

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

На правах рукописи
УДК 664.957:664.951.81:639.28

КОВАЛЬ Юрий Леонидович



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОЙ
КОРМОВОЙ МУКИ ИЗ КРИЛЯ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ КАЧЕСТВА ПРИ
ХРАНЕНИИ

(специальность 05.18.04 – Технология мясных, молочных
и рыбных продуктов)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 1990

Работа выполнена в лабораториях технологии переработки объектов промысла Одесского отделения Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮНМО) и кафедры органической химии ОТИШ им.М.В.Ломоносова, на экспериментальной базе "Керчь" (г.Севастополь), экспедиционно-промысловом судне БМТР "Т.Ковтун". Биологические опыты проведены в Московской ордена Трудового Красного Знамени ветеринарной академии им.К.И.Скрябина.

Научный руководитель: кандидат технических наук,
от.науч.сотр. Мрочков К.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Шендерюк В.И.
кандидат технических наук,
от.науч.сотр. Головин А.Н.

Ведущая организация – Бассейновое производственное рыбопромышленное объединение Югрыба.

Защита диссертации состоится "21" декабря 1990 г. на заседании специализированного Совета К ИИ7.01.01. Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии по адресу: 107140, Москва, ул. В.Красносельская, 17а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО.

Автореферат разослан "___" _____ 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат технических наук

Ионас Г.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Успешное выполнение задач, поставленных Продовольственной программой, зависит от возможности обеспечения животноводства полноценными кормами, в частности животного происхождения. В связи с этим, особое значение приобретает производство высококачественной кормовой муки из гидробионтов, в том числе из антарктического криля.

Крилевая мука (КМ) – концентрат животного белка и по достоинству приравнена к рыбной муке. Однако, несмотря на высокую кормовую ценность, специфические особенности КМ (малая насыпная плотность, распыляемость, олеживаемость и др.) отрицательно влияют на её качество.

Эффективным способом устранить недостатки и придать КМ прогрессивную технологическую форму является гранулирование. Оно позволит применить бестарные способы перевозки, повысить коэффициент полезного использования грузовых помещений и транспортных средств, сократить количество потерь, обеспечить лучшую сохранность в муке питательных компонентов. Сведения по технологии гранулирования КМ и её хранению практически отсутствуют.

Актуальность работы определяется необходимостью решения вопросов повышения качества, улучшения условий хранения и транспортирования КМ.

Работа проводилась в рамках КИП "Криль" по теме "Разработка и совершенствование технологии производства кормовой продукции из криля".

Цель и задачи исследования. Цель работы – разработка научных основ и технологии гранулирования КМ, её хранения и осуществление разработанной технологии в производственных условиях. В связи с этим, в задачу наших исследований входило:

исследование химического состава, физических и гигроскопических свойств КМ и обоснование необходимости её гранулирования; разработка технологического режима гранулирования; осуществление подбора связующих веществ и оценка их влияния на эффективность прессования и прочностные свойства гранул; исследование влияния гранулирования на биохимический состав, физические и гигроскопические свойства КМ; изучение изменения химического состава, структурно-механических свойств гранул и обсемененности муки микроорганизмами при длительном хранении в различных условиях; осуществление промышленной проверки разработанной технологии гранулирования КМ и её хранения в условиях промышленного судна; проведение биологических испытаний КМ в промышленном птицеводстве; определение экономической эффективности; разработка нормативно-технической документации и технико-экономического обоснования производства гранулированной КМ.

Научная новизна. По комплексу показателей, характеризующих физико-механические и гигроскопические свойства КМ, обоснована необходимость её гранулирования. Разработана технология и установлены оптимальные параметры процесса. Создано связующее вещество (А.с. № 1429362), повышающее эффективность производства, прочность и сохранность гранул. Впервые исследовано влияние гранулирования на биологическую ценность КМ, изучено изменение её основных компонентов при длительном хранении.

Практическая ценность работы и реализация её в промышленности. Даны рекомендации промышленности по технологии гранулирования КМ, которые легли в основу создания отечественного судового оборудования НПО-ИЛУ-1, смонтированного дополнительно к прессово-сушильной РМУ промышленного судна. Разработана, утверждена и передана промышленности НТД на производство, хранение и транс-

портирование гранулированной КМ (ТИ, ТУ, ВТИ). Технология гранулирования КМ рекомендована к широкомасштабному внедрению на судах флота рыбной промышленности. С 1988 г. производство гранулированной КМ осуществляется на БМТР "Г.Ковтун" Севастопольского ПОРП "Атлантика". Показана высокая эффективность использования гранулированной КМ в составе кормовых рационов сельскохозяйственных птиц при их промышленном выращивании. Рассчитан годовой экономический эффект от производства, транспортирования и скармливания гранулированной КМ.

Апробация работ. Основные положения диссертации доложены: на заседании технической секции НТС ЦКНТБ Азчеррыба (Севастополь, 1984); на Всесоюзных научных конференциях: по кормовым продуктам (Одесса, 1981), по использованию сырьевых ресурсов антарктической зоны океана (Керчь, 1983) и ресурсам криля (Рыбное, Моск. обл., 1984); Всесоюзных совещаниях по вопросам комплексной обработки криля (Севастополь, 1983; 1986); семинаре Минрыбхоза СССР по повышению уровня механизации ПРТС-работ с кормовой мукой (Москва, 1987); научно-технической конференции ОТИПП им.М.В.Ломоносова (Одесса, 1986), Ученых Советах ЮгНИРО (Керчь, 1983; 1986) и его Одесского отделения (1985; 1987), расширенных коллоквиумах технологических лабораторий ВНИРО (1983-1985). Натурные образцы гранулированной КМ экспонировались на международной выставке (Ангола, г.Луанда, 1988), на ВДНХ СССР (1988; 1989) и ВДНХ УССР (1987; 1989).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ, 5 из них с грифом "ДСП", в том числе 1 авторское свидетельство.

Структура и объем работы. Диссертация включает введение, обзор литературы, экспериментальную часть, состоящую из 5 глав, выводы, список использованной литературы и приложения.

Работа изложена на 265 с. машинописного текста, содержит 26

таблиц, 36 рис., 31 приложение. Список литературы состоит из 251 наименования, из них 50 зарубежных источников.

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Приведен обзор литературных источников по характеристике химического состава и кормовой ценности КМ, современному состоянию и эффективности технологии гранулирования кормов и обобщены данные о биохимических превращениях основных компонентов животных кормов при хранении.

На основании проведенного анализа литературы показана недостаточная изученность физико-механических свойств КМ, обоснована целесообразность проведения исследования по разработке технологии гранулирования муки, в том числе с применением новых, эффективных связующих веществ, и оценке влияния гранулирования и хранения на качество КМ.

Глава II. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучали партии рассыпной муки, выработанной из крыля с применением антиокислителя ионола (0,1 %) в промышленных условиях на судовых прессово-сушильных РМУ (А1-ИЖР, СССР; VF/Mö-2, ГДР), и гранулированной, полученной в лабораторных и полупроизводственных условиях. По физико-химическим показателям исследуемые партии КМ отвечали требованиям ГОСТ 2116-82.

Физико-механические свойства изучаемых продуктов оценивали по гранулометрическому составу, плотности, насыпной плотности, скважистости, пористости, углу естественного откоса, коэффициенту внутреннего трения, степени уплотнения при статический и динамической нагрузках, скорости истечения, распыляемости муки, определяемых стандартными и известными методами. Гигроскопические свойства изучали с помощью статического метода.

Гранулирование КМ осуществляли на лабораторной установке и полупромышленной - с использованием валкового пресса-гранулятора с вращающейся кольцевой матрицей (ОГМ-0,8А, СССР).

Об эффективности процесса гранулирования судили по крошимости и ударной прочности гранул, определяемых стандартным и известными методами, а также по производительности, удельному энергопотреблению, технологическому коэффициенту полезной работы пресса.

Влияние гранулирования и хранения на биологическую ценность КМ устанавливали современными химическими и биохимическими методами. Стандартными методами определяли: формы азота (общего, небелкового, летучих оснований, аминного), химические показатели качества жира (кислотное, йодное числа, число омыления), содержание витамина Е, минеральные вещества, воду, степень перевариваемости. Содержание хитина устанавливали по уточненной Н.П.Боевой методике Роземана-Хекмена, доступный лизин - модифицированным методом Мусийко и Сысоева, белковые фракции - известными методами, ферментативную атакуемость белков муки - модифицированным методом Покровского и Ертанова, аминокислотный состав - на анализаторе аминокислот ААА-881 (УССР), свободные липиды - экстракцией диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета, общие липиды, извлекаемые бинарным растворителем - по унифицированному Кузнецовым и Гришиной методу Блайя и Дайера, активность протеолитических ферментов и липаз - по известным методикам, щелочность - аналогично определению кислотности, принятой для кормов.

Микробиологический контроль общего количества бактерий и плесневых грибов в КМ осуществляли стандартными методами.

Обработку экспериментальных данных проводили методами математической статистики (Мальцев, Емельянова, 1982).

Глава III. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОРМОВОЙ
МУКИ ИЗ КРИЛИ

Изучение физико-механических свойств рассыпной КМ показало, что частицы размером около 0,25 мм составляют практически половину общей массы муки. С увеличением влажности в пределах от 7 до 13 % происходит набухание биополимеров, составляющих частицы муки, и средние геометрические размеры их увеличиваются от 0,77 до 0,96 мм. Неправильная форма и различный характер поверхности частиц обуславливают большую силу сцепления между ними. Полученные значения окважистости и пористости КМ (табл. I) свидетельствуют о значительной доле в продукте свободного пространства между частицами.

Таблица I

Физико-механические свойства рассыпной крилевой муки различной влажности

Показатель	Массовая доля воды в муке, %		
	7,9	10,6	12,1
Плотность, кг/м ³	1296	1281	1270
Насыпная плотность, кг/м ³	410,3	418,0	419,0
Скважистость, %	68,3	67,4	67,0
Пористость	2,16	2,06	2,03
Коэффициент плотности	0,317	0,326	0,330
Угол естественного откоса, °	43,2	44,3	44,5
Коэффициент внутреннего трения	0,94	0,98	0,99
Степень уплотнения при статической нагрузке, %	13,4	13,4	15,4
Условная слеживаемость	слеживается		

С повышением влажности сыпучесть муки снижается, что выражается в увеличении угла естественного откоса и коэффициента внутреннего трения. КМ с массовой долей воды выше стандартной слеживается и теряет сыпучесть. Скорость истечения КМ из емкостей зависит от содержания воды и липидов в ней. С увеличением массовой

доли этих компонентов (до 17 % каждого) скорость истечения муки резко снижается, вплоть до полной потери текучести. Мука отличается значительной распыляемостью, составляющей 7,6 % для продукта с влажностью 8 %. С увеличением последней потери КМ за счет распыления уменьшаются.

При приложении динамической нагрузки происходит изменение объемных показателей КМ, которое завершается через 5 мин. При этом объем муки уменьшается в среднем на 12,5 % от первоначального. Уплотнение продукта сопровождается уменьшением его оксигенности и пористости.

Исследование сорбционных свойств КМ показало, что при высоких значениях относительной влажности воздуха в интервале $\varphi = 60 - 80$ % равновесная влажность продукта увеличивается с 6,2 до 11,9%.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что КМ относится к категории кормов с неудовлетворительными физико-механическими свойствами, что обуславливает необходимость её гранулирования.

Исследование процесса гранулирования КМ показало, что качество гранулированного продукта и эффективность работы прессовой установки зависят от свойств КМ и конструктивных характеристик пресса. Установлено, что размер частиц кормовой муки в интервале 0,5...3,0 мм практически не влияет на прочность гранул. Зависимость плотности и структурно-механических показателей гранул от массовой доли воды в муке в интервале 12-17 % имеет криволинейный характер с явно выраженным максимумом (рис.1). На процесс гранулирования оказывает также влияние наличие липидов в ней. С увеличением их содержания наблюдается тенденция к ухудшению прочностных свойств гранул, однако в исследуемом интервале значений массовой доли липидов (10-19 %) структурно-

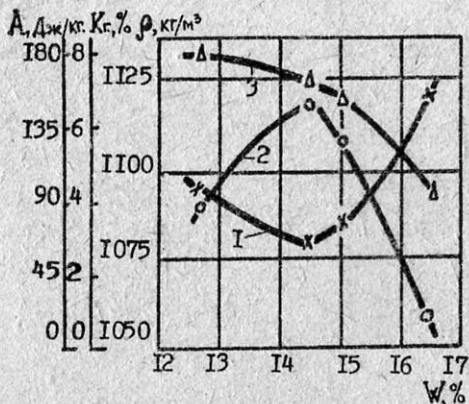


Рис.1. Зависимость плотности (I), крошимости (2) и ударной прочности (3) гранул от влажности криле-вой муки

С увеличением диаметра рабочих отверстий матрицы в интервале 5–13 мм при размере зазора между матрицей и валками равном 0,25 мм снижаются удельные энергозатраты на 305 кДж/кг и увеличивается производительность пресса на 382 кг/ч. Влияние диаметра отверстий матрицы на прочностные свойства гранул приведено на рис.2.

Наилучшие результаты достигаются при использовании матрицы с отверстиями диаметром 8 и 10 мм.

Гранулирование КМ при установленных параметрах процесса

механические свойства гранул остаются в пределах норм, принятых для гранулированных кормов.

С увеличением температуры прессуемого корма до 65 °С прочность гранул возрастает, дальнейшее повышение её не оказывает существенного влияния на этот показатель.

Изменение рабочего зазора между внутренней по-

верхностью матрицы и прессующими валками гранулятора в пределах от 0,15 до 0,45 мм незначительно влияет на плотность гранул, однако, при этом существенно изменяются их прочностные свойства, производительность пресса и удельный расход электроэнергии. Наилучшие показатели достигаются при размере зазора 0,25 мм, который соизмерим со средним размером частиц, преобладающим в составе КМ.

С увеличением диаметра рабочих отверстий матрицы в интервале 5–13 мм при размере зазора между матрицей и валками равном 0,25 мм снижаются удельные энергозатраты на 305 кДж/кг и увеличивается производительность пресса на 382 кг/ч. Влияние диаметра отверстий матрицы на прочностные свойства гранул приведено на рис.2.

Наилучшие результаты достигаются при использовании матрицы с отверстиями диаметром 8 и 10 мм.

Гранулирование КМ при установленных параметрах процесса

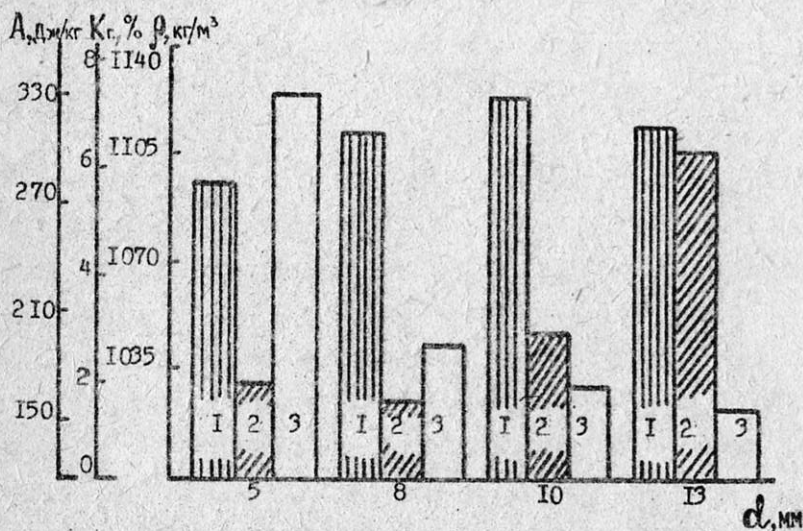


Рис.2. Зависимость плотности (I), крошимости (2) и ударной прочности (3) от диаметра гранул

обеспечивает получение гранул с лучшими структурно-механическими свойствами при высокой производительности пресса (от 220 до 500 кг/ч) и наименьших удельных энергозатратах (от 49 до 63 кДж/кг). Готовый продукт характеризуется следующими показателями: гранулы цилиндрической формы с матовой или глянцевой поверхностью, от кремового до светло-коричневого цвета, запах, свойственный крилевой муке, диаметр - 10 мм, длина - 14...17 мм, плотность - 1120...1125 кг/м³, крошимость - 2,68-3,00 %, ударная прочность - 165...178 Дж/кг.

Дополнительное улучшение качества гранулированной КМ достигается путем введения в муку при гранулировании связующих веществ в количестве 3 % к массе корма. В качестве последних использовали лигносульфонат, подпрессовый крилевый бульон, хитозан, водорослевый загуститель и их комбинации. Показана значительная эффективность исследованных связующих веществ для повышения проч-

ности гранул. Разработана новая связующая добавка на основе подпрессового бульона и лигносульфоната, обладающая питательной ценностью и высокой связующей способностью. Использование её при гранулировании КМ в количестве 8 % к массе корма позволило на 40 % сократить истираемость гранул, на 23 % повысить их устойчивость к ударным нагрузкам и на 1,8 % увеличить выход готового продукта за счет введения сухих веществ связующей добавки. Указанное связующее вещество является наиболее дешевым и эффективным, а приготовление и использование его наиболее реальным для производства гранулированной КМ в условиях промышленного судна.

Глава IV. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО КРИЛЕВОЙ МУКИ

Исследованиями установлено, что гранулирование КМ улучшает её физико-механические свойства: насыпная плотность увеличивается на 50 %, скважистость уменьшается в 1,5 раза и пористость более чем в 2 раза. Низкие значения угла естественного откоса (37°) и коэффициента внутреннего трения (0,75) способствуют лучшей подвижности продукта при истечении из емкостей. Повышение массовой доли воды в интервале 7-13 % практически не влияет на сыпучесть гранулированной КМ.

Показано, что гранулированная мука менее гигроскопична, чем рассыпная.

Проведено углубленное исследование влияния гранулирования на биологическую ценность КМ. Установлено, что при прессовании не происходят существенные количественные изменения основных показателей химического состава муки (табл.2).

Процесс гранулирования практически не оказывает влияния на содержание различных форм азота и белковых фракций в КМ (табл.3).

Таблица 2
Химический состав рассыпной и гранулированной крилевой
муки (массовая доля, %) (n = 5)

Показатель	Мука	Гранулы
Белок ($N_{об.} - N_{х.}$) $\cdot 6,25$	$54,83 \pm 1,80$ $60,50 \pm 1,80$	$55,37 \pm 1,90$ $60,69 \pm 1,90$
Липиды	$7,97 \pm 0,12$ $8,80 \pm 0,12$	$7,94 \pm 0,11$ $8,70 \pm 0,11$
Вода	$9,38 \pm 0,15$	$8,77 \pm 0,18$
Минеральные вещества	$14,78 \pm 1,20$ $16,31 \pm 1,20$	$14,96 \pm 1,10$ $16,40 \pm 1,10$
Хитин	$7,13 \pm 0,03$ $7,87 \pm 0,03$	$7,13 \pm 0,03$ $7,81 \pm 0,03$

Примечание. В числителе - в сыром вещ-ве; в знаменателе - в сухом вещ-ве.

Таблица 3
Влияние гранулирования на состав азотистых веществ
крилевой муки (n = 5)

Показатель	Мука	Гранулы
Формы азота (массовая доля в сухом веществе, %):		
общий	$10,22 \pm 0,25$	$10,25 \pm 0,24$
белковый	$9,32 \pm 0,30$	$9,37 \pm 0,32$
небелковый	$0,360 \pm 0,019$	$0,340 \pm 0,019$
аминный	$0,070 \pm 0,003$	$0,060 \pm 0,003$
летучих оснований	$0,073 \pm 0,003$	$0,084 \pm 0,004$
хитина	$0,54 \pm 0,03$	$0,54 \pm 0,03$
Фракции белка (массовая доля фракций в белке, %):		
саркоплазматическая	$4,13 \pm 0,15$	$4,31 \pm 0,18$
миофибриллярная	$2,01 \pm 0,08$	$1,74 \pm 0,08$
щелочерастворимая	$2,32 \pm 0,09$	$2,11 \pm 0,08$

В процессе прессования аминокислотный состав белков КМ, подвергаемой кратковременному (1...3 с) воздействию тепла (до 75 °С) в сочетании с механическим давлением, не претерпевает существенных изменений. Потери суммы аминокислот составляют 4,28 %, а незаменимых - 7,67 % от их исходного содержания в муке. Также незначительно уменьшается количество доступного лизина с $2,50 \pm 0,03$ до $2,35 \pm 0,03$ г/16г азота. Наблюдаемые изменения связаны, по-видимому, с взаимодействием свободных аминогрупп с карбоксильными и другими реакционноспособными группами углеводов и продуктов распада липидов.

Гранулирование способствует увеличению ферментативной атакующести белков КМ пепсином и, особенно, трипсином (рис.3), что является следствием значительного механического воздействия на продукт при гранулировании. Это вызывает увеличение общей переваримости КМ с $71,78 \pm 1,11$ до

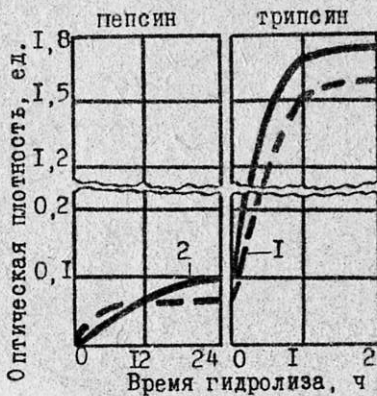


Рис.3. Атакующесть белков крилевой муки протеолитическими ферментами: 1 - мука; 2 - гранулы

77,50 \pm 1,07 %, что способствует повышению кормовой ценности муки.

В результате гранулирования липидный комплекс КМ существенно не изменяется (табл.4). Наблюдается тенденция к снижению чисел омыления и эфирного, характеризующих гидролитическое расщепление сложноэфирных связей липидов. Происходит незначительная потеря витамина Е, составляющая 8 % от его содержания в исходном продукте.

те.

Активность кислых липаз, отличающихся устойчивостью к тепло -

Таблица 4

Влияние гранулирования на качество липидов крилевой муки
(n = 5)

Показатель	Размерность	Мука	Гранулы
Свободные липиды	%	8,80 \pm 0,12	8,70 \pm 0,11
Кислотное число	мг КОН/г	14,61 \pm 0,27	14,44 \pm 0,28
Йодное число	% йода	112,9 \pm 1,8	113,5 \pm 1,9
Число омыления	мг КОН/г	237,0 \pm 2,9	226,3 \pm 2,7
Эфирное число	"	222,4 \pm 2,0	211,9 \pm 1,8
Содержание витамина Е	млн. -I	305,5 \pm 7,8	280,0 \pm 7,6

вому воздействию, при гранулировании КМ практически не изменяется. Что касается протеиназ, то их активность в рассыпной муке незначительна, а после гранулирования наблюдается их полная инактивация.

В процессе гранулирования КМ не происходят химические превращения её компонентов, сопровождающихся значительным накоплением водорастворимых продуктов кислого и щелочного характера. Об этом свидетельствует тот факт, что активная щелочность (рН) рассыпной и гранулированной КМ составляет $9,03 \pm 0,01$ и $9,04 \pm 0,01$, а титруемая щелочность ($\text{см}^3 \text{НСI/г}$) - $0,83 \pm 0,03$ и $0,88 \pm 0,03$, соответственно.

Прессование положительно влияет на санитарно-гигиеническое состояние КМ. В результате совместного действия тепла, влаги и механического давления общее количество микроорганизмов уменьшается с 1100 до 500, а содержание плесневых грибов - с 100 до 30 клеток в 1 г продукта.

Глава V. ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И КАЧЕСТВА КРИЛЕВОЙ МУКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Проведены углубленные исследования биохимических изменений в КМ при хранении в рассыпном (в мешках) и гранулированном виде

(в мешках и насыпью) в течение 18 мес. Продукты хранили в контролируемых условиях температуры (15...25 °С) и относительной влажности воздуха (37-72 %).

Длительное хранение отразилось на изменении цвета рассыпной КМ - от розового до кремового. Гранулы сохранили исходный светло-коричневый цвет. Запах всех образцов соответствовал запаху муки из криля.

Наблюдалось снижение содержания свободных липидов в исследуемых образцах муки к концу срока хранения соответственно на 39,3, 28,2 и 21,0 % по отношению к исходному значению. Оценка изменения химических показателей качества жира (рис.4) показала, что при длительном хранении КМ происходят как гидролитический, так и окислительный распад липидов, причем, в гранулированных образцах эти процессы менее выражены, чем в рассыпной муке.

Положительное влияние на сохранность липидов КМ оказывает присутствующий в них витамин Е, являющийся природным антиоксидантом. В гранулированной муке отмечена более высокая стойкость этого компонента в течение всего периода хранения. При этом потери витамина Е в гранулированном продукте составили: 10,9 (в мешках); 6,6 % (насыпью) против 15,5 % для рассыпного продукта.

В процессе хранения КМ наблюдаемые изменения различных форм азота незначительны и не носят закономерного характера. Наиболее лабильной является миофибриллярная фракция белка. Более устойчива щелочерастворимая - к концу хранения содержание её в рассыпной КМ уменьшилось на 51,3 %, в образцах гранулированного продукта (в мешках и насыпью) - на 22,3 и 26,1 % от первоначального значения. Через 18 мес хранения содержание доступного лизина в гранулированной КМ снизилось соответственно на 23,4 и 19,6 %. За этот же период потери доступного лизина в рассыпной муке были

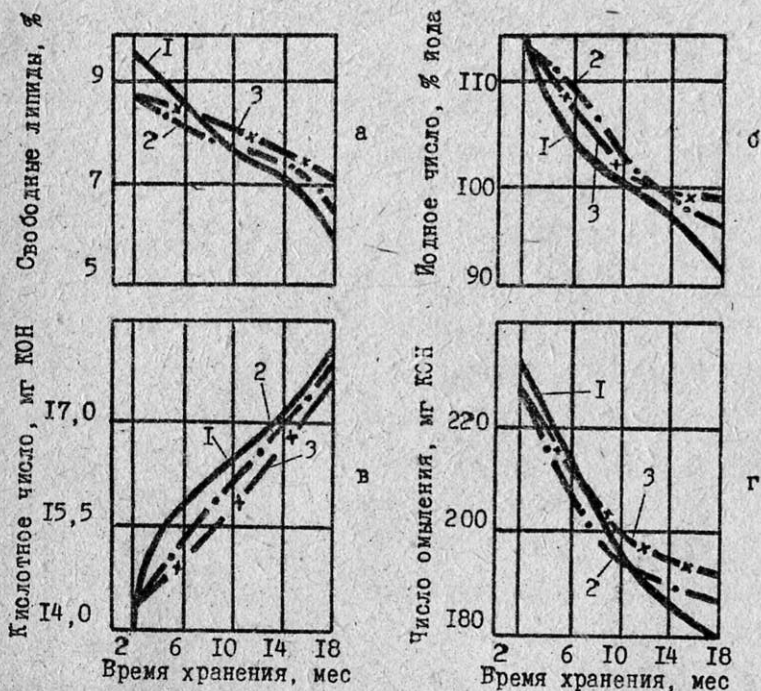


Рис. 4 Зависимость содержания свободных липидов (а), йодного (б), кислотного чисел (в) и числа омыления (г) липидов крилевой муки от сроков хранения:

1 - рассыпная КМ, помещенная в джутовые мешки с полиэтиленовыми вкладышами; 2 - гранулированная КМ, выходящая 3 % лигносульфоната, помещенная в джутовые мешки с полиэтиленовыми вкладышами; 3 - то же, хранящаяся без тары - насыпью.

более значительны и составили 37 % по отношению к исходному значению. Переваримость исследуемых образцов КМ пепсином существенно не изменяется.

В гранулированной КМ в процессе хранения не наблюдалось развития плесневых грибов; количество бактерий практически не изменялось, в отличие от рассыпной, для которой общая бактериальная обсемененность возросла в 4 раза по отношению к исходному значению.

При хранении гранулированной КМ изменяются структурно-меха-

нические свойства гранул: возрастает их крошимость на 1,33 % (в мешках) и на 0,55 % (насыпью), увеличивается ударная прочность в 1,5 раза. Однако указанные изменения прочностных свойств гранул укладываются в нормируемые пределы этих показателей для гранулированных кормовых продуктов.

Глава VI. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Производственные испытания по проверке режима гранулирования КМ, в том числе с применением нового связующего вещества, а также длительного хранения кормового продукта в антарктических экспедициях на БМТР "Г.Ковтун" показали эффективность разработанной технологии и реальность её осуществления в условиях промышленного судна.

В ходе производственной проверки и промышленного внедрения технологии гранулирования КМ с использованием комплекса оборудования НИО-ИЛУ-I (рис.5) было выработано 533 т гранулированного корма, по качеству соответствующего требованиям стандарта и отличающегося повышенной прочностью гранул, который в течение 6 мес хранения в условиях судна оставался в пределах нормируемых показателей.

Многолетние (1986-1989 г.г.) сравнительные биологические испытания рассыпной и гранулированной кормовой КМ в промышленном птицеводстве на птицефабриках: "Константиновская" (цыплята, петушки, куры-несушки) Томилинского ППО Моск. обл., "Черноморская" и Кировская" (цыплята-бройлеры), "Коминтерновская" (куры-несушки) треста Одесптицепром Одесск. области, свидетельствуют о положительном влиянии процесса гранулирования на продуктивность птиц и качество продукции.

По данным кафедры птицеводства и болезней птиц Московской

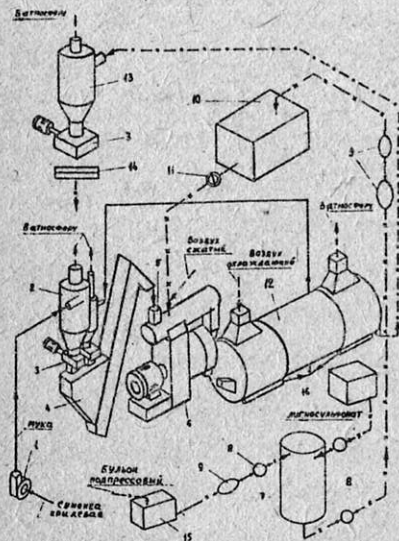


Рис.5 Технологическая схема производства гранулированной крилевой муки на комплексе оборудования НПО-ИДУ-1:

1 - мельница; 2,13 - циклон;
3 - шиловый затвор; 4 - бункер-дозатор; 5 - магнитная колонка;
6 - пресс-гранулятор; 7 - бак для приготовления связующего вещества;
8 - насос; 9 - фильтры; 10 - расходной бак; 11 - насос-дозатор;
12 - охладитель-сортировщик;
14 - автоматические весы; 15 - сборник бульона; 16 - емкость для лигносульфоната

___ мука; --- гранулы;
___ x ___ связующее вещество;
- - - воздух.

птицы, гематологические и биохимические показатели крови соответствовали физиологической норме.

ветеринарной академии применение гранулированной КМ в количестве 2-3 % в составе рационов, взамен рыбной муки и части комбикормов, для сбалансирования энергетической и белковой питательности способствовало повышению живой массы и яйценоскости кур-несушек, увеличению массы яиц и выходу их с более прочной скорлупой (табл.5).

Установлено более высокое содержание витамина А и каротиноидов в яйцах кур-несушек, получавших в рационе гранулированную КМ.

При скармливании КМ в гранулированном виде наблюдалась более высокая интенсивность роста цыплят, их сохранность, хорошее развитие и физиологическое состояние птицы. Анатомо-морфологическое исследование не показало различий в развитии внутренних органов

Таблица 5

Продуктивность и качество яиц кур-несушек, получавших в
рационе гранулированную (1) и рассыпную (2) крилевую муку

Показатель	Группа кур-несушек	
	1	2
Сохранность поголовья, %	98,0	98,0
Живая масса 1 головы в 270-дневном возрасте, г	1850	1830
Яйценоскость на несушку, шт.	80	77
Средняя масса 1 яйца, г	55,0	53,2
Толщина скорлупы, 10^{-3} мм	350	340
Вывод цыплят из оплодотворенных яиц, %	82,9	82,6
Деловой выход цыплят, %	73,6	72,6

Экономическая эффективность от внедрения технологии гранулирования КМ на судах флота рыбной промышленности по сравнению с производством рассыпной муки складывается из увеличения прибыли в результате повышения выхода кормового продукта при неизменном количестве крилевого сырья, снижения затрат на производство, перевозку и хранение продукта, а также повышения продуктивности птицы при использовании муки потребителем. Экономический эффект от производства, транспортирования и скармливания гранулированной КМ составит 520 тыс. рублей с каждой 1 тыс. т кормового продукта.

ВЫВОДЫ

1. Детально изучен комплекс показателей, характеризующих физико-механические и гигроскопические свойства рассыпной КМ и влияние на них влажности корма. Установлено, что КМ мука относится к категории кормов с малой насыпной плотностью, низкой сыпучестью, способностью к слеживанию и образованию сводов в емкостях, значительной распыляемостью и гигроскопичностью. Это обуславливает необходимость её гранулирования и разработки технологического режима гранулирования.

2. Установлены параметры гранулирования КМ на валковом прессе, обеспечивающие получение продукта с наилучшими структурно-механическими свойствами при высокой производительности прессы и низких удельных энергозатратах: влажность пресуемого корма - 12,0-14,5 %, температура - 65...75 °С, рабочий зазор между матрицей и валками - 0,25 мм, диаметр отверстий матрицы - 8 и 10 мм.

3. Показана эффективность применения хитозана, водорослевого загустителя, лигносульфоната в качестве связующих веществ для гранулирования КМ с целью улучшения структурно-механических свойств гранул. Разработана и рекомендована связующая добавка на основе подпрессового бульона и лигносульфоната, обладающая питательной ценностью и высокой связующей способностью. Использование её в количестве 8 % к массе корма дает снижение истираемости гранул на 40 % и повышение устойчивости к ударным нагрузкам на 23 %. Способ приготовления гранулированного корма с применением новой связующей добавки признан изобретением (А.с. № 1429362).

4. Установлено положительное влияние гранулирования на физико-механические свойства КМ: насыпная плотность её увеличивается на 50 %; скважистость уменьшается в 1,5 раза, а пористость - более чем вдвое; облегчается подвижность продукта при истечении из емкостей; исключаются потери корма в результате распыления; снижается гигроскопичность муки. При увеличении массовой доли липидов в муке с 10 до 19 % ухудшаются прочностные свойства гранул. Наилучшие структурно-механические показатели отмечены для гранулированной КМ с влажностью 8-10 %.

5. Впервые проведено исследование влияния гранулирования на биохимические свойства КМ. Установлено, что при этом не происходит существенных изменений основных показателей химического состава

корма (белков, липидов, минеральных веществ, хитина). Наблюдается лишь частичное разрушение лабильных компонентов: витамина Е - на 8 %, доступного-лизина - на 6 %, суммы незаменимых аминокислот - на 7,67 %.

6. Показано, что в целом процесс гранулирования оказывает положительное влияние на биологическую ценность КМ: повышается гидролизуемость белковых веществ протеолитическими ферментами в I, I раза; увеличивается переваримость корма с 71,78 до 77,50 %; происходит полная инактивация протеиназ; уменьшается зараженность продукта микрофлорой более чем в 2 раза; обеспечиваются условия для лучшей сохранности питательных компонентов муки.

7. Проведены углубленные исследования биохимических изменений КМ при хранении в рассыпном (в мешках) и гранулированном виде (в мешках и насыпью) в течение 18 мес. Установлено, что гранулирование благоприятно сказывается на сохранности белкового, липидного комплексов и биологически активных веществ. Степень разрушения питательных компонентов и зараженности микроорганизмами при хранении гранул значительно ниже по сравнению с рассыпной мукой. Структурно-механические свойства гранул при хранении изменяются в пределах допустимых норм для гранулированных кормов.

8. На основании результатов оценки изменения биохимических показателей и физических свойств гранулированной КМ с массовой долей липидов до 10 % рекомендуется хранение её бестарным способом (насыпью) в течение 18 мес при температуре воздуха 15... 25 °С и относительной влажности - 40-75 %.

9. Опытно-промышленная проверка разработанной технологии гранулирования КМ на валковом прессе ОГМ-0,8А показала возможность получения гранул, отличающихся низкой крошимостью и высокой устойчивостью к ударным нагрузкам. При этом за счет введения

связующей добавки выход гранулированного продукта увеличивается на 1,8 %.

10. Разработана технологическая схема производства гранулированной кормовой КМ с применением связующего вещества, которая легла в основу создания отечественного судового комплекса оборудования НГО-ИЛУ-1. Апробирование данного оборудования в промышленных условиях на БМТР "Т.Ковтун" показало эффективность разработанной технологии и реальность её осуществления на судах.

11. Сравнительные биологические испытания, проведенные в Московской ветеринарной академии, показали более высокие кормовые достоинства гранулированной КМ по сравнению с рассыпной: увеличивается яйценоскость кур-несушек на 4 %, возрастает средняя масса яйца и толщина скорлупы соответственно на 3,4 и 2,9 %, увеличивается деловой выход цыплят на 1,4 %. Гематологические и биохимические показатели крови кур соответствуют физиологической норме. Наиболее эффективной является гранулированная мука, выработанная с применением раствора лигносульфоната в подпрессованном бульоне.

12. Разработана и утверждена Минрыбхозом СССР нормативно-техническая документация (ТИ, ТУ, ВТИ) на производство, хранение и перевозку гранулированной КМ и практические рекомендации по их применению на судах флота рыбной промышленности. С 1988 г. начато серийное производство гранулированной крилевой муки на БМТР "Т.Ковтун". Выработано и доставлено на берег 446 т готовой продукции. Экономический эффект от производства и транспортирования корма составил 34,8 тыс. рублей.

13. Осуществлено внедрение гранулированной КМ в промышленном птицеводстве. На ряде птицефабрик страны ("Константиновская" Моск. обл.; "Черноморская", "Кировская", "Коминтер-

новокая" Одесск. обл.) проведено окормливание гранулированного корма, включенного в состав рационов птиц в количестве 2-3 %. Получена прибыль в размере 46,1 тыс. рублей с каждых 100 т гранулированной кормовой КМ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Коваль Ю.Л., Блажек И.Л., Бабушкина К.И. Исследование технологии производства гранулированной кормовой муки из криля //Тезисы докл. Всесоюз. науч. конф. "Сырьевые ресурсы антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования". - Керчь. - 1983. - С.99-100.
2. Коваль Ю.Л., Блажек И.Л., Машкович Ю.П., Семьянов А.Ф. Экспериментальная оудовая линия для производства гранулированной кормовой муки из криля //Экоп.-инф./ ЦНИИТЭИРХ. Сер. "Технологич. оборудов. рыбной пром-сти". - 1984. - Вып. I, ДСП. - С.28-35.
3. Мрочков К.А., Коваль Ю.Л., Дарманьян П.М., Блажек И.Л. Физико-механические и гигроскопические свойства муки из антарктической креветки //Рыбное хозяйство. - 1986. - № 10. - С.71-74.
4. Коваль Ю.Л., Бариев Х.М., Дарманьян П.М., Мрочков К.А., Блажек И.Л. Производство гранулированной кормовой муки из криля в условиях промышленного судна //Экоп.-инф./ ЦНИИТЭИРХ. Сер. "Об-раб. рыбн и морепродуктов". - 1986. - Вып. I, ДСП. - С.46-50.
5. Коваль Ю.Л., Дарманьян П.М., Мрочков К.А. Физико-механические и гигроскопические свойства рассыпной и гранулированной муки из криля //Рыбное хозяйство. - 1987. - № 8. - С.75-77.
6. Дарманьян П.М., Коваль Ю.Л., Паулина Я.Б. Изменение качества рассыпной и гранулированной крилевой муки в процессе длительного хранения //Сб. науч. тр. "Технология криля", ДСП. - М.: ВНИРО. - 1988. - С.107-115.
7. А.с. 1429362, СССР. МКИ А 23 К 1/20. Способ приготовления гранулированного корма /Ю.Л.Коваль, К.А.Мрочков, П.М.Дарманьян, И.Л.Блажек, Ю.П.Машкович - № 4059152/30-15, ДСП. - Заявл. 22.04.86; Зарег. в Госреестре изобретений СССР 08.06.88.
8. Коваль Ю.Л., Дарманьян П.М., Мрочков К.А. Технологический режим гранулирования кормовой крилевой муки //Сб. науч.

тр. "Технология криля". - М.: ВНИРО. - 1989. - С.118-127.

9. Коваль Ю.Л. Эффективность использования гранулированной муки из криля в кормлении животных и птиц //Информлисток/ ОЦНТИ. Сер. "О передовом производств. - технич. опыте". - Одесса. - 1989. - № 106-89. - Вып.2. - 4 с.

10. Коваль Ю.Л., Дарманьян П.М. Влияние гранулирования на физические и гигроскопические свойства крилевой муки //Сб.науч. тр. "Технология криля". - М.: ВНИРО. - 1989. - С.4-11.

11. Коваль Ю.Л. Мука кормовая гранулированная из антарктического криля //Рыбное хозяйство. - 1989. - № 11. - С.87-90.

12. Дарманьян П.М., Коваль Ю.Л. Производство, хранение и использование гранулированной кормовой крилевой муки //Информ. об./ВНИЭРХ. Сер. "Передовой производств. опыт и науч.-технич. достижения, рекомендуемые для внедрения". - 1989. - Вып.1, ДСП. - С.16-37.

Подписано к печати 17/X-90г
Формат 60x84 1/16

Заказ № 714
Тираж 85

Объем - 1,5 п.л.

Ротапринт ВНИРО

Москва, Верхняя Красносельская, 17