промышленном комбикорме без добавок витамина.

Изучено влияние включения в корм аскорбилполифосфата на содержание витамина С в печени и мышцах, обмен веществ и темп роста форели, определена оптимальная добавка аскорбилполифосфата к комбикорму, обеспечивающая максимальный прирост рыб. Показано, что введение в состав комбикорма 200 мг витамина Е и 2000 мг аскорбилполифосфата в количестве, эквивалентном 500 мг витамина С на 1 кг, благоприятно влияет на статус витамина С и обмен веществ в организме форели и, как следствие, активизирует темп роста рыб.

Практическое значение. Представленные материалы являются самостоятельной частью исследований, выполненных в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ КГТУ и ВНИИПРХ.

Для повышения эффективности форелевых комбикормов определена и рекомендована оптимальная добавка витаминов С, В₁, В₂ и В₅ посредством введения через витаминный премикс. Для повышения эффективности и сохранности витамина С в комбикормах для рыб обоснована целесообразность применения антиоксидантов кормолана и кормолана+синергист.

Рекомендуется включать в комбикорма для форели аскорбилполифосфат в количестве эквивалентном 500 мг витамина С. Высокая эффективность добавки аскорбилполифосфата к промышленному комбикорму подтверждена в ходе производственных испытаний на НВХ «Прибрежное» Калининградской области. Данные о нормах ввода аскорбилполифосфата в витаминный премикс ПФ-3В для лососевых рыб рекомендуется использовать в практике кормопроизводства. Результаты научных исследований используются в учебном процессе в курсах «Биологическая химия» и «Основы биохимии рыб».

Апробация работы. Основные материалы диссертации представлены и обсуждены на научно-технических конференциях КТИРПХ (Калининград, 1985, 1987, 1989), III Региональном совещании по вопросам развития морской аквакультуры в Прибалтике (Калининград, 1990), Международном симпозиуме по марикультуре (Краснодар, 1995), Всероссийском совещании по состоянию и перспективам научно-практических разработок в области марикультуры России (Ростов-на-Дону, 1996), Первом конгрессе ихтиологов России (Астрахань, 1997), Втором Международном симпозиуме «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (Краснодар, 1999), Международной научно-технической конференции (Калининград, 1999).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 183 машинописных страницах, содержит 53 таблицы и 14 рисунков. Список литературы включает 162 источника, из которых отечественных - 102, иностранных - 60.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В главе изложен анализ литературных данных о потребностях радужной форели в водорастворимых витаминах С, В₁, В₂ и В₅. Охарактеризована биологическая роль этих витаминов в процессах обмена веществ в организме форели. Показано, что данных о влиянии

различных стабилизирующих добавок на активность витамина С в процессе приготовления и хранения кормов, а также витамина С - на обмен веществ и ростовые показатели форели в литературе недостаточно, причём мнения исследователей и практиков по этим вопросам отличаются.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению эффективности водорастворимых витаминов и различных форм витамина С в составе витаминных премиксов, вводимых в комбикорма для выращивания радужной форели, были проведены в нерестово-выростном хозяйстве (НВХ) «Прибрежное» Калининградской области. Экспериментальная работа, производственные испытания комбикормов, аналитическая и статистическая обработка материала выполнены в период с 1985 по 1999 гг. Объектом исследования служила радужная форель (*Salmo gairdneri* Rich.), которая по современной классификации называется (*Parasalmo mykiss*) (Аннотированный каталог..., 1998), в различные периоды жизненного цикла - личинки, сеголетка, годовика, двухлетка. Материалом для исследования служили рыба в целом, мышцы и печень рыб, а также комбикорма.

Условия содержания опытных и контрольных рыб были одинаковыми. В ходе проведения экспериментов и производственных испытаний регулярно осуществлялся контроль за температурным и кислородным режимами, ионным составом воды по методикам, описанным Ю.Ю. Лурье (Унифицированные метода анализа..., 1973). Кормление рыб осуществляли промышленными комбикормами : стартовым ФМ и производственным РГМ-5В (Канидьев, Гамыгин, 1977). Раздача комбикормов проводилась вручную. Суточную дозу корма определяли по таблицам НПО по рыбоводству (Инструкция по кормлению рыб ..., 1983). Период адаптации рыб к комбикормам и условиям выращивания составлял две недели.

Комбикорма изготавливали методом сухого прессования на Днепропетровском заводе гранкормов, на пилотной установке НПО по рыбоводству и на лабораторной установке кафедры химии КГТУ. Перекисное и кислотное числа комбикормов, а также их компонентов определяли по стандартной методике (Унифицированная методика определения..., 1988). Показатели перекисного и кислотного чисел комбикормов не превышали нормативных значений (Инструкция по кормлению рыб ... 1983).

Содержание воды в тканях рыб и комбикормах определяли гравиметрическим методом, общее содержание азота определяли стандартным методом Кьельдаля (Лазаревский, 1955), сырой протеин рассчитывали по содержанию общего азота, умножая его на коэффициент 6,25, содержание углеводов определяли ортотолуидиновым методом (Шатуновский,

Вельтищева, 1972). Экстракцию общих липидов проводили по методу Фолча (Folch, Lees, 1957). Количественное определение липидов осуществляли весовым методом по прописи Н.Т.Сергеевой (Сергеева, 1983). Разделение индивидуальных липидов проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинках фирмы «Merck», количественное определение триацилглицеринов осуществляли модифицированным методом Фолча (Сидоров и др., 1972), фосфолипиды определяли по молярному содержанию фосфора (Сергеева, 1983). Микро- и макроэлементный состав кормов и рыб определяли на атомно-адсорбционном спектрофотометре (Рожкова, 1987). Жирнокислотный состав определяли на газовом хроматографе фирмы «Шимадзу» (Япония). Для определения витамина С использовали метод, основанный на способности аскорбиновой кислоты окисляясь, количественно восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол, количество израсходованного 2,6-дихлорфенолиндофенола устанавливали методом индофенол-ксилоловой экстракции и измеряли колориметрически; витамины В₁ и В₂ определяли флуориметрическим методом, витамин В₅ – химическим колориметрическим методом (Химический состав..., 1984).

Оценку питательной ценности кормов проводили по методике М.А.Щербины (1983).

Статистическую обработку проб проводили по общепринятым методикам (Романенко, Орлов, Никитина, 1987).

ГЛАВА 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОБАВОК ВИТАМИНОВ С, В₁, В₂ И В₅ В СТАНДАРТНЫЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

С развитием индустриального форелеводства одним из существенных резервов повышения продуктивности является применение в комбикормах биологически активных соединений, в том числе витаминов, обладающих направленным действием на различные стороны обмена веществ у рыб.

Для определения оптимальных добавок витаминов С, В₁, В₂ и В₅ в форелевые комбикорма уточнены потребности форели в этих витаминах при выращивании в УЗВ.

Опыты с введением в комбикорм РГМ-5В 1, 2, 3 и 4 % витаминного премикса ПФ-1В, который содержал 50 г/кг витамина С, 1,5 г/кг витамина В₁, 3,0 г/кг витамина В₂, и 17,5 г/кг витамина В₅, проводили в течение 90 суток, при температуре 16-17°С в установке с замкнутым водоснабжением на радужной форели с начальной массой 34,7-37,4 г.

Установлено, что в процессе изготовления и хранения комбикормов происходит распад значительной части витаминов В₁ и С. Так, в 1-й день после приготовления уровень витаминов В₁ и С в опытных комбикормах при введении 1, 2, 3 и 4 % премикса был соответственно ниже на 20 и 75 %; 20 и 76 %; 33,4 и 75 %; 31,7 и 75,7 % по сравнению с

нормой содержания их в стандартном премиксе ПФ-1В. При этом в начале опыта содержание витамина В₁ в комбикорме РГМ-5В при введении 1 % премикса ПФ-1В составило 12 мг, а при введении 2 % - 24 мг на 1 кг корма. Несмотря на это, содержание витамина В₁ в печени форели в опытах с введением в комбикорм 1 и 2 % витаминного премикса ПФ-1В достоверно не отличалось (табл. 1).

Таблица 1

Содержание витаминов С, В₁, В₂ и В₅ в печени форели, выращиваемой на комбикорме РГМ-5В с различными добавками витаминного премикса ПФ-1В, на 1 кг сырой ткани, мг

Витамины:	Дни эксперимента	Количество премикса в комбикорме, %			
		1 (контроль)	2	3	4
С	1-й	6,7 ± 0,3	-	-	-
	90-й	36,7 ± 2,1	146,8 ± 9,0	157,5 ± 10	96,4 ± 10
В ₁	1-й	7,3 ± 1,6	-	-	-
	90-й	10,5 ± 1,0	10,7 ± 1,0	11,0 ± 1,0	13,3 ± 0,9
В ₂	1-й	5,4 ± 0,1	-	-	-
	90-й	28,5 ± 1,0	22,3 ± 0,8	20,0 ± 0,6	21,0 ± 1,3
В ₅ (РР)	90-й	63,7 ± 2,4	52,4 ± 4,0	59,5 ± 4,0	73,4 ± 1,6

При этом, при содержании витамина С в комбикорме в количестве 240 и 380 мг/кг (2 и 3 % витаминного премикса) его концентрация в печени достоверно не отличалась.

Выявлено, что концентрация витамина С в печени и мышцах форели зависит от содержания его в комбикорме, при этом, на уровень его в печени и мышцах рыб влияет содержание функционально связанных с ним витаминов. Так, в конце выращивания при введении 1 % премикса ПФ-1В содержание витамина С в печени форели было ниже в 4,0; 4,3 и 2,6 раза по сравнению с опытами с 2, 3 и 4 % витаминного премикса. Введение 4 % премикса в комбикорм привело к снижению содержания витамина С в печени и мышцах форели соответственно на 39,0 и 41,0 % по сравнению с добавкой в корм 3 % премикса, что можно объяснить отрицательным влиянием повышенной концентрации других витаминов на синтез витамина С в организме форели.

Установлено, что при выращивании форели на комбикорме с 1 % премикса ПФ-1В содержание витамина В₂ в печени рыб было самое высокое - его концентрация возросла в пять раз по сравнению с первым днем. В то же время повышение дозы витаминного

премикса в два, три и четыре раза в составе комбикорма РГМ-5В привело к снижению содержания витамина В₂ в печени форели соответственно на 21,8; 29,8 и 26,4 % по сравнению с контролем. При этом содержание витамина В₂ в печени рыб, выращиваемых на комбикормах с введением 2, 3 и 4 % премикса ПФ-1В, достоверно не отличалось ($P \leq 0,05$).

Выявлено, что увеличение количества витамина В₅ в комбикорме в два и три раза привело к понижению его содержания в печени соответственно на 17,7 и 6,6 %, а в четыре раза - к росту его на 15,2 %. Повышение в комбикорме уровня витамина В₅ оказало отрицательное влияние на обмен липидов, так как активизировался синтез триацилглицеринов. Так повышение уровня витамина В₅ в комбикорме в два, три и четыре раза привело к увеличению накопления триацилглицеринов у форели, соответственно, на 36,4; 36,4 и 90,9 % по сравнению с контролем (рис. 1).

Известно, что избыточное содержание в комбикорме витамина РР отрицательно влияет на обмен липидов, так как для вывода избытка его из организма радужной форели расходуется холин. Недостаток холина приводит к ожирению печени. В исследованиях, проведенных Г.Постоном, также показано отрицательное действие на гольца передозировок витамина В₅ (Poston, 1969).

Показано, что при введении в комбикорм 3 и 4 % премикса ПФ-1В накопление фосфолипидов на 1 кг первоначальной массы рыб было соответственно выше на 50,0 и 62,5 % по сравнению с вариантами опытов с 1 и 2 % премикса ПФ-1В. В то же время содержание фосфолипидов в общих липидах повысилось незначительно. При этом уровень накопления фосфолипидов у рыб опытов 1 и 2 достоверно не отличался.

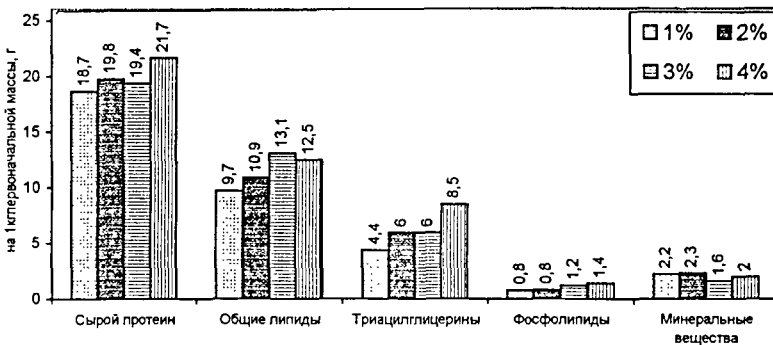


Рис. 1. Накопление органических, минеральных веществ у форели, выращиваемой на комбикормах с введением 1, 2, 3 и 4 % премикса ПФ-1В, на 1 кг первоначальной массы, г

Анализ рыбоводных результатов выращивания показал, что повышение дозы витаминного премикса ПФ-1В в комбикорме РГМ-5В привело к возрастанию темпа роста форели. Так за весь период выращивания на комбикорме с введением 3 и 4 % премикса ПФ-1В абсолютный прирост форели был соответственно выше на 8,0 и 18,6 %, относительный – на 11,1 и 11,2 % при более низких затратах корма на 5,2 и 9,5 %, при этом среднесуточный - достоверно не отличался от контроля. При выращивании форели на комбикорме с 2 % премикса ПФ-1В абсолютный прирост рыб был выше на 7,5 %, среднесуточный прирост и затраты корма достоверно не отличались от контроля.

Повышение в промышленном комбикорме РГМ-5В дозы витаминного премикса в два, три и четыре раза активизировало темп роста рыб за счет значительного возрастания триацилглицеринов в организме форели. При этом с повышением дозы премикса в комбикорме содержание витаминов В₁, В₂ и В₃ в печени рыб снижается.

Согласно рыбоводно-биологическим данным и по содержанию витаминов в печени рыб, для удовлетворения потребностей радужной форели начальной массой 35 г в витаминах в условиях рециркуляционной установки в 1 кг комбикорма РГМ-5В должно содержаться витамина С - 240 мг, витамина В₁ - 12 мг, витамина В₂ – 40 мг, витамина В₃ – 188 мг.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И СРОКОВ ХРАНЕНИЯ КОМБИКОРМОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ВИТАМИНА С

Известно, что современные методы приготовления и хранения комбикормов не всегда обеспечивают сохранность их питательных свойств. В процессе хранения кормов усиливаются процессы окислительного распада липидов, что приводит к разрушению витаминов (Князева, 1979; Двинская, 1986).

Установлено, что при гранулировании комбикорма потери витамина С составили 64,0 %. При температуре сушки 80°С деструкция витамина С составила 50,2 %, при 100°С - 52,3 %. Показано отрицательное влияние на активность витамина С способа влажного прессования по сравнению с сухим прессованием. Так, в процессе приготовления комбикорма при увлажнении сухой смеси до 30 % активность аскорбиновой кислоты понижается на 9,4 %.

При введении рыбьего жира хорошего качества (кислотное число равно 30 мг КОН, перекисное - 0,3 % йода) в процессе приготовления корма скорость деструкции витамина С в кормах без жира и с жиром достоверно не отличалась. Через месяц хранения содержание витамина С в кормах без жира было ниже на 45,7 %, а с добавкой рыбьего жира – на 46,6 % по сравнению с первым днем. В то же время жиры с высокими перекисными и кислотными числами отрицательно влияют на активность витамина С.

Выявлено, что при температуре 18-19°C через 30 суток, хранения комбикормов биологическая активность витамина С в комбикорме с ионолом снизилась на 27,0 %, с 0,025 % сантохина – на 52,4 %, с 0,05 % сантохина – на 44,0 %, с 0,05 % кормолана – на 20,0 %, с 0,1% кормолана – на 4,7 % по сравнению с первым днем.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее эффективным стабилизирующим действием обладает антиоксидант кормолан в количестве 0,1% к корму.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ НА АКТИВНОСТЬ ВИТАМИНА С, ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И РЫБОВОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Проведено сравнительное изучение влияния кормолана, кормолана+синергист и ионола, традиционно применяемого при промышленном изготовлении рыбной муки, на активность витамина С в комбикорме, а также на рыбоводные и физиолого-биохимические показатели молоди радужной форели начальной средней массой 0,16 г.

Установлено, что введение в комбикорма новых активных антиоксидантов (Гольденберг и др.,1993) оказало благоприятное влияние на активность витамина С. Причём в процессе приготовления комбикорма был наиболее эффективен кормолан, а в процессе хранения - кормолан + синергист. На 1-й день после приготовления содержание витамина С в комбикорме с кормоланом было выше на 21,4 % по сравнению с комбикормом с кормоланом+синергист. В процессе хранения содержание витамина С во всех вариантах комбикормов снизилось не однозначно. Так, на 145-й день хранения содержание витамина С в комбикорме с введением ионола было ниже, соответственно, на 65,0, с кормоланом – на 38,0, кормоланом+синергист – на 7,1 % по сравнению с первым днем.

Выявлено, что при длительном хранении комбикормов кормолан+синергист более активно тормозит процессы окисления липидов и витамина С. Причём антиокислительная активность кормолана+синергист была выше на 28,8 % по сравнению с кормоланом и в 2,7 раза – с ионолом.

За весь период выращивания форели максимальный темп роста был отмечен у рыб, получавших комбикорм с введением кормолана+синергист, наиболее низкий – у форели, выращиваемой на корме с введением ионола (рис.2).

Так абсолютный и относительный приросты форели в опытах с кормоланом и кормоланом+синергист были соответственно выше на 6,1 и 17,5 % при снижении затрат корма на 16,2 и 17,4 % по сравнению с контролем. При этом в опытах с кормоланом и кормоланом + синергист прирост ихтиомассы был соответственно выше на 8 и 18 % по сравнению с ионолом.

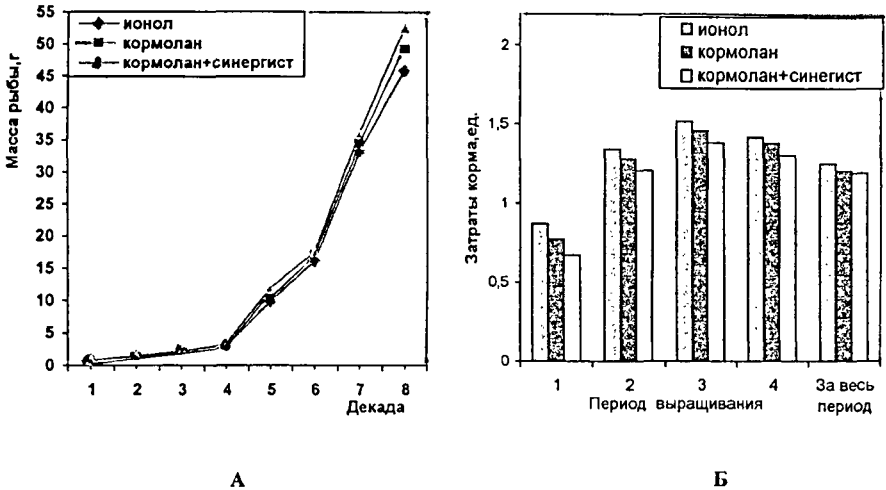


Рис. 2. Динамика роста форели (А) и затраты корма (Б) при использовании разных антиоксидантов

Установлено, что введение в комбикорм кормолана+синергист оказало благоприятное влияние на содержание витамина С и, как следствие, на обмен ω 3 жирных кислот в организме форели. Так, в опыте с кормоланом+синергист содержание витамина С в мышцах и печени форели было выше на 10 %, чем в контроле. При этом содержание физиологически важной докозагексаеновой (22:6ω3) кислоты в полярных липидах форели было выше на 27 %, чем в контроле. Жирнокислотный состав общих и нейтральных липидов рыб опыта и контроля отличался незначительно.

Более высокое содержание витамина С и докозагексаеновой (22:6ω3) кислоты у форели в опыте с кормоланом+синергист положительно повлияло на обмен веществ, о чем свидетельствует повышение накопления на 1 кг первоначальной массы протеина на 32,0, углеводов - на 13,0, липидов - на 27,0 %. Следует отметить, что в опыте с кормоланом+синергист накопление сухого вещества, протеина, углеводов и общих липидов в организме форели было соответственно выше на 8,5; 9,4; 10,2 и 8,9 % по сравнению с опытом с кормоланом, причём накопление минеральных веществ у радужной форели всех вариантов опытов достоверно не отличалось ($p \leq 0,05$).

Таким образом, установлено, что при изготовлении комбикормов наиболее эффективен антиоксидант кормолан, а в процессе хранения – кормолан + синергист.

Однако оба антиоксиданта лишь затормозили процессы деструкции витамина С, но не предотвратили их.

ГЛАВА 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК КУКСАВИТА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Для определения оптимальной добавки кукуавита – новой формы аскорбиновой кислоты к стандартным комбикормам проведены две серии испытаний на молоди радужной форели в условиях разных температур воды. В состав комбикормов были введены добавки кукуавита в количестве 1,92; 2,87 и 3,82 г/кг, что в пересчете на витамин С составило 192; 287 и 382 мг. Контролем служил комбикорм с введением 500 мг обычного витамина С на 1 кг.

Выявлено, что при пониженной температуре воды 9 - 13°C (серия1) добавки кукуавита в количестве 1,92; 2,87 и 3,82 г на 1 кг стандартного комбикорма благоприятно повлияли на рост молоди форели. При этом среднесуточный прирост форели был соответственно выше на 12; 19 и 20 % при одновременном снижении затрат корма на 12; 32 и 31 % по сравнению контролем (рис.3).

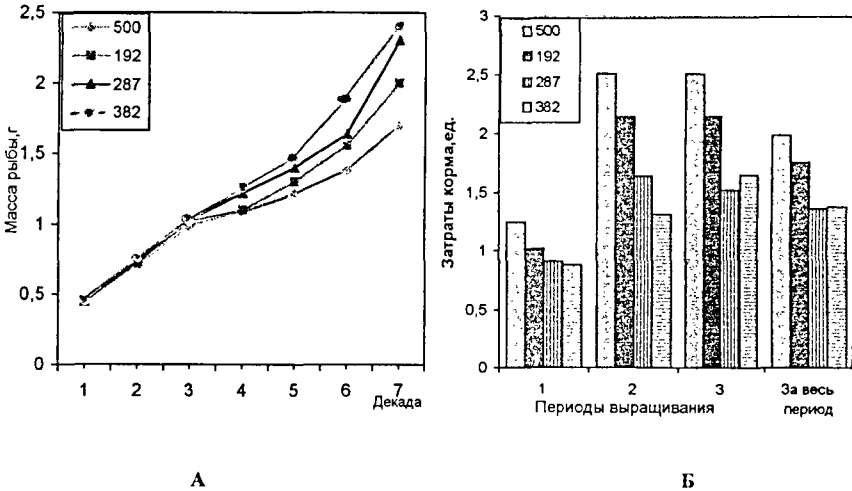


Рис. 3. Динамика роста форели (А) и затраты кормов (Б) при испытании кукуавита (первая серия опытов)

Установлено, что в опытах с введением в комбикорма кукуавита в количестве 1,92; 2,87 и 3,82 г/кг накопление сухого вещества в теле форели было соответственно выше на 31,0; 58,7 и 58,3 %, сырого протеина – на 31,6; 68,2 и 56,1 %, минеральных веществ – на 26,9; 46,2 и 66,5 %, липидов – на 36,1; 68,2 и 56,1 %, за счет более высокого накопления физиологически важных фосфолипидов – на 37,9; 79,2 и 79,6 % по сравнению с контролем.

Во второй серии опытов, при выращивании молоди радужной форели начальной средней массой 0,5 г в течение 90 дней при нормальной температуре воды 14–19°C, на комбикормах с введением кукуавита в тех же количествах абсолютный прирост рыб был соответственно выше на 8,0, 25,0 и 7,0 %, а затраты кормов - ниже на 6, 0; 16,0 и 12,0 % по сравнению с контролем

Таблица 2

Накопление органических, минеральных веществ в теле форели, выращиваемой на комбикормах с введением различных добавок кукуавита, на 1 кг первоначальной массы, г

Показатель	Комбикорм с введением витамина С, на кг корма, мг	Комбикорм ФМ-1 с введением добавок кукуавита, на кг корма, г		
		500	1,92	2,87
Сухое вещество	4609,4	5135,3	6099,0	4893,5
Сырой протеин	2249,0	2477,8	2954,0	2257,8
Минеральные вещества	386,2	424,8	484,7	424,4
Углеводы	254,2	439,1	598,1	459,7
Общие липиды	1720,0	1793,6	2062,2	1751,6
в их составе				
Фосфолипиды,	141,0	169,7	200,9	149,7
в их составе кислоты:				
арахидоновая (20:4 ω 6)	9,5	10,9	12,3	10,4
эйкозапентаеновая (20:5 ω 3)	58,2	68,2	78,8	69,0
докозапентаеновая (22:5 ω 3)	22,7	22,5	30,0	21,5
докозагексаеновая (22:6 ω 3)	216,1	240,2	273,6	232,2

Накопление питательных веществ на 1 кг первоначальной массы свидетельствует о положительном влиянии кукуавита на обмен веществ у форели. Так при выращивании форели на кормах с добавками кукуавита в количестве 1,92; 2,87 и 3,82 г/кг, накопление

сухого вещества на 1 кг первоначальной массы было соответственно выше на 11,4, 32,3 и 6,3 %, сырого протеина – на 10,2; 31,3 и 3,9 %, минеральных веществ – на 10,0; 25,5 и 9,9 % липидов – на 4,3; 19,9 и 1,8 % за счет физиологически важных фосфолипидов, накопление которых было также выше на 20,3; 42,5 и 6,2 % по сравнению с контролем (табл.2).

Выявлено положительное влияние добавок кукуавита на накопление полиеновых кислот, причём наиболее повысился уровень физиологически важных эйкозапентаеновой (20:5 ω 3) и докозагексаеновой (22:6 ω 3) кислот. Так в опыте с добавкой 1,92 г кукуавита на 1 кг комбикорма уровень докозагексаеновой (22:6 ω 3) кислоты был соответственно выше на 7,0 %, с добавкой 2,87 г - на 26,6 %, с добавкой 3,82 г - на 11 % по сравнению с контролем. При этом в варианте опыта с добавкой кукуавита в количестве 2,87 г/кг обнаружено наиболее высокое накопление суммы ω 3 кислот, в основном за счет докозагексаеновой (22:6 ω 3) кислоты и суммы ω 6 кислот за счет арахидоновой (20:4 ω 6) кислоты. Известно, что повышение содержания в фосфолипидах физиологически важных эйкозапентаеновой (20:5 ω 3), докозапентаеновой (22:5 ω 3) и докозагексаеновой (22:6 ω 3) кислот, участвующих в процессах проницаемости мембран и активации мембранных ферментов (Бергельсон, 1975; Крепс, 1981; Рабинович, Рипатти, 1994), а также арахидоновой (20:4 ω 6) кислоты, является положительным фактором, так как это способствует повышению устойчивости организма к воздействию стрессовых факторов (Шульман, Юнева, 1987, Щербина и др, 1987; Сергеева, 1988, 1989).

Полученные данные свидетельствуют о том, что введение в комбикорма добавок кукуавита в количестве 1,92 и 2,87 г/кг при выращивании форели как при низких, так и нормальных температурах благоприятно повлияло на обмен веществ у рыб, что выразилось в интенсивном накоплении белков, углеводов, общих липидов, в том числе фосфолипидов и полиненасыщенных жирных кислот как ω 3, так и ω 6 типов. При этом добавка кукуавита в количестве 2,87 г значительно активизировала синтез сырого протеина, углеводов и липидов в организме форели.

Полученные рыбоводные и физиолого-биохимические данные говорят о целесообразности замены в комбикормах для молоди форели витамина С на кукуавит в количестве 2,87 г/кг, что соответствует 287 мг аскорбиновой кислоты на 1 кг сухого комбикорма.

ГЛАВА 7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ВИТАМИНА С В КОМБИКОРМАХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАДУХНОЙ ФОРЕЛИ

В результате исследований выявлено, что одной из причин ухудшения качества комбикормов является отрицательное влияние условий их приготовления и хранения на активность витамина С. Поэтому возникла необходимость изучить пути химической защиты витамина С, путем этерификации енольного гидроксила аскорбиновой кислоты, и определить эффективность его стабильных форм в комбикормах для форели.

7.1 Эффективность аскорбилпальмитата и никотинамидаскорбата в комбикормах для молоди форели

Установлено, что этерификация аскорбиновой кислоты пальмитатом и никотинамидом не обеспечивает сохранности витамина С, как в процессе приготовления комбикормов, так и в течение двух месяцев их хранения. Показано, что в корме с введением аскорбиновой кислоты в результате сушки гранул при температуре 80°C разрушилось 38,0 % витамина С, с введением никотинамидаскорбата – 58,0 %, с введением аскорбилпальмитата достоверных отличий не обнаружено. Через два месяца хранения самой лабильной была форма аскорбилпальмитата, скорость распада в ней витамина С превысила скорость разрушения нестабилизированного витамина С в пять раз.

Выявлено, что препараты сложных эфиров аскорбиновой кислоты с пальмитиновой и никотиновой кислотами являются неустойчивыми соединениями, как в процессе приготовления, так и при хранении комбикормов. Более того, в составе этих соединений аскорбиновая кислота разрушается быстрее, чем свободная.

Полученные данные о деструкции витамина С, введенного в комбикорма в виде различных форм аскорбиновой кислоты, свидетельствуют о нецелесообразности использования аскорбилпальмитата и никотинамидаскорбата в кормопроизводстве для рыб.

7.2 Эффективность аскорбилполифосфата в комбикормах для радужной форели

Эффективность добавок 200, 800, 2000 мг аскорбилполифосфата, что соответствовало 50, 200, 500 мг витамина С в составе стандартного комбикорма, изучали на молоди радужной форели начальной массой 22,4 г при температуре воды 12,0 - 23,6°C в условиях НВХ «Прибрежное» Калининградской области.

Результаты выращивания форели на кормах с введением 200, 800 и 2000 мг/кг аскорбилполифосфата показали, что наилучший рыболовный эффект получен в опытах с содержанием 2000 мг/кг аскорбилполифосфата. В вариантах опытов с введением 200 и

800 мг/кг аскорбилполифосфата среднесуточный прирост был соответственно ниже на 8,9 и 6,3 %, при более высоких затратах корма - на 19,6 и 13,1 % по сравнению с вариантом с введением 500 мг/кг чистого витамина С.

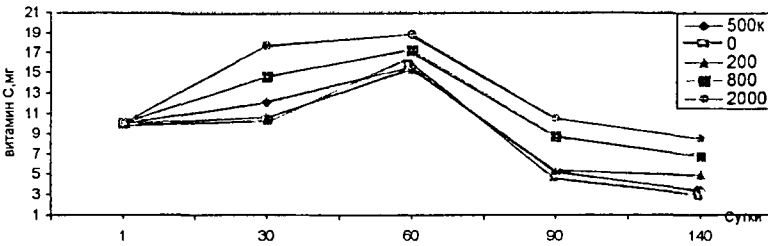


Рис.4. Динамика содержания витамина С в печени радужной форели

Судя по результатам опыта без добавок аскорбилполифосфата (0 мг витамина С) в печени рыб массой 20 – 100 г идет синтез витамина С. Об этом свидетельствуют данные по его содержанию в печени форели на 30-й, 60-й и 140-й день кормления (рис.4), которые практически не отличались от опыта с добавкой 200 мг/кг аскорбилполифосфата, а также от контроля в течение всего эксперимента ($P \leq 0,5$). В опытах с содержанием в комбикормах аскорбилполифосфата в количестве 200, 800 и 2000 мг/кг уровень витамина С в печени форели был соответственно выше на 44,0, 97,0 и 147,0 %, а без добавки его - достоверно не отличался от контроля.

Выявлено, что при введении аскорбилполифосфата в количестве 200 и 800 мг/кг корма накопление сырого протеина в теле форели было соответственно ниже на 22,8 и 11,7 %, минеральных веществ – на 13,9 и 20,6 %, липидов выше – на 20,2 и 5,4 % по сравнению с вариантом с максимальным вводом аскорбилполифосфата.

Полученные рыбоводные и физиолого - биохимические данные дали основание считать целесообразным вводить в форелевые комбикорма аскорбилполифосфат в количестве 2000 мг/кг, что соответствует 500 мг витамина С на 1 кг корма, о чем свидетельствуют самое высокое содержание витамина С в печени и мышцах форели, более активный синтез белков, а также темп роста рыб за счет активного использования липидов.

7.3. Эффективность введения аскорбилполифосфата в составе витаминного премикса ПФ-3В в стандартные комбикорма при выращивании молоди форели

В задачи данного исследования входило сравнительное изучение эффективности витамина С в виде L - аскорбиновой кислоты в составе витаминного премикса ПФ-2В и в форме аскорбилполифосфата в премиксе ПФ-3В при выращивании молоди радужной форели в производственных условиях.

В опыте 1(контроль) форель выращивали на комбикорме без добавки витамина С, в опыте 2 - в состав комбикорма был введен обычный витамин С в количестве 500 мг/кг сухого корма в составе 1% премикса ПФ-2В, в опыте 3 - витамин С заменили на аскорбилполифосфат (1% премикса ПФ-3В) в количестве 2000 мг/кг корма, что соответствует 500 мг/кг аскорбиновой кислоты

Установлено, что введение 1 % стандартного премикса ПФ-2В и 1% витаминного премикса ПФ-3В в стандартный комбикорм оказало положительное влияние на рост молоди форели. Об этом свидетельствует увеличение абсолютного прироста форели в опытах 2 и 3 соответственно на 5,3 и 10,1 %, относительного – на 5,7 и 10,9 %, среднесуточного – на 3,0 и 5,5 % по сравнению с контролем. За весь период выращивания отмечен более высокий темп роста у форели, получавшей комбикорм с введением премикса ПФ-3В (рис.5).

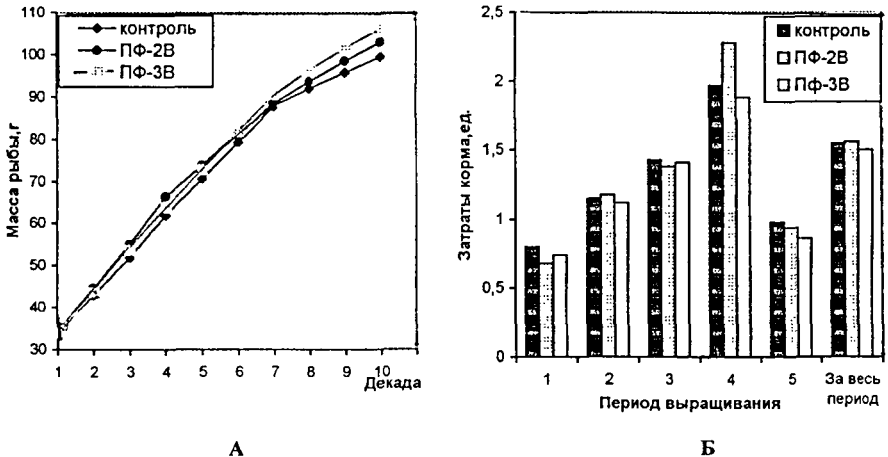


Рис. 5. Динамика роста рыб (А) и затраты комбикормов (Б) при использовании премиксов ПФ-2В и ПФ-3В с разными источниками витамина С

Выявлено, что замена витамина С на аскорбилполифосфат в составе витаминного премикса ПФ-3В благоприятно повлияла на статус витамина С в мышцах форели. Так, на 90-й день производственных испытаний содержание витамина С в мышцах форели, выращиваемой на комбикорме с введением 1 % витаминного премикса ПФ-3В, было, соответственно, выше на 93,7 и 21,4 % по сравнению с контролем и опытом с введением в комбикорм 1 % витаминного премикса ПФ-2В.

Использование аскорбилполифосфата в комбикорме для радужной форели благоприятно повлияло на накопление минеральных веществ, а также активизировало синтез белков за счет метаболизма липидов, что привело к повышению абсолютного прироста рыб на 5,5 % при снижении затрат корма на 3,6 %.

Установлен более высокий уровень аккумуляции витамина С в печени из аскорбилполифосфата, введенного в комбикорм в составе премикса ПФ-3В, чем из аскорбиновой кислоты премикса ПФ-2В. При этом аскорбилполифосфат благоприятно повлиял на статус витамина С в мышцах, а также на обмен веществ и на темп роста форели.

7.4 Влияние введения различных добавок витамина Е на эффективность аскорбилполифосфата в стандартных комбикормах для радужной форели

Сравнительное изучение влияния добавок витамина Е в количестве 30 и 200 мг/кг комбикорма в составе витаминного премикса на сохранность в корме и эффективность усвоения аскорбилполифосфата у молоди радужной форели было проведено в НВХ «Прибрежное».

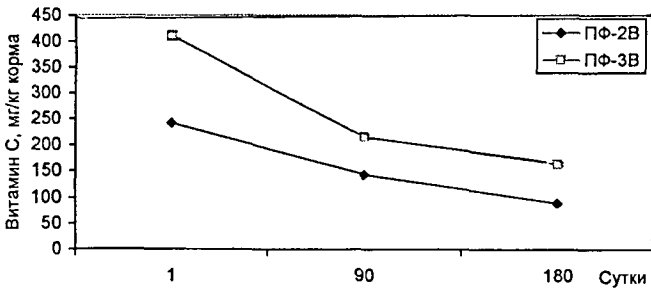


Рис. 6 Содержание витамина С в комбикормах с введением премиксов ПФ-2В и ПФ-3В, в процессе хранения, на 1 кг корма, мг

Выявлено, что увеличение дозы витамина Е с 30 мг (премикс ПФ-2В) до 200 мг (премикс ПФ-3В) на 1 кг корма оказало стабилизирующее действие на активность витамина С в процессе приготовления и хранения комбикормов (рис.6). Так на 1-й день после приготовления комбикормов содержание витамина С в опыте с 200 мг/кг витамина Е было выше на 69,9 %, чем в опыте с 30 мг/кг витамина Е. На 180-й день хранения содержание витамина С в опыте с 200 мг витамина Е было выше в 1,8 раза, чем в опыте с 30 мг витамина Е.

Выявлено благоприятное влияние максимального уровня витамина Е на продукционные свойства комбикормов (рис.7)

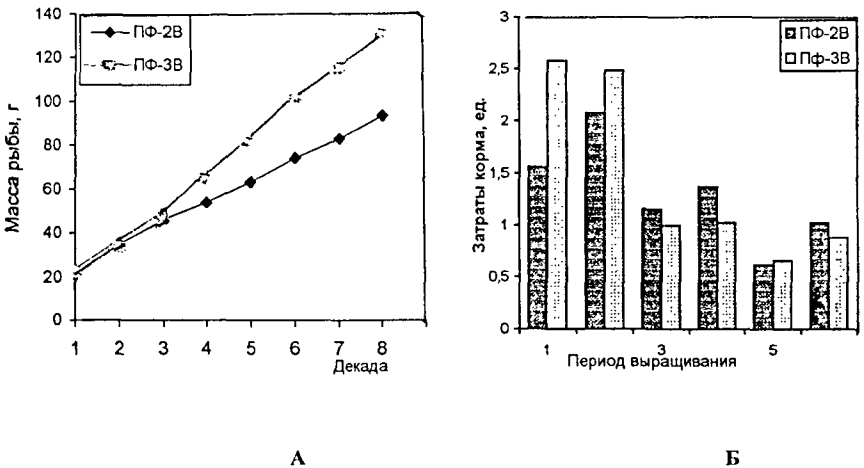


Рис.7. Динамика роста рыб (А) и затраты кормов (Б) при использовании премиксов с разным содержанием витамина Е.

Так среднесуточный прирост форели в опыте с премиксом ПФ-3В был выше на 11,6 % при более низких затратах корма на 15,5 % по сравнению с премиксом ПФ-2В. При этом, более высокое содержание витамина С в печени благоприятно повлияло на обмен белков, липидов и накопление минеральных веществ в организме форели. Так, содержание витамина С в печени форели, получавшей комбикорм с введением премикса ПФ-3В было выше на 11,5 %, а накопление сухого вещества было выше на 30,9 % в основном за счет сырого протеина - на 27,1%, липидов - на 30,0%, минеральных веществ - на 121,2 % по сравнению с контролем.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что увеличение содержания витамина Е с 30 до 200 мг на 1 кг комбикорма оказало благоприятное влияние на активность витамина С как при изготовлении, так и в процессе хранения комбикормов, активизировало обмен белков за счет липидов и, как следствие, позволило повысить темп роста молоди радужной форели

ВЫВОДЫ

1. На основе данных по содержанию витаминов в печени и мышцах, а также рыбоводно-биологических показателей выращивания радужной форели (темп роста, кормовые затраты и др.) установлено, что при содержании на стандартном комбикорме РГМ-5В в условиях рециркуляционной установки потребности рыб начальной массой 30 г в витаминах С, В₁, В₂ и В₃ составляют соответственно 240, 12, 40 и 188 мг на 1 кг сухого комбикорма, что следует учитывать при составлении витаминного премикса.
2. В процессе приготовления комбикормов влажным прессованием выявлена значительная деструкция водорастворимых витаминов: С, В₁, о чем свидетельствует понижение содержания витамина С на 74,0 - 75,7 %, витамина В₁ – на 17,7 - 33,3 %.
3. Установлено, что на биологическую активность витамина С в процессе изготовления комбикормов влияют качество компонентов, режимы гранулирования и сушки. При этом повышение температуры сушки, увеличение влажности кормосмеси при прессовании и низкое качество липидов усиливают процессы деструкции витамина С.
4. Оценка эффективности ряда антиоксидантов – инола, сантохина и кормолана показала, что максимальным действием обладает кормолан в концентрации 0,1%. Так, активность витамина С в комбикорме с инолом и сантохином через 30 дней хранения снизилась на 27-52 %, тогда как с кормоланом в оптимальной дозировке всего на 4,7 %. При трехмесячном хранении кормов защитное действие кормолана было выше на 73 %, чем инола.
5. Биологический эффект кормолана и кормолана+синергист проявился в накоплении физиологически важных ω3 полиненасыщенных жирных кислот в мембранах и витамина С в тканях рыб, что активизировало пластический обмен в организме форели и, как следствие, стимулировало рост рыб при более низких затратах комбикорма
6. Определение эффективности введения в промышленный комбикорм добавок кукуавита в количестве 1,92, 2,87 и 3,82 г/ кг показало, что добавка кукуавита в количестве 2,87г наиболее благоприятно повлияла на обмен белков, липидов, углеводов, фосфолипидов и физиологически важных эйкозапентаеновой (20.5ω3) и докозагексаеновой (22:6ω3) кислот и активизировала темп роста рыб.

7. Выявлено, что содержание витамина С в печени и мышцах радужной форели массой 20-100 г, выращиваемой в течение 180 дней на промышленном комбикорме без добавки витамина С, не отличается от варианта опыта с введением 50 мг витамина С на 1 кг корма и свидетельствует о синтезе его у форели.
8. Физиолого-биохимические и рыбоводные данные по испытанию комбикормов с добавками 200, 800 и 2000 мг аскорбилполифосфата показали, что при введении в комбикорм 2000 мг/кг аскорбилполифосфата достигнут наиболее высокий рыбоводно-физиологический эффект за счет более высокого содержания витамина С, активного синтеза белков и липидов у форели.
9. Повышение в составе витаминного премикса уровня витамина Е с 30 до 200 мг на 1 кг корма привело к снижению потерь витамина С при изготовлении комбикорма на 69,5%, и увеличению его накопления в печени рыб на 11,5%, активации синтеза белков, липидов и ускорению темпа роста рыб.
10. Производственная проверка эффективности замены 500 мг аскорбиновой кислоты в 1 кг комбикорма на 2000 мг аскорбилполифосфата в составе витаминного премикса для форели показала, что при введении аскорбилполифосфата повышается рост форели, увеличивается содержание витамина С в печени и мышцах, а также накопление сухого вещества, белков и липидов в теле рыб.

Практические предложения

1. В состав поливитаминного премикса для радужной форели рекомендуется включать 50 г/кг витамина С, 1,2 г/кг витамина В₁, 4 г/кг витамина В₂, 18,8 г/кг витамина В₅. Норма ввода премикса в комбикорм – 1 %.
2. При индустриальном выращивании радужной форели целесообразно вводить в комбикорма термостойчивые формы L-аскорбиновой кислоты.
3. Для повышения продуктивного действия промышленных комбикормов и устранения в них дефицита витамина С рекомендуется вводить добавку куксаविта в количестве 2,87 г на кг корма.
4. Для оптимизации витаминного питания и улучшения рыбоводно-биохимических показателей форели при интенсивном выращивании целесообразно включать 2000 мг аскорбилполифосфата в состав витаминного премикса вместо 500 мг аскорбиновой кислоты в расчете на 1 кг промышленного комбикорма
5. Для стабилизации витамина С и липидов комбикормов рекомендуется вводить в их состав антиоксиданты кормолан и кормолан+синергист в количестве 0,1%.

6. С целью повышения сохранности витамина С и улучшения результативности выращивания радужной форели следует увеличить количество витамина Е в стандартном форелевом премиксе с 3 до 20 г/кг.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Ремов Н.Н., Лемперт О.Т. Влияние конструкционных материалов, рН среды и температуры на окислительную стабильность витамина В₁ при гранулировании кормов // Пластический обмен у рыб: Сб. научн. тр. / Калининград, КТИРПХ. 1985, С. 35-39.
2. Лемперт О.Т. Потребности радужной форели, выращиваемой в установке с замкнутым водоснабжением, в витаминах В₁, В₂, В₃ и С // Вопросы физиологии и биохимии питания рыб: Сб. научн. тр. / М.: ВНИИПРХ, 1987.- Вып. 52. - С.29-34.
3. Сергеева Н.Т., Жданов Ю.И., Лемперт О.Т., Писарева Н.А. Влияние дефицита биологически активных веществ в кормах на обмен веществ у радужной форели // Рыб. хоз-во. – 1987. - №8. – С. 41-44.
4. Сергеева Н.Т., Лемперт О.Т. Эффективность применения комбикорма ФМ-1 при выращивании сеголеток радужной форели на солоноватых водах // Тез. докл. 111 регионального совещания по вопросам развития морской аквакультуры в Прибалтике: Выращивание посадочного материала и товарных лососевых рыб. – Рига: НПО Запрыбтехцентр, 1990. –С. 12.
5. Гамыгин Е.А., Лемперт О.Т. Применение фосфорного эфира аскорбиновой кислоты в кормлении форели // Комбикорма и обмен веществ у рыб: Сб. научн. тр. КТИРПХ /Калининград, 1991, с. 32-36.
6. Сергеева Н.Т., Лемперт О.Т., Клименко С.В., Гольденберг В.И. Влияние ионала и кормолана на обмен жирных кислот и содержание витамина С в организме молоди форели // Некоторые аспекты физиологии и патологии гидробионтов: Сб. научн. Тр./ Калининград: КГТУ, 1996. – С. 44-51.
7. Сергеева Н.Т., Лемперт О.Т., Нижникова Е.В., Нефедова Н.П., Гольденберг В.И. Биохимические основы разработки комбикормов для форели, выращиваемой на солоноватых водах.// Тез. докл. международ. симпозиума : Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре, Россия, Адлер, октябрь, 1996г. – Краснодар, 1996. – С.20.
8. Сергеева Н.Т., Лемперт О.Т., Ломако Н.В. Физиолого-биохимические основы выращивания крупного посадочного радужной форели в солоноватых водах

- //Международный симпозиум по марикультуре: Сб.тез.докл. – М.: Изд-во ВНИРО,1995. – С.72-73.
9. Сергеева Н.Т., Ломако Н.В., Лемперт О.Т. Влияние жирнокислотного состава корма и витамина Е на обмен веществ и темп роста форели, выращиваемой на солоноватых водах // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России: Материалы совещания. – М.: Изд-во ВНИРО,1996. – С.284 – 290.
 10. Лемперт О.Т. Полифосфат витамина С в комбикормах для форели // Проблемы сельского хозяйства: сб.научн.тр. КГТУ/ Калининград,1999. - С.243-246.
 11. Лемперт О.Т. Потребности радужной форели в витаминах В₁ и В₂ в условиях замкнутых систем //Международная научно-техническая конференция : Сб.тез.докл. – Калининград, 1999. – С.14.
 12. Лемперт О.Т., Гамыгин Е.А. Эффективность добавок полифосфата аскорбиновой кислоты в комбикорма для форели, выращиваемой при различных температурах // Международная научно-техническая конференция : Сб.тез.докл. – Калининград, 1999. – С 15
 13. N.T.Sergueeva, N.P.Nefjedova, N.V.Lomako, O.T.Lempert, E.V.Niznikova. Efficiency of the different doses of vitamins E, o (polyphosphate) and zincum in mixed fodder for a trout (*Salmo gairdneri* Rich) /Responsible aquaculture in the new millenium. -Nice, France, May 2-6, 2000 // European aquaculture society special publication. – Oostende, Belgium, 2000. - №28.

Подписано 18. 09. 2000 г. Заказ 633.
к печати
Бумага 60×84 1/16

Объем 1п. л.
Тираж 80