

На правах рукописи

ДВИНИН МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ЭКСПАНДИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ
«АГРОС» ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

03.00.10 - ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук



**Москва
2004**

Работа выполнена в Полярном научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО).

Научный руководитель: доктор технических наук, старший научный сотрудник
Лебская Татьяна Константиновна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Пономарев Сергей Владимирович
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Линник Александр Викторович

Ведущая организация: Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КрасНИИРХ)

Защита состоится "02" ноября 2004 г. в 11 ч на заседании диссертационного совета Д 307.003.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, поселок Рыбное Дмитровского района Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства.

Автореферат разослан "28" сентября 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат биологических наук

Подоскина Т. А.

2005-4

878836

14861

3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

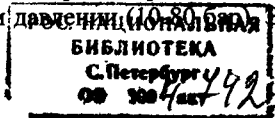
Актуальность проблемы. Форель является одним из наиболее традиционных и распространенных объектов марикультуры во всем мире. Искусственное разведение форели было начато несколько десятилетий назад, и в настоящее время наблюдается увеличение объемов её выращивания.

В Северном регионе товарное лососеводство представляет собой одно из приоритетных направлений марикультуры. Его развитие приобретает особую актуальность в связи с резким снижением естественных биологических ресурсов морей и необходимостью поиска альтернативных источников пищевой рыбной продукции.

Успех марикультуры и ее экономическая эффективность в значительной степени определяются комбикормами, которые используются при товарном выращивании рыб. Разработке и совершенствованию рецептур комбикормов для форели посвящено значительное количество работ, в которых были изучены потребности рыбы в основных питательных веществах и на основе этих знаний созданы оригинальные рецептуры кормов (Lovell, 1974; Канидьев, Герасимчук, 1971; Гамыгин, Канидьев, 1975; Маликова, 1977; Гамыгин и др., 1976; Гамыгин, Канидьев, 1975, 1977; Гамыгин, Канидьев, Подоскин, 1979; Renitz, 1978; Рыжков, Полина, 1980; Evaluation of ..., 1982; Щербина, 1983; Канидьев, 1984; Mohsen, 1988; Smith, 1988; Akiyama, 1991; Шмаков и др., 1996, 1997, 1999 и др.). Тем не менее, совершенствование рецептур комбикормов остается приоритетным направлением в развитии товарного лососеводства.

Известно, что в рецептуре кормов для форели содержится до 50 % рыбной муки. Следовательно, при увеличении объемов выращивания лососевых возрастает и потребление рыбной муки. В связи с этим исследования последних лет в области совершенствования рецептур комбикормов и снижения их себестоимости были посвящены частичной замене животного белка рыбной муки на белок растительного происхождения (Шмаков и др., 1996, 1997, 1999 и др.). Однако эти вопросы требуют проведения дополнительных исследований, связанных с обеспечением необходимой для форели энергетической ценности комбикормов.

В последние годы разработаны и освоены отечественной комбикормовой промышленностью новые технологии подготовки кормовых компонентов и кормопроизводства, основанные на гидротермической и баротермической обработке - экструдирование и экспандирование. Наименее освоенным является экспандирование. К этому процессу проявляется возрастающий интерес, в силу своих положительных особенностей. Сущность экспандирования заключается в том, что в течение короткого времени (1-4 с) смесь компонентов корма обрабатывается при высокой температуре (100-150 °С) и высоким давлением (10-80 атм). Экспандирование



повышает усвоение углеводов до 80 %, инактивирует патогенные микроорганизмы. Важной особенностью технологии является возможность введения жидких компонентов в смеситель. Такая первичная обработка кормосмеси позволяет вводить в корма до 13 % жира, и затем повышать его содержание до 25 %, что существенно увеличивает энергонасыщенность кормов. При использовании технологии экспандирования частичная замена белка животного происхождения растительным становится возможной без снижения рыбоводно-биологической эффективности корма.

К настоящему времени в России сложились предпосылки для оживления отечественного кормопроизводства, повышения конкурентоспособности рыбных комбикормов и завоевания ими внутреннего рынка. Это возможно за счет внедрения новых технологий (экструдирование и экспандирование), частичной замены рыбной муки новыми компонентами растительного происхождения, а также за счет разработки малокомпонентных рецептур комбикормов.

На Мурманском комбинате хлебопродуктов внедрена новая линия по получению комбикормов с использованием технологии экспандирования, что потребовало разработок новых рецептур комбикормов и проверки их эффективности.

Цель настоящей работы – разработать рецептуру и дать комплексную оценку комбикормов, изготовленных с применением технологии экспандирования, в сравнении с импортными аналогами. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить физические и биохимические свойства компонентов кормов, оценить возможность включения компонентов растительного происхождения, в том числе и нетрадиционных;
- определить влияние различных связующих компонентов на крошимость экспандированных кормов;
- оценить эффективность использования новых антиокислителей для стабилизации процессов окисления и гидролиза липидов экспандированных комбикормов;
- определить биохимические показатели разработанных комбикормов;
- оценить рыбоводно-биологическую эффективность экспериментальных комбикормов в сравнении с импортными аналогами;
- провести сравнительный анализ химического состава тела и морфологических показателей форели, выращенной при использовании экспериментальных кормов и их импортных аналогов.

Научная новизна проведенной работы заключается в создании отечественных рецептов экспандированных рационов для форели,

сравнимых по эффективности с импортными кормами, широко используемыми в России.

Впервые определены биохимические показатели и рыбоводно-биологическая эффективность экспандированных комбикормов и дана их оценка в сравнении с известными импортными диетами.

Установлено, что сокращение количества животного белка в корме за счет растительного с одновременным увеличением содержания жира не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние рыбы и рыбоводно-биологическую эффективность экспандированных комбикормов.

Впервые исследованы биохимические показатели различных тканей форели, выращенной при использовании экспериментальных экспандированных комбикормов "Агрос", в сравнении с аналогичными показателями, полученными при использовании импортных рационов. Прослежена их динамика, позволяющая судить об эффективности диет.

После сравнительного изучения действия различных антиоксидантов в составе экспандированных комбикормов на их качество, определена высокая способность кормолана-А1 предохранять жиры от окисления. Добавка его в корм приводит к снижению интенсивности образования особо токсичных вторичных продуктов окисления жира.

Установлено, что добавка хитозана или мелассы в качестве связующих компонентов экспандированных комбикормов оказывает положительное влияние на их прочность. Использование этих веществ позволяет вводить в экспандированные комбикорма более 20 % жира без снижения прочности гранул, т.е. за счет использования хитозана или мелассы и антиокислителя кормолан-А1 существенно повышен предел жиронасыщенности корма и увеличены сроки его хранения.

Практическое значение. Комбикормам присвоена торговая марка «Агрос». Рецептуры экспандированных комбикормов торговой марки «Агрос» для форели внедрены в промышленное производство. Они прошли производственную проверку на базе экспериментального фермерского хозяйства ПИПРО в губе Палкина (Белое море), подтвердившую их высокую эффективность.

Внесены изменения в ТУ в части увеличения сроков хранения экспандированных комбикормов с 2 до 6 мес.

Положения, выносимые на защиту:

- эффективность использования нетрадиционных компонентов растительного происхождения в экспандированных комбикормах;
- параметры экспандированных комбикормов, химический состав, энергетическая ценность, содержание незаменимых компонентов питания;
- влияние хитозана и мелассы на прочность экспандированных комбикормов;

- оценка эффективности антиоксидантов в составе экспандированных комбикормов;
- сравнительный анализ эффективности экспериментальных экспандированных комбикормов и их импортных аналогов.

Апробация работы. Материалы по теме диссертации были представлены на отчетных сессиях ПИНРО (Мурманск, 1997-2000 гг.), конференциях: "Конференция молодых ученых ММБИ, посвященная 275-летию Российской Академии Наук (Мурманск, май 1999 г.)", "Конференция МГТУ (Мурманск, 1999 г.)", "Конференция молодых ученых, посвященная 80-летию ПИНРО (Мурманск, 2001 г.)".

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 134 страницах машинописного текста, включает 26 таблиц и 20 рисунков. Состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и приложения. Список литературы включает 173 источника, из них 110 отечественных и 63 зарубежных авторов.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели, задачи, научная новизна и положения, выносимые на защиту.

Глава 1. Обзор литературы

Систематизирована научная информация и представлено состояние исследований в области совершенствования рецептур и технологий производства рыбных кормов. Проведен анализ литературных данных о потребностях лососевых в основных факторах питания, а также результатов исследований химического состава, биохимических свойств традиционных и новых кормовых компонентов. Кроме того, изучено влияние технологических параметров на физико-химические свойства кормовых компонентов в процессе изготовления комбикормов.

Глава 2. Материалы и методы исследований

Исследования проводили по схеме, представленной на рис. 1.

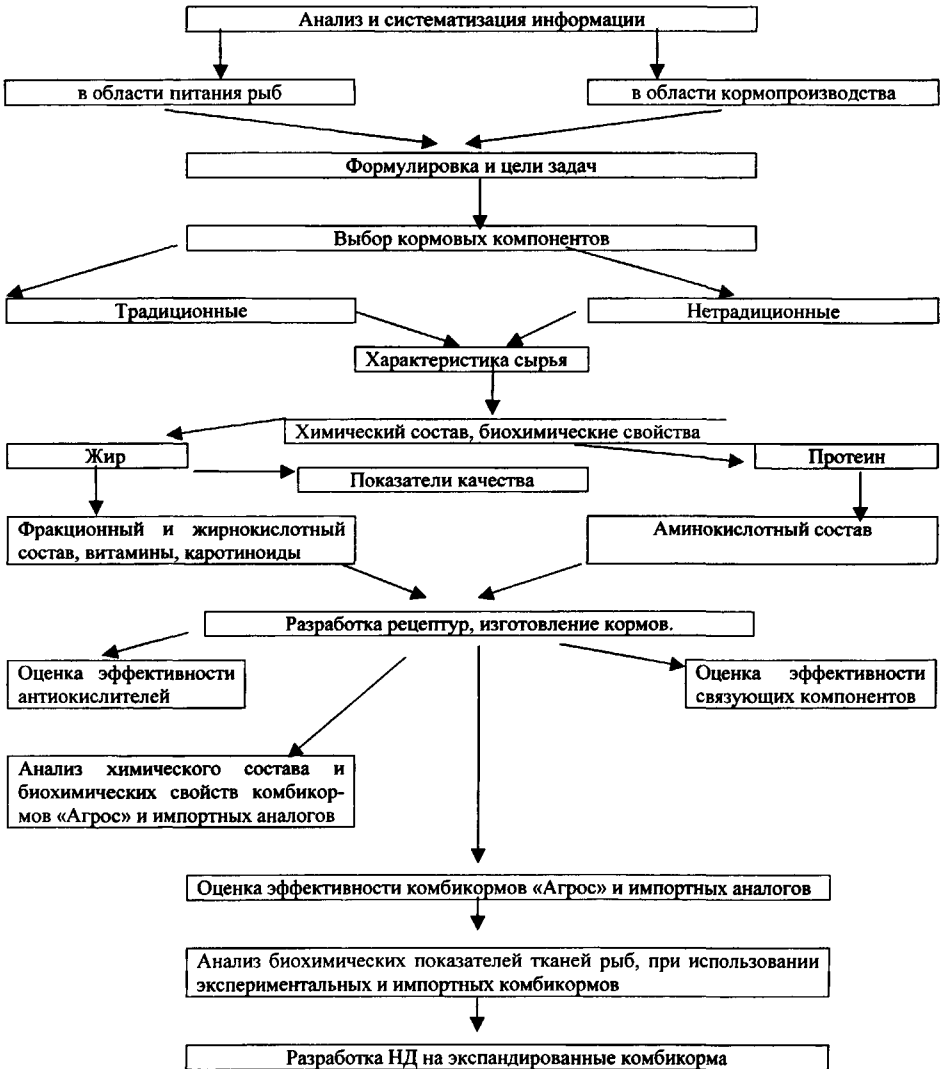


Рис. 1. Общая схема проведения исследований

Опытные работы по теме диссертации выполнены в ПИРО в 1996-2000 гг. В качестве материалов исследования использовали кормовые

компоненты - комбикорма "Агрос" и импортные аналоги "Raisio", "Dan-Ex"; антиокислители - ионол и кормолан-А1; связующие компоненты - лигносульфонат (америбон-2000), мелассу, хитозан.

Для улучшения прочности гранул проводили сравнительный анализ использования различных связующих компонентов: мелассы, лигносульфоната, хитозана (водорастворимая форма). Хитозан изготавливали из хитина камчатского краба в лаборатории биохимии гидробионтов ПИНРО.

Проведены исследования эффективности использования нового антиокислителя кормолан-А1, предоставленного НПЦ "Биолан" (г. Москва).

Для определения качества жира комбикормов использовали унифицированную методику, по которой определяли перекисное, кислотное и альдегидное числа (Унифицированная методика..., 1988).

Опытные работы по изготовлению производственных кормов торговой марки "Агрос" осуществляли на Мурманском комбинате хлебопродуктов. Экспандирование компонентов проводили на экспандере "Sprout Matador" фирмы "IBBERSON INTERNATIONAL, INC" (США) при температуре 105-110 °С и давлении 10-30 бар.

Химический состав кормов, кормовых компонентов и различных частей тела рыбы анализировали стандартными методами (Лазаревский, 1955) на оборудовании шведской фирмы "Tekator", безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) определяли по разности между 100 % и суммарным содержанием влаги, жира, протеина, золы.

Липиды экстрагировали по методу Блайя-Дайэра (Кейтс, 1995).

Фракционный состав липидов изучали методом тонкослойной хроматографии (Кейтс, 1975; Кирхнер, 1981). Идентификацию фракций липидов осуществляли с помощью стандартов фирмы "Sigma".

Определение жирнокислотного состава проводили на газожидкостном хроматографе С-180 фирмы "Yanako".

Содержание жирорастворимых витаминов определяли на высокоэффективном жидкостном хроматографе "Милихром 2" (Скурихин, 1996).

Аминокислотный состав проб исследовали методом двумерной тонкослойной хроматографии по методике научно-производственного центра "Ленхром" (Методика..., 1995). Количественное определение аминокислот проводили на приборе СS-9000 фирмы "Shimadzu" (Япония).

Технохимический состав рыбы изучали согласно методическим указаниям ВНИРО (Методические указания..., 1981), морфофизиологические показатели - методами морфофизиологических индикаторов (Применение методов..., 1972).

Концентрация каротиноидов в экстрактах липидов мышечной ткани определялась на спектрофотометре UV-3101 РС фирмы "Shimadzu" по поглощению при длине волны 400-500 нм (Яржомбек, 1970).

Опытные кормления проводились в 1995-1996 гг. на Верхнетуломском рыбоводном заводе (ОАО "Арктик Салмон") и в 1997-2000 гг. на научно-экспериментальной базе ПИПРО (губа Палкина, Белое море).

С 15.12.95 г. по 20.01.96 г. рыбоводно-биологические исследования проводили на одновозрастной форели (1+) средней массой 146-189 г в пластиковых бассейнах объемом 6 м³ с одинаковой плотностью посадки (15-16 кг/м³). В двух бассейнах форель кормили экспериментальным кормом "Агрос", в двух других бассейнах - кормом финской фирмы "Raisio". Продолжительность эксперимента составила 37 сут.

Рыбоводно-биологические исследования в период 1997-2000 гг. проводили на научно-экспериментальной базе в губе Палкина (Белое море). Исследования выполняли на одновозрастной форели (1+) в садках размерами 5x5x4 м с одинаковой плотностью посадки. В двух садках рыб кормили экспандированным комбикормом "Агрос", в двух других садках - импортными комбикормами.

Условия постановки опытов соответствовали рыбоводно-биологическим нормативам для содержания форели, принятым в рыбоводстве (Канидьев и др., 1975; Новоженин и др., 1979; Титарев, 1980).

Ежедневно при каждом кормлении регистрировались температура и соленость воды на двух горизонтах (у поверхности и на глубине 3 м).

Оценку эффективности экспериментальных кормов проводили по следующим показателям:

- рыбоводно-биологические (темп роста, выживаемость, кормовые затраты, морфофизиологические показатели, коэффициент упитанности по Фультону);

- динамика химического состава различных тканей форели в процессе выращивания (влага, жир, протеин, зола, содержание каротиноидов и витаминов).

Кроме того, определяли расход протеина корма на единицу прироста массы тела - показательную величину оценки качества не только протеина корма, но и баланса питательных веществ корма в целом.

В качестве контроля использовали зарубежные комбикорма фирм "Raisio" (Финляндия), "Dan-Ex" (Дания). Проводили сравнительный анализ химического состава кормов, энергетической обеспеченности и энерго-протеинового отношения (ЭПО).

Всего проанализировано более 1000 экз. рыб, из них по биохимическим показателям - более 200 экз. Полученные данные обработаны статистически. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента (Ивантер, 1979).

Глава 3. Разработка рецептур и оценка качественных показателей экспандированных комбикормов

При разработке рецептур для рыб требуется учитывать множество факторов. Из них основными являются:

- обеспеченность главными нутриентами (протеин, жир, углеводы), микро- и макроэлементы, витамины, в соответствии с потребностями рыб;
- распределение обменной энергии. От 40 до 50 % её должно обеспечиваться за счет белка (Гамыгин, 1996);
- физические показатели кормов (водостойкость, крошимость);
- показатели качества жира компонентов и комбикормов.

С учетом биохимических свойств компонентов формирование рецептур кормов осуществлялось по двум направлениям – традиционно, путем использования большого количества компонентов и с использованием минимального количества компонентов (табл. 1).

При составлении рецептур учитывали содержание основных и незаменимых питательных веществ.

Таблица 1

Рецептура экспериментальных комбикормов "Агрос"

Компонент	Содержание, %			
	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Мука:				
рыбная	37,0	44,0	47,0	46,0
пшеничная	8,00	-	17,0	-
водорослевая	3,00	3,00	3,00	1,00
соевая	-	-	10,0	-
мясная	12,7	-	-	-
Отруби	8,00	-	-	-
Витазар	-	-	-	32,0
ПЗХ	-	38,0	-	-
Дрожжи гидролизные	8,00	-	8,00	-
Сухое молоко	5,00	-	-	-
Рыбий жир	8,00	7,00	15,0	18,0
Масло растительное	8,00	7,00	-	-
Минеральный премикс	0,10	0,10	0,10	0,10
Витаминный премикс	0,25	0,25	0,10	0,1
NaCl	1,00	-	-	-
Агидол	0,02	-	0,02	0,02
Кормолан-А1	-	0,075	-	-
Хитозан	-	1,50	-	-
Метионин кормовой	0,1	-	-	-
Краситель	0,03	-	0,03	0,03
Комплекс каротиноидов	-	90,0 г/т	-	-
Альгинат натрия	-	-	0,50	0,50

Также учитывалась потребность форели в энергии, для обеспечения высокого темпа роста. Как известно, для расщепления протеина растительного происхождения требуется больше энергии, чем для расщепления животного протеина. Поэтому для снижения

непроизводительных затрат белка, используемого на энергетические нужды организма, необходимо повышенное содержание жира в комбикорме. Кроме того, жир стимулирует активность ферментов пищеварительного тракта, что положительно сказывается на темпе роста рыбы.

Энергетическая ценность разработанных комбикормов "Агрос" определялась содержанием и соотношением основных источников энергии – протеина и жира - находилась в пределах 19-21 МДж/кг и соответствовала показателю импортных аналогов (Steffens, 1989). В связи с этим при разработке рецептуры корма торговой марки "Агрос" подбор сырья и его соотношение формировали для получения корма с заданной энергетической ценностью, которая соответствовала бы потребностям форели и находилась на уровне импортных аналогов (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика химического состава и энергетической ценности кормов "Агрос" и импортных аналогов

Корм	Содержание от общего химического состава, %					Энергия, МДж		Распределение энергии усвоения, %			ЭПО, кДж/г белка
	Влага	Жир	Протеин	Зола	БЭВ	Валовая	Обменная	Протеин	Жир	БЭВ	
1995 г.											
"Агрос"	6,80	23,9	45,2	8,50	15,6	22,8	16,6	45,0	48,0	7,00	37,0
"Raisio"	5,50	25,5	47,8	6,97	14,2	23,8	17,4	45,0	49,0	6,00	36,0
1997 г.											
"Агрос"	5,67	18,1	39,2	19,7	17,4	19,4	13,8	47,0	44,0	9,00	35,0
"Raisio"	4,72	24,6	42,7	6,62	21,4	23,5	16,8	41,0	49,0	10,0	39,0
1998 г.											
"Агрос"	6,90	21,1	34,8	17,9	19,3	19,9	14,2	40,0	50,0	10,0	40,8
"Raisio"	5,01	22,5	39,5	7,00	26,1	22,7	16,0	41,0	47,0	12,0	40,0
1999 г.											
"Агрос"	6,97	17,4	47,8	5,90	21,9	22,0	15,3	51,0	38,0	11,0	32,0
"Dan-Ex"	8,74	21,2	43,5	5,95	20,1	22,1	15,7	45,0	45,0	10,0	36,0
2000 г.											
"Агрос"	7,64	19,5	40,8	11,6	20,5	20,9	14,7	45,0	44,0	11,0	36,0
"Raisio"	4,22	24,0	43,6	7,23	20,9	23,4	16,7	43,0	48,0	9,00	38,0

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что в различные годы корма "Агрос" содержали меньше протеина и жира, что сказалось на различиях в распределении энергии усвоения и ЭПО кормов. Отличия в содержании белковой составляющей кормов можно объяснить химическим составом рыбной муки - основного компонента кормов. Общеизвестно, что зарубежные производители комбикормов используют высококачественную рыбную муку с высоким содержанием протеина (70 % и более). Отечественная рыбная мука характеризуется более низким содержанием протеина (65 - 68 %).

Распределение энергии усвоения за счет основных нутриентов в кормах "Агрос" и импортных аналогах сходное, ЭПО также находится на

одном уровне. Соблюдение этих зависимостей чрезвычайно важно, так как при высоком содержании протеина, но низком ЭПО рыба не может эффективно использовать его на рост, поскольку значительная часть энергии корма тратится на окисление и выведении из организма избыточного для данного уровня ЭПО количества аминокислот (Рыжков, Полина, 1985).

Таким образом, основным источником протеина с необходимым набором незаменимых аминокислот нами были выбраны рыбная мука, витазар, пшеничные зародышевые хлопья (ПЗХ), отруби и дрожжи, источником жира комбикормов – рыбий жир и подсолнечное масло. Необходимое количество микроэлементов в корме обеспечивается за счет водорослевой муки и минерального премикса.

Жирнокислотный состав исследуемых комбикормов представлен различными классами кислот, среди которых доминирующее положение различных классов и индивидуальных соединений обнаруживало изменчивость в различные года исследований (табл. 3).

Таблица 3
Жирнокислотный состав общих липидов опытных и импортных комбикормов для форели
(% суммы жирных кислот)

Кислота	Опыт				Контроль	
	1995 г.	1997 г.	1999 г.	1999 г.	"Raisio"	"Dan-Ex"
Насыщенные						
14:0	8,80	3,62	7,08	5,63	9,30	5,44
16:0	19,9	12,3	23,0	16,1	20,0	11,7
Прочие	8,5	3,88	1,52	5,47	7,20	5,26
Σ насыщенных	37,2	19,8	31,6	27,2	36,5	22,4
Мононенасыщенные						
16:1	6,70	7,66		5,65	10,2	6,08
18:1	18,0		26,7	21,9	13,1	14,5
20:1	6,50	-		10,0	7,30	10,7
Прочие	0,50	55,2	0,60	16,3	0,40	18,3
Σ мононенасыщенных	31,7	62,9	27,3	53,8	31,0	49,6
Полиненасыщенные						
18:2	5,90	2,30	0,16	6,72	4,10	9,62
20:5	5,40	6,41	17,8	5,02	10,6	7,90
22:6	9,70	7,27	22,9	3,08	9,80	7,99
Прочие						
Σ полиненасыщенных	31,3	17,3	41,1	19,0	32,6	27,9

Содержание отдельных жирных кислот и основных их классов в кормовых объектах, которыми питается рыба в естественных условиях, и в экспериментальных кормах, не обнаруживали существенных различий (табл. 4).

Различия обнаруживаются в содержании отдельных полиненасыщенных жирных кислот. Концентрация линоленовой кислоты в естественных кормах выше, чем в искусственных (в 2-10 раз), в них существенно меньше докозагексаеновой кислоты.

В исследуемых кормах все жирные кислоты находятся в количествах, необходимых для нормальной жизнедеятельности и быстрого роста форели при выращивании в искусственных условиях, что согласуется с многочисленными данными исследователей.

Таблица 4

Жирнокислотный состав общих липидов некоторых видов естественных кормов, % от суммы жирных кислот (по: Болгова и др., 1976)

Кислота	Нимфы поденок	Личинки			Моллюски
		хиროномид	ручейников	мошек	
Насыщенные					
14:0	1,60	0,40	3,20	0,60	7,40
16:0	19,9	14,7	16,5	23,1	14,0
Прочие	4,70	6,10	16,1	7,60	4,70
Σ насыщенных	26,2	21,2	35,8	31,3	26,1
Мононенасыщенные					
16:1	20,9	2,20	5,70	9,80	14,1
18:1	18,6	13,4	17,4	17,3	10,0
Прочие	3,10	0,40	8,60	6,90	3,1
Σ мононенасыщенных	42,6	16,0	31,7	34,0	27,2
Полиненасыщенные					
18:2	6,20	53,2	5,20	7,10	5,90
18:3	7,80	2,30	13,5	8,10	6,40
20:5	10,9	1,80	12,4	6,00	14,0
Прочие	5,30	4,00	5,00	11,8	16,6
Σ полиненасыщенных	30,2	61,3	36,1	33,0	42,9

Жирнокислотный состав комбикормов "Агрос" и "Raisio" сходен, что является свидетельством сбалансированности экспериментальных кормов "Агрос" по этому важному фактору питания.

Одним из важных показателей жира кормов является качественное и количественное соотношение их фракций. Результаты наших исследований показали, что фракционный состав липидов кормов "Агрос" отличается от такового в импортных аналогах более высоким содержанием биологически активной фракции - фосфолипидов (рис. 2), которые эмульгируют жиры, способствуя быстрому проникновению жиров из кишечника в систему лимфы и крови (Тютюнников, 1974; Сидоров, 1983; Яржомбек, 1996).

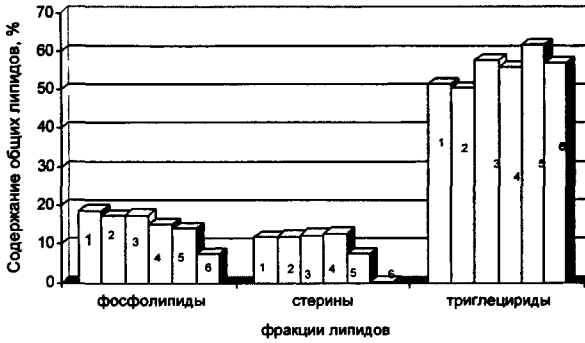


Рис. 2. Характеристика фракционного состава общих липидов различных кормов (1 – "Агрос" 1997 г., 2 – "Агрос" 1998 г., 3 – "Агрос" 1999 г., 4 – "Агрос" 2000 г., 5 – "Raisio", 6 – "Dan-Ex")

Наиболее биологически ценной фракцией фосфолипидов является лецитин. Показано, что это соединение предохраняет печень от жировой дегенерации, содержит холин, обладающий белоксберегающим действием, что способствует уменьшению расхода протеина для эндогенного синтеза холина в организме (Ускорение роста..., 1969).

Экспериментальные корма "Агрос" содержат лецитин в больших количествах, чем импортные аналоги (рис. 3).

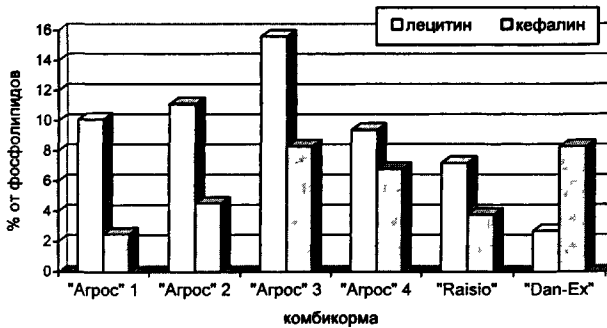


Рис. 3. Содержание фосфолипидов в различных кормах ("Агрос" 1 – 1997 г., "Агрос" 2 – 1998 г., "Агрос" 3 – 1999 г., "Агрос" 4 – 2000 г.)

Значение каротиноидов в питании рыб определяется не только физиологической потребностью в них рыб, но и их положительным влиянием на получение высоких кулинарных свойств продукта, в особенности цвета и вкуса мяса рыб.

Корма "Агрос" содержали каротиноиды практически в оптимальном количестве (рис. 4), что согласуется с данными В. С. Маслобойщикова (1997), который определил оптимальное содержание каротиноидов в корме

на уровне 25-50 мг/кг корма. Окраска мышечной ткани форели выращенной при использовании разных кормов, по визуальной оценке была ровной и соответствовала установленным нормам.

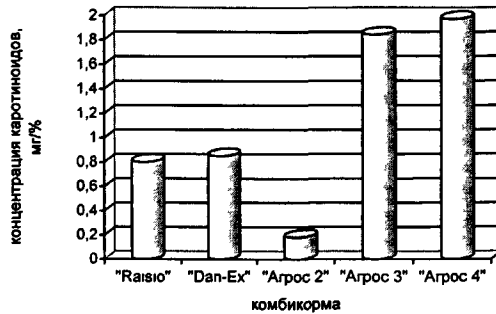


Рис. 4. Содержание каротиноидов в различных комбикормах, мг/% ("Агрос" 2 - 1998 г.; "Агрос" 3 - 1999 г.; "Агрос" 4 - 2000 г.)

Глава 4. Разработка методов повышения качества комбикормов

4.1. Влияние различных связующих компонентов на крошимость экспандированных комбикормов

Крошимость гранулированных кормов является одним из значимых показателей физическим свойств. При использовании лигносульфоната крошимость достигала 40 %, поэтому возник вопрос об улучшении качества кормов. Нами были апробированы различные адгезионные препараты и их концентрации.

На основании проведенных исследований было установлено, что лигносульфонат уступает по своим связующим свойствам хитозану и мелассе. При добавке 1,5 % мелассы или раствора хитозана крошимость снизилась до 4 %. Кроме того, дополнительным преимуществом мелассы и хитозана является возможность увеличения концентрации жира до 13 % в экспандированных комбикормах на стадии смешивания компонентов без ухудшения физико-механических свойств гранул.

4.2. Влияние различных антиокислителей на качественные показатели жира комбикормов

Предотвращение процессов окисления жиров в комбикормах улучшает их качество и увеличивает срок хранения.

Технические условия на корма, имеющие торговую марку "Агрос" (ТУ-9296-004-05231425-95), ограничивали срок их хранения до 2 мес. Это не устраивало как производителей, так и потребителей кормов.

В настоящее время в качестве антиоксидантов используют масляные и порошкообразные формы препаратов (сантохин, агидол). Порошкообразный агидол (ионол) при вводе в кормосмесь неравномерно распределяется в массе продукта и плохо проникает в липидные компоненты кормов.

Значительный интерес представляют исследования НПЦ "Биолан" (г. Москва) по созданию новых антиоксидантов. Один из них - кормолан-А1, содержащий 25 % ионола, заключенного в микромицеллы. Препарат смешивается с водой в любых соотношениях и в виде водного раствора равномерно распределяется в массе продукта, легко проникает в липидные компоненты кормов, более эффективно, чем ионол, тормозит радикально-цепное окисление жиров и более технологичен при производстве экспандированных комбикормов.

Поэтому возникла необходимость проведения исследований по оценке эффективности нового антиокислителя кормолана-А1 в сравнении с общеизвестным ионолом. Для этого на Мурманском комбинате хлебопродуктов были изготовлены две партии кормов с агидолом и кормоланом-А1, заложенные впоследствии на длительное хранение.

Изменения показателей качества кормов с агидолом и кормоланом-А1 к шестому месяцу хранения носили сходный характер. Однако корм с кормоланом-А1 обладал преимуществом: значения перекисных, кислотных и альдегидных чисел были ниже на 2,2, 16 и 34,5 % соответственно, т.е. по эффективности торможения окислительных процессов в липидах кормов кормолан-А1 превосходит широко используемый агидол. Введение кормолана-А1 в кормосмесь в жидком виде способствовало лучшему распределению антиокислителя по всему объему.

Результаты исследований динамики показателей качества жира (перекисное, кислотное, альдегидное числа) указывают на хорошее качество экспандированных кормов как с агидолом, так и с кормоланом-А1 на протяжении 6 мес. хранения, что дало возможность изменения действующего ТУ на комбикорма "Агрос" в сторону увеличения срока хранения.

Глава 5. Оценка эффективности экспандированных комбикормов при кормлении форели

5.1. Характеристика рыбоводно-биологических показателей радужной форели при кормлении различными комбикормами

Рыбоводно-биологические показатели форели, включающие такие параметры, как темп роста, кормовые затраты, затраты протеина на 1 кг прироста рыб, затраты энергии на 1 кг прироста рыб, представляют

объективную характеристику эффективности комбикормов. Результаты сравнительных испытаний разных кормов представлены на рис. 5-8. Установлено, что относительный прирост форели при кормлении кормами "Агрос" не отличается от аналогичного показателя, полученного для импортных аналогов (рис. 5).

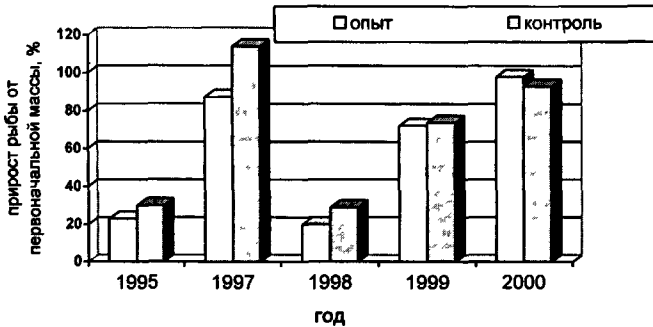


Рис. 5. Относительный прирост форели при кормлении различными кормами

Кормовые затраты являются одним из важных экономических показателей эффективности корма. Было показано, что, при кормлении опытными кормами кормовые затраты в целом были ниже, чем в контроле (рис. 6).

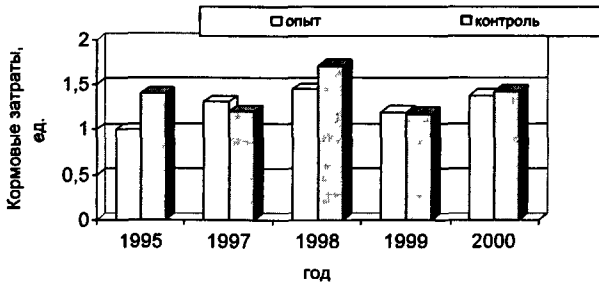


Рис. 6. Кормовые затраты, при использовании различных кормов, ед. (1995, 1997, 1998, 1999, 2000 – годы проведения эксперимента) (контроль – 1995, 1997, 1998, 2000 – "Raisio", 1999 – "Dan-Ex", опыт – "Агрос")

Анализ данных по расходу протеина на прирост единицы массы рыб при использовании кормов "Агрос" колеблется на уровне 452-569 г/кг, что заметно ниже, чем у импортных аналогов - 513,3-671,5 г/кг (рис. 7).

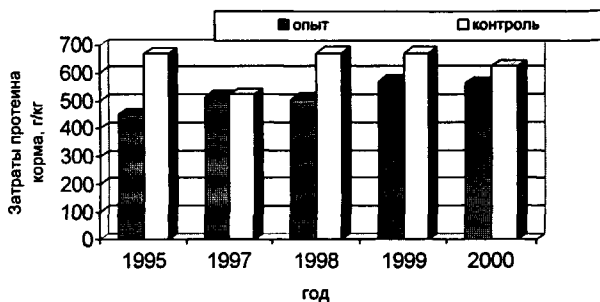


Рис. 7. Затраты протеина корма на прирост 1 кг массы рыб при кормлении различными кормами, г. (1995, 1997, 1998, 1999, 2000 – годы проведения эксперимента) (контроль – 1995, 1997, 1998, 2000 – "Raisio", 1999 – "Dan-Ex", опыт – "Агрос")

То же самое можно сказать о затратах энергии усвоения на прирост единицы массы - у кормов "Агрос" затраты энергии ниже (рис 8).

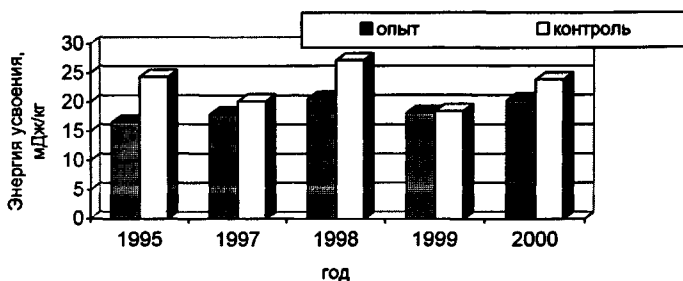


Рис. 8. Затраты энергии усвоения на прирост 1 кг массы рыб при использовании различных кормов, МДж/кг. (1995, 1997, 1998, 1999, 2000 – годы проведения эксперимента), (контроль – 1995, 1997, 1998, 2000 – "Raisio", 1999 – "Dan-Ex", опыт – "Агрос")

5.2. Характеристика химического состава и биохимических свойств различных тканей форели при использовании разных комбикормов

Химический состав мышечной ткани рыб зависит от множества факторов: их возраста, состава корма, времени года, параметров внешней среды и других факторов.

Химический состав мышечной ткани форели при кормлении кормами "Агрос" не имеет существенных отличий ($p \leq 0,05$) от химического состава мышц форели при использовании импортных аналогов (табл. 5).

Таблица 5

Химический состав мышечной ткани форели, выращенной на различных кормах

Корм	Содержание, % от общего химического состава на сырое вещество			
	Влага	Жир	Белок	Зола
1997 г.				
«Агрос»	67,6±4,90	13,2±6,00	17,9±1,40	1,14±0,10
«Raisio»	66,1±3,30	14,9±3,70	18,1±0,80	1,13±0,10
1998 г.				
«Агрос»	69,9±1,10	10,2±0,90	18,3±2,10	1,17±0,10
«Raisio»	68,2±1,50	11,3±1,40	19,9±0,30	0,84±0,10
1999 г.				
«Агрос»	69,6±3,20	10,1±2,40	18,3±1,10	1,23±0,10
«Raisio»	69,4±3,80	10,9±3,50	18,8±0,30	1,18±0,10
2000 г.				
«Агрос»	70,2±1,00	9,50±1,14	18,7±0,40	1,14±0,10
«Raisio»	69,7±0,70	10,3±0,90	18,5±0,20	1,15±0,10

Корма в разные годы имели разный химический состав, который определял содержание жира в мышечной ткани рыб. В 1997 г. корма содержали наибольшее количество жира, соответственно, и в мышцах форели его было больше, чем в другие годы исследований.

Обеспеченность витаминами кормов является важным условием при искусственном выращивании рыб. Данные о содержании жирорастворимых витаминов А и Е в мышечной ткани и печени форели, выращенной в период исследований на различных кормах, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Изменение содержания витаминов в тканях форели в процессе выращивания, мг/% *

Витамин	Начало выращивания		Конец выращивания			
			Мышцы		Печень	
	Мышцы	Печень	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
1997 г.						
А	0,72	4,43	0,33	0,24	12,7	8,70
Е	0,64	18,0	1,48	0,51	19,5	19,1
1998 г.						
А	0,04	1,00	0,60	0,60	4,56	4,09
Е	сл.	сл.	1,54	2,04	32,2	7,08
1999 г.						
А	сл.	5,72	0,54	0,21	5,46	6,68
Е	0,60	3,41	1,64	1,89	11,6	19,9
2000 г.						
А	0,03	3,25	0,65	0,43	4,57	4,12
Е	1,48	6,62	1,68	1,55	22,3	20,4

*Содержание витаминов А – 0,28-1,24 мг/% и Е – 1,60 мг/% в мышцах дикой форели; 5,50-15,5 мг/% витамина А в печени дикой форели.

Анализ полученных показателей позволил отметить тенденцию увеличения содержания витамина Е в печени и мышцах, накопления

витамина А в печени. Она свидетельствует о сбалансированности и высокой биологической ценности комбикормов, поскольку содержание витаминов в различных тканях форели, выращенной на различных кормах, оказалось сопоставимо с содержанием этих витаминов в теле рыб, живущих в естественных условиях.

Как было показано ранее, у пойкилотермных организмов, типичным представителем которых является рыба, при быстрой адаптации, связанной с годовыми циклами, миграциями, колебаниями температуры, включаются приспособительные реакции, направленные на поддержание их физиологической активности. Одним из наиболее быстро включающихся в адаптивные реакции компонентов являются жирные кислоты (Болгова, 1994). Нами установлено, что концентрация насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот мышечной ткани рыбы, выращенной на экспериментальных комбикормах, обнаруживает отличия от таковой в мышечной ткани рыбы, выращенной на импортных аналогах и "дикой" рыбы (табл. 7).

Таблица 7

Жирнокислотный состав общих липидов мышечной ткани форели (% суммы жирных кислот), выращенной на различных кормах в 1999-2000 гг. (Белое море) и горбуши (Ржавская, 1976)

Кислота	1999 г.			2000 г.		Горбуша
	начало	"Дан-ех "	"Агрос"	"Raisio"	"Агрос"	
Насыщенные						
14:0	4,12	3,86	4,23	4,01	3,49	3,40
16:0	13,1	21,1	22,6	12,7	11,5	10,2
18:0	2,94	3,05	-	2,96	2,64	4,40
Прочие	1,64	5,29	4,47	1,73	1,77	3,30
Σ насыщенных	21,8	33,3	31,3	21,4	19,4	21,3
Мононенасыщенные						
16:1	5,88	-	-	6,89	6,46	5,00
18:1	19,1	27,1	32,4	31,2	25,2	17,6
20:1	10,5	-	0,06	12,0	13,6	4,00
22:1	12,7	-	-	12,2	13,3	3,50
Прочие	0,72	0,70	1,14	0,51	0,54	17,2
Σ мононенасыщенных	48,9	27,8	33,6	62,8	59,1	47,3
Полиненасыщенные						
18:2	11,4	0,04	-	-	8,11	1,60
20:5	4,90	9,89	14,6	4,26	2,97	13,5
22:5	1,58	13,2	10,3	1,63	1,14	3,10
22:6	9,87	9,96	10,0	9,31	7,50	18,9
Прочие	1,45	5,81	0,30	0,60	1,78	8,90
Σ полиненасыщенных	29,2	38,9	35,2	15,8	21,5	46,0

Содержание основных жирных кислот в мышечной ткани рыбы согласуется с их содержанием в комбикормах, подтверждая четкую зависимость жирнокислотного состава организма от потребляемой пищи.

Заключение

Очевидно, что успешное развитие аквакультуры лососевых в частности на Севере России, невозможно без эффективных и качественных комбикормов.

Выполненные исследования позволили разработать эффективные комбикорма "Агрос" для форели, содержащие 10-15 традиционных компонентов. Включение в процесс их производства этапа экспандирования с последующим обмасливанием позволяет увеличить содержание рыбьего жира до 25 %, что существенно увеличивает энергетическую ценность корма.

Дальнейшее развитие исследований заключалось в разработке малокомпонентных рецептур кормов "Агрос" с использованием ПЗХ (продукт комплексной переработки пшеницы), витазара (жмых из зародышевых хлопьев) и соевой муки. При этом количество компонентов существенно уменьшилось. Отмеченное в экспериментах положительное влияние ПЗХ и витазара на рыбоводно-биологические показатели рыб соответствует результатам исследований Н. Ф. Шмакова, Д. Н. Шмакова, С. В. Пономарева, Щербины М. А..

Продукционные корма "Агрос" содержат все незаменимые факторы питания и полностью соответствуют потребностям форели, что обеспечивает высокую рыбоводно-биологическую эффективность, сопоставимую с таковой у известных импортных аналогов.

Введение в комбикорм антиокислителя кормолан-А1 способствовало снижению интенсивности образования вторичных, особо токсичных продуктов окисления жира, что позволило увеличить срок хранения комбикормов от 2 до 6 мес.

Таким образом, поставленная перед нами задача по разработке экспандированных комбикормов для форели сравнимых по эффективности кормления рыб с импортными аналогами была решена.

Более низкая цена комбикормов "Агрос" по сравнению с импортными аналогами при сходных продукционных свойствах делает их привлекательными для потребителей, а малый набор компонентов существенно облегчает производителям кормов проблему обеспечения сырьем и контроль над его качеством.

Выводы

1. Разработанные на основе научного обоснования рецепты экспандированных кормов для форели, основанные на частичной замене белка животного происхождения растительным белком путем включения таких нетрадиционных компонентов, как витазар, ПЗХ.

2. Включение в состав кормосмеси мелассы или хитозана в концентрации 1,5 % обеспечивает наиболее высокие водостойкость и механическую прочность экспандированных кормов, а также позволяет вводить в состав рационов до 20-25 % жира без снижения вышеуказанных физических параметров гранул.

3. Антиокислитель кормолан-А1 в составе экспандированных кормов для форели в существенно большей степени, чем агидол, замедляет процессы накопления вторичных продуктов окисления жира. Применение этого антиоксиданта позволяет увеличивать срок хранения экспандированных комбикормов с 2 до 6 месяцев.

4. Корма, изготовленные методом экспандирования, содержат 34,8-47,8 % протеина, 17,4-23,9 % жира, 15,6-21,9 % БЭВ, 18,7-21,7 МДж валовой энергии при ЭПО от 35,0 до 40,8 кДж/г, что соответствует потребностям форели в основных питательных элементах. По таким параметрам незаменимых элементов питания форели, как аминокислотный состав белка, жирнокислотный и фракционный спектр жира, содержание жирорастворимых витаминов, корма "Агрос" не обнаруживают существенных отличий от аналогичных показателей импортных кормов и обеспечивают хорошее физиологическое состояние форели в период выращивания.

5. По темпу роста, затратам корма, затратам протеина и энергии усвоения на прирост единицы продукции и в целом рыбопродуктивно-биологической эффективности экспандированных комбикормов при выращивании радужной форели различных размерных групп соответствует лучшим зарубежным аналогам. Расход экспандированных комбикормов "Агрос" для получения единицы прироста рыбы сопоставим с таковым у импортной продукции. Отличительной особенностью разработанных нами комбикормов является более высокая степень использования протеина и энергии на прирост форели.

6. При кормлении форели экспериментальными комбикормами "Агрос" индивидуальные соматические индексы, характеризующие физиологическое состояние форели, находились в пределах нормы. Гепатосоматический индекс не превышал 2,0-2,5 %. Величина этих показателей подтверждает сбалансированность экспандированных кормов "Агрос" по элементам питания. В целом по химическому составу мышечной ткани, печени, морфофизиологическим показателям форель, выращенная при использовании экспандированных комбикормов "Агрос", не отличалась от форели, выращенной при использовании импортных кормов.

Практические рекомендации

1. Результаты исследований, выполненных по теме диссертации, позволяют рекомендовать экспандированные комбикорма "Агрос" для промышленного применения на форелевых хозяйствах.

2. Предлагается использовать в качестве связующего компонента, повышающего водостойкость и снижающего крошимость гранул экспандированных комбикормов, солянокислого хитозана или мелассы в количестве 1,0 - 1,5 %.

3. Выявленная эффективность и технологичность использования антиокислителя липидов комбикормов – кормолана-А1 (НПЦ "Биолан", Москва), позволяет рекомендовать его использование в производстве. Норма ввода в кормосмесь кормолана-А1 – 0,2 %.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Лебская Т. К., Двинин Ю. Ф., Двинин М. Ю. Эффективность новой рецептуры и технологии производства кормов для лососевых// Материалы отчет. сес. по итогам НИР ПИНРО в 1995 г. - Мурманск, 1996. - С.158-167.

2. Опыт применения экспандированных кормов при подращивании посадочного материала форели-камлоопс в условиях Заполярья/Лебская Т. К., Двинин Ю. Ф., Двинин М. Ю., Плотичина Н. Ф., Калинина Н. Р./Повышение качества рыбной продукции внутренних водоемов: Материалы Междунар. конф. (Киев, 8-9 октября 1996 г.). - Киев, 1996. - С.94.

3. Новиков В. Ю., Двинин М. Ю. Изучение влияния химического состава на прочность гранулированного корма для рыб//Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сентябрь 1997 г.). - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. - С.335.

4. Влияние различных антиокислителей на сохранение качества экспандированных кормов для лососевых/Двинин М. Ю., Мухин В. А., Жилин А. Ю., Лебская Т. К., Рыжикова Л. С., Алешин В. А., Павлова В. Г./Материалы отчет. сес. ПИНРО по итогам научно-исслед. работ в 1996-1997 гг. - Мурманск, 1998. - С.206-213.

5. Двинин М. Ю., Лазарева М. А. Использование пшеничных зародышевых хлопьев в кормах для лососевых - перспективное направление в марикультуре// Материалы конф. молодых ученых ММБИ, посвящ. 275-летию Российской Академии Наук (Мурманск, май 1999). - Апатиты: Изд-во КНЦ, 1999. - С.26.

6. Двинин М. Ю., Лазарева М. А., Лебская Т. К. Пшеничные зародышевые хлопья в кормах для лососевых// Рыбохозяйств. исслед. Мирового океана: Тр. Междунар. науч. конф. (27-29 сентября 1999 г.). - Владивосток: Дальрыбвтуз, 1999. - Т.2. - С.10-11.

7. Двинин М. Ю., Лебская Т. К. Перспектива создания полноценных кормов для аквакультуры// 2-й Междунар. симп. "Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре": Матер. докл. (Адлер, Россия, 4-7 октября 1999.) - Краснодар.: Изд-во "Здравствуйте" , 1999.- С.131-132.

8. Двинин М.Ю., Лебская Т. К., Гольденберг В. И. Характеристика эффективности новых антиокислителей для увеличения сроков хранения экспандированных кормов // Тез. докл. 10-й науч.-техн. конф. МГТУ (Мурманск, 20-30 апреля 1999 г.). - Мурманск: МГТУ, 1999. - С. 353-354.

9. Двинин М. Ю., Пестрикова Л. И., Лазарева М. А. Оценка эффективности отечественных кормов для лососевых по сравнению с импортными аналогами./Материалы отчет. сес. ПИНРО по итогам научно-исслед. работ в 1999г. - Мурманск, 1999. - С.206-213.

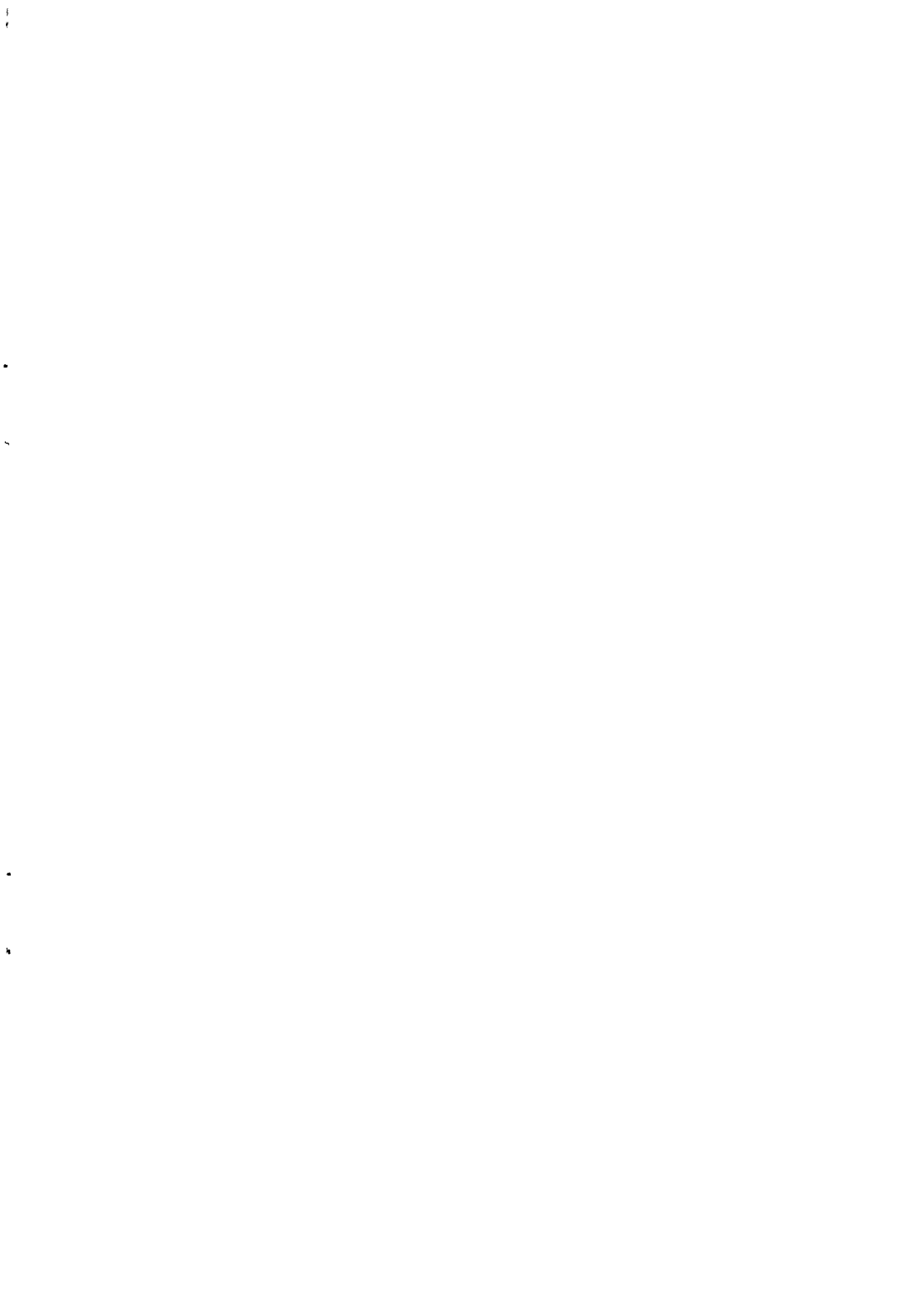
10. Пестрикова Л. И., Двинин М. Ю. Особенности адаптации форели при использовании кормов с солевыми добавками// Марикультура Северо-Запада России: Тез. докл. науч.-практ. конф. - Мурманск, 2000. - С.38-39.

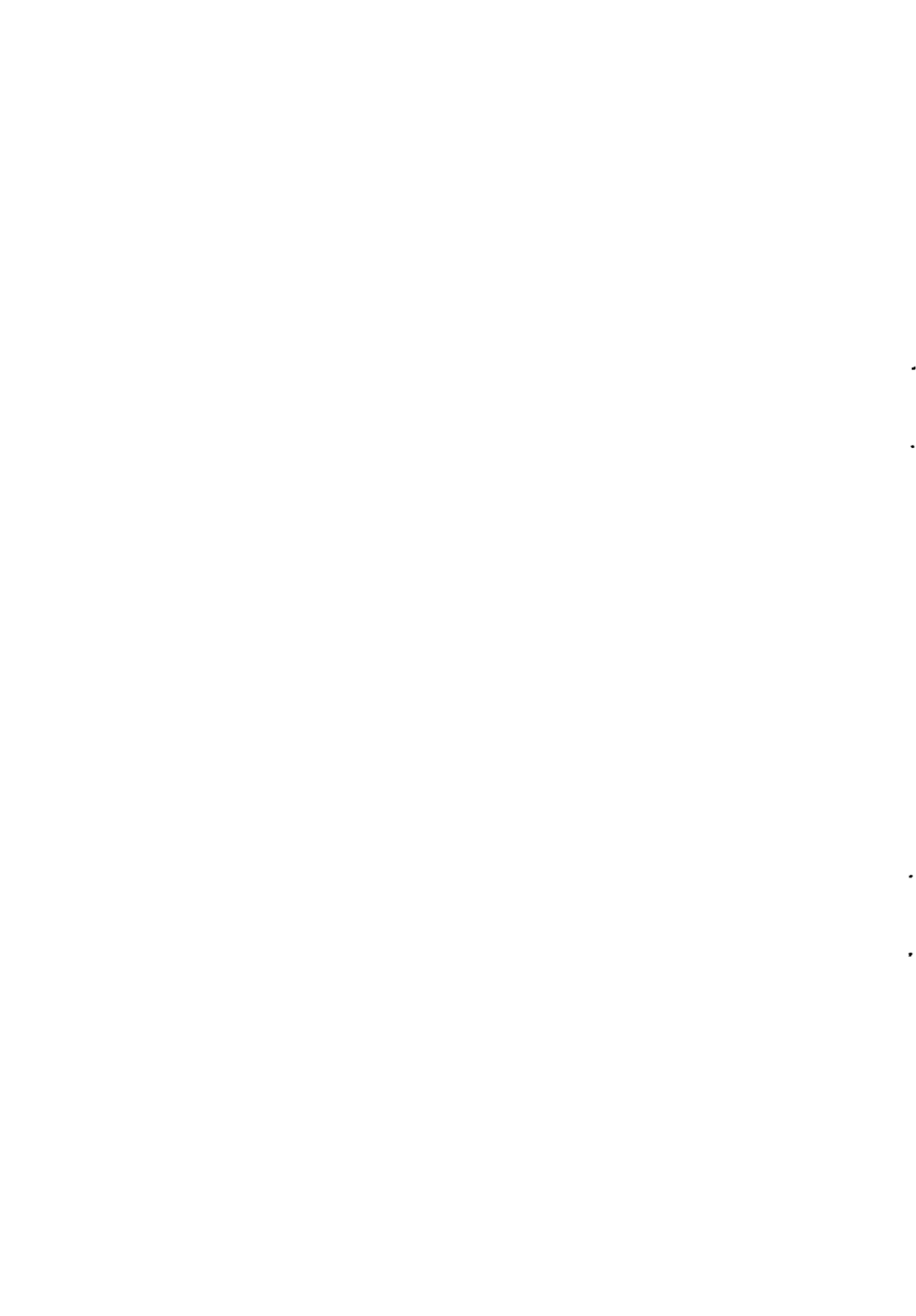
11. Двинин М. Ю., Воробьева Н. К., Лебская Т. К. Высокоэффективные малокомпонентные корма для форели. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. Материалы международной научно-практической конференции.- Краснодар: "Здравствуйте", 2001.- С. 163-164.

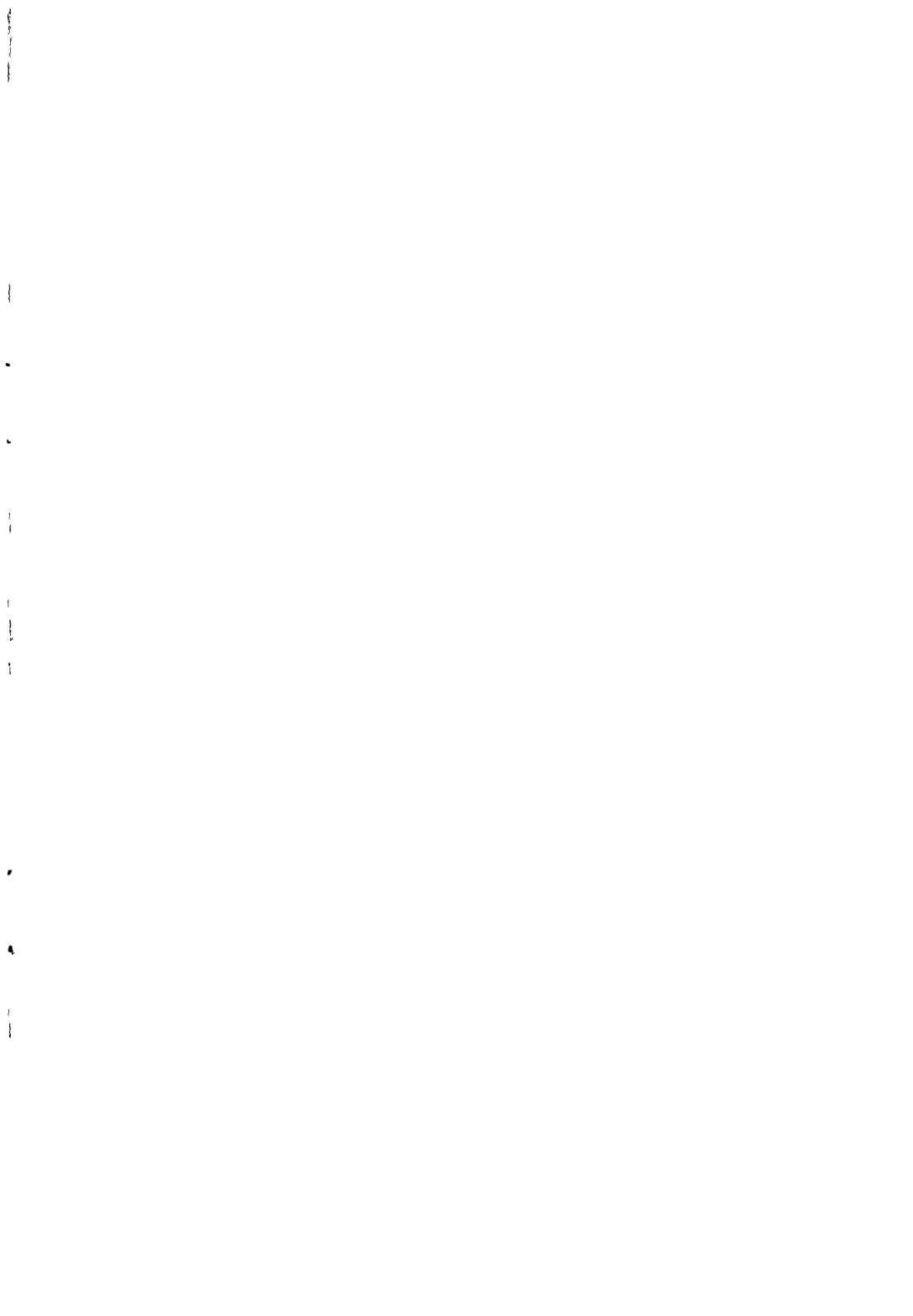
12. Двинин М. Ю. Эффективность применения нетрадиционных компонентов в комбикормах для форели Материалы конференции молодых ученых, посвященных 80-летию ПИНРО.-Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001.- С. 68-75.

13. Мухина И. Н., Двинин М. Ю. Сравнительная характеристика импортного и малокомпонентного отечественного стартовых экструдированных кормов для семги// Тезисы докладов Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н. М. Книповича.- Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002.- С. 145-146.

14. Двинин М. Ю. Оценка эффективности малокомпонентного экструдированного корма при выращивании семги. Наука и образование-2002: Матер. Всерос. научно-технич. конференции, 16-29 апр., 2002 г., Мурманск.- Мурманск: МГТУ, 2002.- С. 654-657.







18541

РНБ Русский фонд

2005-4

14861