

Авторефер  
к 88

Библ.

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

Для служебного пользования  
Экземпляр № 00052

На правах рукописи

КУДАШЕВ Сергей Николаевич

УДК 636.085.55.13.002.3

ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРАТА РАСТИТЕЛЬНОГО  
ПРОТЕИНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 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

~~ДСП. Исх. № 10  
Осн. д. Прилож. л.  
" 23 " мес 1987 г.~~

Одесса - 1987

~~ДСП. Вх. №  
Ссн. л. л.  
" " " " " "~~

СМ

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

Научный руководитель - доктор биологических наук,  
профессор А. П. ЛЕВИЦКИЙ.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,  
профессор И. Т. МЕРКО

- кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
В. И. СИЧКАРЬ

Ведущая организация - Научно-производственное объеди-  
нение "Хлебопродукт" Латвийской ССР.

Защита состоится "26" мая 1987 г. в 13<sup>30</sup> 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. Ло-  
моносова.

Автореферат разослан "23" мая 1987 г.

Ученый секретарь



  
Е. Г. КРОТОВ

ОНАХТ 24.03.11  
Технология концентрата



v017963

Актуальность работы. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1987...1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено увеличение продукции животноводства, успешное развитие которого невозможно без обеспечения полноценными кормами высокого качества. В связи с этим одной из важнейших сторон многогранной проблемы взаимосвязей аграрной политики в свете задач Продовольственной программы является осознание необходимости рационального использования кормовых средств и прежде всего кормового белка, из-за дефицита которого недобор животноводческой продукции составляет около 40%. Ликвидировать существующий дефицит за счет увеличения производства кормов животного происхождения не представляется возможным ввиду ограниченности сырьевых ресурсов. Поэтому разработка путей и альтернативных решений проблемы рационального использования кормового белка связана с поиском новых форм использования растительного белка в качестве аналога белков животного происхождения, где основным и главным направлением подобных поисков стала разработка технологий получения концентрата растительного протеина (КРП) с содержанием высококачественного белка более 60%.

Чаще всего для получения КРП используют зеленые растения и отходы маслоэкстракционных заводов, применяя при этом физико-химические методы выделения белков, как наиболее эффективные и высокопроизводительные. Однако при существующем уровне знаний об их эффективности невозможно аналитическим путем оценить количественно-качественные характеристики получаемого КРП, причем, получаемый концентрат не сбалансирован по незаменимым аминокислотам, что не позволяет обобщить данные об особенностях получения КРП для производства комбикормов на единой методологической основе.

В то же время КРП как компонент комбикормов изучен недостаточно. Не полностью установлен химический состав, не определены физические свойства, отсутствуют сведения о питательности. Поэтому разработка на научной основе технологии получения КРП для производства комбикормов позволит более рационально использовать растительный белок, а также белковый комплекс комбикормов в целом.

Цель работы. Целью настоящей работы является научное обоснование и разработка технологии получения концентрата растительного протеина, являющегося аналогом белков животного происхождения при производстве комбикормов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: исследовать биохимический состав источников растительного сырья для получения КРП; изучить кинетические закономерности экстракции белковых веществ и изменение их качественных показателей в процессе экстракции; установить оптимальные параметры процесса получения КРП; разработать принципиальную технологическую схему получения КРП; разработать основные положения в решении вопроса безотходной технологии получения КРП; исследовать физические и биохимические свойства комбикормов, выработанных с КРП; провести биологическую и зоотехническую оценку полученного КРП по разработанной технологии.

Научная новизна. Научно обоснована целесообразность использования КРП в качестве аналога белков животного происхождения при производстве комбикормов; исследован биохимический состав КРП, полученного из смеси подсолнечного и соевого шротов; выявлены наиболее эффективные методы получения КРП, основанные на экстракции белковых веществ щелочным раствором в солевой буфере; установлены кинетические закономерности экстракции белковых веществ из смеси шротов; изучены изменения, происходящие в белковом комплексе в процессе получения КРП; обоснована технология получения КРП и производство комбикормов с его вводом; изучены биохимические и технологические свойства комбикормов с КРП; разработаны основные принципы безотходной технологии получения КРП; исследована кормовая ценность КРП и комбикормов его содержащих и способность их к хранению.

Практическая ценность работы. Разработана технология получения КРП и принципиальная схема технологического процесса получения КРП; в производственных условиях доказана возможность замены белков животного происхождения на КРП, как аналога белков животного происхождения; установлена целесообразность использования в качестве сырья для получения КРП смеси подсолнечного и соевого шротов; установлены оптимальные параметры экстракции белковых веществ из смеси подсолнечного и соевого шротов; разработан способ производства гранулированных комбикормов с вводом жидкого концентрата растительного белка (ЖКРБ);

усовершенствовано оборудование для производства жидких комбикормов, вырабатываемых на основе отходов производства КРП.

Апробация работы. Основные материалы диссертации изложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИПП им.М.В.Ломоносова (г.Одесса, 1984...1987 гг.), Всесоюзной конференции "Процессы и аппараты для микробиологических производств. Биотехника - 86" (г.Грозный, 1986 г.), конференции молодых ученых и специалистов ВНИИЗ (г.Москва, 1986 г.), конференции молодых ученых МТИПП (г.Москва, 1986 г.) и на 8-й научно-технической конференции преподавателей и сотрудников ОрПИ, посвященной XXV съезду КПС (г.Оренбург, 1986 г.).

Публикация результатов. По теме диссертационной работы опубликовано 6 статей, получено 2 положительных решения ВНИИГПЭ на выдачу авторского свидетельства.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 160 страницах и состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы, включающего 151 наименование, в том числе 41 иностранных, 4 приложений. Основной текст расположен на 113 страницах машинописного текста, содержит 13 рисунков и 35 таблиц.

На защиту выносятся:

- результаты исследования биохимического состава КРП, полученного из смеси подсолнечного и соевого шротов методом щелочной экстракции в солевом буфере;
- технология получения КРП из смеси шротов и производства комбикормов с его вводом;
- способ производства гранулированных комбикормов с ЖКРБ;
- результаты исследования кормовой ценности полученного КРП, комбикормов его содержащих и способность их к хранению;
- результаты исследований по созданию безотходной технологии получения КРП.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен обзор литературных источников, относящихся к вопросу получения высокобелковых продуктов (ВБП) из растительного сырья. Проведен анализ применяемого способа получения ВБП. Работы Красильникова В.Н., Раковского П.П., Логвиновой Т.Т., Новикова Ю.Ф., Загибалова А.Ф., Горшковой Л.М.

Долгова И.А., Чайки Л.В., Sosulski F.W., Bakol A., Soliment F.S., Lallimant J. и др. посвящены исследованию эффективности экстракции белковых веществ из различных видов растительного сырья, а также рассмотрены вопросы получения ВБП физико-химическими методами. Изучению биохимического состава белкового комплекса получаемых ВБП посвящены работы Толстогузова В.Б., Красильникова В.Н., Ржехина В.П., Щербакова В.Г., Cater C.M., Jonsen J., Kunackowicz H. и др. Теоретические представления о процессе экстракции изложены в работах Белобородова Л.В., Малашихина К.В., Корганашвили Л.Д., Касаткина А.Г., Плановского А.И. и др. Характеристика существующих способов получения ВБП и эффективность его использования в составе комбикормов приведены в работах Зайцевой Н.И., Тихомировой А.И., Мороз З.М., Эггума Б., Созинова А.А., Новикова Ю.Ф. и др.

Анализ результатов рассмотренных работ позволил установить, что существующие способы получения ВБП и их режимы недостаточно совершенны; требуется совершенствование технологии получения КРП и разработка новых способов ввода КРП 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 белковых веществ, обоснован выбор критериев для оценки эффективности процесса экстракции, установлены основные уровни и интервалы варьирования факторов, приведены методики исследования с применением математической теории планирования эксперимента. Объектами исследования были шроты масличных культур – подсолнечный и соевый, а также комбикорма, выработанные с КРП.

Экспериментальные исследования выполнены на лабораторной установке, схема которой представлена на рис. I. Физические свойства шротов, КРП и комбикормов определяли стандартными и общепринятыми методами по следующим показателям: влажность, объемная масса, угол естественного откоса, плотность, сыпучесть по углу обрушения и коэффициенту внутреннего трения, а также гранулометрический состав шрота после измельчения.

Биохимические свойства шротов, КРП и комбикормов изучали стандартными и общепринятыми методами по показателям, влаж-

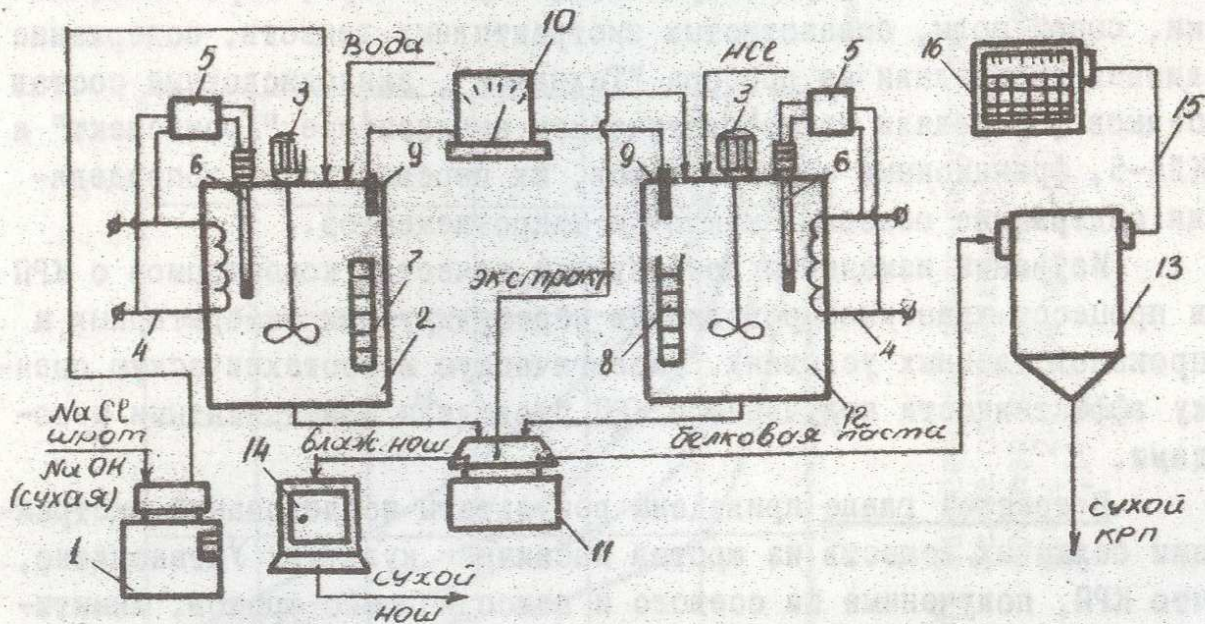


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования процесса получения КРП: 1- технические весы ВЛТ; 2- емкость для экстракции; 3- мешалка; 4- электроподогреватель; 5- терморегулятор; 6- ртутный контактный термометр; 7, 8- градуированная шкала; 9- электроды; 10- ионметр В-74; 11- центрифуга ЦЛ-30М; 12- емкость для осаждения белков; 13- сушилка для белковой пасты; 14- сушильный шкаф 2В-151; 15- термопара ТК; 16- автоматический потенциометр ЭПП-09Мз.

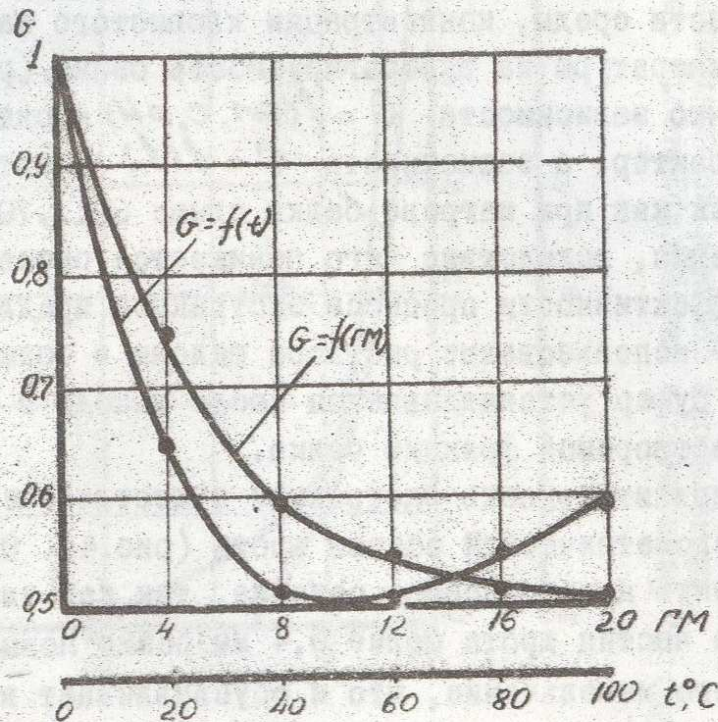


Рис. 2. Зависимость экстрагируемости белка от гидро-модуля и температуры экстрагента

ность, содержание сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы, безазотистых экстрактивных веществ, содержание лизина определяли на приборе "Техникон", аминокислотный состав белков определяли на автоматическом анализаторе "Хромаспект" и КЛА-5, фракционный состав белков, их переваримость, определяли содержание основных макро- и микроэлементов.

Изучение изменений показателей качества комбикормов с КРП в процессе хранения проводили в нерегулируемых лабораторных и производственных условиях. Биологическую и зоотехническую оценку эффективности полученного КРП проводили общепринятыми методами.

В третьей главе приведены результаты исследований экстракции белковых веществ из шротов масличных культур. Установлено, что КРП, полученные из соевого и подсолнечного шротов, лимитированы по основным незаменимым аминокислотам, КРП из подсолнечного шрота по лизину, КРП из соевого шрота по серусодержащим. Для целенаправленного сбалансирования получаемого КРП по незаменимым аминокислотам предложено в качестве исходного сырья использовать смесь подсолнечного и соевого шротов в соотношении 3:2...1:1.

Проведенный фракционный анализ белков подсолнечного и соевого шротов показал, что наиболее приемлемыми экстрагентами являются растворы щелочи и нейтральных солей. Исследованием влияния кислотности среды, концентрации хлористого натрия, гидро модуля и температуры на экстрагируемость белка (рис. 2 и 3) установлено, что зависимости  $G = f(m, c, pH)$  носят экспоненциальный характер, а зависимость  $G = f(t)$  носит экстремальный характер, так как при нагреве белка свыше 60...70°C происходит его денатурация, вследствие чего понижается растворимость. Для повышения эффективности процесса экстракции предложен интегральный подход - использование раствора щелочи в солевом буфере, где солевой буфер устанавливается после выхода в раствор 60...80% щелочерастворимой фракции белка.

На продолжительность экстракции существенное влияние оказывает гранулометрический состав шрота (рис. 4). Однако здесь следует принять компромиссное решение, так как уменьшение среднего размера частиц шрота более 0,4 мм резко повышает энергозатраты на его измельчение, что и обуславливает выбор времени экстракции в интервале 15...25 мин при среднем размере частиц

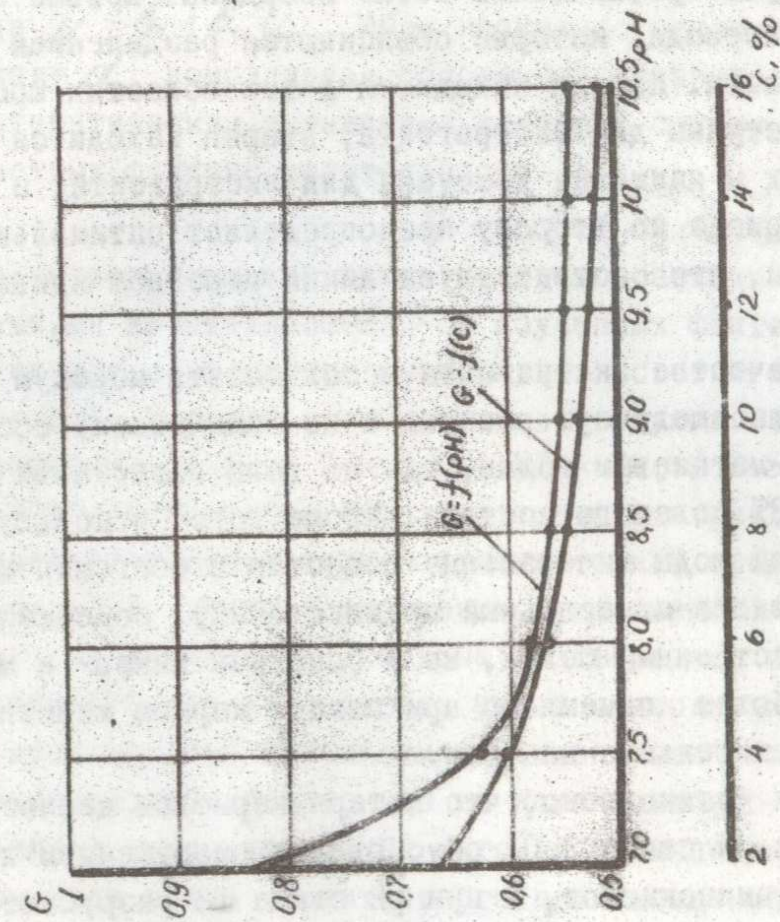


Рис. 3. Зависимость экстрагируемости белка от кислотности среды и концентрации хлористого натрия

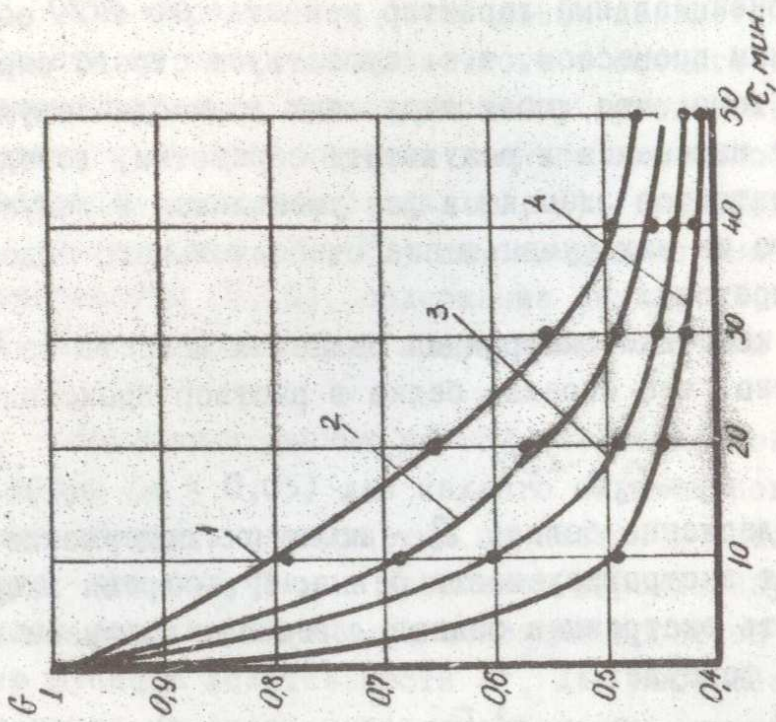


Рис. 4. Зависимость экстрагируемости белка от гранулометрического состава шрота: 1-не измельченный шрот; 2- 0,64 мм; 3- 0,41 мм; 3- 0,14 мм

0,3...0,4 мм. Экспоненциальный характер кривых  $G = f(\mu)$  объясняется вероятностным процессом, т.е. существует строго определенная вероятность того, что любая пара этих взаимодействующих элементов претерпит изменения в результате обработки, вследствие чего вероятность контактов элементов фаз уменьшится в результате уменьшения одного из них (уменьшение относительного содержания белка в смеси шротов).

Исследованием кинетики экстракции белковых веществ из смеси шротов установлено, что переход белка в раствор происходит по зависимости

$$G_i = G_0 e^{-\lambda_2 \tau_i} \quad (1)$$

где  $G_i$  - текущее содержание белка;  $G_0$  - исходное содержание белка;  $\lambda_2$  - коэффициент экстрагируемости белка;  $\tau_i$  - время экстракции, мин., а скорость экстракции белковых веществ из смеси шротов определяется по формуле:

$$V_G = G_0 \lambda_2 e^{-\lambda_2 \tau_i} \quad (2)$$

и зависит от физико-биохимических показателей исходного сырья. Отмечено, что в полудогарифмической сетке координат кривые экстракции имеют два периода, которые объясняются разделением белка в шроте на две части. Первая находится в тех областях шрота, которые наиболее доступны для экстрагента, вторая находится во вторичных структурах и наименее доступна для экстрагента, а переход от первого периода ко второму предопределяет оптимальные параметры экстракции, что соответствует линии перегиба кривых экстракции на рис. 4.

Предложено в качестве экстрагента использовать морскую воду, которая имеет слабощелочную реакцию и по химическому составу относится к хлоридо-магниевым водам, где на долю поваренной соли приходится 1,7...3,8% солевого состава. Кроме того, используя выделенные из морской воды минеральные вещества и обогащая ими КРП, получают протеиново-минеральный премикс (ПМП), содержащий не только высококачественный белок, но и основные макро- и микроэлементы, что наиболее приемлемо при замене кормов животного происхождения на растительные аналоги.

В исследованиях установлено, что потеря кормовой ценности КРП, полученного при pH свыше 9,0, обусловлена разрушением лизина и серусодержащих аминокислот, а при pH свыше 12 разрушаются треонин и изолейцин.

## II

Для определения оптимальных параметров экстракции белковых веществ из смеси подсолнечного и соевого шротов проведен эксперимент согласно композиционному ортогональному плану второго порядка, в котором изучали влияние кислотности среды (рН), концентрации поваренной соли (С, %), гидромодуля (ГМ) и температуры экстрагента ( $t$ , °С) на содержание белка (Б, %АСВ), его переваримость (П, %), содержание лизина (Л, %АСВ) и метионина (М, %АСВ), количество полученного КРП или экстрагируемость белка (К, %).

Обработка данных на ЭЕМ позволила получить уравнения регрессии ( $\alpha = 0,05$ ) для каждого оптимизированного параметра. Однако отыскать оптимальные параметры процесса невозможно в силу того, что полученные уравнения характеризуют различные отклики и для решения задачи оптимизации процесса использовали обобщенную функцию желательности  $D$ , для построения которой измеренные значения откликов преобразовываем в безразмерную шкалу желательности  $d$  по формуле:

$$d = \exp[-\exp(y')], \quad (3)$$

где  $y' = v_0 \cdot v_i \cdot y$ . Имея несколько откликов, преобразованных в шкалу  $d$ , комбинируем обобщенный показатель желательности  $D$ , математическим выражением которого служит среднее геометрическое частных функций желательности, т.е.

$$D = \sqrt[d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot d_5]{} \quad (4)$$

По вычисленным значениям находим уравнение регрессии обобщенной функции желательности  $D$  от изученных факторов, которое используем для определения оптимальных условий экстракции белковых веществ. В результате получили следующие значения показателей факторов: рН 9,0; С = 3,0%; ГМ = 14;  $t = 50^\circ\text{C}$ . По оптимальным значениям факторов была проведена контрольная экстракция, биохимические показатели полученного КРП представлены в табл. I и 2. В качестве анализа сравнения приведены показатели кормов животного происхождения, которые подтверждают возможность использования КРП, полученного из смеси подсолнечного и соевого шротов в производстве комбикормов как аналога белков животного происхождения, тем более, что по количественно-качественному составу белка и аминокислот КРП выгодно отличается от всех других источников белка растительного происхождения.

В четвертой главе обоснована технология получения КРП из смеси подсолнечного и соевого шротов и производства комбикормов с его вводом, проведена оценка эффективности работы сушильного

## Химический состав высокобелковых продуктов

Показатель	КРП из смеси подсолнечного и соевого шротов		Мясокостная мука		Рыбная мука	
	в % на в.с.в.	в % от суммы А.К.	в % на в.с.в.	в % от суммы А.К.	в % на в.с.в.	в % от суммы А.К.
Влажность, %	8,6		9,4		9,5	
Сырой протеин, %	72,4		42,6		68,2	
Сырая клетчатка, %	-		2,5		-	
Сырой жир, %	-		13,8		5,9	
Сырая зола, %	9,7		28,1		11,6	
БЭВ, %	9,3		3,6		4,8	
Переваримость белка, %	90,2		80,9		81,3	

Таблица 2

## Аминокислотный состав высокобелковых продуктов

Аминокислота	КРП из смеси подсолнечного и соевого шротов		Мясокостная мука		Рыбная мука	
	в % на в.с.в.	в % от суммы А.К.	в % на в.с.в.	в % от суммы А.К.	в % на в.с.в.	в % от суммы А.К.
Триптофан	0,82	1,25	0,21	0,56	0,68	1,09
Лизин	3,43	5,22	2,09	5,57	5,42	8,66
Гистидин	1,57	2,39	0,85	2,26	1,44	2,30
Аргинин	4,34	6,61	2,71	7,22	3,84	6,13
Аспарагиновая к-та	7,34	11,17	3,20	8,52	6,64	10,77
Треонин	2,66	4,05	1,50	3,99	2,79	4,46
Серин	3,50	5,33	1,83	4,87	2,46	3,93
Глутаминовая к-та	12,33	18,77	5,40	14,38	9,36	14,95
Пролин	3,64	5,54	3,05	8,12	3,62	5,78
Глицин	2,60	3,96	5,00	13,32	4,79	7,65
Аланин	2,73	4,16	3,00	7,99	4,55	7,27
Валин	3,32	5,05	1,79	4,77	3,14	5,02
Цистин	1,23	1,87	-	-	-	-
Метионин	1,52	2,32	0,39	1,01	1,16	1,85
Изолейцин	2,68	4,08	1,02	2,72	3,49	5,57
Лейцин	4,92	7,49	2,99	7,96	5,10	8,15
Тирозин	1,85	2,82	0,90	2,40	1,46	2,33
Фенилаланин	5,19	7,90	1,62	4,31	2,57	4,10
Сумма аминокислот	65,67		37,55		62,61	

## оборудования. •

Из поэтапной схемы получения КРП, представленной на рис. 5, следует, что весь процесс делится на четыре цикла: первый - подготовительный (I этап); второй - получение ЖКРБ (2, 3, 4, 5, 6 этап); третий - сушка белковой пасты и нерастворимого остатка шротов (НОШ) (7, 8, 9 этап); четвертый - использование отходов производства КРП и полуфабрикатов в производстве комбикормов (10, 11, 12 этап).

В результате исследований, связанных с первым циклом, опре-

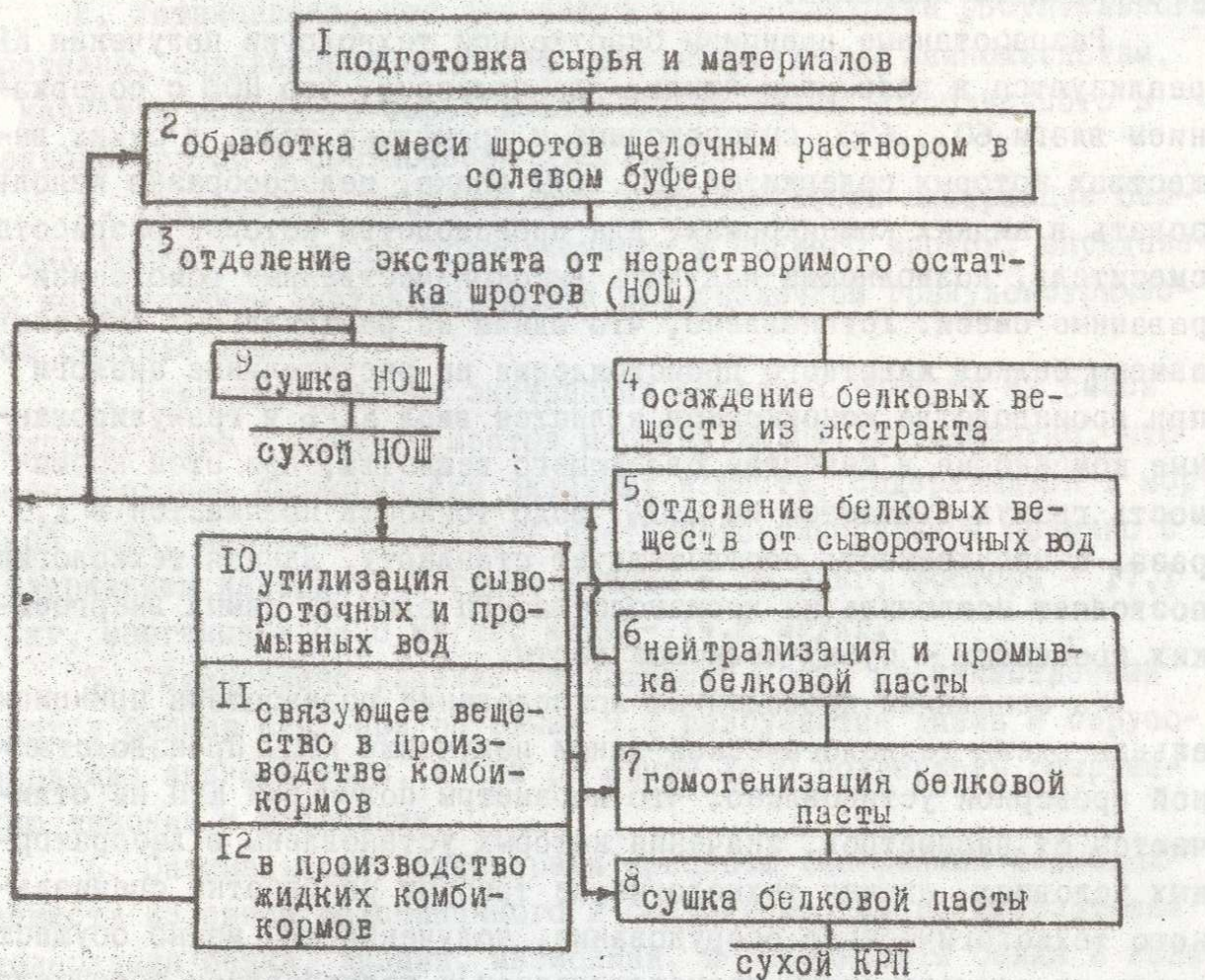


Рис. 5. Поэтапная схема получения концентрата растительного протеина.

делены физические свойства исходного сырья и проведен выбор транспортного и технологического оборудования, которое обеспечит очистку шротов от посторонних и металломагнитных примесей и позволит выработать смесь подсолнечного и соевого шротов в соотношении 3:2...1:1.

Исследования, проведенные на уровне второго цикла, позволили обеспечить выбор технологического оборудования для получения ЖКРБ, оптимизировать параметры осаждения белковых веществ из экстракта, которыми являются  $t = 35...40^{\circ}\text{C}$  и  $\text{pH } 3,8...4,2$ .

Третий цикл связан с наиболее энергоемкими процессами, где при выборе сушильного оборудования белковой пасты был использован показатель стабильности процесса, определяемый по формуле:

$$\eta = 1 - H/H_{\text{max}} \quad (5)$$

рассчитываемый на ЭВМ по разработанному алгоритму, который позволил установить, что использование распылительной сушилки позволяет получать высококачественный продукт при высоком уровне

стабильности процесса.

Разработанные принципы безотходной технологии получения КРП реализуются в четвертом цикле, где показано, что НОШ с содержанием влаги 60...65%, сывороточные и промывные воды, в сухих веществах которых содержится 16...17% белка, целесообразно использовать в жидких комбикормах, для производства которых разработан смеситель, позволяющий получать высококачественные гомогенизированные смеси. Установлено, что одним из рациональных способов замены белков животного происхождения на растительные аналоги при производстве комбикормов является ввод ЖКРБ в гранулированные комбикорма в качестве связующего вещества, при этом крошимость гранул снижается на 2,0%, водостойкость повышается в 1,5 раза, а набухаемость соответствует стандарту. Данная технология позволяет исключить из производства КРП один из самых энергоемких процессов — сушку белковой пасты.

На основании проведенных исследований разработана принципиальная схема технологической линии получения КРП. Производственной проверкой установлено, что параметры получения КРП не отличаются от параметров, значения которых установлены в лабораторных условиях. Данная технология не требует разработки специального технологического оборудования, получение КРП можно осуществлять на отечественном технологическом и транспортном оборудовании. Ввод КРП в состав комбикормов взамен кормов животного происхождения не снижает однородности комбикормов, а удельное давление прессования снижается на 5...12%. Определен количественный и качественный состав микрофлоры комбикормов с КРП и кормами животного происхождения в процессе 2-месячного хранения. Установлено, что ввод КРП в комбикорма снижает бактериальную микрофлору в 4...5 раз. С целью проверки разработанных режимов получения КРП в производственных условиях, в колхозе им. Ватутина Кировоградской области проведены испытания опытной партии комбикорма, в которой ввод КРП позволил заменить 70% белка животного происхождения без снижения продуктивности поросят при снижении расхода корма на 10%, экономический эффект составил 46 руб. на 1 т комбикорма.

Часть работы, посвященная разработке технологии ввода КРП комбикорма, выполнена при научном консультировании к.т.н., доцента Чайки И.К.

#### ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Предложено использовать КРП, полученный методом щелочной экстракции в солевом буфере, как аналог белка животного про-

исхождения при производстве комбикормов.

2. Установлено, что для получения концентрата растительного протеина, сбалансированного по всем незаменимым аминокислотам, в качестве исходного сырья использовать смесь подсолнечного и соевого шротов в соотношении 3:2...1:1.

3. Установлены кинетические закономерности экстракции белковых веществ из смеси подсолнечного и соевого шротов, определены коэффициенты экстрагируемости при различном гранулометрическом составе шротов.

4. Предложен способ экстракции белковых веществ из смеси подсолнечного и соевого шротов морской водой. Установлено, что использование биологически активных веществ, содержащихся в морской воде, позволяет получать протеиново-минеральный премикс с содержанием кальция 5,7 г/кг, натрия - 16 г/кг, фосфора - 17,1 г/кг, марганца - 42,0 мг/кг, меди - 14,2 мг/кг.

5. Установлено влияние кислотности среды на качественный состав белков КРП: при pH свыше 9,0 разрушается лизин и серусодержащие аминокислоты, а при pH свыше 12,0 подвержены разрушению треонин и изолейцин.

6. Оптимальными параметрами процесса экстракции белковых веществ из смеси подсолнечного и соевого шротов по показателям содержания белка, лизина, метионина, переваримости белка и количественного выхода КРП являются: кислотность среды 9,0; концентрация хлористого натрия 3,0%; температура экстракта 50°C; гидромодуль 14; при этом КРП содержит более 70% белка, сбалансированного по всем незаменимым аминокислотам.

7. Разработана принципиальная схема технологической линии получения КРП из смеси подсолнечного и соевого шротов, определена стабильность процесса, показана возможность использования отходов производства КРП в жидких комбикормах, что позволяет обеспечить безотходную технологию.

8. Установлено, что при вводе КРП в состав комбикормов взамен кормов животного происхождения их однородность не снижается, а при гранулировании удельное давление прессования на 12% ниже.

9. Разработан усовершенствованный способ гранулирования рассыпных комбикормов, предусматривающий использование ЖКРБ в качестве связующего вещества.

10. Производственной проверкой установлено, что разработанные математические модели достаточно точно отображают реальный процесс получения КРП из смеси подсолнечного и соевого шротов,

а полученные режимы являются оптимальными в производственных условиях.

II. Установлено, что использование КРП в составе комбикормов для поросят позволяет заменить 70% белка животного происхождения без снижения их питательности. Экономический эффект от использования КРП, как аналога белков животного происхождения, при производстве комбикормов составляет 46 руб. на 1 т комбикорма.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Заявка № 4058719/31-26 (035077) от 05.03.86 г. Смесь / Б.В.Егоров, В.В.Шерстобитов, И.К.Чайка, С.Н.Кудашев. // Полож. реш. ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства от 24.09.86 г.

2. Заявка № 3925612/30-15 (100566) от 09.07.85 г. Способ приготовления гранулированного корма для животных и рыб / С.Н.Кудашев, Б.В.Егоров, И.К.Чайка, А.П.Левицкий, В.Т.Гулавский. // Полож. реш. ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства от 27.05.86 г.

3. Использование подсолнечного шрота в производстве кормового высокобелкового концентрата / С.Н.Кудашев, А.П.Левицкий, И.К.Чайка. - Одесса, 1985. - 5 с. - Библиогр.: 4 назв. - Деп. в УкрНИИТИ 25.09.85, № 2302Ук - Д85.

4. Кудашев С.Н., Чайка И.К. Концентрат из подсолнечного шрота. // Мукомол.-элеватор. и комбикорм. пром-сть. - 1986. - № 10. - С.39-40.

5. Растительный аналог животного белка / А.П.Левицкий, С.Н.Кудашев, И.К.Чайка, А.П.Макаров. - Краснодар, 1985. - 5 с. - Библиогр.: 4 назв. - Деп. в ЦНИИТЭИ пищепром 13.06.85, № III7шп-85 Деп.

6. Стабильность процесса сушки концентрата кормового протеина / С.Н.Кудашев, Б.В.Егоров, В.В.Шерстобитов и др. // Тезисы докл. Всесоюз. конф. "Процессы и аппараты для микробиологического производства. Биотехника - 86", 1-3 июля 1986 г., г.Грозный. - М.: ВНИИСЭНТИ, 1986. Часть 2. - С.38-40.

7. Эффективное использование рыбной муки / А.П.Левицкий, С.Н.Кудашев, И.К.Чайка и др. - Краснодар, 1985. - 7 с. - Библиогр.: 2 назв. - Деп. в ЦНИИТЭИРХ 21.10.85, № 695рх - Д85.

8. Эффективность функционирования технологической линии получения высокобелкового растительного концентрата / С.Н.Кудашев, Б.В.Егоров, А.П.Левицкий и др. // Биотехнология. - 1987. - Т.3, № 1. - С.108-112.