

Автореф.

Б 14

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

БАГИШВИЛИ Мурази Григорьевич

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

Специальность 05.18.02 – технология зерновых,
бобовых, крупяных продуктов и комбикормов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1981

Работа выполнена в Грузинском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института комбикормовой промышленности и в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент И.К.Чайка.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.Я.Максаков
кандидат технических наук,
доцент Я.Ф.Мартиненко.

Ведущая организация: Главное управление комбикормовой промышленности Министерства заготовок СССР.

Защита диссертации состоится "4" ноября 1981г. в 10 часов на заседании специализированного совета К 068.35.02 в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова - 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан "30" сентября 1981г.

✓ 013643

с.б. 13643

10

ОНАХТ 06.04.11

Использование природ



v013673

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. XXVI съезд КПСС поставил большие и ответственные задачи по дальнейшему развитию сельского хозяйства страны. Партией и правительством намечена широкая продовольственная программа, в решении которой особое место отводится увеличению производства животноводческих продуктов. В XI-й пятилетке намечается увеличить производство мяса более чем на 3 млн.т и довести его в 1985г. до 18,2 млн.т (в убойной массе).

Главные трудности, как было отмечено на съезде, - недостаток кормов. В связи с этим вопросы кормопроизводства и дальнейшего развития комбикормовой промышленности приобретают особое значение. В текущей пятилетке намечено выработать 280 млн.тонн комбикормов. Производство такого объема комбикормов требует непрерывного расширения сырьевой базы, для чего наряду с эффективным использованием имеющихся кормовых ресурсов, необходимо изыскивать новые источники сырья.

Определенную роль в восполнении дефицита зернового сырья для комбикормовой промышленности могут сыграть природные цеолиты. Этот дешевый и легкодоступный минерал обладает многими ценными свойствами и нашел широкое применение во многих отраслях народного хозяйства.

Проведенный анализ показал, что ни в отечественной, ни в зарубежной литературе нет данных об использовании природных цеолитов при производстве рассыпных, гранулированных и экструдированных комбикормов, а также их хранению и использованию в рационах сельскохозяйственных животных. Поэтому представляет большой теоретический и практический интерес исследование технологии

Переучет 1984

производства комбикормов с природным цеолитом, что позволит дать научно обоснованные рекомендации по широкому и эффективному их использованию в производстве комбикормов.

Вследствие важного значения проблемы исследования проводились в соответствии с координационным планом научно-исследовательских работ Министерства заготовок СССР в 1977-80 гг. (приказ №367 от 6.XII.1976 г.).

Ц е л ь ю р а б о т ы является обоснование возможности использования природных цеолитов в производстве комбикормов, что позволит увеличить объем сырья, улучшить качество вырабатываемых комбикормов, повысить их усвояемость и разработать технологию производства комбикормов с цеолитом. Для достижения поставленной цели предусмотрено решить следующие задачи:

- изучить химический состав, физико-технологические свойства природных цеолитов и комбикормов с их содержанием;
- изучить процессы дозирования и смешивания цеолитов с трудносыпучими минеральными компонентами комбикормов мелом и солью;
- исследовать процессы гранулирования и экструдирования комбикормов с цеолитом и установить режимы и параметры этих процессов;
- изучить изменения показателей качества комбикормов с цеолитом в процессе хранения;
- разработать принципиальную технологическую схему ввода цеолита в комбикорма, линию предварительного дозирования и смешивания цеолитов с трудносыпучими компонентами комбикормов - солью и мелом;
- выявить экономическую эффективность использования комбикормов с цеолитом при кормлении сельскохозяйственных животных.

Научная новизна. В работе впервые обоснована возможность использования цеолитов в качестве компонента при производстве комбикормов, что позволит увеличить сырьевые ресурсы и улучшить качество комбикормов, а также технологичность труднотучих компонентов - соли и мела. Выявлены основные закономерности технологического процесса гранулирования и экструдирования комбикормов с цеолитом.

Практическая ценность состоит в расширении сырьевой базы для производства комбикормов, улучшении качества комбикормов, благодаря повышению усвояемости питательных веществ экономится комбикормовое сырье (зерновое - до 2%, отруби 3-8%). Разработана эффективная технология производства рассыпных и гранулированных комбикормов с цеолитом. Использование цеолитов в производстве комбикормов улучшает технологические свойства труднотучих компонентов.

Реализация результатов исследования. На основании результатов выполненного исследования разработаны:

- рекомендации производства комбикормов, содержащих природные цеолиты, и их использование в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц (утверждены Министерством заготовок Грузинской ССР и согласованы с Министерством сельского хозяйства Грузинской ССР);
- действующий РСТ СССР 318-80 "Цеолиты природные (клиноптилолиты) для комбикормовой промышленности" (утвержден Госпланом СССР 10 апреля 1980г., срок введения 1 июля 1980г.).

Результаты исследований внедрены на 11 комбикормовых предприятиях Министерства заготовок Грузинской ССР. В 1981г. планом производства комбикормов по Министерству заготовок СССР предусмотрено использование 10 тыс.т цеолитов для выработки 160 тыс.т комбикормов.

А п р о б а ц и я р а б о т ы. Результаты исследования опубликованы в 8 статьях, защищены авторским свидетельством и доложены на: конференции Закавказского отделения ВАСХНИЛ "Достижения сельскохозяйственной науки в республиках Закавказья", г.Баку, 1977г.; всесоюзной научно-практической конференции "Изучение и применение адсорбентов в пищевой промышленности и сельском хозяйстве научного совета по синтезу, изучению и применению адсорбентов" Академии наук СССР, Одесса, 1977г.; 39-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников института, Одесса, апрель 1979г.; республиканской конференции "Совершенствование техники и технологии комбикормового производства - путь улучшения качества", Тбилиси, май 1979г. - два доклада; республиканском семинаре по проблемам "Электромеханизация кормодобывания в животноводстве", Тбилиси, 1979г.; сессии секции неметаллических полезных ископаемых научно-технического совета Министерства геологии СССР по вопросу "Состояние изученности и перспективы дальнейших геологоразведочных работ на природные цеолиты", Тбилиси, июнь 1980г.

О б ъ е м и с т р у к т у р а р а б о т ы. Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов и рекомендаций, перечня литературы и приложений. Изложена на 211 страницах машинописного текста, включает 17 рисунков, 44 таблицы в тексте и 10 таблиц в приложении. Список литературы включает 114 источников, в том числе 19 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В п е р в о й г л а в е изложена характеристика природных цеолитов, их генезис, строение, физико-химические свойства, состав, районы залегания в мировом масштабе, области использования цеолитов в сельском хозяйстве. Этим вопросам посвящены работы: В.Л.Ферсмана, Г.Брека, С.И.Шуменко, В.А.Соколова,

И.М.Галабовой, Э.Джуровой, Г.В.Цицишвили, Т.Г.Андроникашвили, М.С.Мерабишвили и др. Приведен обзор технологических способов гранулирования и экструдирования комбикормов. Проанализирован процесс хранения комбикормов. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе приведены методика исследования и описание экспериментальной базы. Для проведения лабораторных исследований с целью выработки опытных партий комбикормов с цеолитом была смонтирована специальная стендовая установка с прессом гранулирования ОГМ-08А и экструдером КМЗ-2 (рис.1). Описана технология выработки опытных партий комбикормов с цеолитом.

На стендовой установке были выработаны опытные комбикорма для крупного рогатого скота, поросят-отъемышей и откорма свиней. На этой же установке для улучшения технологических свойств труднораскучиваемых минеральных компонентов (соли, мела) последние смешивали с цеолитом в разных соотношениях.

Процесс гранулирования исследовали с учетом следующих факторов: количества вводимого цеолита, влажности гранулируемой смеси, диаметра отверстий матрицы, давления пара, а процесс экструдирования - с учетом количества вводимого цеолита, температуры и влажности продукта.

Производительность прессы и экструдера вычисляли по формуле:

$$Q = 3,6 \frac{q_1}{t} \cdot \eta \quad (1)$$

Технологический коэффициент полезной работы прессы и экструдера определяли по зависимости:

$$\eta = \frac{q_2}{q_3} \quad (2)$$

Физико-технологические свойства природного цеолита определяли по общепринятым методикам.

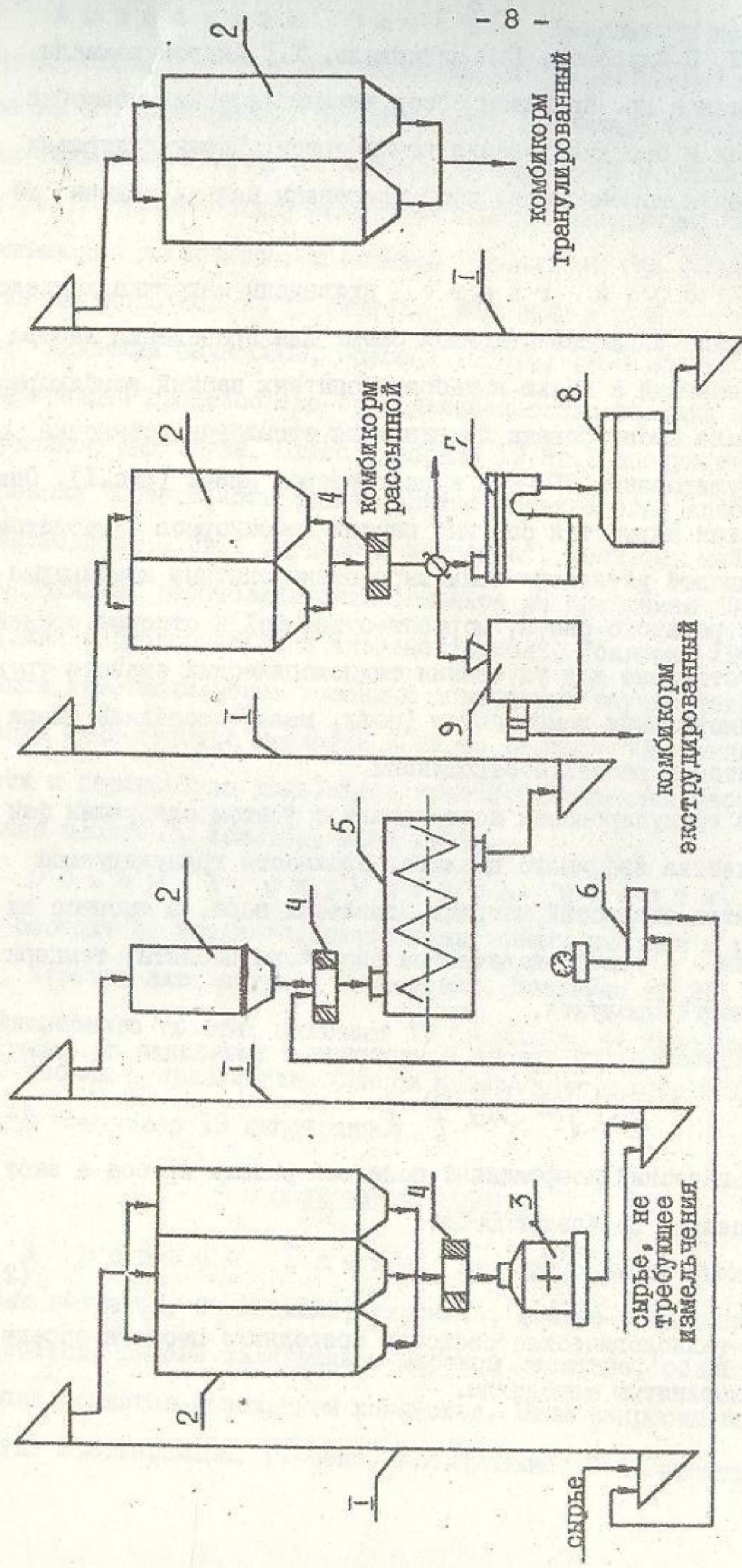


Рис.1. Технологическая схема станковой установки Грузинского филиала ВНИИП.
 1 - норы I-10; 2 - бункера; 3 - дробилка Ф-1; 4 - магнитные колонки;
 5 - смеситель АЭДСГ-0,2; 6 - весы платформенные; 7 - пресс-гранулятор ОГМ-08А;
 8 - просеиватель ЗСП-5; 9 - экструдер КМЗ-2.

Для оценки эффективности смешивания в исследовании использован коэффициент неоднородности смеси

$$V = \frac{100}{\rho_{\phi}} \sqrt{\frac{\rho_{\phi} \cdot \rho_z}{n}} \quad (3)$$

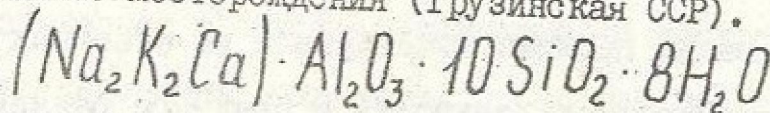
Равномерность распределения цеолита в смеси устанавливалась определением в отобранных пробах Al_2O_3 .

Производственную проверку результатов исследований по выработке рассыпных и гранулированных комбикормов с цеолитом проводили в комбикормовых цехах Тбилисского, Горийского и Марнеульского комбинатов хлебопродуктов.

Изучали изменение показателей качества комбикормов с цеолитом при хранении. Была установлена равновесная влажность, а также скорость сорбции парообразной влаги при разных относительных влажностях воздуха от 40 до 100% статическим методом.

Зоотехнические опыты были проведены на молодняке крупного рогатого скота, поросятах-отъемышах и откормочном поголовье свиней по методике Всесоюзного института животноводства, ВНИИ животноводства; цифровой материал обрабатывали биометрически по методике Н.А.Плохинского.

В третьей главе приведены результаты исследования химического состава, физико-технологических свойств цеолитов Дзегвского месторождения (Грузинская ССР). Общая формула цеолита



В таблицах I и 2 приводятся результаты химического и спектрального анализов.

Таблица I

Химический состав цеолита Дзегвского месторождения

лаж -												
ость %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO	
	5,00	62,10	12,50	1,89	0,23	0,13	0,02	3,00	1,02	1,88	1,70	0,38

Содержание примесей в цеолитах Дзегвского
месторождения

<i>Ni</i>	<i>V</i>	<i>Ti</i>	<i>As</i>	<i>Sn</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Ga</i>	<i>Mo</i>
0,00012	0,0029	0,075	0,0085	0,00013	0,00022	0,0024	0,00027	0,014

Как видно из таблиц I и 2, в состав природных цеолитов входит большинство жизненно важных для организма животных микро- и макроэлементов, тяжелые металлы содержатся в незначительных количествах, что вполне допустимо существующими нормами.

Изучение гигроскопических свойств цеолита показало, что с повышением относительной влажности воздуха на 10% равновесная влажность цеолита увеличивается на 0,4-0,6%, но при $\varphi = 100\%$ равновесная влажность резко возрастает с 8,8 (при $\varphi = 90\%$) до 16,8%. Динамика процесса влагообмена показала, что цеолит обладает наибольшей скоростью сорбции в течение первых 24-х часов хранения, после чего влагообмен практически прекращается.

Изучение физико-технологических свойств цеолитов показало, что цеолиты являются хорошо сыпучим продуктом, не слеживаются, в зависимости от гранулометрического состава объемная масса колеблется от 994 до 1054 кг/м³, угол естественного откоса - от 40 до 41 градуса.

Точность дозирования цеолита исследовали на объемных и весовых дозаторах в зависимости от влажности и среднего размера частиц (рис.2). Из рис.2 видно, что с увеличением размеров частиц цеолита от 0,26 до 0,60 мм точность дозирования незначительно улучшается, а при дальнейшем увеличении крупности частиц цеолита выше 0,60 мм наблюдается ухудшение процесса дозирования. С увеличением влажности цеолита выше 9% точность дозирования ухудшается, причиной является ухудшение его физико-технологических свойств.

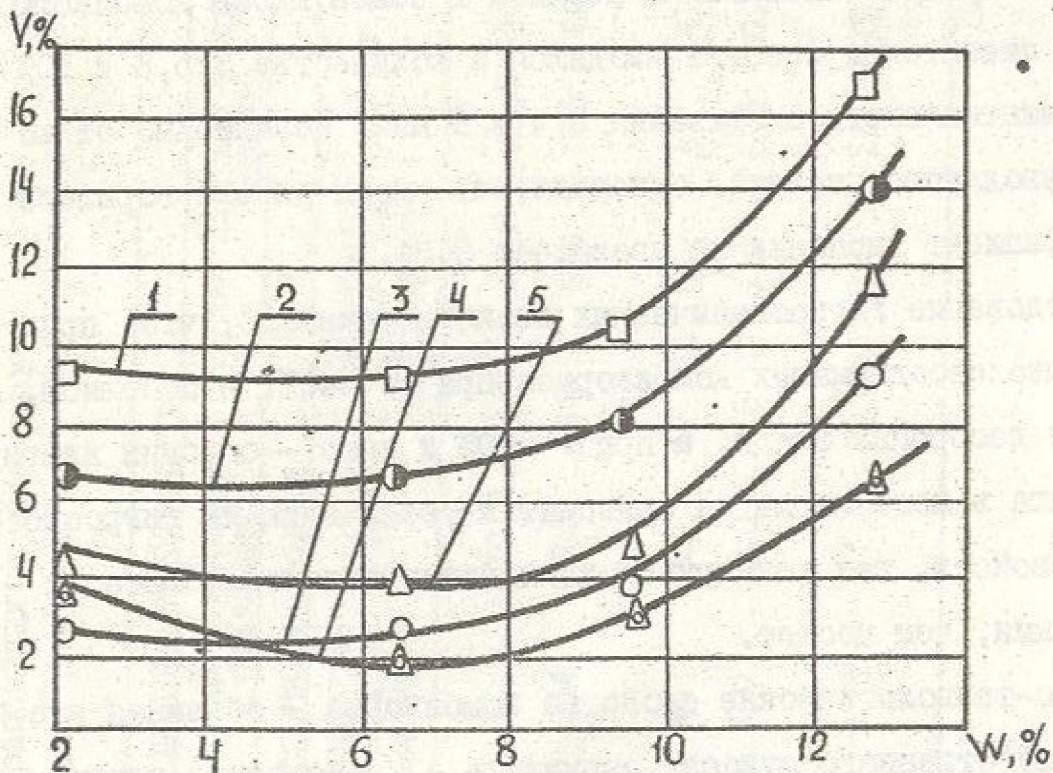


Рис. 2. Зависимость точности дозирования природного цеолита от влажности и среднего размера частиц:
 (1) - 1,2 мм; (2) - 0,9 мм; (3) - 0,60 мм;
 (4) - 0,45 мм; (5) - 0,26 мм.

Таким образом, наиболее технологичным является цеолит со средним размером частиц 0,26 - 0,60 мм и влажностью не более 10%.

В четвертой главе приводится описание технологии производства опытных партий комбикормов с цеолитом на стендовой установке Грузинского филиала ВНИИКП. Изучены физико-технологические свойства комбикормов с цеолитом; изложены результаты исследования технологии производства комбикормов с цеолитом, процессов гранулирования и экструдирования комбикормов, содержащих цеолит; разработана технология предварительного дозирования и смешивания цеолита с солью и мелом с математическим планированием эксперимента. Приводится принципиальная технологическая схема линии предварительного дозирования и смешивания цеолитов с солью и мелом и рекомендуемая отдельная линия ввода цеолита в комбикорма.

Изучен процесс смешивания цеолита в общей массе комбикормов на разных смесителях (цеолит вводился в количестве 3,5,8 и 10%). При продолжительности смешивания 2,4 и 6 мин, независимо от количества вводимого цеолита, однородность смеси удовлетворительная, коэффициент вариации не превышает 9,8%.

Исследование гигроскопических свойств показало, что при хранении цеолитсодержащих комбикормов при $\varphi = 40\%$, в основном, происходит десорбция влаги, а при $\varphi = 80\%$ и выше - сорбция влаги. Ввод цеолита в комбикорма не приводит к увеличению их гигроскопических свойств, так как другие компоненты являются более гигроскопичными, чем цеолит.

Физико-технологические свойства комбикорма - объемная масса, угол естественного откоса, сыпучесть - существенно улучшились с вводом цеолита (табл.3). При этом прослеживается закономерность - с увеличением процента ввода цеолита объемная масса комбикорма (для крупного рогатого скота) возрастает от 454 до 514 кг/м³, сыпучесть увеличивается от 5 до 6,0 баллов, угол естественного откоса уменьшается с 44 до 42 градусов.

Как было установлено, цеолит обладает хорошей сыпучестью (10-11 баллов), не слеживается. Учитывая это обстоятельство, были проведены исследования процесса предварительного дозирования и смешивания цеолита с солью и мелом с целью улучшения их технологических свойств. Для нахождения состава смеси с оптимальными технологическими свойствами были исследованы смеси с разными соотношениями компонентов (соль, мел, цеолит).

Сыпучесть рассматриваемой смеси зависит от содержания в ней отдельных компонентов. При выборе соотношения указанных компонентов исходили из реально используемых рецептов комбикормов. Критическим представляется рецепт, содержащий 1% соли, 5% мела

Таблица 3

Физико-технологические свойства рассыпных комбикормов
с природным цеолитом

Наименование показателей		Опытные партии комбикормов									
		для молодняка крупного рогатого скота				для поросят- отъемышей			для мясного откорма свиней		
		Процент ввода цеолита									
		контроль ная (без цеолита)	5	8	10	контроль ная (без цеолита)	3	5	контроль- ная (без цеолита)	5	8
Влажность,	%	12,0	11,6	11,0	11,0	11,4	10,9	10,9	11,3	10,9	10,8
Объемная масса,	кг/м ³	454	465	509	514	554	605	664	552	595	600
Угол естественного откоса,	град.	44	43	42	42	42	41	41	42	41	41
Сыпучесть,	балл	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5	6,0	6,5	6,5
Металломагнитные при- меси, размер до 2 мм, мг/кг		12,2	28,2	39,4	39,0	25,0	41,1	48,8	8,8	11,2	15,1

13

и 3% цеолита, т.е. рассматриваемые компоненты находятся в соотношении 1:5:3. Если принять, что 1+5+3 соответствует 100% смеси, то в этой смеси будет содержаться 11% соли, 55% мела и 34% цеолита. Для исследования данной области был применен симплекс-решетчатый план Шеффе, содержащий 7 точек.

В результате реализации эксперимента и подстановки соответствующих значений факторов получаем следующую модель:

$$Y = 4,1X_1 + 2,8X_2 + 10,8X_3 + 1,4X_1X_2 - 2,6X_1X_3 - 8,4X_2X_3 + 34,2X_1X_2X_3 \quad (4)$$

Как показала проверка, модель (4) адекватно описывает исследуемую зависимость в области планирования. Для проверки использовались точки, координаты которых определялись наиболее часто встречающимися рецептами. Для практического применения целесообразно использовать эту модель в терминах натуральных значений факторов:

$$Y = -6,60C + 0,40M + 10,80Ц + 24,168CM - 6,752CЦ - 10,912ЦМ + 10,783C^2 + 3,263M^2 - 184,252C^2M - 34,497M^2C + 115,374CМЦ \quad (5)$$

На основании проведенных исследований разработана принципиальная технологическая схема линии предварительного дозирования и смешивания соли, мела и цеолита.

Изучение процесса самосортирования 5-10%-ного цеолита в составе комбикормов показало, что несмотря на отличие по удельной массе от других компонентов комбикормов цеолит не самосортируется при транспортировании. Незначительное самосортирование происходит (коэффициент вариации V возрастает с 4,5 до 6,2) при погрузочно-разгрузочных работах.

Для изучения влияния цеолита на процесс гранулирования были сгранулированы комбикорма без цеолита (контрольная) и содержащие 3, 5 и 10% цеолита для крупного рогатого скота, поросят-отъемышей и мясного откорма свиней.

При изучении зависимости производительности пресса и крошимости гранул от процента ввода цеолита (при давлении пара 0,35 МПа и влажности пропаренной смеси 16,5–17,0%) (рис.3) оказалось, что с повышением содержания цеолита до 5% производительность пресса возрастает от 1,39 до 1,43 т/ч, расход энергии сокращается от 28,8 до 28,0 кВт·ч/т, крошимость гранул уменьшается от 6,0 до 3,0%. Дальнейшее повышение процента ввода цеолита (с 5 до 10%) приводит к незначительному снижению производительности пресса, при этом расход энергии практически не изменяется, крошимость гранул возрастает с 3,0 до 3,6% (пресс-гранулятор ОГМ-08А).

Исследования, проведенные при разной влажности пропаренной смеси и давления пара, показали, что с увеличением влажности пропаренной смеси от 12 до 17% и давления пара от 0,15 до 0,35 МПа производительность пресса гранулятора увеличивается, уменьшается крошимость гранул, сокращается расход энергии (рис.4). Как показали исследования, эффективные режимы гранулирования достигаются при 5%-ном содержании цеолита в комбикормах с влажностью пропаренной смеси 16–17% и давлении пара 0,35 МПа.

Изучение физико-технологических свойств гранулированных комбикормов с цеолитом показало, что влажность гранулированных комбикормов с цеолитом снижается по сравнению с контролем, объемная масса изменяется от 570 до 666 кг/м³, а угол естественного откоса с 45 до 42 градусов. Таким образом, гранулированные комбикорма с цеолитом обладают лучшими физико-технологическими свойствами, чем без цеолита.

Проведенные производственные проверки по гранулированию комбикормов с цеолитом на комбикормовых заводах Тбилисского и Горьковского комбинатов хлебопродуктов полностью подтвердили результаты лабораторных исследований. Результаты производственной проверки приведены в табл.4 (пресс-гранулятор ДГ-1).

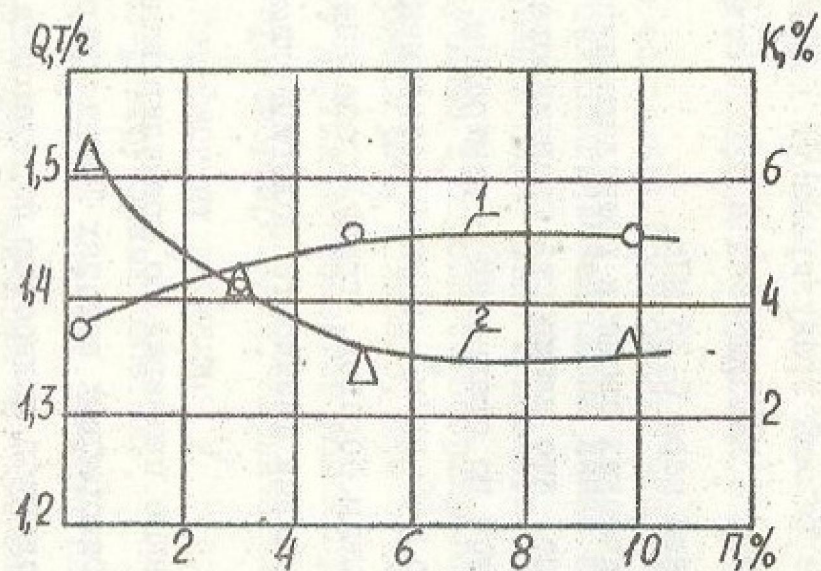


Рис.3. Зависимость производительности пресса-гранулятора (1) и крошимости гранул (2) от процента ввода природного цеолита (П) в комбикорма при давлении пара 0,35 МПа.

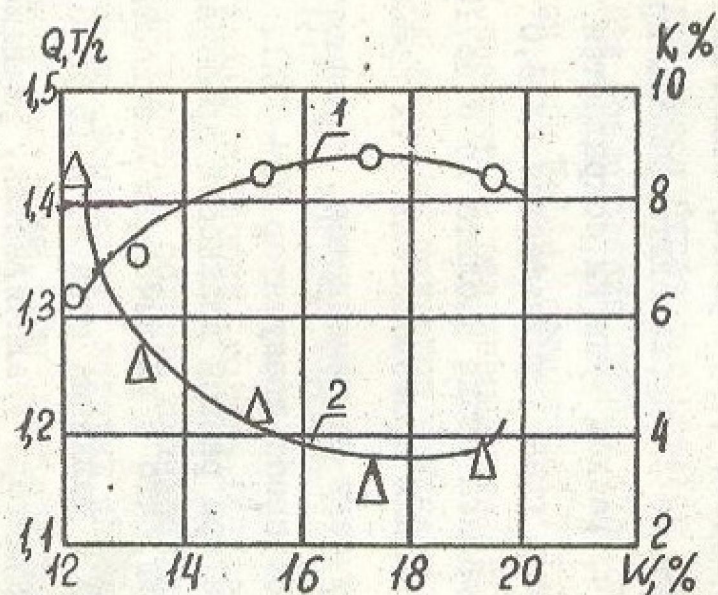


Рис.4. Зависимость производительности пресса-гранулятора (1) и крошимости гранул (2) от влажности пропаренной смеси.

Таблица 4

Результаты гранулирования комбикормов с цеолитом
для молодняка крупного рогатого скота (рецепт ГрК-63359)

	Процент ввода природного цеолита											
	3	5	8	10	3	5	8	10	3	5	8	10
	Диаметр отверстий матрицы, мм											
	4,7				7,7				9,7			
Влажность комбикорма до пропаривания, %	12,0	11,7	11,4	11,0	12,0	11,7	11,4	11,0	12,0	11,7	11,4	11,0
Влажность пропарен- ной смеси, %	17,0	16,3	15,6	15,4	17,2	16,5	15,8	15,7	17,4	16,6	16,8	15,8
Температура гранул, °C	72	79	82	86	70	74	80	81	60	66	69	72
Давление пара, МПа	0,35	0,34	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,36	0,35	0,35
Производительность пресса, кг/ч	5000	5024	4980	4900	6510	6640	6592	6530	6900	6970	6915	6870
Удельный расход энергии, кВт·/т	11,0	10,9	11,0	11,2	8,4	8,3	8,3	8,4	8,0	7,9	8,0	8,0
Крошимость, %	2,4	1,5	1,7	1,8	4,1	3,0	3,1	3,4	4,6	3,7	2,9	3,1
Прочность, Мн/м ²	5,1	6,1	6,0	5,9	4,5	5,1	4,9	4,2	3,9	4,1	4,0	3,9

С целью изучения процесса экструдирования комбикормов с цеолитом были проведены исследования по экструдированию комбикормов с 3 и 5%-ным содержанием цеолита и комбикормов без цеолита. Определялись: влажность, объемная масса, сыпучесть, угол естественного откоса, производительность пресса экструдера КМЗ-2 и удельный расход энергии. Было установлено, что экструдирование улучшает физико-технологические свойства комбикормов, однако с вводом цеолита снижается производительность экструдера и увеличивается расход энергии. Выявлено, что цеолиты не оказывают существенного влияния на изменение качественных показателей комбикормов в процессе экструзии.

В пятой главе изложены данные по изменению качества комбикормов с цеолитом при хранении как в лабораторных, так и в производственных условиях. Рассыпные и гранулированные комбикорма с цеолитом хранили в летний период до 60-ти дней, температура в помещении колебалась от 20,6 до 30,0°C, относительная влажность воздуха изменялась от 49 до 78%. В зависимости от этих параметров влажность рассыпных комбикормов изменялась $\pm 1,0\%$, а гранулированных - $\pm 1,8\%$.

Исследования показали, что количество сырого протеина при хранении комбикормов с цеолитом во всех вариантах опыта осталось без существенных изменений. Во всех партиях изменению подвергалась жировая фракция, содержание жира снизилось в комбикормах для крупного рогатого скота в среднем от 2,74 до 1,98%. В гранулированных комбикормах после 30-ти дней хранения количество жира снизилось от 2,57 до 2,12%. Общая кислотность возросла от 5,0 до 6,25° и после двух месяцев достигла 8,0°. Резкое ухудшение качества наблюдалось в конце хранения, образовывались гифы плесени, появилась зараженность амбарными вредителями.

Микробиологические анализы показали, что в процессе хранения увеличение количества диаспор грибов не связано с наличием цеолита в комбикормах. Изучение изменения физико-технологических свойств цеолитов и комбикормов с их содержанием показало, что цеолиты при длительном (6 месяцев) хранении сохраняют свои первоначальные свойства, а комбикорма с цеолитом хранятся несколько дольше без заметного изменения качества.

В шестой главе приведены результаты научно-хозяйственных и производственных опытов по скармливанию сельскохозяйственным животным рассыпных, гранулированных и экструдированных комбикормов с цеолитом и расчет экономической эффективности при их производстве и использовании.

Зоотехнические опыты, проведенные на молодняке крупного рогатого скота, поросятах-отъемышах, откормочных свиньях, показали, что подопытные животные, получавшие комбикорм с содержанием 3,5,8 и 10% цеолитов, росли несколько лучше, чем животные контрольных групп. Среднесуточный прирост живой массы при меньшем расходе кормовых единиц на 3-5% составлял 5-9% (за счет увеличения переваримости питательных веществ).

Расчет экономической эффективности использования результатов исследования проводили согласно "Методическим указаниям по определению экономической эффективности использования в системе Минзага СССР новой техники, изобретений и рационализаторских предложений".

В 1981г. по Министерству заготовок Грузинской ССР запланировано использование 10 тыс. тонн цеолитов. Экономический эффект при производстве и использовании одной тонны комбикормов с 5%-ным содержанием цеолита в среднем составляет 18,90 руб. Фактическая экономическая эффективность производства и использова-

ния комбикормов с цеолитом в системе Министерства заготовок СССР за 7 месяцев 1981г. составила 569,2 тыс.руб. При этом сэкономлено 2450 т комбикормового сырья (зерновое, отруби).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Показана принципиальная возможность использования цеолитов для производства комбикормов. Природные цеолиты (клиноптилолиты) обладают рядом ценных специфических свойств, они являются хорошими адсорбентами, имеют высокую избирательную способность поглощения различных веществ, содержат в благоприятном сочетании жизненно важные для организма животных макро- и микроэлементы, такие как железо, фосфор, марганец, натрий, калий, кальций и др. Цеолит легкодоступный и дешевый вид сырья. Физико-технологические свойства цеолита удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к сырью для комбикормовой промышленности. Их ввод в комбикорма улучшает технологические свойства последних.

2. По технологическим и зоотехническим требованиям установлена рациональная и эффективная норма ввода цеолита в комбикорма в количестве 5-8%, при среднем размере частиц 0,26-0,60 мм, что способствует улучшению качества комбикормов. Для ввода цеолитов в комбикорма разработана технологическая линия, включающая прием, размещение, очистку и дозирование цеолитов.

3. Установлено улучшение технологических свойств труднораспугучих минеральных компонентов (соль и мел) при добавлении к ним природных цеолитов. Результаты изучения процесса предварительного дозирования и смешивания соли, мела и цеолита с использованием математического планирования эксперимента показали, что наиболее эффективной является смесь в соотношении 1:2:10 (соль, мел, цеолит). Разработана специальная линия для получения предвари-

тельной смеси соли, мела и цеолита.

4. Цеолиты повышают эффективность процесса гранулирования, с вводом цеолита в комбикорма увеличивается производительность пресса гранулятора, снижается расход энергии, уменьшается крошечность гранул, объемная масса увеличивается, а угол естественного откоса гранул снижается. Гранулированные комбикорма с цеолитом обладают лучшими физико-технологическими свойствами, чем аналогичные комбикорма без цеолита. Были установлены оптимальные режимы гранулирования цеолитсодержащих комбикормов: давление пара 0,35 МПа, влажность пропаренной смеси 16-17%, диаметр отверстий матрицы 4,7-7,7 мм, содержание цеолита 5%.

Экструдирование комбикормов с цеолитом снижает производительность экструдера и увеличивает удельный расход энергии, ввод цеолита не влияет на качество комбикормов в процессе экструзии. На этом основании можно считать, что экструдирование комбикормов с цеолитом нецелесообразно.

5. Изучение условий хранения комбикормов, выработанных с цеолитом и без него, позволило установить, что введение цеолита в комбикорма снижает их сорбционную способность и способствуют удлинению сроков хранения без заметного изменения качества.

6. С вводом в комбикорма 5-8% цеолита при меньшем расходе кормовых единиц (рациона на 3-4%) получены более высокие среднесуточные приросты живой массы сельскохозяйственных животных (на 5-9%), что объясняется повышением усвояемости питательных веществ.

7. Расчетная экономическая эффективность от производства и использования цеолитов в комбикормовой промышленности и в кормлении сельскохозяйственных животных (при использовании 10 тысяч тонн) составляет 3,3 млн.руб. в год. Фактическая экономическая

эффективность от внедрения результатов работы на II комбикормовых предприятиях Министерства заготовок Грузинской ССР за 7 месяцев 1981г. при использовании 2,4 тыс.т цеолитов составила 569,2 тыс.руб., при этом сэкономлено 2,4 тыс.т комбикормового сырья (зерновое, отруби).

8. Разработаны и утверждены республиканский стандарт РСТ ГССР 318-80 "Цеолиты природные (клиноптилолиты) для комбикормовой промышленности", а также рекомендации по технологии производства комбикормов, содержащих природные цеолиты, и их использованию в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Багишвили М.Г., Кацитадзе Б.В. Использование природных цеолитов при производстве гранулированных комбикормов для крупного рогатого скота. -В кн.: Тезисы докладов на республиканском семинаре по проблеме "Электромеханизация кормодобывания в животноводстве". Тбилиси, 1979, с.4-6.
2. Багишвили М.Г. Использование природных цеолитов при производстве комбикормов. -В кн.: Тезисы докладов на республиканской конференции "Совершенствование техники и технологии комбикормового производства - путь улучшения качества". Тбилиси, 1979, с.23-26.
3. Багишвили М.Г. Технологии ввода природного цеолита в комбикорма и эффективность их использования на откорме крупного рогатого скота. - В кн.: Тезисы докладов на республиканской конференции "Совершенствование техники и технологии комбикормового производства - путь улучшения качества". Тбилиси, 1979, с.45-48.

4. Использование цеолитов в комбикормовой промышленности.
/Багшшвили М.Г., Цицишвили Г.В., Козманишвили Д.Г., Харатиш-
вили Г.З. -Сельское хозяйство Грузии, 1979, №10, с.22-23
(на груз.яз.).
5. Багшшвили М.Г. Использование природного цеолита в рассыпных
комбикормах для сельскохозяйственных животных. -Труды ВНИИКИ,
1979, вып.15, с.115-116.
6. Багшшвили М.Г. и др. Новый вид сырья для производства комби-
кормов /Багшшвили М.Г., Кацитадзе Б.В., Чайка И.К. -Мукомоль-
но-элеваторная и комбикормовая промышленность, 1980, №6,
с.29-30.
7. Исследование процесса гранулирования комбикормов с природным
цеолитом /Багшшвили М.Г., Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г.,
Чайка И.К. -Сообщение АН Гр.ССР. 1980, т.97, №2, с.365-367.
8. Багшшвили М.Г. Гранулирование комбикормов с природным цеоли -
том. -Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность,
1980, №11, с.41-42.
9. А.с. 829085 (ССР). Кормовая смесь для молодняка крупного ро -
гатого скота /Грузинский филиал ВНИИКИ; авт. изобрет. Г.В.Ци-
цишвили, Т.Г.Андроникашвили, М.Г.Багшшвили и др. - Оpubл. в
Б.И., 1981, №18.