

Автор ер.

Л 84

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

На правах рукописи

ЛУКАШЕНОК Евгений Владимирович

УДК 636.08.55:582.683.2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ
И ВВОДА РАПСОВОГО СЫРЬЯ В СОСТАВ КОМБИКОРМОВ

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 - 1989

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова, Государственном агропромышленном комитете Латвийской ССР.

Научные руководители – доктор биологических наук, профессор А. П. Левицкий;
– кандидат технических наук, доцент И. К. Чайка.

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор И. Т. Мерно;
– доктор сельскохозяйственных наук, профессор А. И. Свеженцев.

Ведущая организация – Киевский филиал ВНПО "Комбикорм".

Защита состоится 23 декабря 1989 г. в 10³⁰ час на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при 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 20 февраля 1989 г.

Ученый секретарь специализированного совета кандидат технических наук, доцент

Е. Г. Кротов

Одесский технологический институт

ОНАХТ 02.07.12
Разработка технологи



v016521

Актуальность работы. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986–1990 гг. и на период до 2000 года предусмотрено увеличение объемов производства животноводческой продукции, что неразрывно связано с наращиванием объемов производства комбикормов, повышением их качества и сбалансированности по питательным веществам. На совещании в ЦК КПСС по вопросам развития комбикормовой промышленности в мае 1988 г. было отмечено, что одной из причин выработки некачественных комбикормов является дефицит кормового белка. Ограниченность сырьевых ресурсов не позволяет покрыть существующий дефицит белка за счет увеличения производства кормов животного происхождения. Белок, получаемый микробиологическим путем, пока еще низкоэффективен. Поэтому всемерно возрастает роль белка растительного происхождения, характеризующегося высоким качеством и низкой себестоимостью получения. В последнее десятилетие резко возросли объемы производства зерна высокобелковых культур – сои, рапса, гороха, нута и др. Если производство сои размещено в основном на юге страны, то рапс может возделываться на значительной территории СССР, так как помимо высокой урожайности, высокого содержания белка (до 40%) и сбалансированности питательных веществ отличается неприхотливостью и засухоустойчивостью. В 1985 г. в СССР было произведено около 500 тыс. т рапсовых семян, а в 1990 г. намечено произвести 1,5 млн. т. Однако использование рапса и продуктов его переработки в кормлении сельскохозяйственных животных ограничено из-за содержащихся в нем антипитательных и токсичных веществ, в первую очередь, глюкозинолатов (ГЗЛ) и продуктов их ферментативного гидролиза, оказывающих угнетающее действие на животный организм. Существующие методы обезвреживания рапсового сырья не обеспечивают устранения его антипитательных свойств, не исследована взаимосвязь технологии обезвреживания рапсового сырья и его ввода в состав комбикормов.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии обезвреживания и ввода рапсового сырья в состав комбикормов. При достижении этой цели были решены следующие задачи: проведена сравнительная оценка различных способов обезвреживания рапсового сырья, осуществлен выбор оптимального способа и режимов обезвреживания, усовершенствовано аппаратное оформление процесса обезвреживания рапсового сырья, разработана технологическая линия обезвреживания рапсового сырья методом водной экстракции, прове-

v 016521

дена оценка эффективности функционирования технологической линии обезвреживания рапсового сырья, разработаны методы и режимы удаления влаги из обезвреженного рапсового сырья в составе комбикормов и проведена зоотехническая оценка их эффективности.

Научная новизна работы. Выявлены и математически описаны закономерности, характеризующие процесс удаления глюкозинолатов из рапсового сырья, оптимизированы параметры процесса двухэтапной водной экстракции рапсового сырья, изучена кинетика удаления влаги из обезвреженного рапсового сырья, обоснована технология его обезвреживания и ввода в состав комбикормов, исследованы топология и стабильность функционирования технологической линии двухэтапной водной экстракции рапсового сырья.

Практическая ценность работы. Установлены оптимальные параметры и разработана технология двухэтапной водной экстракции сырья и его ввода в состав комбикормов, усовершенствовано аппаратное оформление процесса экстракции, разработаны программа расчета на ЭВМ технологических параметров обезвреживания рапсового сырья и принципиальная схема технологического процесса обезвреживания рапсового сырья и его ввода в состав комбикормов. Основные работы внедрены в комбикормовом цехе Добельского комбината хлебопродуктов Латвийской ССР. Зоотехнические испытания проведены совместно с Латвийской сельскохозяйственной академией на базе опытного хозяйства "Вецауце".

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы доложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИП им. М. В. Ломоносова (г. Одесса, 1984-1988 гг.), Одесской областной научно-технической конференции по проблемам увеличения производства и повышения качества продуктов животноводства (г. Одесса, 1986 г.), Всесоюзном научно-техническом совещании "Корме из отходов АПК: техника и технология" (г. Запорожье, 1988 г.).

Публикации результатов. По теме диссертационной работы опубликовано 9 научных статей и получено положительное решение ВНИИГПЭ на выдачу авторского свидетельства.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и рекомендаций, списка литературы, включающего 153 наименования, в том числе 72 иностранных и приложения. Работа изложена на 197 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков и 23 таблицы.

На защиту выносятся: - результаты исследования биохимического

состава рапсового сырья, подвергнутого двухэтапной водной экстракции; - технология обезвреживания и ввода рапсового сырья в состав комбикормов; - материалы по оценке эффективности функционирования технологической линии обезвреживания рапсового сырья методом двухэтапной водной экстракции.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен обзор литературных источников, относящихся к обоснованию обезвреживания рапсового сырья для повышения его кормовых достоинств. Работы Поповой Е. П., Селиковой Н. Д., Фирсовой М. К., Bell T. M., Brag D. B., Fisher L. J., Josefson E., Hockady T., Marquard R., Rutkowski A., Salo M. L., Sørensen H. L. и др. посвящены особенностям биохимического состава рапсового сырья, характеристике антипитательных и токсических веществ. Эффективность различных технологических способов обезвреживания рапсового сырья исследована в работах Кононовой Р. В., Левицкого А. П., Чайки И. К., Clandinin D. R., Fox M., Josefson E., Kozłowska H., Raushberger J., Rayner C., Staron C., Vaccarino C.

Данные об использовании рапсового сырья при производстве комбикормов приведены в работах Бельденкова А. И., Калинина В. В., Кебе А. Е., Ковальчука И. С., Сопрунова А. В., Campbell L., Gubbils N., Kennely J., Papos A., Stretelski J., Tuori M., Vermonel M. и др. Анализ результатов рассмотренных работ позволил установить, что существующие способы обезвреживания рапсового сырья и их режимы недостаточно эффективны; требуется совершенствование технологии обезвреживания и ввода рапсового сырья в состав комбикормов. В заключение сформулированы цель и задачи исследований.

Глава вторая посвящена выбору объектов и методик исследования. Приведено описание экспериментальной базы исследований. Изложены основные элементы системного подхода к исследованию процесса экстракции рапсового сырья, приведена методика исследования с применением теории планирования эксперимента. Объектами исследования служили рапсовые жмыхи и шроты. В качестве критериев оптимальности технологического процесса экстракции рапсового сырья приняты: - остаточное содержание глюкозинолатов (Y_1), ммоль/кг; - потери сырого протеина (Y_2), %; - потери сухих веществ (Y_3), %. Экспериментальные исследования выполнены на лабораторной установке, схема которой приведена на рис. I. В ходе исследований определяли физические свойства рапсового сырья и комбикормов по таким показателям, как объемная масса, крупнота частиц, угол естественного

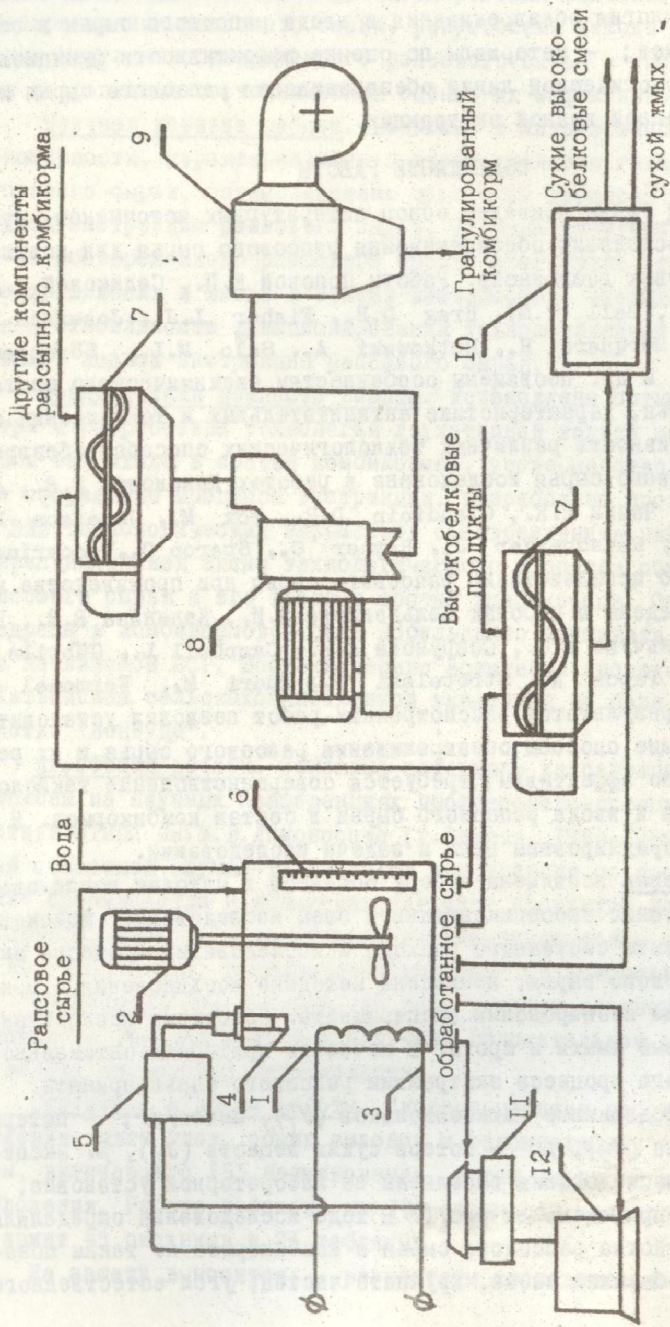


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования процесса обезвреживания рапсового сырья:
 1-экстрактор; 2- мешалка; 3- электродогреватель; 4- электродогреватель; 5-термометр; 6-регулятор; 6- градуированная шкала; 7- смеситель; 8- пресс-гранулятор; 9- охладитель; 10- СВЧ-печь; 11- центрифуга; 12- сушильный шкаф.

откоса, угол обрушения, степень уплотнения, влажность и др. Химические свойства рапсового сырья определяли по таким показателям, как сырой протеин, сырая клетчатка, сырой жир, переваримость белков, содержание глюкозинолатов, содержание нитрилов и др. Полный аминокислотный состав белков определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе "Хромаспек". Изучение изменения показателей качества рапсового сырья и комбикормов в процессе хранения проводили в нерегулируемых лабораторных и производственных условиях. Биологическую и зоотехническую оценки эффективности обезвреживания рапсового сырья проводили общепринятыми методами.

В третьей главе приведены результаты обезвреживания рапсового сырья такими методами как гамма-облучение, экструдирование, поджаривание, влаготепловая обработка и экстракция. Установлено, что разрушение глюкозинолатов в рапсовом сырье, независимо от способа его обезвреживания, описывается зависимостями экспоненциального характера:

| | | |
|---------------------------|--|-----|
| - гамма-облучение | $GЗЛ = 123,14 \cdot e^{-0,0087 \cdot D}$ | (1) |
| - экструдирование | $GЗЛ = 135,1 \cdot e^{-0,00092 \cdot t}$ | (2) |
| - поджаривание | $GЗЛ = 213,4 \cdot e^{-0,0059 \cdot t}$ | (3) |
| - влаготепловая обработка | $GЗЛ = 220 \cdot e^{-7,23 \cdot P}$ | (4) |
| - водная экстракция | $GЗЛ = 139,5 \cdot e^{-0,309 \cdot t}$ | (5) |

где D - доза облучения, Мрад; t - температура, $^{\circ}C$; P - давление пара, МПа; t - продолжительность обработки, ч. Также установлено, что наиболее эффективным способом обезвреживания рапсового сырья является водная экстракция, обеспечивающая практически полное удаление глюкозинолатов и минимальные потери лизина (около 26%). Однако на эффективность процесса экстракции влияют такие факторы, как величина гидромодуля, температура среды и продолжительность экстракции, число этапов экстракции. Оказалось, что наиболее рациональным средним размером частиц рапсового сырья является $d = 325$ мкм (рис.2). Содержание глюкозинолатов (ГЗЛ) и нитрилов (Н) в экстрагируемом рапсовом сырье находятся в обратно пропорциональной зависимости от величины гидромодуля (рис.3):

$$GЗЛ = 61,7 - 2,9 \cdot ГМ \quad (6), \quad H = 101,7 - 3,8 \cdot ГМ \quad (7).$$

Однако увеличение гидромодуля экономически нецелесообразно, а при $ГМ < 5$ наблюдалось резкое снижение эффективности экстракции. Двух-этапная водная экстракция рапсового сырья оказалась менее продолжительной. Так, в течение первых 5 минут обработки происходит резкое снижение глюкозинолатов и нитрилов по сравнению с исходным.

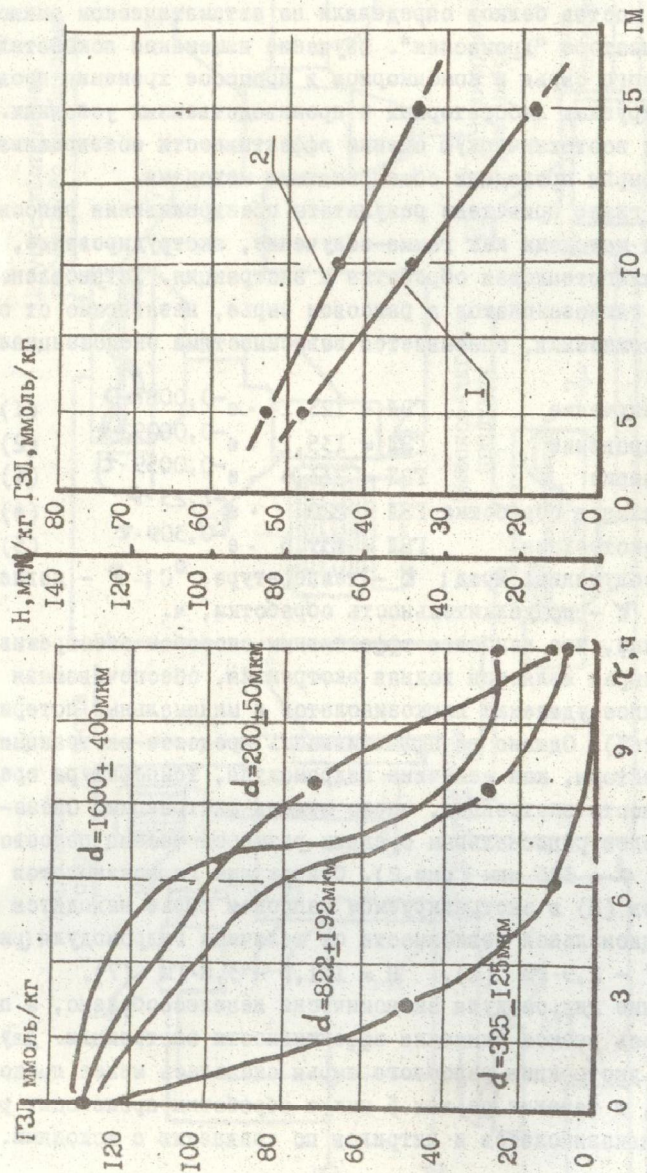
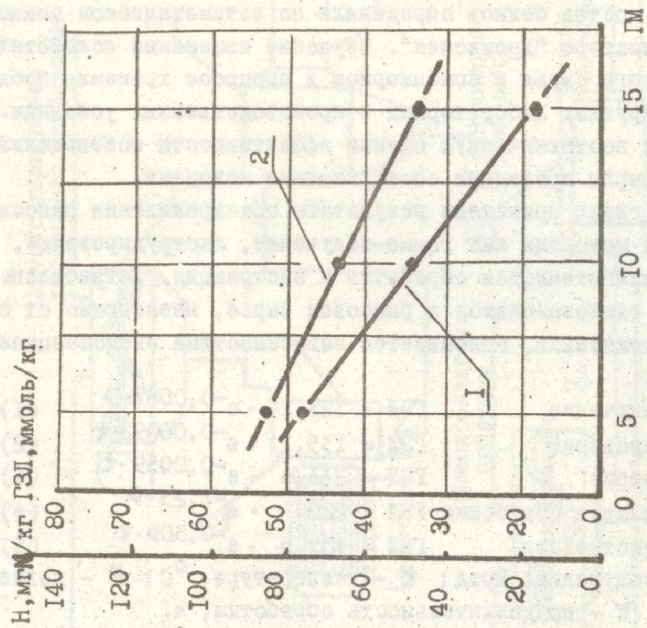


Рис.2. Влияние величины среднего размера частиц рапсового жмыха на эффективность экстракции глюкозинолатов

Рис.3. Влияние величины гидромодуля экстракции рапсового жмыха на уровни глюкозинолатов/Г₁ и нитрилов /Г₂



Увеличение продолжительности обработки до 10 мин практически не влияло на эффективность извлечения токсических веществ. Зависимости уровней глюкозинолатов и нитрилов от продолжительности первого этапа экстракции описываются уравнениями:

$$ГЗЛ = 107,1 \cdot e^{-0,087 \cdot \tau} \quad (8), \quad H = 163,2 \cdot e^{-0,082 \cdot \tau} \quad (9),$$

а на втором этапе экстракции:

$$ГЗЛ = 43,4 \cdot e^{-0,082 \cdot \tau} \quad (10), \quad H = 71,6 \cdot e^{-0,068 \cdot \tau} \quad (11)$$

Обращает на себя внимание практически одна и та же скорость удаления глюкозинолатов и нитрилов на первом и втором этапах экстракции рапсового сырья, что характеризуется значениями коэффициента при показателе степени в уравнениях (8)–(11).

В четвертой главе приведены результаты оптимизации параметров процесса водной экстракции рапсового сырья. Эксперимент проводили согласно В₂. Значение уровней изменяемых факторов и интервалы их варьирования приняты на основании априорной информации и предварительных исследований (табл. I):

Таблица I

Уровни и интервалы варьирования факторов

| Показатели | Гидромодуль | Продолжительность обработки, мин |
|-----------------------|----------------|----------------------------------|
| Верхний уровень | 6,0 | 8,0 |
| Основной уровень | 4,5 | 6,5 |
| Нижний уровень | 3,0 | 4,0 |
| Интервал варьирования | 1,5 | 1,5 |
| Кодовое обозначение | X ₁ | X ₂ |

В результате реализации матрицы плана были получены уравнения регрессии (в кодированных значениях факторов, $\alpha = 0,05$):

– для первого этапа экстракции:

$$Y_1 = 47,25 - 2,5X_1 - 6,17X_2 + 2,75X_1^2 + 3,75X_2^2 + 3,75X_1X_2 \quad (12)$$

$$Y_2 = 6,35 - 0,65X_1 + 1,30X_2 - 0,2X_1^2 - 0,55X_2^2 + 0,2X_1X_2 \quad (13)$$

$$Y_3 = 12,4 + 3,65X_1 + 2,47X_2 + 0,05X_1^2 - 1,4X_2^2 + 1,7X_1X_2 \quad (14)$$

– для второго этапа экстракции:

$$Y_1 = 23,0 - 6,17X_1 - 2,5X_2 + 2,5X_1^2 + 1,5X_2^2 - 0,5X_1X_2 \quad (15)$$

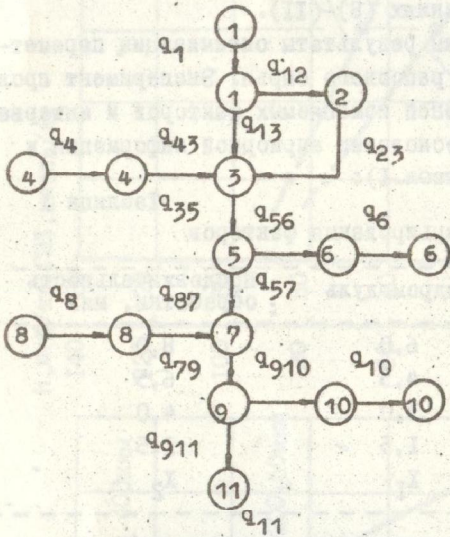
$$Y_2 = 7,57 + 0,3X_1 + 0,52X_2 + 1,27X_1^2 - 0,28X_2^2 + 0,22X_1X_2 \quad (16)$$

$$Y_3 = 4,4 + 0,85X_1 + 0,17X_2 - 0,05X_1^2 - 1,4X_2^2 + 0,1X_1X_2 \quad (17)$$

Оптимальные значения факторов составили:

| | | |
|--|-----------|-----------|
| гидромодуль | I этап | II этап |
| продолжительность обработки, мин | 5,0 | 3,0 |
| При этом остаточное содержание глюкозинолатов составляет | 7,0...7,5 | 7,0...7,5 |

22...24 ммоль/кг, суммарные потери сырого протеина 10-15% и потери сухих веществ 13-19%. Указанные параметры могут быть реализованы на технологической линии, принципиальная схема которой приведена на рис. 5. Эффективность работы линии обезвреживания рапсового сырья определяли методом количественного анализа материальных потоков (рис. 4).



$$\begin{aligned}
 q_1 - q_{12} - q_{13} &= 0 \quad (1) \\
 q_{12} - q_{23} &= 0 \quad (2) \\
 q_{13} - q_{43} - q_{35} + q_{23} &= 0 \quad (3) \\
 q_{43} - q_4 &= 0 \quad (4) \\
 q_{35} - q_{56} - q_{57} &= 0 \quad (5) \\
 q_{56} - q_6 &= 0 \quad (6) \\
 q_{57} + q_{87} - q_{79} &= 0 \quad (7) \\
 q_{87} - q_8 &= 0 \quad (8) \\
 q_{79} - q_{910} - q_{911} &= 0 \quad (9) \\
 q_{910} - q_{10} &= 0 \quad (10)
 \end{aligned}$$

Рис. 4. Материальный потоковый граф и уравнения баланса материальных потоков технологической линии обезвреживания рапсового сырья.

Матрица смежности исходного графа имеет вид:

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

порядок расчета уравнений системы (I) будет следующим:
 (1) — (4) — (8)
 (6) — (10)
 (2) — (3) — (5) — (7)
 — (9)

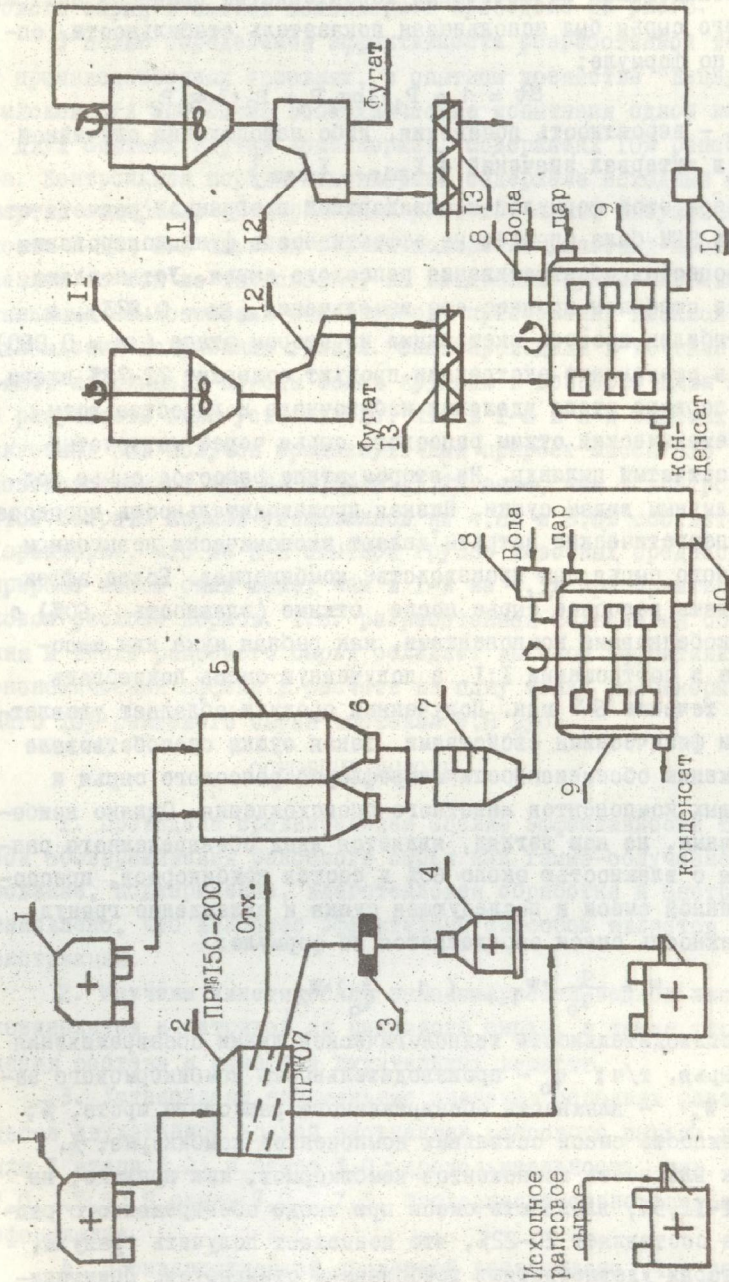


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема процесса обезвреживания рапсового сырья: 1-нория; 2-просеиватель; 3-магнитная колонка; 4-молотковая дробилка; 5- оперативные емкости; 6- вибропитатель; 7-автоматический весовой дозатор; 8-насос-дозатор; 9-экстрактор; 10-шестеренчатый насос; 11-емкость с мешалкой; 12-центрифуга; 13-шнек.

При исследовании качественных характеристик процесса экстракции рапсового сырья был использован показатель стабильности, определяемый по формуле:

$$St = 1 + P_1 \cdot \log_2 P_1 + P_2 \cdot \log_2 P_2$$

где P_1 и P_2 - вероятность попадания, либо непопадания случайной величины X_1 в интервал значений $\{X_{\min}, X_{\max}\}$.

Пользуясь этой формулой и стандартной программой расчета стабильности на ЭВМ была определена эффективность функционирования основных процессов обезвреживания рапсового сырья. Установлено, что наименее стабилен процесс его измельчения ($St = 0,873$), а наиболее стабилен процесс экстракции на втором этапе ($St = 0,980$). Получаемый в результате экстракции продукт содержит 72-78% влаги. В качестве первого этапа удаления избыточного количества воды предложен механический отжим рапсового сырья через матерчатый фильтр или сетчатый цилиндр. На втором этапе рапсовое сырье подвергали различным видам сушки. Низкая производительность процесса и высокие энергетические затраты делают экономически невыгодным сушку рапсового сырья при производстве комбикормов. Более эффективно смешивать рапсовое сырье после отжима (влажность 60%) с такими высокобелковыми компонентами, как рыбная мука или мясокостная мука в соотношении 1:1, а полученную смесь подвергать СВЧ-сушке в течение 6-7 мин. Полученный продукт обладает удовлетворительными физическими свойствами. Такая сушка способствовала резкому снижению обсемененности микрофлорой рапсового сырья и высокобелковых компонентов животного происхождения. Однако наиболее эффективным, на наш взгляд, является ввод обезвреженного рапсового сырья с влажностью около 60% в состав комбикормов, прессование полученной смеси и последующая сушка и охлаждение гранул. При этом влажность смеси определяется по формуле:

$$W = \frac{a}{a_0} \cdot W_1 + \left(1 - \frac{a}{a_0}\right) \cdot W_2$$

где a - производительность технологической линии обезвреживания рапсового сырья, т/ч; a_0 - производительность комбикормового завода, т/ч; W_1 - влажность обезвреженного рапсового шрота, %; W_2 - влажность смеси остальных компонентов комбикорма, %.

Так как влажность компонентов комбикормов, как правило, не превышает 11-11,5%, влажность смеси при вводе обезвреженного рапсового шрота составляет 20-22%, что позволяет получать гранулы, свойства которых удовлетворяют требованиям стандартов. Принципи-

альная технологическая схема ввода влажного обезвреженного рапсового сырья в состав комбикормов приведена на рис. 6.

С целью определения эффективности разработанной технологии в производственных условиях, в опытном хозяйстве "Вецауце" Латвийской СХА проведены зоотехнические испытания одной контрольной и двух опытных партий комбикормов, содержащих 10% рапсового шрота. Контрольная партия комбикормов содержала исходный шрот, I-я партия содержала обезвреженный рапсовый шрот, высушенный до влажности 7-9%; II-я опытная партия содержала рапсовый шрот, обезвреженный по той же технологии, но введенный путем смешивания с остальными компонентами комбикормов, прессования влажной смеси и охлаждения полученных гранул. Опыт проводили в течение трех месяцев на свиньях породы белая крупная в возрасте пяти месяцев. В результате было установлено, что в I-й и II-й опытных группах животных был получен среднесуточный прирост массы 510 и 532 г/сут соответственно, что на 8,5% и 13,2% выше, чем в контроле. При этом затраты кормов уменьшились на 4,6% и 6,0% соответственно. Характерно, что во II-й опытной группе животных среднесуточный прирост массы были выше, чем в I-й на 4,3% при практически одинаковом расходе кормов. Т.е. разработанная технология обезвреживания и ввода рапсового сырья обладает высокой эффективностью, а экономический эффект в расчете на одну тонну комбикорма, содержащего 10% рапсового сырья составил 9,8 руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проведена сравнительная оценка эффективности таких способов обезвреживания рапсового сырья как гамма-облучение, экструдирование, поджаривание, влаготепловая обработка и экстракция. Установлено, что наиболее эффективным способом является водная экстракция.

2. Изучены кинетические закономерности водной экстракции гликозинолатов и нитрилов из рапсового сырья, а также характер изменения состава и качества питательных веществ.

3. Установлены оптимальные значения основных факторов процесса двухэтапной водной экстракции рапсового сырья: гидромодуль для I этапа 5,0, II этапа 3,0; продолжительность, мин. для I этапа 7,0...7,5; II этапа 7,0...7,5. Усовершенствовано аппаратное оформление.

4. Производственной проверкой установлено, что разработан-

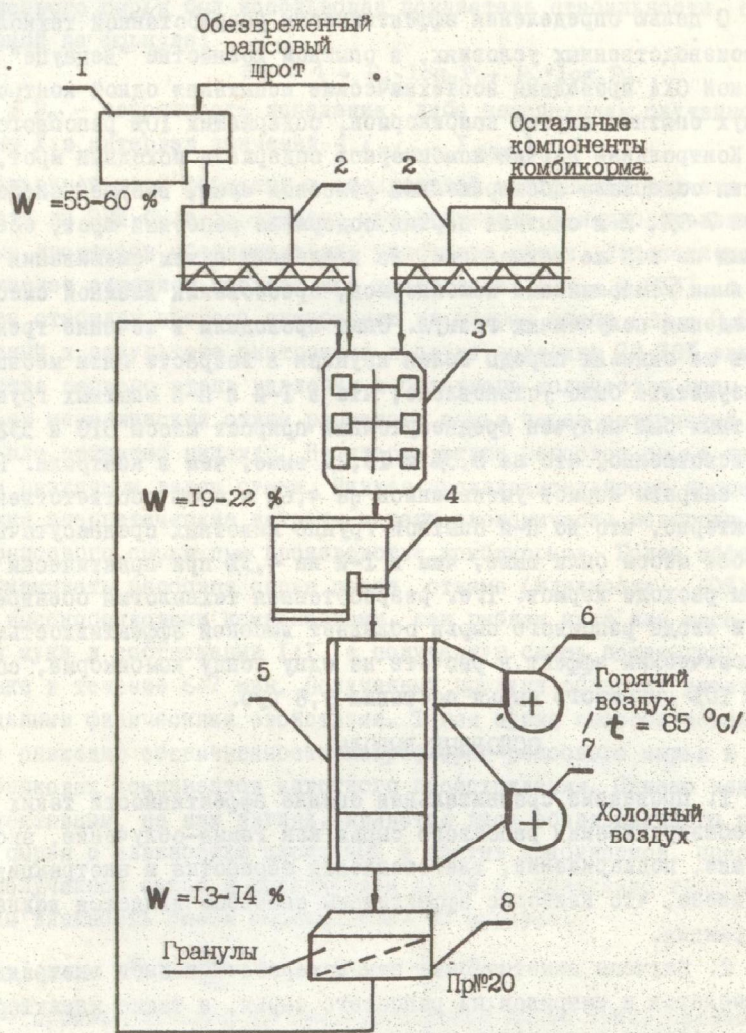


Рис. 6. Принципиальная технологическая схема ввода высоко-влажного обезвреженного рапсового сырья в состав комбикормов: 1 - фильтр-пресс ФПАЖМ, 2 - питатель шнекового типа, 3 - высокооборотный смеситель Б6-ДМА, 4 - пресс-гранулятор Б6-ДГВ1, 5 - охлаждающая колонка Б6-ДГВ2, 6 - вентилятор горячего воздуха, 7 - вентилятор холодного воздуха, 8 - просеиватель А1-БИС-12.

ные математические модели достаточно точно отражают реальный процесс экстракции рапсового сырья, а полученные режимы являются оптимальными в производственных условиях.

5. Разработана технологическая схема линии обезвреживания рапсового сырья, путем двухэтапной водной экстракции.

6. Проведена оценка эффективности функционирования технологической линии обезвреживания рапсового сырья методами расчета стабильности и топологического анализа, разработана программа расчета на ЭВМ системы уравнений материального баланса и основных характеристик процесса для подбора технологического оборудования.

7. Изучены методы и режимы удаления влаги из обезвреженного рапсового сырья. Установлено, что наиболее эффективной является СВЧ-сушка смесей рапсового сырья с другими высокобелковыми компонентами комбикорма в соотношении 1:1, что снижает расходы на сушку и улучшает санитарные и биохимические свойства конечных продуктов.

8. Изучены особенности технологии производства комбикормов с обезвреженным рапсовым сырьем; установлено, что наиболее экономичным является способ ввода, заключающийся в смешивании влажного обезвреженного рапсового сырья и других компонентов комбикорма с последующими гранулированием смеси, сушкой и охлаждением гранул.

9. Разработана технологическая схема линии ввода обезвреженного рапсового сырья в состав комбикормов.

10. Изучена эффективность хранения комбикормов с обезвреженным рапсовым шротом. Установлено, что в течение 90 суток хранения не происходит существенных изменений качества комбикормов.

11. Проведена оценка биологической и зоотехнической эффективности обезвреженного рапсового сырья и комбикормов. Установлено повышение кормовой ценности рапсового сырья, обезвреженного по разработанной технологии.

Таким образом, разработана технология обезвреживания и ввода рапсового сырья в состав комбикормов. Для реализации результатов работы в промышленности рекомендуются: принципиальные технологические схемы обезвреживания и ввода рапсового сырья в состав комбикормов; оптимальные режимы процесса экстракции и программа расчета на ЭВМ основных его характеристик.

Основные результаты диссертации опубликованы
в следующих работах

1. Определение общего содержания глюкозинолатов в рапсе / Р.В. Кононова, Е.В. Лукашенко, И.К. Чайка, А.П. Левицкий // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекц.-генетич. ин-та. - 1984. - Т.52, № 2. - С.30-33.
2. Влияние тепловой обработки на содержание глюкозинолатов и питательных веществ в рапсовом жмыхе и шроте / Р.В. Кононова, Е.В. Лукашенко, И.К. Чайка, А.П. Левицкий // ЭИ/ЦНИИТЭИ Минзага. сер. "Комбикорм. пром-сть". - 1985. - Вып.3. - С.7-10.
3. Обезвреживание рапсового жмыха гамма-лучевой обработкой / Р.В. Кононова, Е.В. Лукашенко, И.К. Чайка, А.П. Левицкий. - Одесса, 1985. - 6с. - Библиог.: 6 назв. - Деп. в ВНИИТЭСХ 12.07.75, № 320 ВС-85.
4. Экстракция глюкозинолатов из рапсового жмыха органическими растворителями / А.П. Левицкий, Р.В. Кононова, Е.В. Лукашенко, И.К. Чайка. - Одесса, 1985. - 6с. - Библиогр.: 5 назв. - Деп. в ЦНИИТЭИпищепроме 30.12.85, № 1251 - Деп.
5. Лукашенко Е.В., Кононова Р.В., Левицкий А.П. Детоксикация рапсового жмыха экстрагированием // Тезисы докл. науч.-техн. конф. "Ветеринарно-санитарные основы увеличения производства и улучшения качества продуктов животноводства". - Одесса, 1986. - С.52.
6. Лукашенко Е.В., Станкевич Г.Н., Кононова Р.В. Повышение питательной ценности комбикормов с рапсовым сырьем // Тезисы докл. науч.-техн. конф. "Ветеринарно-санитарные основы увеличения производства и улучшения качества продуктов животноводства". - Одесса, 1986. - С.52-53.
7. Кононова Р.В., Лукашенко Е.В., Станкевич Г.Н. Сухожаровая обработка рапсового жмыха. - Одесса, 1987. - 5с. - Деп. в ВНИИТЭИАгропром, № 396 ВС-87.
8. Экстрактор для системы твердое тело-жидкость / А.П. Левицкий, Р.В. Кононова, А.М. Ангеловский, Е.В. Лукашенко, И.К. Чайка. Заявка № 4299603/31-13, пр. от 05.06.87, положит. решение ВНИИГПЭ от 14.12.87.
9. Технология обезвреживания рапсового сырья для производства комбикормов / Р.В. Кононова, Е.В. Лукашенко, Г.Н. Станкевич и др. // Тезисы докл. Всесоюз. науч.-техн. сов. "Корма из отходов ПАПК: техника и технология". - Запорожье, 1988. - С.14-15.
10. Влияние СВЧ-сушки на санитарное состояние смесей, выработанных на основе обезвреженного рапсового шрота / Б.В. Егоров, Л.Б. Паулина, В.В. Гончаренко, Е.В. Лукашенко. - Одесса, 1988. - 6с. - Деп. в ВНИИТЭИАгропрома СССР № 483 ВС-87.

Левин