

Автор ерр.
к 64

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

На правах рукописи

КОНОНОВА Раиса Владимировна

УДК 636.085.55:582.683.2:

665.177:543.2

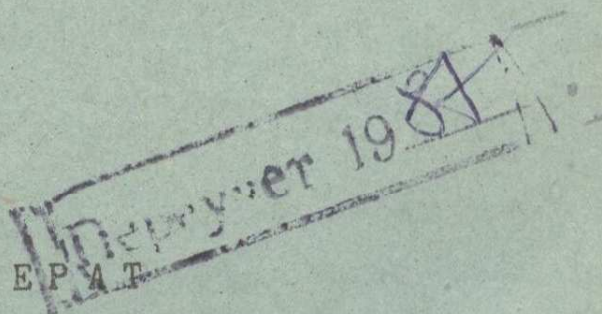
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
РАПСОВОГО СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ТЕХНОЛОГИИ КОМБИКОРМОВ

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 - 1986



Актуальность работы. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986 - 1990 годы и на период до 2000 года, а также Продовольственной программой СССР предусмотрено увеличение производства животноводческой продукции. В этой связи намечены меры по наращиванию производства комбикормов, повышению их качества и снижению удельного веса зерна в комбикормах за счет использования пищевых отходов и полноценных кормовых добавок. Особое внимание уделяется проблеме кормового белка, ежегодный дефицит которого в нашей стране составляет 4...6 млн.т.

В последние годы наметилась тенденция использования в технологии комбикормов отходов масложировой промышленности, в частности, рапсового сырья (жмыхов и шротов), а также кормовых белковых концентратов, получаемых на их основе. Рапсовое сырье отличается высоким содержанием биологически полноценного белка, однако ввод его в комбикорма ограничивают до 2...10 %, в зависимости от содержания потенциально токсических веществ - глюкозинолатов (ГЗ), продукты ферментативного гидролиза которых оказывают токсическое действие на животный организм.

При использовании рапсового сырья в технологии комбикормов его необходимо анализировать на содержание ГЗ и наиболее токсичных продуктов их ферментативного гидролиза - нитрилов, а также обезвреживать перед вводом в комбикорма.

Существующие методы анализа токсических веществ рапсового сырья отличаются сложностью и трудоемкостью, либо недостаточно высокой чувствительностью и специфичностью определения и, зачастую, требуют применения дорогостоящего оборудования, дефицитных реактивов, а также специальных технических знаний, что сдерживает их применение при массовых анализах рапсового сырья в технологии комбикормового производства.

Следовательно, совершенствование существующих методов анализа токсических веществ рапсового сырья, исключающее применение дорогостоящего оборудования, дефицитных реактивов, больших затрат рабочего времени на их выполнение и предполагающих высокую чувствительность и специфичность определения, являются актуальной проблемой.

Не менее важными являются задачи сравнительной оценки эффективности способов обезвреживания рапсового сырья и получения на его основе кормовых белковых концентратов (РБК) путем анализа токсических и питательных веществ обработанного рапсового сырья и РБК, а также определение их свойств, как компонентов комбикормов.

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. В.И. Верещагина
БИБЛИОТЕКА

15569

Цель и задачи работы. Цель работы - научное обоснование и разработка более совершенных методов анализа токсических веществ рапсового сырья, основанных на определении продуктов ферментативного гидролиза глюкозинолатов и пригодных для массовых анализов в технологии комбикормов. Для достижения указанной цели необходимо было решить следующие задачи: провести сравнительный анализ существующих методов определения токсических веществ рапса; усовершенствовать методы анализа глюкозинолатов по продуктам их ферментативного гидролиза; разработать метод анализа нитрилов в рапсе, исключающий хроматографическое их определение; с помощью усовершенствованных и разработанных методов провести анализ токсических веществ рапсового сырья в процессе его технологической обработки с целью обезвреживания; разработать принципиальную технологическую схему процесса обезвреживания рапсового сырья; провести биологическую оценку эффективности обезвреживания рапсового сырья разработанным методом; установить оптимальные режимы получения кормового белкового концентрата из рапса, его свойства и разработать принципиальную технологическую схему производства РБК; провести анализ качества комбикормов, содержащих обезвреженный рапс, и установить способность их к хранению.

Научная новизна. Проведена сравнительная оценка различных методов анализа глюкозинолатов и предложены усовершенствованные методы их определения, отличающиеся повышенной точностью и пригодные для массовых анализов рапсового сырья и комбикормов, его содержащих. Предложен метод анализа нитрилов - главных токсических веществ, образующихся при гидролизе глюкозинолатов, исключающий применение хроматографического оборудования. Проведен анализ токсических и питательных веществ рапсового сырья, подвергнутого следующим видам технологической обработки: гамма-облучению радиоактивным кобальтом (^{60}Co), экструзии, сухожаровой обработке, автоклавированию и экстракции. Установлено, что наиболее эффективным способом технологической обработки рапсового сырья, с целью его обезвреживания, является экстракционный. Определены оптимальные режимы получения кормового белкового концентрата из рапсового жмыха. С помощью усовершенствованных методов анализа токсических веществ рапса осуществлена оценка качества комбикормов, содержащих обезвреженный рапс, и установлена способность их к хранению.

Практическая ценность работы состоит в усовершенствовании технологического контроля рапсового сырья и комбикормов, содержащих

рапса, и обеспечении повышения качества указанной продукции. Предложенные методы анализа глюкозинолатов и нитрилов пригодны для использования в производственно-технологических лабораториях комбикормовых заводов; научно-исследовательских лабораториях, занимающихся изучением кормов; агрохимлабораториях и в селекционных учреждениях. Предложены принципиальные технологические схемы процессов обезвреживания рапсового сырья и получения кормового белкового концентрата на его основе. Основные результаты работы внедрены на Добельском комбинате хлебопродуктов (Латвийской ССР), Воронежском экспериментальном комбикормовом заводе ВНИИКП и во Всесоюзном селекционно-генетическом институте ВАСХНИИ (г.Одесса).

Апробация работы. Основные материалы диссертации доложены и одобрены на отчетных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИП им.М.В.Ломоносова (г.Одесса, 1983...1986 г.г.) и конференции молодых ученых и специалистов ВНИИЗ (г.Москва, 1986 г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 5 статей.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и рекомендаций, списка литературы, включающего 287 наименований, в том числе, 188 иностранных, 6 приложений. Работа изложена на 89 страницах машинописного текста, содержит 22 рисунка и 35 таблиц.

На защиту выносятся:

- методы теххимического контроля рапсового сырья на содержание токсических веществ (глюкозинолатов и нитрилов);
- технология обезвреживания рапсового сырья;
- результаты исследований кормовой ценности обезвреженного рапсового жмыха, комбикормов, его содержащих, и способности их к хранению;
- технология получения кормового белкового концентрата из рапсового жмыха.

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

В первой главе приведен обзор литературных источников, в котором дана общая характеристика рапса и продуктов его переработки с детальным анализом токсических веществ рапса, а также продуктов их гидролиза.

Анализ существующих методов определения глюкозинолатов и нитрилов показал, что они характеризуются либо сложностью, трудоемкостью и дороговизной применяемого оборудования (в т.ч. хроматографов

и спектрофотометров), либо невысокой специфичностью и точностью (методы Daxenbichler М. и др.; Lein К. , гравиметрический и пр.), а потому недостаточно пригодны для массовых анализов рапсового сырья, используемого в технологии комбикормов и нуждаются в усовершенствовании. Рассмотрены также способы технологической обработки рапсового сырья с целью его обезвреживания, из которых наиболее приемлемыми являются физические и экстракционные. Однако сравнительная оценка их эффективности путем анализа токсических и питательных веществ не проведена, а технология обезвреживания рапсового сырья не разработана. Освещены способы получения белков из рапса; установлено, что по поводу режимов получения белков в литературе имеются существенные разногласия. На основании проведенного анализа литературных данных поставлена цель и определены задачи работы.

Глава вторая посвящена выбору объектов и методики исследования. Объектами исследования служили семена, жмыхи и шроты рапса сорта Винницкий 15/59, а также комбикорма с рапсовым жмыхом.

Для анализа глюкозинолатов и нитрилов выделяли препарат мирозиназы из семян белой горчицы (Björkman R. и др.). Результаты анализов обрабатывали с помощью общепринятых методов математической статистики. Оценку эффективности некоторых способов обезвреживания рапсового сырья и установление оптимальных режимов получения РБК осуществляли посредством методов математического планирования многофакторных экспериментов. В качестве критериев оптимальности способов технологической обработки с целью обезвреживания рапсового сырья были приняты:

- уровень глюкозинолатов, ммоль/кг;
- содержание лизина, %;
- переваримость белков (*in vitro*), %.

Образцы рапсового сырья, подвергнутые технологической обработке в соответствии с установленными в процессе экспериментов оптимальными режимами, контролировали также на содержание нитрилов.

В ходе исследований определяли некоторые технологические свойства рапсового сырья (исходного и обезвреженного), комбикормов, его содержащих, и РБК общепринятыми методами по следующим показателям: влажность, крупность, объемная масса, углы естественного откоса и обрушения, плотность и сыпучесть.

Показатели химических свойств вышеуказанных продуктов определяли следующими методами: сырой протеин, сырой жир, сырую клетчатку, сырую золу, кислотность, кислотное и перекисное числа жира, кальций и фосфор - стандартными методами; белок - методом Барнштей-

на и методом Lowry O.и др.(1951); ингибиторы трипсина и химотрипсина, а также переваримость белков (in vitro) - методами А.П.Левинского (1979); лизин - с помощью лизиндекарбоксилазы на приборе "Техникон" (США); метионин - по методу В.Г.Зелинского (1979); полный аминокислотный состав - методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе KLA-5("Хитачи", Япония); натрий и калий - методом пламенной фотометрии; крахмал и сахара - антроновым методом Blazka P.(1966); электрофорез белков рапсового жмыха до и после технологической обработки осуществляли в 15...30% ном полиакриламидном геле, содержащем 0,1 % додецилсульфата натрия, при pH 8,3 в присутствии маркеров молекулярной массы.

В процессе хранения обезвреженного рапсового жмыха и комбикормов, его содержащих, определяли их химический состав и некоторые технологические свойства вышеуказанными методами, а санитарное состояние - общепринятыми методами микробиологического анализа.

В третьей главе дано описание усовершенствованных методов анализа токсических веществ рапсового сырья. Орто-толуидиновый метод определения общего содержания ГЗ основан на цветной реакции глюкозы, образующейся при гидролизе ГЗ под действием фермента мирозиназы, с орто-толуидиновым реактивом. Подробно описан турбидиметрический метод определения ГЗ, основанный на учете такого специфического продукта их гидролиза, как иона сульфата. Оба метода оценены с точек зрения метрологической и экономической в сравнении с ранее предложенным гравиметрическим методом. Метрологическая характеристика методов анализа глюкозинолатов приведена в табл. I.

Сопоставление точности методов анализа производили по среднеквадратическим отклонениям, коэффициентам вариации и относительным погрешностям. По всем показателям наиболее точным является разработанный нами турбидиметрический метод анализа ГЗ. Кроме того, данный метод отличается значительно меньшими затратами рабочего времени на анализ одной пробы. Предложенный ранее гравиметрический метод дает заниженные данные и отличается высокой погрешностью определения. Экономический эффект от применения турбидиметрического метода анализа ГЗ вместо гравиметрического может составить 11,29 тыс.руб. на одном комбикормовом предприятии.

В главе описан также разработанный нами метод анализа нитрилов в рапсе, метрологическая характеристика которого приведена в табл.2, а экономические показатели в табл.3 в сравнении с методом Paik I.K.

Затраты времени на проведение анализа нитрилов в одной пробе сырья разработанным нами методом составляют 317 мин., а методом

Таблица I

Метрологическая характеристика методов анализа глюкозинолатов (ГЗ) / по данным анализов одной пробы рапсового шрота ($n = 12$, $\alpha = 0,05$)

Показатели	Методы анализа глюкозинолатов		
	Орто-толуи- диновый	Турбидимет- рический	Гравимет- рический
1. Среднее значение уровня ГЗ, ммоль/кг	178,2	159,4	65,4
2. Среднеквадратическое отклонение, S	8,80	5,95	12,93
3. Абсолютная погрешность, $\pm \epsilon$	5,73	3,87	8,40
4. Относительная погрешность $P, \%$	3,22	2,43	12,85
5. Коэффициент вариации $V, \%$	4,94	3,73	19,80
6. Необходимое число повторностей анализа	4	2	9
7. Затраты рабочего времени на анализ одной пробы, мин	148	88	422

Таблица 2

Метрологическая характеристика разработанного метода анализа нитрилов / по данным анализов рапсового шрота ($n = 12$, $\alpha = 0,05$)

Показатели	Величина
1. Среднее содержание нитрилов в шроте, мг N/кг	221
2. Среднеквадратическое отклонение, S	7,90
3. Абсолютная погрешность, $\pm \epsilon$	5,73
4. Относительная погрешность $P, \%$	2,32
5. Коэффициент вариации $V, \%$	3,57
6. Необходимое число повторностей анализа	2

Таблица 3

Экономическая эффективность от применения разработанного метода анализа нитрилов вместо метода Paik I.K. и др.

Показатели	: Методы анализа нитрилов	
	: Разрабо- танный	: Метод Paik I.K. и др.
1. Капитальные вложения, тыс.руб.	16,66	16,33
2. Количество анализируемых проб в сут	7,46	3,56
3. Необходимое число анализов в сут для комбикормового завода ($Q = 315$ т/сут)	10	10
4. Амортизационные отчисления на анализ одной пробы, руб.	1,05	1,03
5. Стоимость реактивов на анализ одной пробы, руб.	0,74	6,20
6. Стоимость электроэнергии на анализ одной пробы, руб.	0,05	0,03
7. Зарплата на анализ одной пробы, руб.	1,23	2,60
8. Затраты на выполнение анализа одной пробы, руб.	3,07	9,86
9. Затраты на анализы в год, тыс.руб.	9,73	31,26
10. Экономическая эффективность, тыс.руб.	21,5	-

Paik I.K. и др. - 532 мин. Ожидаемая экономическая эффективность от применения разработанного нами метода анализа нитрилов вместо метода Paik I.K. и др. составляет 21,5 тыс.руб. для одного комбикормового завода.

В четвертой главе представлены результаты анализов токсических и питательных веществ рапсового сырья в процессе его технологической обработки: гамма-облучения радиоактивным кобальтом (^{60}Co), экструзии, сухожаровой обработки (СЖО), автоклавирования и экстракции. Эксперименты по СЖО и автоклавированию проведены по плану типа 2^н. После реализации матриц планов получены уравнения регрессии, адекватно описывающие области экспериментов при $\alpha = 0,05$. Оптимальные режимы данных видов технологической обработки устанавливали графически - путем суперпозиции линий равного выхода. Результаты исследований приведены в табл.4 (данные по СЖО, автоклавированию, непрерывной и двухэтапной экстракции получены при оптимальных режимах). Обработка гамма-облучением и экструзией на существующем оборудова-

Таблица 4

Сравнительная характеристика эффективности некоторых методов технологической обработки рапсового жмыха

Методы обработки	Режим обработки	Показатели кормовой ценности обработанного жмыха				
		ГЗ, ммоль/кг	Нитрилы, %	Лизин, %	Переваримость, %	
1. Контроль (исходный жмых)	-	132	189	2,2	5,8	56,3
2. Гамма-облучение (^{60}Co)	50 Мрад	80	105	2,0	5,2	59,2
3. Экструзия	$\tau = 12 \text{ с}; t = 290^\circ\text{C}$	104	156	2,1	5,5	51,8
4. Сухожаровая обработка	$\tau = 2,3 \text{ ч}; t = 170^\circ\text{C}$	32	27	0,9	2,5	25,0
5. Автоклавирование	$P = 0,20 \text{ МПа}; \tau = 30 \text{ мин}$	32	45	1,2	3,0	50,0
6. Непрерывная экстракция горячей водой	$t = 88 \dots 90^\circ\text{C}$					
	$\tau_1 = 5 \text{ ч}$	32	53	2,3	5,7	58,6
7. Двухэтапная экстракция кипящей водой	$\tau_2 = 9 \text{ ч}$	0	38	2,4	6,6	59,2
	$\tau_1 = \tau_2 = 7,5 \text{ мин}$ $\Gamma M_1 = 5, \Gamma M_2 = 3$	22	42	2,0	5,5	57,5

нии малоэффективна (в исследуемом диапазоне изменения факторов) и не позволяет снизить содержание токсических веществ до допустимых уровней, соответственно, $C_{ГЗ} \leq 32$ ммоль/кг и $C_N \leq 45$ мг N/кг при норме ввода обезвреженного рапсового жмыха в рационы птицы в количестве 20 %. Посредством СЖО и автоклавирования удалось разрушить токсические вещества рапса до допустимых уровней, однако, наряду с этим имело место существенное снижение его кормовой ценности. Наиболее эффективным способом обезвреживания рапсового жмыха оказалась экстракция, позволившая снизить содержание токсических веществ до уровней, ниже допустимых, практически не разрушая питательных веществ. Из двух предложенных нами способов экстракционной обработки рапсового жмыха наиболее эффективным является двухэтапная экстракция кипящей водой, отличающаяся высокой производительностью. На основании данного способа нами разработана принципиальная технологическая схема процесса обезвреживания рапсового сырья, включающая его подготовку, двухэтапную экстракцию кипящей водой, центрифугирование после каждого этапа экстракции, сушку и измельчение (рис.1).

Биологическая оценка кормовых достоинств белка рапсового жмыха, обезвреженного различными способами, подтвердила данные химических анализов (рис.2). Двухэтапная экстракция рапсового жмыха кипящей водой не уступает по эффективности непрерывной экстракции и прототипу, предлагающему двухэтапное вымачивание жмыха водой при комнатной температуре в течение 18 ч (патент США № 3615648), но превосходит по производительности.

Исследование электрофоретической подвижности белков рапсового жмыха, обработанного двухэтапной экстракцией кипящей водой, показало, что нативные свойства его повреждаются в меньшей степени, чем при других способах обезвреживания (рис.3).

В главе представлены также данные о получении кормового белкового концентрата из рапсового жмыха (РБК). Сущность метода получения РБК заключается в щелочной экстракции белка из жмыха раствором NaOH при нагревании с последующим осаждением белка из экстракта раствором HCl в присутствии соосадителя. Исследование процесса экстракции белка из рапсового жмыха было проведено по \mathcal{D} -оптимальному плану типа B_4 . Оптимальный режим устанавливали графически. Параметры режима: $t = 45^\circ\text{C}$; $\tau = 15$ мин; гидромодуль = 20; $C_{\text{NaOH}} = 0,25$ М. В качестве соосадителя использовали раствор гексаметафосфата натрия ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$). Полученный РБК обладал высокими кормовыми достоинствами и удовлетворительными технологическими свойствами. Разработана принципиальная технологическая схема процесса производства РБК из рапсового жмыха.

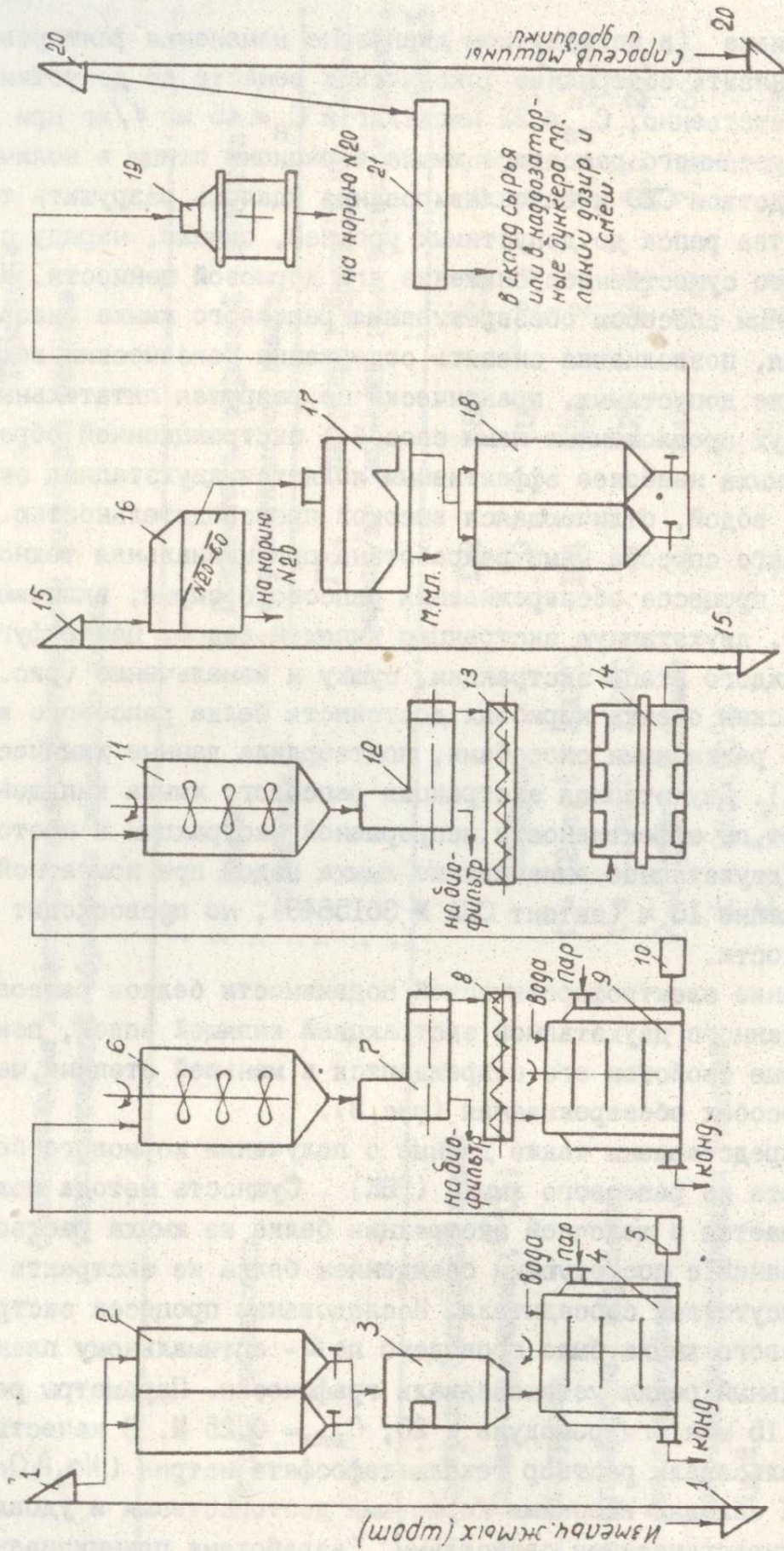


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема обезвреживания рапсового сырья:

- 1, 15, 20 - норрии; 2, 18 - оперативные емкости; 3 - весы автоматические; 4, 9 - экстракторы;
 5, 10 - насосы; 6, 11 - емкости с мешалками; 7, 12 - центрифуги; 8, 12 - винтовые конвейеры;
 14 - барабанная сушилка; 16 - просеивающая машина; 17 - электромагнитный сепаратор;
 19 - молотковая дробилка; 21 - целной транспортер

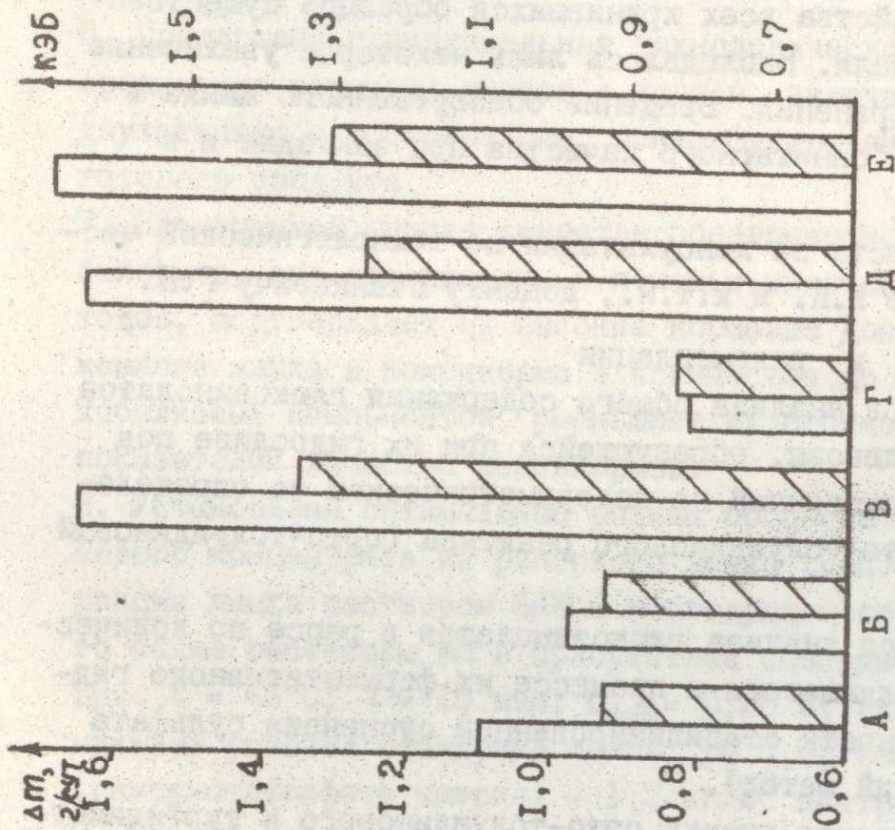


Рис. 2. Биологическая ценность белка рапсового жмыха (ввод в рацион 20%) в сравнении с пшеницей: А-пшеница; Б-исходный жмых; В-прототип; Г-автоклавируемый жмых (P=0, 20МПа; τ=30мин); Д-экстрагированный жмых (непрерывная экстракция водой, τ=9ч); Е-экстрагированный жмых (двухэтапная экстракция кипящей водой) $HC_{\Delta m} 0,01 = 0,33$; $HC_{КЭВ} 0,01 = 0,29$

□ — прирост массы, Δm; ▨ — КЭВ

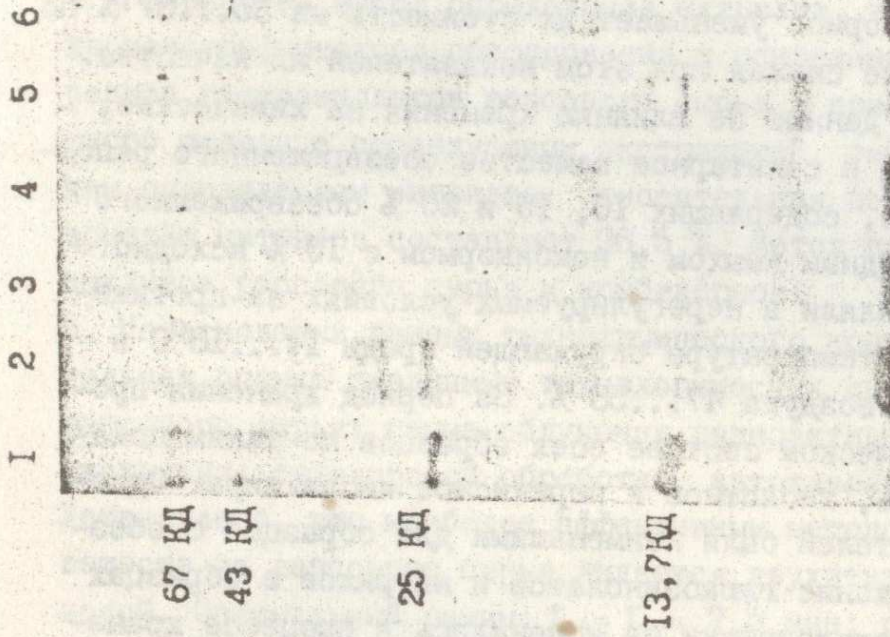


Рис. 3. Электрофореграмма белков рапсового жмыха, обезжиренного различными способами: I-маркеры молекулярной массы; 2-исходный жмых; 3-автоклавируемый (P=0, 20МПа; τ=30мин) 4-экстрагированный (непрерывная водная экстракция, τ=9ч); 5-экстрагированный (двухэтапная экстракция кипящей водой); 6-прототип

В пятой главе представлены данные анализа качества комбикормов, содержащих обезвреженный рапсовый жмых. Рецепты опытных партий комбикормов рассчитывали на ЭВМ, заменяя часть зерновых и высокобелковых компонентов, в т.ч. рыбную муку и дрожжи гидролизные в контрольном рецепте комбикорма (ПК Укр.-175 для бройлеров в возрасте 5...30 дней) на обезвреженный рапсовый жмых, который вводили в состав комбикормов в количестве 10, 15 и 20%. Введение обезвреженного жмыха в состав комбикормов уменьшает их стоимость на 35...37 % по сравнению с контролем, не снижая при этом показателей их качества.

В главе приводятся данные по влиянию хранения на химические, технологические свойства и санитарное качество обезвреженного рапсового жмыха и комбикормов, содержащих 10, 15 и 20 % обезвреженного жмыха в сравнении с исходным жмыхом и комбикормом с 10 % исходного жмыха. Хранение осуществляли в нерегулируемых условиях на протяжении 90 дней при средней температуре окружающей среды 14...18°C и относительной влажности воздуха 47...58 %. За период хранения произошли изменения в химическом составе всех образцов по таким показателям, как кислотность, кислотное и перекисное числа жира. Однако значения этих показателей были наименьшими для образцов с обезвреженным жмыхом. Содержание глюкозинолатов и нитрилов в образцах с обезвреженным жмыхом практически не изменилось в процессе хранения. Технологические свойства всех хранившихся образцов существенных изменений не претерпели. Наблюдалось лишь некоторое увеличение объемной массы к концу хранения. Введение обезвреженного жмыха в комбикорма не снижает их санитарного качества при закладке и в процессе хранения.

Выражаем благодарность за консультации по технологической части к.т.н., доценту Чайке И.К. и к.т.н., доценту Станкевичу Г.Н.

Выводы и рекомендации

1. Усовершенствован метод анализа общего содержания глюкозинолатов в рапсе по количеству глюкозы, образующейся при их гидролизе под действием мирозиназы, основанный на колориметрическом ее определении после добавления орто-толуидинового реактива (орто-толуидиновый метод).
2. Усовершенствован метод анализа глюкозинолатов в рапсе по количеству иона сульфата, выделяющегося в процессе их ферментативного гидролиза - по степени мутности стабилизированной суспензии сульфата бария (турбидиметрический метод).
3. Проведена метрологическая оценка орто-толуидинового и турбидимет-

рического методов анализа глюкозинолатов в сравнении с ранее предложенным гравиметрическим методом. Установлено, что разработанные методы дают более полное определение глюкозинолатов, отличаются высокой точностью (относительная погрешность 3,22 и 2,43 % против 12,85 % в гравиметрическом методе) и пригодны для массовых анализов рапсового сырья и комбикормов.

4. Разработан метод определения нитрилов, исключаящий применение хроматографического оборудования и основанный на ферментативном гидролизе глюкозинолатов рапсового сырья в присутствии солей двухвалентного железа с последующими экстракцией, омылением и титриметрическим определением нитрилов. Относительная погрешность метода - 2,32%, возврат нитрилов составляет 98,5 %. Метод пригоден для массовых анализов рапсового сырья и комбикормов.

5. На основании данных теххимического контроля проведена сравнительная оценка различных технологических способов обезвреживания рапсового сырья: гамма-облучения радиоактивным кобальтом (^{60}Co), экструзии, сухожаровой обработки, автоклавирования и экстракции. Установлено, что наиболее эффективным методом удаления токсических веществ из рапсового сырья является двухэтапная экстракция кипящей водой. Оптимальный режим: $\tau_1 = \tau_2 = 7,5$ мин; гидромодуль₁ = 5, гидромодуль₂ = 3.

6. Предложена принципиальная технологическая схема процесса обезвреживания рапсовых жмыхов и шротов, включающая подготовку сырья, двухэтапную его экстракцию, центрифугирование, сушку и измельчение готового продукта.

7. Проведенная оценка качества обезвреженного рапсового жмыха и комбикормов, его содержащих, с помощью химических и биологических методов, подтверждает их высокие кормовые достоинства. Ввод обезвреженного жмыха в комбикорма в количестве до 20 % вместо части высокобелковых компонентов, уменьшает их стоимость, не снижая при этом показателей качества комбикормов.

8. Установлены оптимальные режимы процесса получения кормового белкового концентрата из рапсового жмыха (РБК), заключающегося в экстракции жмыха раствором NaOH и последующем осаждении экстрагированного белка раствором HCl в присутствии соосаждителя. Параметры экстракции: $t = 45^\circ\text{C}$; $\tau = 15$ мин; $C_{\text{NaOH}} = 0,25$ М; гидромодуль = 20. Оптимальные условия осаждения белка: pH 5,0; концентрация соосаждителя (гексаметафосфата натрия) - $1,2 \text{ кг/м}^3$ экстракта.

9. Разработана принципиальная технологическая схема процесса производства РБК, включающая подготовку жмыха, экстракцию, центрифугиро-

вание, осаждение, сепарирование и сушку.

Ю. Показано, что в процессе 90-дневного хранения химические, технологические свойства и микробиологические показатели обезвреженного рапсового жмыха и комбикормов, его содержащих, не претерпели существенных изменений.

II. Внедрение усовершенствованных методов анализа токсических веществ рапсового сырья в практику комбикормовой промышленности, вместо ранее предложенных, в пределах одного предприятия позволит ежегодно экономить 32,8 тыс.руб.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Определение общего содержания глюкозинолатов в рапсе / Р.В.Кононова, Е.В.Лукашенко, И.К.Чайка, А.П.Левицкий. // Науч.-техн.бюлл. Всесоюз. селекц.-генетич. ин-та. - 1984. - т.52. - № 2. - С.30-33.
2. Турбидиметрический способ определения суммарного содержания глюкозинолатов в рапсе / Р.В.Кононова, А.П.Левицкий, И.К.Чайка, Е.В.Лукашенко. // Заводская лаборатория. - 1985. - т.51. - № 9. - С.15-16.
3. Влияние тепловой обработки на содержание глюкозинолатов и питательных веществ в рапсовом жмыхе и шроте / Р.В.Кононова, Е.В.Лукашенко, А.П.Левицкий, И.К.Чайка. // ЭИ/ЦНИИТЭИ Минзага.сер."Комбикорм.пром-сть". - 1985.- вып.3.- С.7-10.
4. Обезвреживание рапсового жмыха гамма-лучевой обработкой / Р.В.Кононова, Е.В.Лукашенко, И.К.Чайка, А.П.Левицкий. - Одесса, 1985. - 6 с.- Библиогр.: 6 назв. Деп. в ВНИИТЭСХ 12.07.85, № 320-ВС-85.
5. Экстракция глюкозинолатов из рапсового жмыха органическими растворителями / А.П.Левицкий, Р.В.Кононова, Е.В.Лукашенко, И.К.Чайка. - Одесса, 1985.- 6 с.-Библиогр.: 5 назв.- Деп. в ЦНИИТЭИпищепроме 30.12.85, № 1251 - Деп.

Чайка