

Авторефер
Н-34

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

На правах рукописи

НАУМЕНКО Валентина Ивановна

УДК 636.085.553.62

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ
КОРМОВЫХ ТРАВ

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

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

Переучет 1987

Одесса - 1985

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Научный руководитель - доктор химических наук,
профессор М.С. ДУДИН

Официальные оппоненты - доктор биологических наук,
профессор А.П. ЛЕВИЦКИЙ;
кандидат технических наук,
доцент Н.П. ЧЕРНЯЕВ

Ведущая организация - Киевский филиал ВНИИКП.

Защита состоится "21" декабря 1985 г. в 10.30 часов
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 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 "16" ноября 1985 г.

Ученый секретарь

специализированного совета

опонент

А.Ф. Загибалов

ОНАХТ 20.06.12
Совершенствование те



v015150

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Продовольственная программа СССР на период до 1990 года, разработанная в соответствии с решениями XXVI съезда КПСС, предусматривает увеличение производства мяса и молочных продуктов. Для ее осуществления намечено создание в стране устойчивой кормовой базы для животноводства.

Эта проблема решается различными путями, в том числе за счет увеличения посевов люцерны и других высокобелковых трав, совершенствования технологий их переработки. Намечен дальнейший рост производства гранулированной травяной муки.

Ведется поиск новых видов растительного сырья, осуществляется интродукция высокоурожайных кормовых трав. Для оценки качества и выбора технологии их переработки необходима их углубленная биохимическая характеристика.

Известно, что применяемая технология гранулирования травяной муки имеет ряд недостатков. В процессе прессования наблюдается уменьшение в сырье ряда питательных веществ. Невысоки отдельные физико-механические показатели гранул, что приводит к потерям сухих веществ при транспортировке. Имеются резервы в повышении кормовой ценности гранул путем сочетания травяной муки с азот- и фосфорсодержащими веществами. Открываются возможности при совместном использовании травяной муки и соломы, обработанной щелочью, в повышении качества получаемого гранулированного корма.

Исходя из этого, необходимо совершенствование технологии гранулирования кормовых трав, которое возможно по трем направлениям: введение в технологический процесс нового сырья, получение гранулированной травяной муки с введением обогатительных и связующих добавок и использование травяной муки, как обогатительной добавки для совместного гранулирования с соломой, обработанной щелочью.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является

VP 15150

совершенствование технологии гранулирования кормовых трав. Для ее достижения намечено решение следующих задач: изучать биохимический состав традиционно-выращиваемой кормовой травы люцерны и интродуцируемой в сельское хозяйство – сиды; установить влияние гранулирования на качество готового корма; разработать технологию гранулирования травяной муки с введением ряда связующих и обогатительных добавок и провести оценку эффективности их ввода; разработать технологию обогащения муки люцерны фосфором и азотом и провести ее производственные испытания, дать характеристику полученного продукта, зоотехническую и экономическую оценку эффективности производства и скармливания; разработать технологию гранулирования муки люцерны совместно с измельченной соломой, предварительно обработанной с учетом выбранных оптимальных условий гидроксидом натрия и разработанной технологической схемы; провести ее производственные испытания и дать характеристику гранулированного корма, зоотехническую и экономическую оценку эффективности его производства и скармливания.

Научная новизна работы. Впервые, исходя из биохимического состава, рассмотрены возможности введения в технологический процесс гранулирования новой кормовой травы сиды; дана характеристика влияния гранулирования на качество травяных гранул люцерны и сиды; установлена возможность повышения качества гранул травяной муки люцерны путем ввода ряда связующих и обогатительных добавок; разработана технология получения азотно-фосфорного гранулированного концентрата путем гранулирования травяной муки люцерны, смешанной с ортофосфорной кислотой и карбамидом; выбраны оптимальные условия щелочной обработки соломы и на этой основе разработана технология ее совместного гранулирования с травяной мукой люцерны.

Практическая ценность работы. На основе полученной сравнительной характеристики биохимического состава кормовых трав люцерны и

сиды показано, что сида является высококачественной кормовой травой, близкой по своему составу к люцерне, и может использоваться в качестве сурьеза для получения гранул.

Проведено гранулирование сиды в производственных условиях (Веселиновский межколхозный комбикормовый завод Николаевской области). Изучено влияние гранулирования на качество получаемых гранул из люцерны и сиды.

Реализована разработанная технология обогащения травяной муки люцерны фосфором и азотом. Опытная партия азотно-фосфорных гранул-концентратов на основе муки люцерны, смешанной с ортофосфорной кислотой и карбамидом, получена на Веселиновском межколхозном комбикормовом заводе Николаевской области. Вводимая добавка повысила производительность пресса-гранулятора ОГМ-1,5А на 155 кг/час. Выработанный гранулированный корм характеризуется высокими биохимическими и физико-механическими свойствами. Зоотехническая оценка гранул, проведенная на животных в условиях опытного хозяйства Одесской государственной научной сельскохозяйственной станции и колхоза "Украина" Веселиновского района Николаевской области, показала, что использование их эффективно, так как в ходе опытов получены дополнительные приросты живой массы животных.

Реализована в промышленности с учетом оптимальных условий технология гранулирования муки люцерны совместно с измельченной соломой, предварительно обработанной гидроксидом натрия. По биохимическому составу полученный корм может использоваться как в составе рационов, так и самостоятельно. Гранулы обладают высокими физико-механическими свойствами. При проведении зоотехнической оценки гранул муки люцерны и измельченной соломы, обработанной щелочью, в хозяйственных опытах на бычках в колхозе им. Ворошилова Веселиновского района Николаевской области получили дополнительные приросты живой массы животных. Использование опытных гранул позволило эконо-

мить концентрированные корма. Проведенные на основе данных производства экономические расчеты показали значительную эффективность предложенных технологий.

Апробация работы. Основные материалы доложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИП им. М.В. Ломоносова (г. Одесса, 1977... 1985 гг.), Региональной конференции по химии и химической технологии (г. Одесса, 1984 г.), IV Всесоюзной конференции "Механика сыпучих материалов" (г. Одесса, 1980 г.), Всесоюзной конференции "Химия, биохимия и использование гемипеллоз" (г. Рига, 1985 г.).

Публикация результатов. По теме диссертационной работы опубликовано 9 работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов и рекомендаций, списка литературы, включающего 240 наименований, в том числе иностранных - 38, II приложений. Работа изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 20 рисунков и 57 таблиц.

На защиту выносятся:

- результаты исследования биохимического состава кормовых трав люцерны и сиды;
- технология гранулирования муки люцерны с обогатительными и связующими добавками;
- технология гранулирования муки люцерны совместно с измельченной соломой, предварительно обработанной гидроксидом натрия.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен обзор литературы, содержащей характеристику люцерны и новых кормовых трав. Исследование биохимического состава трав и возможности их использования в кормопроизводстве приведены в работах Н.И. Вавилова, А.А. Кондратьева, И.А. Даниленко, А.Н. Левочкина, Л. Аспиналя, Б. Лестетнера, Дж. Маллой и др.

Исследования Л.И. Кроппа, Г.С. Генкина, К.-С.А. Гилявичюса, В.Я. Яценецкого, В.Я. Сазыкина и др. посвящены технологии искусственного обезвоживания и гранулирования кормовых трав.

Теория процесса прессования, воздействия сушки, влаготепловой обработки, гранулирования на качество кормов, способы ввода добавок, их эффективность и влияние на состав готового продукта рассмотрены в работах Г.А. Егорова, П.В. Классена, И.Г. Гришаева, А.П. Левицкого, И.К. Чайки, А.Д. Чмыря, М.С. Дудкина, Г.Н. Вайстиха, В.И. Левченко, П.М. Дарманьяна, А.Е. Долгорученко, П.Е. Ладана, М.И. Гусшуна, А.В. Модянова и др.

Характеристика существующих технологий гранулирования трав с соломой, подвергнутой щелочной обработке, и другими компонентами, приведены в работах С.Я. Зафрена, П.А. Кормщикова, В.А. Бондарева, Л.К. Эрнста, И.А. Ермаковой, Х. Бергнера, Р. Тёрша, П. Залтера и др.

Анализ результатов рассмотренных работ позволил установить, что новые кормовые травы, как перспективное сырье для гранулирования, изучены не в полной мере, а существующие технологии гранулирования кормовых трав имеют недостатки и, как следствие, - необходимо дальнейшее совершенствование технологии гранулирования этого растительного сырья. На этой основе сформулированы цель и задачи исследования.

Глава вторая посвящена выбору объектов и методов исследования. Объектами исследования были: кормовая трава люцерны *Medicago sativa L.*, интродуцируемая - сида *Vida parava Cav.* и солома сизая пшеничная сорта *Возрождение-1*.

Гранулирование муки люцерны в лабораторных опытах проводили на прессе при давлении 10 МПа и температуре матрицы 100... 110 °С, диаметр отверстия матрицы - 19 мм. В производственных условиях муку люцерны получали на АВМ-1,5А при оптимальном режиме сушки (темпера-

тура теплоносителя в барабане 500... 700 °С, на выходе до 115 °С), а гранулирование осуществляли на ОГМ-1,5А с диаметром отверстий кольцевой матрицы 16 мм в цехе витаминной травяной муки Веселиновского межколхозного комбикормового завода Николаевской области.

Биохимические свойства кормовых трав и продуктов их переработки определяли стандартными методами по следующим показателям: содержанию влаги, золы, экстрактивным веществам, свободным сахарам, легкогидролизуемым полисахаридам (ЛПН), трудногидролизуемым полисахаридам (ТПН), лигнину, белковому, небелковому азотам, азоту остатка, растворимым азотистым веществам, аминокислотному составу, витаминам, минеральным элементам, сырому протеину, жиру, клетчатке, веществам аромата, полифенольным соединениям, уреазной активности, количеству микромицетов, количеству и строению пектиновых веществ, коллоидов, реллидонов. Для установления строения биополимеров использовали физико-химические методы: УФ-спектроскопию, ИК-спектроскопию, рентгеноструктурный анализ, газожидкостную и распределительную хроматографию.

Для оценки кормовых достоинств трав и продуктов их переработки определяли переваримость сухого вещества *in vitro*, последовательно обрабатывая их солянокислым пепсином и целлюлазой. Переваримость характеризовали по величине потери сухих веществ гранул при ферментации. Протеолиз белков и ферментативный гидролиз углеводов вели по стандартным методикам.

В ходе исследований по стандартным методикам определяли физико-механические свойства гранул по следующим показателям: гранулометрический состав, плотность, объемная масса, крошимость, твердость, прочность на сжатие, работа разрушения, удельная работа разрушения при ударе, времени набухаемости, коэффициентам внутреннего и внешнего трения, углом естественного откоса и обрушения, скорости витания.

Планирование эксперимента проводили с учетом рекомендаций В.В. Налимова, Ю.П. Адлера, И.Т. Мерко и др. Для выбора оптимальных условий щелочной обработки соломы при 4-х факторах (концентрация раствора α_1 , время α_2 и температура обработки α_3 , гидромодуль α_4) в работе использовали точный насыщенный Д-оптимальный план.

В качестве критериев оптимальности технологического процесса приняты: \mathcal{K} - переваримость сухих веществ *in vitro* (y), %;

\mathcal{D} - удельные дополнительные затраты, связанные со щелочной обработкой (y_2), руб./т; \mathcal{K} - обобщенный показатель (критерий) оптимальности определяли по предложенному выражению:

$$\mathcal{K} = \frac{\mathcal{D}_0 + \mathcal{D}}{\mathcal{K}} \cdot 100\%, \quad (I)$$

где \mathcal{D}_0 - основные удельные затраты на сырье, руб./кг.

Зоотехническую оценку гранулированного корма проводили по методикам, описанным Г.А. Богдановым, А.М. Венедиктовым, А.М. Никитиным и др.

В третьей главе приведены результаты экспериментальной разработки технологии гранулирования кормовых трав. В первом этапе было изучение биохимического состава сырья: традиционного - люцерны и перспективного - сиды. Установлено, что сида содержит больше, чем люцерна спирторастворимых веществ, в том числе свободных сахаров, труднорастворимых полисахаридов (ТПН) и минеральных элементов. В составе низкомолекулярных углеводов люцерны найдены сахара, глюкоза, фруктоза, галактоза, в сиде галактоза отсутствует.

Люцерна и сида характеризуются высоким содержанием азота, соответственно, 3,22 и 2,91 %. Белкового азота в люцерне на 17,11 % больше, чем в сиде. На долю альбуминов и глобулинов в люцерне приходится 58,6 %, в сиде - 66,5 %. По качественному набору аминокислот гидролизаты белков люцерны и сиды не отличаются, по их количе-

ству сиды несколько уступает люцерне.

В результате фракционирования и выделения полисахаридов установлено, что они представлены пектином, ксиланом, целлюлозой, а их количество в листе и анатомических частях стебля сиды различны. Пектины листа и сердцевин сиды характеризуются наибольшей степенью этерификации, а, следовательно, и лучшей желирующей способностью.

Установлено строение ксиланов листа и анатомических частей стебля сиды. Эти полисахариды относятся к глюкуроноксиланам и идентичны по строению ксилану бобовых трав.

Показано, что упаковка в клеточных стенках целлюлозы сиды неоднородна. Наиболее упорядочена целлюлоза листа, наименее — коры (рис. 1). Наибольшему деструктивному воздействию под влиянием ферментализации целлюлазой подвергается целлюлоза древесины и сердцевин стебля. ИК-спектроскопия подтвердила природу и особенности строения выделенных полисахаридов (рис. 2).

Экспериментом установлено, что люцерна и сида близки по витаминному составу. Сиды содержит витаминов в мг/кг: V_1 — 2,0, V_2 — 4,5, E — 32,5, C — 3,1, каротина — 184,0.

Сравнительный анализ минеральных элементов показал, что количество Ca и P в них примерно одинаково. По микроэлементному составу сиды превосходит люцерну.

Так как режимы сушки и гранулирования при разработке технологий не изменялись, то на втором этапе работы было изучено влияние применяемых режимов в промышленности на качество гранул, полученных из люцерны и сиды.

Установлено, что в процессе гранулирования в травяной муке уменьшается содержание азота как белкового, так и небелкового. Сушка и гранулирование не оказывает воздействия на уровень солей и спирторастворимых белков. Содержание щелочерастворимой фракции

белков увеличилось с 18,6 % в свежей траве до 23,01 % в травяной муке сиды. Содержание большей части аминокислот при гранулировании уменьшается, одновременно несколько возрастает количество глутаминовой кислоты, валина, пролина, а количество аргинина, тиронина, серина практически не изменяется. Ферментативная атакуемость белков гранул травяной муки по сравнению с травяной мукой выше, но на последнем этапе обработки снижается (рис. 3).

Процесс гранулирования практически не влияет на количество свободных сахаров и увеличивает количество ЛПП, улучшается переваримость углеводов (рис. 4).

В условиях искусственного обезвоживания и прессования происходят потери витаминов в люцерне и сиде и соответственно, составляли в % на асб. сух. навеску для каротина — 11,7, 6,8, V_1 — 6,8, 7,6, V_2 — 14,5, 20,40, E — 11,1, 26,0.

Опытами на люцерне установлено, что количественным и качественным изменениям подвергаются вещества аромата.

Сушка и гранулирование по-разному влияют на полифенольные соединения люцерны. Сушка снижает долю катехинов и флавонолов, соответственно, на 11,14 и 26,73 %, а гранулирование, практически не изменяя количество катехинов, снижает долю флавонолов.

Третьим этапом явилась разработка технологии гранулирования травяной муки с рядом связующих и обогатительных добавок и исследование эффективности их ввода. В качестве добавок применяли: мелассу в количестве 10 %, концентрат гидролизата полисахаридов — 10 %, препарат ОТИ-3 — 8 %, концентрат сульфитно-дрожжевой бражки (на кальций основе) — 10 %, смесь карбамида — 15 % с сапропелем — 5 % и ортофосфорную кислоту — 3 % с карбамидом — 10 %.

При заданных параметрах процесс прессования протекал нормально. Эффективность введенных добавок оценивали по биохимическим и физико-механическим показателям, полученным в лабораторных условиях гранул.



Рис. 1. Кинетика алкоголиза целлюлозы сиды.

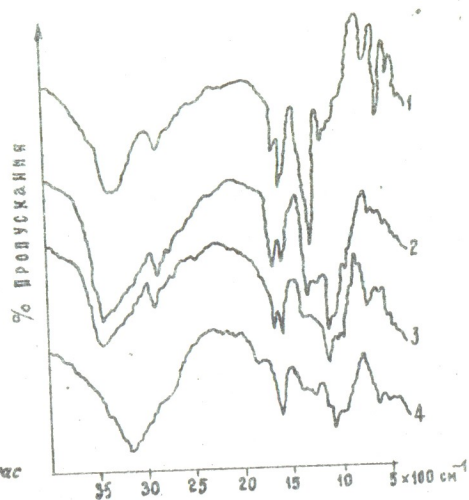


Рис. 2. ИК-спектры пентинового вещества сиды: 1-древесины, 2-коры, 3-сердцевины, 4-листья.

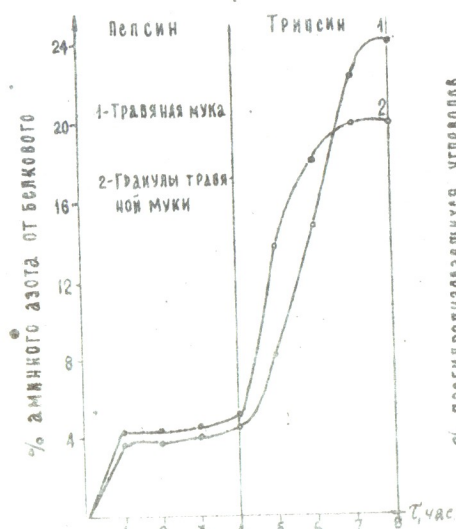


Рис. 3. Атактивность боковых веществ люцерны протеолитическими ферментами.



Рис. 4. Кинетика ферментализации углеводов люцерны.

Влажность всех полученных гранул была на 3... 4 % выше контрольных и находилась в пределах требований (ГОСТ 18691-73). Добавки не оказали существенного влияния на содержание сырого жира, сырой клетчатки, остатка после ТП, в то же время препарат ОТИ-3, сапропель с карбамидом и ортофосфорная кислота с карбамидом увеличивали содержание азотистых веществ, соответственно, на 0,69, 4,16, 3,13 %.

Основные потери витаминов происходят на стадии гранулирования и составляют, соответственно, в %: для каротина - 5,53, V_1 - 23,33, V_2 - 14,28, Е - 9,20. Добавки оказывают различное влияние на витамины. Смесь ортофосфорной кислоты и карбамида уменьшают долю каротина на 5,7 % и витамина Е на 9,4 %.

Максимальное количество фосфора находится в гранулах с введением ортофосфорной кислоты и карбамида при соотношении $-Ca:P - 1:1$. Эта добавка снижает уреазную активность люцерны на 46 % и блокирует вымываемость карбамида из гранул.

Введение добавок уменьшает крошимость гранул, улучшает прочностные свойства, кроме образцов с введением сапропеля с карбамидом. Для гранул, содержащих ортофосфорную кислоту и карбамид, плотность, крошимость, твердость и время набухаемости соответственно равны 1,2 г/см³, 1,41 %, 20,1 Па, 62,6 мин.

Помимо ввода добавок в травяную муку, рассмотрена возможность обработки зеленой массы люцерны растворами карбамида, что увеличивает содержание азотистых веществ и свободных аминокислот.

На четвертом этапе на основании лабораторных экспериментов была выбрана добавка: смесь ортофосфорной кислоты (5 %) и карбамида (10 %) для разработки технологии гранулирования в промышленных условиях травяной муки люцерны, смешанной с ортофосфорной кислотой и карбамидом. При разработке технологической схемы максимально использовали оборудование и агрегаты для витаминной травяной муки.

Зоотехническую оценку гранул муки люцерны с добавкой ортофосфорной кислоты и карбамида, полученных по разработанной промышленной технологии, проводили в научно-хозяйственных опытах опытного хозяйства Одесской государственной сельскохозяйственной станции и в колхозе "Украина" Веселиновского района Николаевской области. За счет введения опытных гранул в состав рационов получены дополнительные приросты живой массы животных. Гранулы отличались высокой поедаемостью.

Расчет экономического эффекта от годового объема производства цеха витаминной травяной муки Веселиновского межколхозного комбикормового завода Николаевской области и использования гранул муки люцерны, обогащенных фосфором и карбамидом, составляет 81,2 тыс. руб.

Четвертая глава посвящена разработке технологии совместного гранулирования травяной муки люцерны (30 % по массе) и измельченной соломы (70 % по массе). Для повышения качества получаемых гранул предложено обрабатывать солому раствором $NaOH$ (улучшение кормовой ценности), смешивать ее с травяной мукой (восполнимость белка, витаминов и др. полезных веществ) и гранулировать. Первым этапом этой работы было определение оптимальных значений основных факторов, влияющих на переваримость под действием щелочи. При выборе верхнего и нижнего уровней фактора исходили из данных эксперимента. Численные значения уровней факторов и интервалы их варьирования приводятся в табл. I.

В результате реализации матрицы D - оптимального плана получены численные значения показателей K_u и D_u , по которым для каждой точки факторного пространства рассчитан критерий эффективности K_u по формуле (1). Статистическим анализом подтверждено, что все значения этого критерия с построчные дисперсии, при 2-х кратной повторности опытов, однородны (расчетное значение критерия Кохрена $G_p = 0,241$, а табличное - $G_p = 0,475$).

Уровни	Показатели	Кодированное значение, α_i	Факторы и их обозначение			
			α_1 , %	α_2 , час	α_3 , град.	α_4 , л/кг
Верхний		+I	10	24	100	2,5
Основной		0	6	13,5	60	1,5
Нижний		-I	2	3	20	0,5
Промежуточные		+0,25	-	-	70	-
		-0,25	5	11	-	1,25
		+0,5	-	-	80	-
		-0,5	4	-	-	-
Интервал варьирования			4	10,5	40	I

Для обоснования оптимальных значений факторов, при которых функция критерия эффективности $K'(x_1, x_2, x_3, x_4)$ принимает минимальное значение, использовано уравнение регрессии второго порядка. После оценки статистической значимости каждого коэффициента уравнения регрессии, которая проводилась по критерию Стьюдента, получили уравнение с 13 значимыми коэффициентами:

$$K'(x_1, x_2, x_3, x_4) = -136 - 1,79x_1 + 12,5x_2 + 7,97x_3 + 8,59x_4 + 3,37x_1x_2 + 1,96x_1x_3 + 2,10x_1x_4 + 17,71x_2x_3 - 10,69x_2x_4 + 5,66x_3^2 + 8,44x_3^3 + 6,02x_4^2 \quad (2)$$

Для проверки адекватности модели (2) использовался критерий Фишера. Расчетное значение критерия Фишера составляет $F_{\text{р}} = 2,07$ и табличное $F_{\text{т}} = 3,66$. Таким образом, уравнение (2) адекватно описывает экспериментальные данные. Таблицы оптимальных значений факторов, минимизирующих функцию критерия эффективности, выполнены на ЭМ ЭО-1000 по стандартным методам. Оптимальные значения факторов и критерия эффективности приведены в табл. 2.

В. О. 15-150

Оптимальные значения факторов и критерия эффективности

Кодированные				Раскодированные				Округленные				K_1	K_0	T_0
x_1	x_2	x_3	x_4	a_1	a_2	a_3	a_4	a_1	a_2	a_3	a_4			
+1	+0,2	-1	-1	10	15,6	20	0,5	10	16	20	0,5	82,1	100	29

В табл. 2 также приводится значение критерия эффективности (K_0) контрольного образца гранулированного корма, полученного на основе смеси соломы (70 %) и травяной муки (30 %). Переваримость такого корма составила $K_0 = 29$ %, а общая стоимость $D_0 = 29$ руб./т. При оптимальных условиях щелочной обработки соломы минимальная стоимость тонны усвоенного корма - $K_1 = 82,1$ руб./т.

Вторым этапом этой работы стала разработка технологической схемы получения гранул на основе травяной муки и соломы, обработанной гидроксидом натрия, с учетом выбранных оптимальных условий. Для этой цели использовали имеющееся оборудование на Веселиновском межколхозном комбикормовом заводе, при максимальной механизации и автоматизации (рис. 6) производства. Смесь травяной муки и соломы в смесителе ОГМ-1,5А увлажняли до 14 %, не изменяя режимов гранулирования.

Производственные испытания подтвердили эффективность предложенной технологии. Производительность пресса-гранулятора составила 1,3 т/час. Далее, на третьем этапе работы была дана оценка полученным гранулам. Установлено, что щелочная обработка сырья не влияет на содержание азота. В нем изменяется соотношение отдельных фракций полисахаридов: количество ЛПП увеличивается на 7 %, а ТПП, соответственно, уменьшается. В обработанном сырье увеличивается доля аморфной фракции. Ее содержание возросло на 18 %, а для полученных гранул она равна 47,8 %.

Гранулы, состоящие на 30 % из травяной муки и 70 % из соломы,

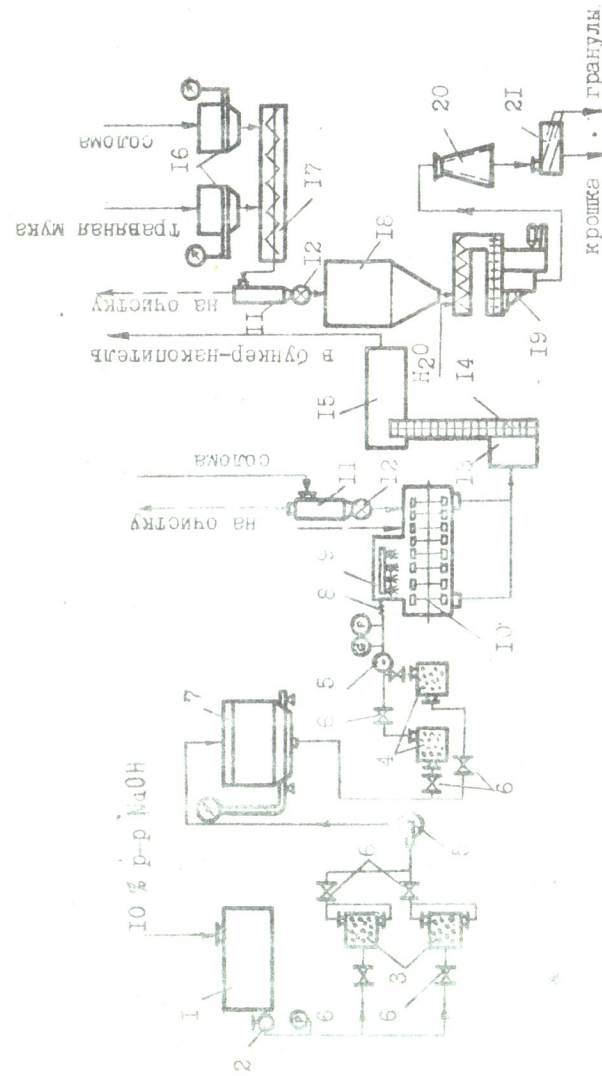


Рис. 6. Технологическая схема получения гранул травяной муки и соломы, обработанной гидроксидом натрия. С измельченной соломой, обработанной гидроксидом натрия.

1 - емкость для 10 % р-ра NaOH
2 - емкость для 10 % р-ра азотки, 4 - фильтр тонкой очистки, 5 - насос РЗ-3, 6 - регулировочные вентили, 7 - емкость с весовым дозатором, 8 - горючие шланги
9 - форсушки, 10 - смеситель КТУ-10, 11 - шпалон-разгрузитель, 12 - шнеко-вые загрузчики, 13 - приемный лоток АВМ-1,5А, 14 - транспортер АВМ-1,5А, 15 - АВМ-1,5А, 16 - емкость с весами, 17 - смеситель, 18 - бункер смеси травяной муки и соломы, обработанной щелочью, 19 - ОГМ-1,5А, 20 - охлажда-тельные колода, 21 - просеиватель.

обработанной щелочью, содержали в 1 кг сырого протеина - 106,8 г, сырого жира - 21,5 г, сырой клетчатки - 275,3 г, безазотистых экстрактивных веществ - 370,4 г. За счет внесенной травяной муки гранулы обеспечены набором большинства незаменимых аминокислот и витаминами. Каротин в них содержалось 58,3 мг/кг. В гранулах присутствует *Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn*

Щелочная обработка соломы уменьшила вредные популяции микрофлоры, полностью уничтожая кишечную палочку.

Гранулы характеризовались высокими физико-механическими показателями: их влажность 11,1 %, плотность 1,25 г/см³, объемная масса 0,51 т/м³, крошимость 0,73 %, твердость 34,3 Па, работа разрушения на сжатие вдоль оси гранулы - 0,62 Дж, поперек - 0,161 Дж, удельная работа разрушения вдоль оси гранулы 3,29 кДж/кг, поперек - 2,11 кДж/кг, угол естественного откоса 38°, обрушения - 44°, коэффициент внешнего трения по дереву 0,45, по бетону 0,65, по алюминию 0,39, скорость вращения 13,26 м/с.

Зоотехническая оценка гранул показала, что животные, получая гранулы травяной муки и обработанной щелочью соломы в составе рациона, дают дополнительные приросты по сравнению с контрольными группами животных, не получавших эти гранулы. Расчет экономического эффекта от годового объема производства на Веселяновском межколхозном комбикормовом заводе и их использования составил 55,2 тыс.руб.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Изучен биохимический состав интродуцируемой кормовой травы сиды. Экспериментально установлено, что по своему составу она близка к люцерне. Впервые дана углубленная характеристика строения полисахаридов сиды. Показано, что сида - перспективное сырье для производства гранулированного корма.

2. Осуществлено гранулирование люцерны и сиды в режимах технологии цеха витаминной травяной муки межколхозного комбикормового завода. Изучено влияние гранулирования на качество получаемого корма. Установлено, что гранулирование положительно влияет на переваримость белков и углеводов. Для сиды характерны те же качественные изменения азотистых веществ и витаминов, что и для люцерны. Для люцерны помимо азотистых веществ, углеводов, витаминов, рассмотрено влияние технологического процесса на полифенолы и вещества аромата.

3. Установлено путем гранулирования муки люцерны с различными добавками, что наиболее эффективно влияет на химический состав и физико-механические свойства гранул муки люцерны смесь ортофосфорной кислоты и карбамида. Она повышает содержание общего азота в гранулах, приводит к деструкции полисахаридов, блокирует распад ряда аминокислот, угнетает уреазу люцерны, замедляет вымываемость карбамида из гранул. Ввод добавки уменьшает крошимость, повышает ряд прочностных показателей гранул.

4. Показано, что обработка зеленой массы люцерны растворами карбамида приводит к увеличению в ней количества азотистых веществ и свободных аминокислот.

5. Разработана технологическая схема производства гранул муки люцерны, обогащенных фосфором и карбамидом. Ее промышленные испытания показали, что введение добавки повышает производительность пресса на 155 кг/час и снижает затраты электроэнергии на прессование на 6,2 кВтч/т.

6. Дана характеристика гранул, обогащенных фосфором и карбамидом. Гранулы содержат больше азота на 4,63 %, фосфора - на 10,4 г/кг и обладают высокими физико-механическими показателями.

7. Подтверждена эффективность использования гранул муки люцерны с вводом ортофосфорной кислоты и карбамида в зоотехнических опытах

на животных. Получены дополнительные приросты животных. Расчет годового экономического эффекта от производства на Веселиновском межколхозном комбикормовом заводе Николаевской области и использования гранул равен 81,2 тыс.руб.

8. Определены оптимальные условия щелочной обработки соломы по обобщенному критерию эффективности.

9. Разработана технологическая схема получения гранул на основе 30 % травяной муки и 70 % соломы, обработанной щелочью. Промышленная проверка схемы показала, что она эффективна, а ее производительность составила 1,3 т/час.

10. Исследование биохимического состава показало, что гранулы смеси травяной муки и соломы, обработанной гидроксидом натрия, содержат азотистые вещества, аминокислоты, в том числе незаменимые, каротин - 58,3 мг/кг и другие витамины, а также макро- и микроэлементы, характеризуются высокими физико-механическими показателями.

11. Эффективность производства и применения гранул подтверждена результатами зоотехнических опытов на животных. Получены дополнительные приросты животных. При этом установлена реальная экономия комбикорма. Расчет годового экономического эффекта от производства на Веселиновском межколхозном комбикормовом заводе Николаевской области и использования гранул составил 55,2 тыс.руб.

12. По данным выполненной работы рекомендуется совершенствовать технологию гранулирования кормовых трав путем: использования нового сырья - кормовой травы сиды, осуществления технологии производства азотно-фосфорного гранулированного концентрата посредством смешивания муки люцерны с ортофосфорной кислотой (3 %) и карбамидом (10 %); реализация технологической схемы получения гранул на основе смеси муки люцерны (30 %) и соломы (70 %), обработанной гидроксидом натрия, при оптимальных условиях щелочной обработки: концентрация щелочи - 10 %, время обработки - 16 часов, температура -

20°, гидромодуль 500 л/т соломы.

Работы, опубликованные по теме диссертация:

1. Исследование физико-механических свойств гранулированной люцерны / М.С. Дудкин, В.И. Науменко, Л.И. Карнаушенко, А.Т. Безусов. - В кн.: Тез. докл. IV Всесоюзной конференции "Механика сыпучих материалов", Одесса, 1980, с. 72.

2. Дёменко О.Н., Науменко В.И. Аэродинамические свойства гранулированного комбикорма для крупного рогатого скота. - Там же, с. 119.

3. Костяк Г.Ф., Дёменко О.Н., Науменко В.И. Аэродинамическая характеристика гранулированной травяной муки. - Мукомол.-алевадор. и комбикормовая пром...сть, 1980, № 7, с. 44.

4. Свойства гранулированной травяной муки из люцерны / В.И. Науменко, М.С. Дудкин, Л.И. Карнаушенко, А.Т. Безусов. - Мукомол.-алевадор. и комбикормовая пром...сть, 1981, № 7, с. 41.

5. Дудкин М.С., Науменко В.И., Безусов А.Т. Состав азотистых веществ простой и гранулированной травяной муки из кормовой травы сиды. - Химия в сельском хозяйстве, 1983, № 2, с. 37-38.

6. Науменко В.И., Дудкин М.С., Безусов А.Т. Химический состав *Sida parava Cav.* - Растительные ресурсы, 1983, вып. 4, с. 529-532.

7. Дудкин М.С., Науменко В.И., Безусов А.Т. Влияние гранулирования на углеводный состав травяной муки. - Науч.-техн. бюллетень ЦНИПТИМЭЖ, Запорожье, 1983, вып. 19, с. 37-40.

8. Денисюк Н.А., Дудкин М.С., Науменко В.И. Химический состав некоторых перспективных кормовых трав и их брикетирование. - Там же, с. 40-44.

9. Науменко В.И., Дудкин М.С., Безусов А.Т. Строение ксиланов *Sida parava Cav.* - В кн.: Химия, биохимия и использование гемипцеллюлоз. Тез. докл. 3-й Всесоюзной конференции, Рига, 1985, с. 19-20.

Науменко