

583

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

АЙВАЗОВ САБЕТ АЙВАЗОВИЧ



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПРОДУКЦИИ ИЗ ОКЕАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Специальность: 05.18.04 - технология мясных, молочных  
и рыбных продуктов

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Одесса 1996

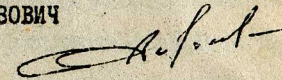
11



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

АЙВАЗОВ САБЕТ АЙВАЗОВИЧ



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПРОДУКЦИИ ИЗ ОКЕАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Специальность: 05.18.04 - технология мясных, молочных  
и рыбных продуктов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук



Одесса 1996

Айвазов С.А.  
Совершенствование  
технологии получения  
технической продукции из  
океанического сырья  
1996г.



Работа выполнена в Харьковской государственной академии технологии и организации питания.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор  
КРИВИЧ Владимир Соломонович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
ЕГОРОВ Богдан Викторович

кандидат технических наук, доцент  
ПЕРЦЕВОЙ Федор Всеволодович


Ведущая организация: Рыбзавод "Ант"


Защита состоится "12" февраля 1996 года в 12<sup>00</sup> часов  
на заседании специализированного совета Д 05.16.03 при  
Одесской государственной академии пищевых технологий по адресу:  
270039 г.Одесса, ул.Канатная, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесской  
государственной академии пищевых технологий.

Автореферат разослан "12" января 1996 г.

Ученый секретарь специализи-  
рованного ученого совета,  
доктор биологических наук,  
доцент

  
И.С.Крестников



### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Рыбная промышленность всегда была традиционным поставщиком биологически ценных рыбных как пищевых продуктов, так и технической продукции: кормовой рыбной муки и рыбных жиров, являющихся одним из самых важных ингредиентов комбикормов, используемых как при откорме сельскохозяйственных животных и птиц, так при искусственном рыборазведении. Если при составлении рецептур комбикормов существует взаимозаменяемость отдельных компонентов, таких как зерновые и бобовые культуры, то рыбные мука и жир остаются в их составе неизменно, так как они являются единственным источником легкоусвояемого организмом животного белка и эссенциальных жирных кислот. К сожалению, в настоящее время, вырабатываемые в меньших объемах чем ранее, рыбная мука и жир, зачастую, не удовлетворяют по своим качественным характеристикам требованиям ГОСТ (содержание жира в муке выше 10%, кислотное число рыбного жира выше 6,0 мг КОН).

Следует также отметить, что действующий рыболовецкий флот оснащен рыбомучными установками, позволяющими получать рыбную муку и жир или методом прямой сушки, или прессово-сушильным способом. Последний является более рациональным, так как позволяет получать техническую продукцию при относительно низких температурах обработки рыбного сырья, что в конечном счете сказывается на качестве целевого продукта. Вместе с тем, в основном выход рыбного жира, помимо неудовлетворительных качественных характеристик, весьма низок, что существенно влияет на экономические показатели производства. Кроме того жиры рыбной муки, в случае выпуска последней россыпью, подвергаются интенсивной окислительной и гидролитической порче из-за высокой влажности,



которая возрастает с увеличением поверхности соприкосновения с кислородом воздуха, что негативно влияет на качество рыбной муки в процессе хранения, а отсюда и комбикормов на её основе.

Учитывая вышесказанное следует отметить, что решение названных проблем и интенсификация технологических процессов обработки рыбного сырья путем использования вспомогательных веществ, обеспечивающих повышение выхода и качественных показателей рыбной продукции без существенной реконструкции ныне действующего оборудования, как на стадии термической обработки сырья, так и на стадии гранулирования рыбной муки является актуальной задачей, требующей незамедлительного рассмотрения. При этом вспомогательные вещества должны не только обеспечивать увеличение выхода жира, а вести его нейтрализацию в процессе экстракции в водную фазу, что позволило бы получение как рыбной муки, так и жира с заданными качественными характеристиками, независимо от состояния исходного сырья.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является - совершенствование технологии получения рыбной муки и жира из объектов океанического промысла с использованием вспомогательных веществ, обеспечивающих повышение выхода и качества готовой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие взаимосвязанные задачи:

- разработать технологические принципы, позволяющие интенсифицировать способы получения технической продукции из рыбного сырья на действующем оборудовании без существенной реконструкции;

- выявить эффективные вспомогательные вещества и определить их оптимальные концентрации, обеспечивающие максимальное выделение жира из рыбного сырья с одновременной нейтрализацией выделяемого жира в процессе обработки;

- исследовать качественные характеристики рыбного сырья, рыбной муки и жиров, выделяемых в процессе технологической обработки;

- обосновать выбор эффективных вспомогательных веществ, обеспечивающих получение гранулированного продукта (рыбной муки) с заданными прочностными характеристиками;

- исследовать качественные характеристики гранулированного продукта (рыбной муки) в зависимости от сроков хранения;

- разработать нормативно-техническую документацию на производство гранулированной рыбной муки и рыбного жира и осуществить промышленную апробацию в промышленных условиях;

- провести зоотехническую оценку по откорму свиней на рационах комбикормов с рыбной мукой.

Научная новизна. Установлено, что повышение выхода жира из рыбного сырья достигается благодаря введению на стадии термической обработки солей щелочных металлов, обеспечивающих получение поверхностно-активных веществ (Na-, K-мыл), ведущих к деструкции биологического материала, а отсюда к интенсификации процесса экстракции жира в водную фазу. Определено, что использование вспомогательных веществ в виде водорастворимых производных целлюлозы, обеспечивает получение гранулированной рыбной муки с заданными прочностными характеристиками, что позволяет увеличить сроки хранения конечного продукта и комбикормов изготовленных на его основе.



Практическая ценность. Разработана нормативно-техническая документация (ТУ и ТИ) на технологию получения кормовой рыбной муки с высоким содержанием протеина и жира с низким кислотным числом, которая внедрена на судах ВРПО "Каспрыба" и "Азчеррыба". Экономическая эффективность от внедрения на ЗМЗ "Урал" объединения "Каспрыбхолодфлот" и выпуска 346,2 т. кормовой муки и 46,65 т. технического жира составила 113,5 тыс. руб. (в ценах на 01.01.1992 г.). Разработанная технология по производству рыбной муки и жира может быть использована и при обработке иных видов рыб различной жирности (сардина, акчоус).

На основании разработанной технологии по гранулированию рыбной муки с использованием На-ИМЦ за период 1991-1994 гг. в АОСТ "Белгородский экспериментальный завод рыбных комбикормов" выпущено более 3 тыс. тонн гранулированного комбикорма.

Апробация работы. Основные результаты исследования, представленные в диссертационной работе доложены и одобрены на:

- научной конференции профессорско-преподавательского состава Астраблтуза, Астрахань, 1988 г.;
- научном семинаре объединения "Малиба" /Вильнюс, 1991 г./;
- техсовете для ведущих специалистов АО Белгородский ЗЗРК /Белгород, 1993 г./;
- международной научно-практической конференции "Перспективы развития массового питания и торговли в условиях перехода к рыночным отношениям". Харьков, 1994 г.;
- ежегодной научной конференции профессорско-преподавательского состава ХГАТСП. Харьков, 1995 г.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 4 статьи.

Структура и объем работы. Диссертация включает введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, экспериментальная часть и обсуждение результатов, состоит из 4 глав, выводов, списка использованной литературы и приложения.

Работа изложена на 184 страницах машинописного текста. Содержит 28 таблиц, 18 рисунков, 55 стр. приложений. Список литературы включает 143 наименования, в том числе 37 иностранных авторов.

На защиту выносятся:

- данные экспериментальных исследований по обоснованию выбора эффективных вспомогательных веществ, позволяющих интенсифицировать технологические процессы при производстве рыбной муки и жира;
- результаты исследования влияния солей щелочных и щелочно-земельных металлов на качественные характеристики рыбной муки, рыбного жира и выход последних в процессе производства рыбной муки;
- экспериментальные данные по выявлению водорастворимых производных целлюлозы на процесс гранулирования рыбной муки;
- результаты зоотехнических испытаний по определению кормовой ценности рыбной муки, полученной усовершенствованным способом при откорме свиней;
- обоснование технологической схемы производства кормовой рыбной муки и рыбного жира из морепродуктов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении отражены актуальность поставленной задачи, ее научная новизна и практическое значение результатов для рыбной промышленности.



В обзоре литературы рассматриваются основные характеристики белков и жиров тканей рыб, их химическое строение, классификация и физические свойства, анализируются существующие технологические способы получения белковых продуктов и жира из объектов океанического промысла, способы нейтрализации получаемых жиров как классическими методами, так и с помощью поверхностно-активных веществ.

На основании анализа изложенного материала, основываясь на мировом опыте производства технической продукции из рыбного сырья сделан вывод о целесообразности усовершенствования существующей технологии производства кормовой рыбной муки и жира по прессово-сушильной схеме для получения готовых продуктов более высокого качества без существенных изменений конструкции технологического оборудования.

Во второй главе отражены характеристики объектов, вспомогательных веществ, условия эксперимента и методы исследования. В качестве объектов исследования рассматриваются следующие виды рыб: каспийская килька (большезиловая, обыкновенная и анчоусовидная), сардина Атлантическая и анчоус с характеристиками представленными в табл. I.

В качестве вспомогательных веществ использовались: в процессе производства рыбной муки и жира - карбонаты натрия и калия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) - ГОСТ 83-63 и хлорид кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) - ГОСТ 4161-67; гранулированные рыбной муки - водорастворимые производные целлюлозы - метилцеллюлоза (МЦ), метилоксипропилцеллюлоза (МОПЦ) и натрий-карбонметилцеллюлоза (Na-КМЦ), последний допущен к применению как ингредиент пищевых продуктов.

Приведены методики технологической переработки рыбного сырья с целью получения кормовой муки и жира в лабораторных ус-

Таблица I.

Химический состав и морфометрические характеристики исследованных видов рыб

Вид рыбы	Промысл. длина, см	Масса, г	Влага, %	Жир, %	Белок, %	Минеральные вещества, %
1. Каспийская килька зимнего улова	9,5-12,5	4,6-9,2	71,8	4,2	21,2	2,8
2. Каспийская килька весен. улова	9,5-13,0	4,6-11,0	74,1	5,1	17,8	3,0
3. Анчоус зимнего улова	12,0-15,0	7,3-16,4	71,8	2,3	22,4	3,5
4. Анчоус весен. улова	12,0-18,0	7,3-13,0	73,3	2,9	20,1	3,7
5. Сардина	17,0-24,0	90,0-165,0	64,5	6,2	20,3	9,0

ловиях, выделения липидов из сырья и рыбной муки, а также получения грекул рыбной муки. Исследуемые образцы, исходное сырье, кормовая рыбная мука и рыбный жир оценивали по органолептическим, химическим (общий химический состав, кислотное число, число омыления и др.) и физико-химическим показателям (ИК, УФ-спектры, ТСХ, ГХХ и др.).

Содержание влаги, жира, золь (минеральных веществ) в сырье, рыбной муке, подпрессовом жоме и кислотные числа, числа омыления исследуемых рыбных жиров определяли стандартными методами (ГОСТ 76-36-85). Содержание общего азота - по методу Несслера (1984). Экстракцию липидов проводили по Bligh и Dyer (1959) и по Folch (1957). Аминокислотный состав белков сырья и кормовой рыбной муки определяли на анализаторе "Hitachi - 836" по методике данной фирмы. Исследование группового состава липидов проводили методом тонкослойной хроматографии (Ржавская Ф.М.) на готовых стеклянных пластинках фирмы De Fertizplatten Kiesegel, жирнокислотного состава липидов - газохроматографическим методом на газовом хроматогра-



матографе фирмы "Анако-3800". ИК-спектры жиров определяли на спектрофотометре "Спекорд-75 ИР" в области 400-4000 см<sup>-1</sup> и рассчитывали методом базисной линии (Вилков Л.В., 1987), а УФ-спектры - на спектрофотометре "Спекорд УВ ВИЗ" в области 220-350 нм для растворов жиров в оптически чистом гексане.

Гранулирование кормовой рыбной муки проводили на грануляторе "TAIYO" (Япония). Механическую прочность гранул рыбной муки определяли методом одноосного сжатия (Юсупов В.В., 1966) на специально изготовленном приборе, а равновесную влажность - эксикаторным методом, который относится к статистическим весовым методам (Фролов Ю.Г., 1986).

Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом математической статистики (Касандрова О.П., 197С).

В третьей главе изложены результаты исследований и обсуждение. Для достижения поставленной цели, получения рыбной муки и рыбного жира с более высокими качественными характеристиками, влияющими на пищевую и технологическую ценность путем снижения жирности рыбной муки независимо от видовых особенностей сырья с одновременной нейтрализацией жиров в процессе их выделения по прессово-сушильной схеме на действующем оборудовании без существенной реконструкции, были использованы карбонаты и гидрокарбонаты щелочных металлов, вводимых на стадии термической обработки сырья с последующей инактивацией хлоридом кальция, ведущего к переводу водорастворимых натриевых производных жирных кислот в кальциевые мыла, нерастворимые в воде. Свободные жирные кислоты, содержащиеся в липидах рыбы, вступая во взаимодействие с солями щелочных металлов образуют поверхностно-активные вещества, ведущих к понижению межфазного натяжения и некоторой деградации белково-липидных и липидно-белковых комплексов, в результате чего обеспечивается уве-

личение выхода жира в водную фазу, что наглядно иллюстрируется данными, представленными в таблице 2.

Таблица 2.

Общий химический состав рыбной муки в зависимости от концентрации вспомогательных веществ

Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , %	CaCl <sub>2</sub> , %	Влага, %	Жир, %	Белок, %	Минеральные вещества, %
Кормовая мука из каспийской кильки:					
- град. способ		10,0	13,9-14,9	64,9-66,1	10,1-10,3
- с K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>					
0,05	0,05	10,0	12,0-12,2	68,1-68,5	9,3-9,5
0,10	0,10	10,0	11,0-11,3	69,0-69,3	9,8-10,0
0,20	0,20	10,0	9,5-9,8	69,2-70,5	9,9-10,1
0,30	0,30	10,0	9,4-9,8	69,1-70,2	9,8-10,4
0,40	0,40	10,0	9,3-9,6	68,9-70,5	10,1-10,5
0,60	0,60	10,0	9,4-9,6	69,3-70,5	9,9-10,3
- с Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> :					
0,05	0,05	10,0	11,9-12,2	68,1-68,4	9,6-9,9
0,10	0,10	10,0	10,8-11,3	68,9-69,2	9,8-10,1
0,20	0,20	10,0	9,7-9,8	69,6-70,3	9,9-10,3
0,30	0,30	10,0	9,4-9,6	69,9-70,2	10,0-10,4
0,40	0,40	10,0	9,4-9,6	70,0-70,2	9,9-10,5
Кормовая мука из анчоуса с Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> :					
град. способ		12,0	7,3-7,8	70,1-70,6	10,2-10,5
0,05	0,05	12,0	7,3-7,4	70,0-70,3	10,4-10,5
0,20	0,20	12,0	5,5-5,6	71,9-72,2	10,1-10,2
0,40	0,40	12,0	5,2-5,4	72,1-72,3	9,9-10,2
0,60	0,60	12,0	5,2-5,3	72,1-72,3	9,9-10,1
Кормовая мука из сардины с Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> :					
- град. способ		12,0	17,2-17,5	56,4-57,2	12,8-13,5
0,05	0,05	12,0	14,1-14,3	61,2-63,1	12,1-12,3
0,20	0,20	12,0	11,2-11,5	62,4-63,9	12,6-12,8
0,40	0,40	12,0	9,6-9,8	64,3-64,7	12,7-12,9
0,60	0,60	12,0	9,6-9,8	64,4-64,7	12,7-12,9



Таким образом, использование гидротропных агентов в концентрациях 0,1-0,3% обеспечивает получение целевого продукта (кормовой рыбной муки) заданной жирности независимо от содержания липидов в исходном сырье.

Результаты исследования общих химических показателей (кислотное число, число омыления и эфирное число) рыбных жиров, выделенных из подпрессового бульона при обработке каспийской кильки по прессово-сушильной схеме традиционным способом и с использованием солей щелочных металлов и хлорида кальция при различных концентрациях приводятся в табл.3.

Таблица 3.

Качественные показатели жиров из каспийской кильки, полученных традиционным способом и с использованием вспомогательных веществ

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ $\text{K}_2\text{CO}_3, \%$	$\text{CaCl}_2, \%$	к.ч., мг КОН	ч.о., мг КОН	эф.ч., мг КОН
1. Традицион. способ				
2. - с использованием $\text{K}_2\text{CO}_3$ и $\text{CaCl}_2$ :				
0,05	0,05	1,4-1,6	207,3-218,7	205,9-217,1
0,10	0,10	1,3-1,4	203,4-216,2	202,1-214,8
0,20	0,20	1,1-1,3	198,2-216,0	197,1-214,7
0,30	0,30	0,7-0,9	195,1-215,5	194,4-214,6
0,40	0,40	0,6-0,7	180,8-194,7	180,2-194,0
0,60	0,60	0,6-0,7	175,4-191,1	174,8-190,4
3. - с использованием $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{CaCl}_2$ :				
0,05	0,05	1,7-1,7	196,6-212,0	197,5-210,3
0,10	0,10	0,8-1,1	197,7-208,3	196,9-207,2
0,20	0,20	0,7-0,8	195,2-205,6	194,5-204,8
0,30	0,30	0,6-0,7	183,3-199,2	182,7-198,5
0,40	0,40	0,6-0,8	149,1-191,3	148,5-190,5

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что при использовании указанных вспомогательных веществ наряду с увели-

чением выхода жира, происходит одновременно и процесс нейтрализации, в результате чего значения кислотных чисел падают в 3-4 раза по сравнению с кислотными числами жиров, полученных традиционным способом. Увеличение концентрации вспомогательных веществ наряду с усилением процесса нейтрализации, ведет к незначительному гидролизу сложных эфиров жирных кислот. Свидетельство тому, монотонное уменьшение эфирных чисел и чисел омыления, что обусловлено процессами гидролиза сложных эфиров, которые подтверждается исследованиями жиров методом хроматографии в тонком слое, результаты которых представлены в табл.4.

Таблица 4.

Фракционный состав липидов фарша и жиров, выделенных при производстве рыбной муки из каспийской кильки

Способ получения жира	СЖК, %	Триглицериды, %	Фосфолипиды, %
1. Жир, выделенный из фарша	1,2	63,8	12,3
2. Жир, полученный традиционным способом	3,1	65,9	6,4
3. Жир, полученный с использованием $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{CaCl}_2$ при концентрации:			
0,10%	1,7	65,2	6,2
0,20%	1,2	64,4	6,0
0,40%	0,9	63,9	5,8

Снижению содержания свободных жирных кислот с 3,1% по традиционной технологии до 1,2-1,7% по усовершенствованной технологии и триглицеридов с 65,9% до 63,9% подтверждают выводы, сделанные на основании исследований общих химических показателей (к.ч., ч.о., э.ч.) выделяемых жиров как при обработке каспийской кильки, так и анчоуса.

Исследование жирнокислотного состава (табл.5) указывает на то, что использование гидротропных агентов при получении рыбной муки и жира, практически не влияет на состав непредельных жирных кислот, чем в основном и ценится рыбный жир, концентрация которых колеблется в пределах 55,9-56,6%.



Таблица 5.

Общий жирнокислотный состав (в %) липидов сырья и жира выделенные при производстве рыбной муки из каспийской кильки

	Жирные кислоты (%)	Липиды сырья	Способ получения жиров		
			традиционный	с использованием:	
				Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> и CaCl <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> и CaCl <sub>2</sub>
Σ Предельных					
C <sub>п:0</sub>	33,4	38,2	36,6	37,8	
C <sub>п:1</sub>	35,4	33,4	36,5	38,7	
C <sub>п:2</sub>	1,1	1,3	0,9	0,6	
C <sub>п:3</sub>	5,1	4,9	4,5	4,6	
C <sub>п:4</sub>	0,4	0,7	0,2	0,3	
C <sub>п:5</sub>	1,7	2,5	2,0	2,0	
C <sub>п:6</sub>	15,7	13,1	12,9	10,4	
Σ Непредельных	59,6	55,9	56,5	56,6	
Σ Неидентифиц.	7,0	5,8	6,9	5,5	

Исследования выделяемых жиров методами ИК- и УФ-спектроскопии, результаты которых представлены в табл. 6, позволяют сделать заклю-

Таблица 6.

Интенсивность полосы  $\nu_{\text{C-H}}$  3350 см<sup>-1</sup> в ИК-спектрах и средние значения удельного поглощения растворов жиров в УФ-области

Образцы жиров	Величина $\nu_{\text{C-H}}$ , T% ИК-спектр	УФ-спектры	
		232 нм E <sub>1</sub> % <sub>1см</sub>	268 нм E <sub>1</sub> % <sub>1см</sub>
1. Жи., выделенный из фарша анчоуса	7,0	25,22	7,57
2. Жи., полученный традиционным способом	6,0	16,56	4,71
3. Жи., полученный по новой технологии	3,0	10,97	2,82

чение, что использование вспомогательных веществ обеспечивает получение рыбных жиров более высокого качества, так как происходит падение содержания неполных глицеридов в 2 раза, а первичных (гидропероксиды) и ненасыщенных вторичных (альдегиды и кетоны) продуктов окисления жиров в 1,6 раз.

Исследование аминокислотного состава белков сырья и рыбной муки, полученной различными способами из каспийской кильки (табл. 7) свидетельствует, что способ обработки рыбного сырья на содержание и состав аминокислот существенного влияния не оказывает.

Таблица 7.

Общий аминокислотный состав (в %) белков фарша и кормовой муки из каспийской кильки

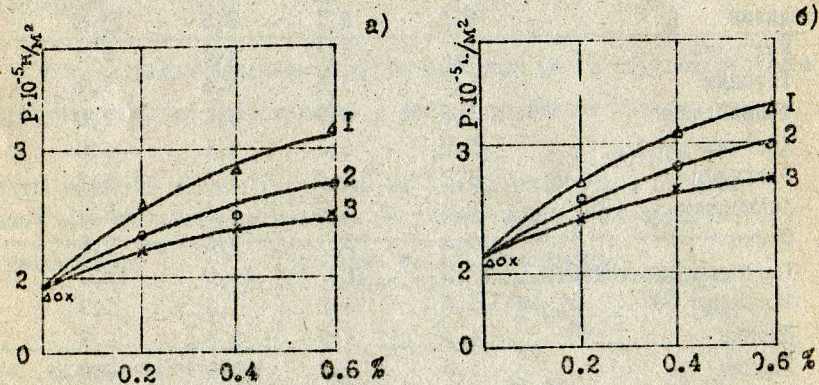
Аминокислоты	Белки из фарша	Способ получения рыбной муки		
		традиционный	с использованием:	
			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Валлин	5,4	5,4	4,8	4,5
Изолейцин	4,7	6,1	5,7	5,1
Лейцин	6,6	8,2	7,3	6,4
Лизин	8,3	8,1	9,9	10,6
Метионин	3,1	3,2	2,2	2,3
Треонин	4,5	3,8	3,6	3,8
Фенилаланин	3,8	4,9	6,7	7,2
Аргинин	5,9	5,2	5,4	6,0
Гистидин	3,2	3,6	3,5	3,1
Аспарагин	9,8	6,8	6,3	5,9
Серин	3,6	3,3	3,6	3,5
Глутаминовая кислота	17,0	16,7	16,0	17,1
Тирозин	5,3	6,2	1,2	0,9
Пролин	4,1	4,5	5,9	6,5
Глицин	5,8	5,4	7,2	6,9
Аланин	6,1	5,9	6,4	6,3
Цистин	0,6	0,8	1,3	1,4
Аминок.	1,5	1,5	1,0	2,0
Сумма незаменимых аминокислот	45,5	48,1	48,9	49,2
Сумма заменимых аминокислот	53,1	51,1	49,8	49,6

Таким образом, несмотря на незначительные изменения аминокислотного состава белков, в целом получаемый по разработанной техно-



логии целевой продукт - рыбная мука - является полноценным белковым продуктом.

С целью предотвращения нежелательных явлений, связанных с ухудшением качественных характеристик рыбной муки при длительном хранении, особую актуальность обретает вопрос гранулирования, для решения которого были использованы в качестве вспомогательных веществ водорастворимые производные целлюлозы, обеспечивающие достаточную механическую прочность гранулированного материала. Результаты исследований механической прочности, равновесной влажности и предельной адсорбции гранул рыбной муки представлены на рис.1,2,3.



( производные целлюлозы )

Рис.1. Зависимость механической прочности гранул рыбной муки от природы и концентрации водорастворимых производных целлюлозы

- а) - рыбная мука, полученная традиционным способом  
 б) - рыбная мука, полученная усовершенствованным способом  
 1 - с Na-КМЦ (натрий-карбоксиметилцеллюлоза)  
 2 - с МЦ (метилцеллюлоза)  
 3 - с МОПЦ (метилоксипропилцеллюлоза)

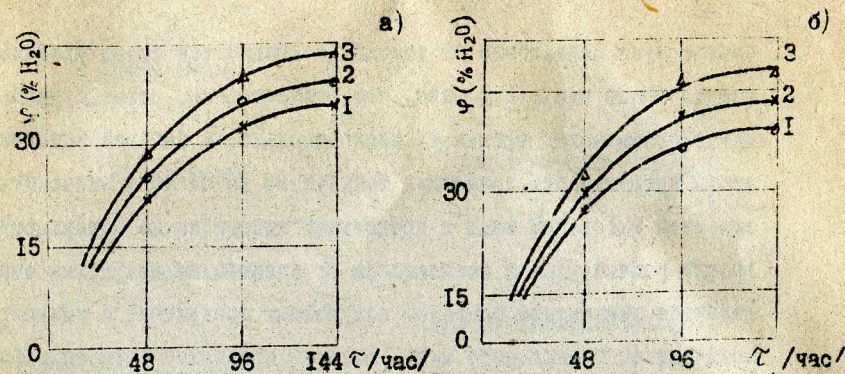


Рис.2. Зависимость равновесной влажности гранул рыбной муки от времени хранения и концентрации вспомогательного вещества ( Na-КМЦ )

1 - с 0,0% Na-КМЦ; 2 - с 0,3% Na-КМЦ; 3 - с 0,6% Na-КМЦ.

- а) - рыбная мука, полученная традиционным способом  
 б) - рыбная мука, полученная усовершенствованным способом.

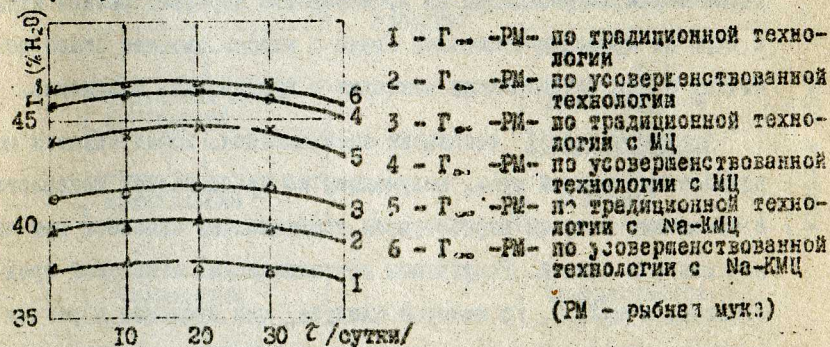


Рис.3. Зависимость предельной адсорбции воды на поверхности гранул рыбной муки, полученной по традиционной и усовершенствованной технологии от времени хранения и природы вспомогательного вещества (при концентрации 0,6%).

Как свидетельствуют результаты исследований наиболее эффективным вспомогательным веществом из всего ряда исследованных производных целлюлозы является натрий-карбоксиметилцеллюлоза при концентрации порядка 0,6%. При этом механическая прочность гранул



рыбной муки независимо от видовых особенностей сырья увеличивается более чем в 1,5 раза, что, естественно, ведет к уменьшению крошимости гранул и, следовательно, к большей устойчивости продукта при хранении. Полученные различия в значениях скорости адсорбции воды и предельной адсорбции на поверхности гранул рыбной муки в зависимости от способа её получения определяются химическим составом получаемых продуктов, а именно, количеством содержащего жира, который проявляет свои гидрофобные свойства, и использованием гидрофильных производных целлюлозы.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема, которая представлена на рис.4 и нормативно-техническая документация на производство кормовой рыбной муки и жира по прессово-сушильной схеме с использованием солей щелочных и щелочноземельных металлов и производных целлюлозы.

Четвертая глава посвящена исследованию эффективности использования рыбной муки, полученной по предлагаемой технологии в сравнении с мукой, выработанной традиционным способом при мясном откорме сибирей. Результаты зоотехнических испытаний представлены в табл.8, из которой следует, что введение в рацион питания рыбной муки, полученной по усовершенствованной технологии в количестве 70% от количества рыбной муки, выработанной традиционным способом, приводит к одинаковому убойному весу, выходу и морфологическому составу туш.



Рис.4. Технологическая схема производства кормовой рыбной муки и жира по прессово-сушильной схеме



Таблица 8.

Эффективность откорма свиней в научно-хозяйственном опыте на рационах с рыбной мукой, полученной с ПАВ, и стандартной

Показатели	Единица измерения	Группы животных	
		1 опытная РМ с ПАВ	2 контрольная РМ стандартная
Количество животных в группе	гол.	15	15
Продолжительность опыта	дней	101	101
Средняя масса 1 головы:			
в начале опыта $M \pm$	кг	35,0 $\pm$ 0,2	35,0 $\pm$ 0,3
в конце опыта $M \pm$	кг	105,0 $\pm$ 0,5	107,2 $\pm$ 0,7
Общий прирост за опыт $M \pm$	кг	70,0 $\pm$ 0,5	72,2 $\pm$ 0,5
Среднесуточный прирост живой массы 1 животного	г	693	715
В % к контрольной группе	%	96,9	100,0
Израсходовано натурального корма на 1 животного	кг	263,1	270,8
Его питательность:			
кормовых единиц	кг	293,1	300,5
перевариваемого протеина	кг	31,2	31,8
Приходится перевариваемого протеина на 1 кормовую единицу	г	106	105
Потреблено в среднем на голову в сутки: натурального корма	кг	2,6	2,7
питательность:			
кормовых единиц	кг	2,9	3,0
перевариваемого протеина	г	309	315
Затрачено на 1 кг прироста:			
кормовых единиц	кг	4,2	4,2
перевариваемого протеина	г	446	440
В % к контрольной группе	%	101,4	100,0
Рыбной муки	г	143	211

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны технологические принципы получения рыбной муки и жира, позволяющие интенсифицировать способы термической обработки сырья по прессово-сушильной схеме, основанные на использовании гидротропных агентов - солей щелочных и щелочно-земельных металлов. На основании проведенных исследований выявлены эффективные вспомогательные вещества (карбонаты натрия, калия и хлорид кальция) и их оптимальные концентрации (0,1-0,3%), обеспечивающие увеличение содержания протеина на 2-6% в рыбной муке из каспийской кильки при одновременном снижении массовой доли жира с 14,4% до 9,5%. Аминокислотный состав белков кормовой муки существенных изменений не претерпевает.

Доказано, что разработанная технология по производству кормовой рыбной муки и жира может быть использована и при обработке иных видов рыб различной жирности (сардина, анчоус).

2. Выявлено, что при производстве рыбной муки, наряду с увеличением выхода жира, происходит и процесс нейтрализации последнего, о чем свидетельствуют результаты исследований как общих химических показателей (кислотное число, число омыления, эфирное число), так и данные тонкослойной и газовой хроматографии, ИК- и УФ-спектроскопии. Например, кислотное число выделяемого жира падает с 3,7-4,4 мг КОН до 0,7-0,8 мг КОС, а содержание свободных жирных кислот - с 3,1% до 1,2-1,7%.

3. Разработана технология гранулирования рыбной муки с использованием проигровых целлюлоз (На-КМЦ, МЦ, МОЦ) при концентрации 0,4-0,6%, вводимых на стадии разрыхления готового продукта в твердой фазе, что обеспечивает увеличение прочностных



характеристик гранул рыбной муки, а отсюда и более стабильное поведение продукта при хранении.

4. Проведена зоотехническая оценка кормовой ценности рыбной муки, полученной с использованием гидротропных агентов ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaCl}_2$ ) в сравнении с рыбной мукой, полученной традиционным способом, при откорме свиней. Установлено, что при введении в рацион питания рыбной муки, полученной усовершенствованным способом в количестве 70% от количества рыбной муки, выработанной традиционным способом приводит к одинаковому убойному весу и выходу.

5. Разработана и утверждена нормативно-техническая документация (ТУ и ТИ) на технологии получения кормовой рыбной муки и жира, которая внедрена на судах ВРПО "Касприсба" и "Азчеррисба". Экономическая эффективность от внедрения на ИС "Урал" объединения "Касп.обхолодплот" и выпуска 346,2 т. кормовой рыбной муки и 46,65 т. технического жира составила 113,5 тыс.руб. (в ценах на 01.01.1992 г.).

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

1. Айвазов С.А., Кривич В.С. Совершенствование технологии получения пищевой и кормовой рыбной муки и жира //Сб. науч. труды УИОН "Проблемы общественного питания на пути к рынку". - Харьков, 1993. - С.55-57.

2. Кривич В.С., Айвазов С.А. "Исследование жирнокислотного состава липидов различных видов каспийской килушки методом газовой хроматографии //Сб. науч. тр. Харьковского института общественного питания "Проблемы общественного питания на пути к рынку". Харьков, 1993. - С.134-137.

3. Кривич В.С., Айвазов С.А. Использование солей щелочных и щелочноземельных металлов в технологии получения рыбной муки и жира //ЦНТИ Информационный листок № 71-93. - Махачкала, 1993.

4. Кривич В.С., Айвазов С.А. Исследование рыбных жиров методами ИК- и УФ-спектроскопии //Сб. науч. трудов Харьковской Государственной Академии технологии и организации питания "Новые технологии пищевых производств и актуальные проблемы развития торговли и общественного питания". Харьков, 1995. - С.121-124.