

Автореф.
Д 20

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В.Ломоносова

На правах рукописи

ДАРМАНЬЯН Евгения Борисовна

ИССЛЕДОВАНИЕ

СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СОРТОВ МОРКОВИ,
ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ТЕПЛОВОЙ СУШКЕ И РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Специальность 05.18.13 - технология
консервированных пищевых продуктов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1980

Поверніть книгу не пізніше
зазначеного терміну

В 03.892	Аноста І. В.			

ии Одесского
ности имени

наук,
Н М.С.

наук,
Ч В.В.
Н Е.Г.

Ведущее предприятие - Тираспольское аграрно-промышленное
объединение "Молдплодоовощпром"

Защита состоится "14" ноября 1980 года в 12⁰⁰ час
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при
Одесском технологическом институте пищевой промышленнос-
ти им. М.В. Ломоносова, 270039, Одесса, Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Од

11

ОНАХТ 21.07.11

Исследование состава



v013513

БАЛОВ А.Ф.

~~С.В. 13513~~ V 013513

Одесский технологический
институт пищевой промышлен-
ности им. М.В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

Переучет 1984

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Решениями XXV съезда КПСС, Октябрьского 1976 г и Иктябрьского 1978 г Пленумов ЦК КПСС предусмотрено обеспечение всемерного роста эффективности общественного производства, улучшение качества продукции, рациональное и комплексное использование сырья для выработки полноценных продуктов питания и кормовых средств.

Большое внимание в нашей стране отводится росту производства моркови, занимающей по своему хозяйственному значению первое место среди столовых корнеплодов. Повышение её пищевых и технологических качеств связано с глубокой химической характеристикой сырья, выведением новых перспективных сортов и совершенствованием технологии ее переработки.

В последние годы особое значение приобрела сушка моркови как один из наиболее эффективных способов ее консервирования. Теоретические и практические основы сушки пищевых растительных материалов были разработаны отечественными и зарубежными учеными Л.В. Лыковым, Г.К. Филоненко, А.С. Гинзбургом, М.А. Гришиным, Отмером, Льюисом, Шервудом и др.

Наряду с усовершенствованием существующей технологии производства сушеных овощей, в последние годы проводятся работы по созданию новых более интенсивных способов, к числу которых относится сушка в развитой стадии кипящего слоя материала. Однако, вопросы углубленной биохимической характеристики сырья и химических превращений его наиболее важных питательных компонентов в процессе обезвоживания изучены недостаточно. Разрабатываемые параметры сушки и процессы её интенсификации недостаточно подкреплены исследованиями всего комплекса биохимических показателей, характеризующих качество и пищевую ценность готового продукта. Отсутствие необходимых сведений об общих закономерностях химических изменений основных компонентов моркови в процессе теплового обезвоживания затрудняет разработку и внедрение в производство новых более эффективных методов ведения технологического процесса.

Важнейшей задачей, стоящей перед овощесушильной и консервной промышленностью, является также утилизация значительного количества отходов переработки моркови, использованию которых до настоящего времени уделялось недостаточно внимания. В связи с этим, разработка технологии рационального и комплексного использования отходов, в частности для получения кормовых продуктов, представляет большой интерес.

Таким образом, актуальность данной работы определяется потребностью в разработке и внедрении в промышленность новых интенсивных методов сушки моркови, необходимостью глубокой характеристики качества промышленных и перспективных сортов моркови и продуктов её переработки, изысканием рациональных путей комплексного использования отходов.

Цель работы — углубленная сравнительная характеристика биохимического состава некоторых промышленных и перспективных сортов моркови и её различных тканей, изучение изменений основных компонентов сырья при различных способах тепловой сушки, установление взаимосвязи этих изменений с качественными показателями готового продукта, разработка технологии комплексного использования отходов переработки моркови и её промышленная проверка.

Научная новизна работы заключается в том, что установлена взаимосвязь между биохимическим составом и сортовыми особенностями двух промышленных и перспективного гибридного сортов моркови, выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях; впервые изучено распределение основных компонентов: витаминов, фенольных соединений, азотистых веществ, различных форм углеводов по отдельным тканям корнеплода. Исследовано влияние различных способов тепловой сушки на весь комплекс химических показателей и структуру ткани моркови, впервые изучено влияние скорости теплового обезвоживания на структуру полисахаридов клеточных стенок корнеплода. Дано объяснение изменению качественных показателей сушеной моркови с позиции химических превращений её компонентов. Показана возможность комплексной переработки отходов моркови, в том числе для получения прессованных кормовых продуктов,

обогащенных азотом и фосфором.

Практическая ценность работы состоит в том, что полученные результаты позволяют рекомендовать сушку моркови в кипящем слое для внедрения в овощесушильную промышленность с целью получения продуктов высокого качества. Даны рекомендации овощесушильной и консервной промышленности по технологии комплексной переработки отходов моркови для получения разнообразных кормовых продуктов. Подготовлена, утверждена и передана для внедрения производственно-аграрному объединению "Одесскиплодовошпром" и Одесскому консервному заводу им. В.И. Ленина "Технологическая инструкция на производство гранулированных отходов консервной промышленности". Согласно плану организационно-технических мероприятий на 1978-80 г.г. на Одесском консервном заводе им. В.И. Ленина намечено строительство технологической линии по сушке и гранулированию отходов.

Апробация диссертационной работы. Основные результаты работы докладывались на Всесоюзной научной конференции по комбикормовой промышленности (г. Воронеж, октябрь, 1978 г.); Украинском биохимическом съезде (г. Донецк, сентябрь, 1977 г.); заседании Одесского отделения Всесоюзного биохимического общества (г. Одесса, декабрь, 1975 г.); XXXVI-XXXVIII научных конференциях ОТИП им. М.В. Ломоносова (апрель 1976-80 г.г.); заседании Технического Совета производственно-аграрного объединения "Молдцплодовошпром" (г. Тирасполь, июнь, 1978 г.); заседании Технического Совета Одесского консервного завода им. В.И. Ленина (г. Одесса, август, 1978 г.). Гранулированные кормовые продукты из отходов моркови экспонировались на ВДНХ СССР и награждены бронзовой медалью (г. Москва, 1978).

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, перечня литературы и приложений. Работа содержит 129 страниц машинописного текста, 30 рисунков, 45 таблиц. Библиография включает 250 источников, из которых 93 иностранных.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования использовали морковь двух распространенных промышленных сортов Нантская 4 и Шантенэ 246I, а также перспективного гибридного сорта Консервная, выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях на полях Молдавского НИИ орошаемого земледелия и овощеводства.

При проведении химических анализов рассчитывали число параллельных опытов, позволяющее получать результат с относительной погрешностью не более 5%, с учетом коэффициента вариации изучаемого признака при заданной вероятности $P=0,95$.

Содержание сухих веществ, золы, эфирорастворимых соединений, каротина, аскорбиновой кислоты, фракций фенольных соединений и групп флавоноидов, различных форм азота, состав аминокислот устанавливали известными методами. Фракционирование углеводного комплекса осуществляли путем последовательной исчерпывающей экстракции сырья различными растворителями. В полученных фракциях определяли качественный и количественный состав свободных сахаров, водорастворимых полисахаридов, пектиновых веществ, фракций гемицеллюлоз.

Протопектин, выделенный из клеточных стенок корнеплода, характеризовали по величине молекулярной массы, содержанию галактуроновой кислоты, кальция, основных функциональных групп, моносахаридному составу, ферментативной атакуемости пектиназой и результатам ИК-спектроскопии. Степень однородности полисахарида устанавливали по результатам фракционирования его цетавлоном, на ионообменнике ДЭАЭ-целлюлозе и методом гель-хроматографии на сефадексе. Надмолекулярную структуру целлюлозы исследовали, используя комплекс современных методов анализа: алколиз амиловым спиртом, ферментативный гидролиз целлюлазой, определение теплоты смачивания, сорбцию водяных паров, ИК-спектроскопию и рентгеноструктурный анализ.

Сушку моркови осуществляли на лабораторных установках кафедры технологии молока и сушки пищевых продуктов ОТИИ им. М.В. Ломоносова

двумя способами:

1) существующим промышленным способом медленного обезвоживания в неподвижном слое при температуре сушильного агента 70°C в течение 165 мин;

2) перспективным высокоинтенсивным способом сушки в кипящем слое при температуре сушильного агента 120°C в течение 45 мин в режиме, рекомендованном М.А.Гришиным, Е.Н.Пауковой и др.

Качество сушеной моркови оценивали в соответствии с ГОСТом 7588-71 и по содержанию основных компонентов, характеризующих пищевую ценность полученных продуктов. Кроме того, сравнивали физические свойства ткани сушеных образцов по следующим показателям: пористость, истинная и кажущаяся плотность, коэффициент водопоглощения, степень набухания, регидратационный объем, восстанавливаемость, водоудерживающая способность. Микроструктуру растительной ткани изучали с помощью микроскопа, при увеличении 9×15 и 40×15 , применяя микрофотографию.

Выделенный из отходов моркови белково-каротиноидный препарат характеризовали по содержанию общего азота, белка, каротина. Гранулирование и брикетирование высушенных отходов осуществляли в лабораторных условиях в выбранном оптимальном режиме. Структурно-механические свойства полученных образцов гранул и брикетов характеризовали стандартными методами. Хранимость их оценивали по гигроскопичности, изменению органолептических показателей и химического состава при хранении в течение 6 месяцев. Кормовую ценность полученных продуктов характеризовали по содержанию основных питательных компонентов; переваримость корма в условиях "искусственного рубца" устанавливали по методике, разработанной во ВНИИ физиологии, биохимии и питания с/х животных.

Результаты проведенных экспериментов обрабатывали методами математической статистики.

Производственные испытания по выработке гранулированных кормов из отходов моркови проводили совместно с Одесским консервным заводом им. В.И.Ленина на промышленной установке АВМ-0,65.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

I. Сравнительная химическая характеристика исследуемых сортов моркови и её различных тканей

Данные, характеризующие химический состав исследуемых сортов моркови, приведены в табл. I. Из них следует, что по содержанию основных химических компонентов отдельные сорта отличаются друг от друга.

Шантенэ характеризуется повышенным содержанием витаминов и фенольных соединений, что является одной из причин её более высокой устойчивости при хранении. Присутствие значительного количества лигнина в составе клеточных стенок корнеплода обуславливает более жесткую структуру ткани моркови данного сорта. Нантская богата питательными компонентами и отличается высоким содержанием пектиновых веществ при наименьшем количестве целлюлозы и лигнина. Этим объясняется её высокая пищевая ценность и более нежная консистенция ткани. Гибридный сорт Консервная сочетает в себе характерные особенности материнского (сортотип Шантенэ) и отцовского (Нантская 4) растений. Он отличается высоким содержанием питательных компонентов и биологически активных веществ, что определяет целесообразность использования данного сорта в качестве сырья для овощесушильной промышленности.

Важным показателем, характеризующим сортовые особенности, пищевые и технологические свойства сырья, является распределение основных химических компонентов по отдельным тканям корнеплода. Исследование покровной ткани, запасающей флоэмной паренхимы (флоэмы) и сердцевинны (ксилемы) показало, что ткани корнеплода существенно отличаются по своему химическому составу. Покровная ткань содержит наибольшее количество биологически активных веществ, главным образом фенольных соединений. Хроматографический анализ показал, что основная масса их представлена флавоноидами, оксикоричными кислотами и их производными. Для покровной ткани характерно также низкое содержание моно- и дисахаридов. Во флоэме сконцентрированы основные питательные компоненты:

Химический состав исследуемых сортов моркови
(% на сухое вещество)

Показатели	Нантская	Шантенэ	Консервная
Сухие вещества	12,40	12,72	12,95
Зола	5,40	4,92	5,14
Углеводы:			
глюкоза	15,27	16,86	17,32
фруктоза	15,61	18,04	17,67
сахароза	31,05	25,31	29,29
водорастворимый пектин	1,47	0,64	0,37
протопектин	11,12	8,90	8,53
водорастворимые полисахариды	6,13	6,25	6,23
гемицеллюлозы А	1,17	0,85	1,18
гемицеллюлозы Б	1,34	1,13	1,49
целлюлоза	6,57	6,92	7,58
Лигнин	0,32	0,49	0,43
Азот:			
общий	1,80	1,46	1,67
белковый	1,10	0,75	0,73
небелковый	0,70	0,71	0,94
аминный	0,59	0,61	0,54
Эфирорастворимые соединения	1,66	1,57	1,28
Витамины (мг%):			
каротин	87,30	98,60	79,20
аскорбиновая кислота	42,30	55,80	46,60
Фенольные соединения (мг%):			
спирторастворимые	738	787	641
кислоторастворимые	864	1128	956
кислотогидролизуемые 2%-й HCl	1261	1560	1880
кислотогидролизуемые 10% HCl	3300	4820	5280
Флавоноиды (мг%):			
антоцианы	5,3	4,7	3,5
лейкоантоцианы	27,0	150,0	39,0
флавонолы	266,0	73,0	194,0
катехины	0,8	1,2	3,1

витамины, азотистые вещества, свободные сахара, водорастворимые полисахариды при относительно низком содержании целлюлозы и лигнина, что определяет более нежную консистенцию этой ткани корнеплода. Ксилема бедна витаминами, фенольными соединениями и эфирорастворимыми компонентами. Для неё характерно высокое содержание структурных полисахаридов (протопектина, гемицеллюлоз, целлюлозы), которые в сочетании с лигнином обеспечивают жесткость проводящих элементов ксилемы.

2. Характеристика полисахаридов клеточных стенок корнеплода моркови

Протопектин, выделенный из клеточных стенок моркови, характеризуется высокой степенью этерификации — 82,7%. Молекулярная масса его составляет 10300, содержание галактуроновой кислоты — 24,51%, зола — 1,71%, в том числе кальция — 0,59%. В составе полисахарида присутствуют функциональные группы (% на сухое вещество): карбоксильные свободные — 0,80; карбоксильные этерифицированные — 5,60; метоксильные — 3,33; ацетильные — 0,22; альдегидные — 0,66. Снятый ИК-спектр полисахарида содержит полосы поглощения, характерные для пектиновых веществ.

По данным газо-жидкостной хроматографии гидролизата протопектина, наряду с галактуроновой кислотой, в его состав входят нейтральные моносахариды — галактоза, ксилоза, арабиноза и рамноза в соотношении 3,5:1,0:3,5:2,6 (рис. 1). Глубина ферментативного гидролиза полисахарида за 48 часов достигает 45,6%.

По результатам гель-хроматографии и фракционирования цетавлоном и на ионообменнике ДЭАЭ-целлюлозе, протопектин моркови характеризуется высокой степенью однородности.

Препарат целлюлозы, выделенный из клеточных стенок моркови, содержит 95,1% полисахарида, степень полимеризации которого составляет 1950. По данным алкоголиза, надмолекулярная структура исследуемой целлюлозы неоднородна и включает три области — аморфную, мезоморфную и кристаллическую, содержание которых составляет соответственно 17, 25

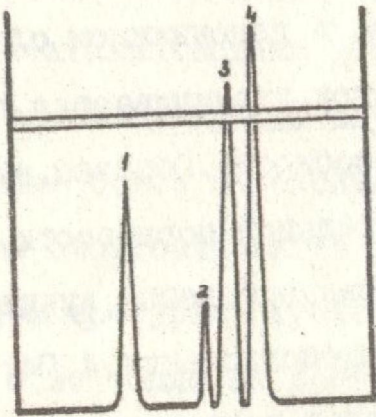


Рис. I. Газожидкостная хроматограмма нейтральных сахаров протопектина моркови в виде ацетатов альдитов:
 1 — Ас-дульцита, 2 — Ас-ксилита
 3 — Ас-арабита, 4 — Ас-рамнита

и 58%. Найденное значение предельной степени полимеризации полисахарида равно 48.

Целлюлоза моркови характеризуется относительно высокой степенью ферментативной атакуемости. По данным сорбции водяного пара и определения теплоты смачивания, в её структуре присутствует большое число участков с пониженной интенсивностью межмолекулярного взаимодействия.

Снятый ИК-спектр полисахарида содержит характерные для целлюлозы полосы поглощения. По результатам рентгенографического анализа индекс упорядоченности целлюлозы моркови составляет 0,56, что согласуется с данными алкоголиза, ферментативного гидролиза и сорбции водяного пара.

3. Влияние различных способов сушки на качество продуктов и структуру полисахаридов клеточных стенок моркови

3.1. Влияние сушки на характеристику ткани моркови

Для технологических исследований использовали морковь сорта Нантская, характеризующуюся высоким содержанием лабильных компонентов, способных изменяться при тепловой обработке. Полученные образцы сушеной моркови содержали 7-9% влаги и по своим органолептическим показателям соответствовали требованиям ГОСТа.

Установлено, что скорость обезвоживания существенно влияет на структуру ткани моркови. Интенсивное удаление влаги в процессе сушки в кипящем слое способствует сохранению формы кубиков и получению продукта с меньшей плотностью и более высокой пористостью (32,6%) по сравнению с сушкой в неподвижном слое (5,1%). Это оказывает существен-

ное влияние на поведение сушеной моркови при оводнении. Вследствие значительной усадки материала при обезвоживании в неподвижном слое, проникновение воды в массу продукта затрудняется, увеличивается период набухания ткани и её водоудерживающая способность. Образец, подвергнутый сушке в кипящем слое, благодаря значительной пористости, обладает высокими сорбционными свойствами и характеризуется лучшей водопоглотительной способностью (коэффициент водопоглощения 4,04), восстанавливаемостью ткани (54,75%) и способностью возвращаться к первоначальному объёму при оводнении (регидратационный объём -47,94%) по сравнению с образцом, подвергнутым низкотемпературной сушке (3,52; 47,11% и 43,17% соответственно).

Применение интенсивного способа сушки моркови в кипящем слое позволяет сократить продолжительность варки продукта с 24 мин (сушка в неподвижном слое) до 11 мин. Это связано с более интенсивным разделением клеток, происходящим в результате нарушения связей между клеточными оболочками в процессе высокотемпературного обезвоживания, что было доказано исследованием ткани сушеной моркови под микроскопом.

3.2. Изменение химического состава моркови в процессе сушки

Тепловая сушка оказывает существенное влияние на углеводный комплекс моркови. В результате химических превращений происходит частичная потеря редуцирующих сахаров с 36,04% (сырая морковь) до 34,21% (сушка в неподвижном слое) и 31,07% (сушка в кипящем слое). В частности, это связано с конденсацией редуцирующих сахаров с аминокислотами, дегидратацией и другими реакциями, приводящими к появлению новых продуктов - меланоидинов, оксиметилфурфурола, обнаруженных нами в сушеных образцах методами УФ-спектроскопии и хроматографии. С этими реакциями, носящими неферментативный характер, связано увеличение количества потемневшего продукта и, соответственно, возрастание значения показателя цветности.

Наряду с этим, в процессе сушки моркови в продукте накапливаются низкомолекулярные сахара, образующиеся в результате частичного гид-

ролиза полисахаридов, происходящего под действием тепла, интенсифицируемого механическими напряжениями, возникающими в материале в процессе обезвоживания. В случае высокотемпературной сушки эти процессы протекают более интенсивно, вследствие чего в образце, высушенном в кипящем слое, содержание общего сахара было выше (60,19%), чем при низкотемпературной сушке (57,32%).

За счет тепловой деструкции в продукте уменьшается количество извлекаемых пектиновых веществ, гемицеллюлоз и целлюлозы по сравнению с сырой морковью. В результате сушки изменяется также соотношение фракций пектиновых веществ в сторону увеличения количества водорастворимого пектина с 1,47% (сырая морковь) до 2,28% (сушка в неподвижном слое) и 2,90% (сушка в кипящем слое) и уменьшения содержания протопектина с 11,84 до 6,98 и 6,27% соответственно.

В процессе обезвоживания содержание общего азота в сырье практически не изменяется. В то же время заметно уменьшается количество аминного азота с 1,22% (сырая морковь) до 0,97% (сушка в неподвижном слое) и 0,82% (сушка в кипящем слое). Это вызвано потерей части свободных аминокислот, в особенности треонина (0,81 - 0,63 и 0,62%), аргинина (0,58 - 0,41 и 0,32%) и фенилаланина (0,14 - 0,05 и 0,06%).

Уменьшение количества свободных аминокислот при обезвоживании моркови связано с конденсацией их с редуцирующими сахарами и фенольными соединениями, приводящей к образованию растворимых и нерастворимых комплексов. Это подтверждается появлением в сушеных продуктах водорастворимых меланоидинов и увеличением содержания в образцах нерастворимого азота остатка (0,22 - 0,24 и 0,32%).

Сушка в кипящем слое положительно влияет на сохранность витаминов моркови. Повышение температуры сушильного агента при одновременном значительном сокращении продолжительности процесса приводит к уменьшению степени окислительных реакций в результате чего потери каротина сокращаются с 20,1% до 14,7%, а витамина С - с 41,4% до 34,8%.

Аналогичное влияние оказывает скорость обезвоживания и на сохран-

ность фенольных соединений (ФС). В результате сушки в неподвижном слое количество эфирорастворимых ФС в сырье уменьшилось со 174,8 до 56,7 мг%, спирторастворимых – с 1240 до 526 мг%. В образце же, подвергнутом сушке в кипящем слое, содержание этих компонентов было значительно выше и составило соответственно 122,8 и 481 мг%. Из числа флавоноидов наиболее значительно уменьшается содержание флавонолов с 494 до 166 и 170 мг%. При этом наблюдается прямая зависимость между изменением содержания аскорбиновой кислоты и ФС.

3.3. Влияние скорости теплового обезвоживания на полисахариды клеточных стенок моркови

Качественные показатели сушеной моркови в значительной степени определяются структурными изменениями полисахаридов клеточных стенок корнеплода, происходящими в процессе сушки.

Тепловое воздействие вызывает существенные изменения в сложной структуре протопектина. Происходит его частичное деметоксилирование, разрыв внутри- и межмолекулярных связей с участием карбоксильных групп. В результате, степень этерификации полисахарида уменьшается с 82,7% до 73,7% (низкотемпературная сушка) и 55,8% (сушка в кипящем слое), а количество свободных карбоксильных групп резко возрастает (0,80 – 1,44 и 3,24%).

Наряду с этим, происходит частичная деструкция макромолекулярных цепей протопектина. При этом, снижается его молекулярная масса с 10300 до 9700 и 8760 и соответственно возрастает содержание альдегидных групп (0,66 – 0,70 и 0,95%). Деполимеризация протопектина в процессе сушки приводит к накоплению низкомолекулярных продуктов распада полисахарида, о чем свидетельствуют результаты фракционирования его на ионообменнике ДЭАЭ-целлюлозе и гель-хроматографии на сефадексе (рис. 2). Установлено также, что с повышением температуры сушки деструктивное действие тепла на протопектин усиливается.

Тепловое обезвоживание моркови вызывает частичную деструкцию макромолекул целлюлозы, о чем свидетельствует уменьшение степени по-

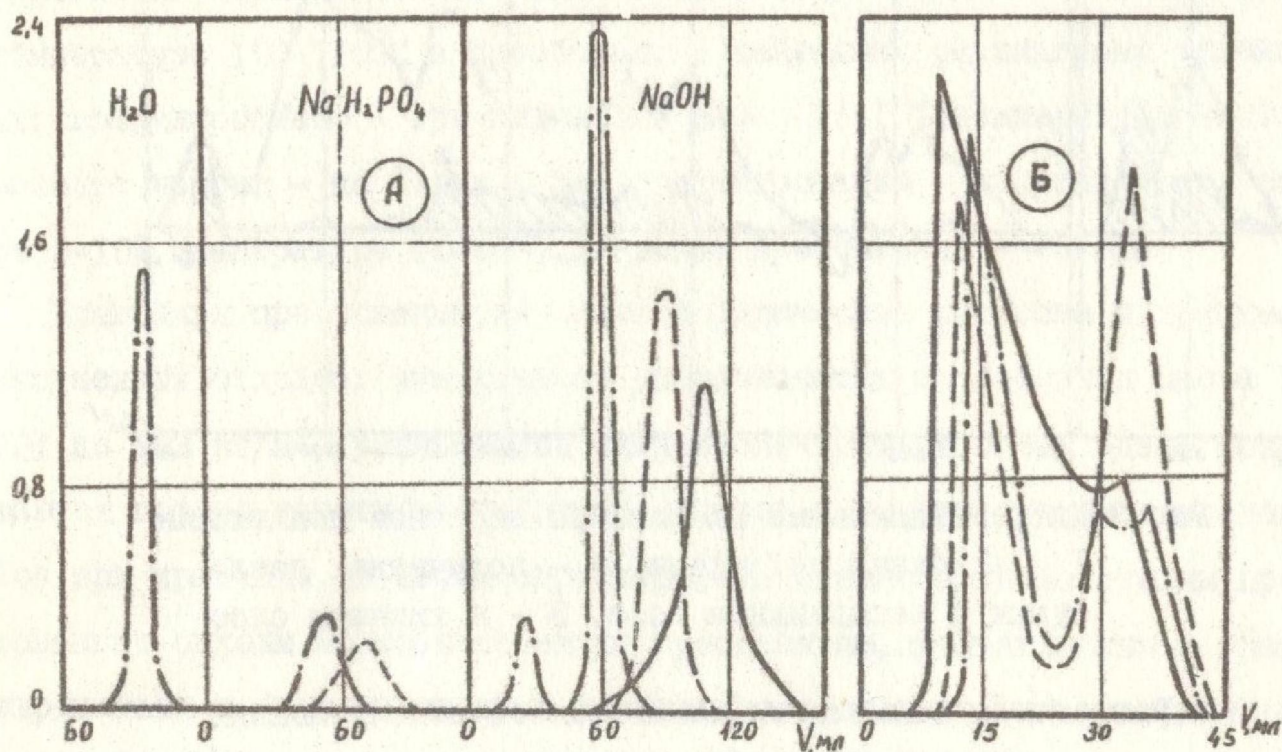


Рис.2. Диаграммы фракционирования протопектина на ДЭАЭ-целлюлозе (А) и сефадексе G-100 (Б):
 — исходный протопектин, - - - полученный после сушки в неподвижном слое, — • — в кипящем слое

лимеризации полисахарида с I950 до I780 и I750 и соответственное повышение содержания в нем альдегидных групп (0,16 - 0,18 и 0,29%). Как следствие, в целлюлозе увеличивается содержание легкогидролизуемой фракции и возрастает скорость гидролиза аморфной фазы. Изменяется также интенсивность межмолекулярного взаимодействия, в результате чего увеличивается растворимость целлюлозы в щелочи.

Одновременно с этим, происходит незначительное увеличение кристалличности полисахарида, что было подтверждено данными алкоголиза, ферментативного гидролиза, сорбции водяного пара, определения теплоты смачивания, рентгеноструктурного анализа и ИК-спектроскопии.

Наиболее существенные изменения в характере ИК-спектров исследуемых образцов целлюлозы наблюдаются в области $3200-3600 \text{ см}^{-1}$. Сдвиг максимумов поглощения в указанной области в сторону меньших волновых чисел свидетельствует об увеличении числа OH-групп, включенных в прочные межмолекулярные связи (рис.3).

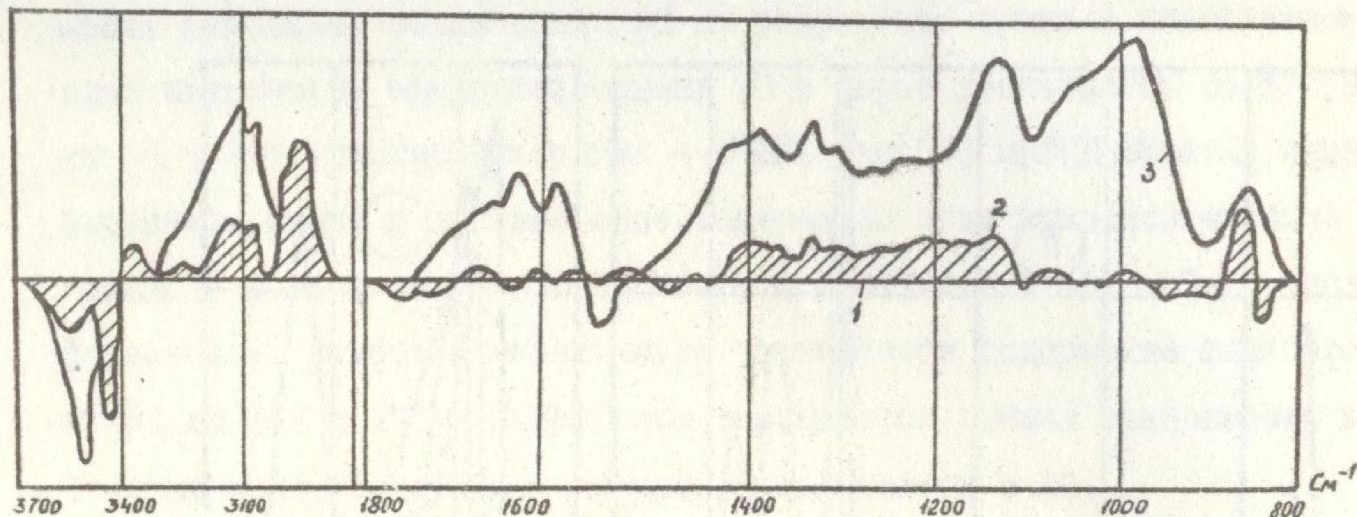


Рис.3. Дифференциальные ИК-спектры образцов целлюлозы:
1 - исходная целлюлоза, 2 - полученная после
сушки в неподвижном слое, 3 - в кипящем слое

4. Разработка технологии комплексного использования отходов переработки моркови

Технология комплексной переработки отходов моркови включает следующие основные операции: 1) выделение каротина; 2) сушку и прессование остатка с целью получения кормовых гранул и брикетов.

4.1. Выделение белково-каротиноидного препарата

Каротин выделяли из отходов в виде белково-каротиноидного препарата (БКП) по упрощенной схеме получения каротиновых препаратов из моркови, применяемой на витаминных комбинатах. Выход БКП составил 4,6% от сухого вещества отходов. Продукт содержит 6,7% влаги; 830 мг% каротина; 12,3% общего азота; 76,9% сырого белка. По качественным показателям и хранимости БКП не уступает промышленным образцам каротиновых препаратов из моркови, а по стоимости в 2-3 раза дешевле их. БКП предназначен для витаминизации кормов и комбикормов, а также может служить исходным материалом для получения препаратов каротина в пищевых целях.

4.2. Получение прессованных кормовых продуктов

Сырой морковный жом - остаток после отделения сока в процессе получения БКП, либо отходы моркови, непригодные для выделения каротина, использовали в качестве сырья для получения гранулированных и брике-

тированных кормов. Для этой цели измельченное сырье высушивали при температуре 100-110°C и прессовали в найденных оптимальных условиях: гранулирование - при влажности смеси 15-17%, температуре 60-70°C, размере частиц - не более 1 мм; брикетирование - при влажности смеси 8-10%, температуре 50-60°C, давлении прессования - 10 МПа.

Благодаря прессованию, улучшаются физические свойства и хранимость высушенных отходов: значительно увеличивается их насыпная масса (с 201 до 673 кг/м³), уменьшается гигроскопичность и почти вдвое сокращаются потери каротина, свободных сахаров и других ценных компонентов при хранении. По своим структурно-механическим показателям прессованные отходы моркови отвечают требованиям, предъявляемым к гранулированным и брикетированным комбикормам. Переваримость полученного корма *in vitro* в условиях "искусственного рубца" составляет 95,3%.

Для повышения кормовой ценности отходов их обогащали азотом и фосфором путем введения синтетических кормовых добавок таких как диаммонийфосфат, изобутилендимочевина, карбамид в сочетании с фосфорной кислотой. Полученные азотно-фосфорные концентраты содержали, наряду с каротином, до 53,9% свободных сахаров; 58,7% переваримого протеина и 2,9% фосфора, что определяет целесообразность использования их в качестве восполнителей дефицита белка и фосфора в рационах жвачных животных.

4.3. Технологическая схема комплексной переработки отходов моркови

Промышленная проверка технологии получения гранулированных кормов из отходов моркови осуществлена нами совместно с Одесским консервным заводом им. В.И. Ленина с использованием оборудования агрегата марки АВМ-0,65, предназначенного для производства гранулированной травяной муки. Выработанные гранулы отличаются высокой кормовой ценностью и хорошими структурно-механическими свойствами (табл. 2), удовлетворяющими требованиям кормопроизводства.

Характеристика производственной партии
гранулированного корма из отходов моркови

Химический состав, % на сухое вещество		Структурно-механические свойства	
Показатели	: Содержание	: Показатели	: Величина
Азот общий	1,49	Влажность, %	9,66
Сырой протеин	9,31	Крошимость, %	0,68
Свободные сахара	21,89	Прочность на удар, дж/кг	1750
Сырая клетчатка	8,21	Водостойкость, мин	50
Зола	7,12	Плотность, 10 ³ кг/м ³	1,34
Каротин, мг%	84,00	Диаметр, мм	10,0

Принципиальная технологическая схема комплексной переработки отходов моркови приведена на рис. 4. Согласно схеме, сырье поступает на измельчитель 1, в бункер 2, а из него в вальцевый пресс 3 для отделения сока. На ситах 4 отделяются мелкие частицы ткани моркови. Свежий сок поступает в коагулятор 5, где нагревается до температуры 70-80°C. При этом происходит коагуляция белково-каротиноидного препарата. Отделение его от маточного раствора осуществляется на центрифуге либо на сепараторе 6. Густая масса пластиц уплотняется на фильтр-прессах 7 и сразу высушивается на вакуум-вальцевой сушилке 8. Готовый продукт поступает на упаковку и складирование.

Сырой жом после отделения сока либо измельченные отходы, непригодные для выделения БКП, направляются в сушильный барабан 11. Высушенная масса, пройдя циклон 12, подается на дробилку 13, где измельчается в муку и через отверстия сит отсасывается в циклон кормовой муки 14. В последнем мука отделяется от воздуха и дозатором подается в шнек 15 для расфасовки в мешки либо поступает на гранулирование в бункер 16. Из бункера продукт подается в шнек-питатель 17, над которым установлен дозатор 19 для ввода обогатительных добавок из бункера 20. Питатель подает массу в пресс-гранулятор 18, из которого гранулы норией 21 направляются в охладитель 22 и далее на сортировку 23, где от них

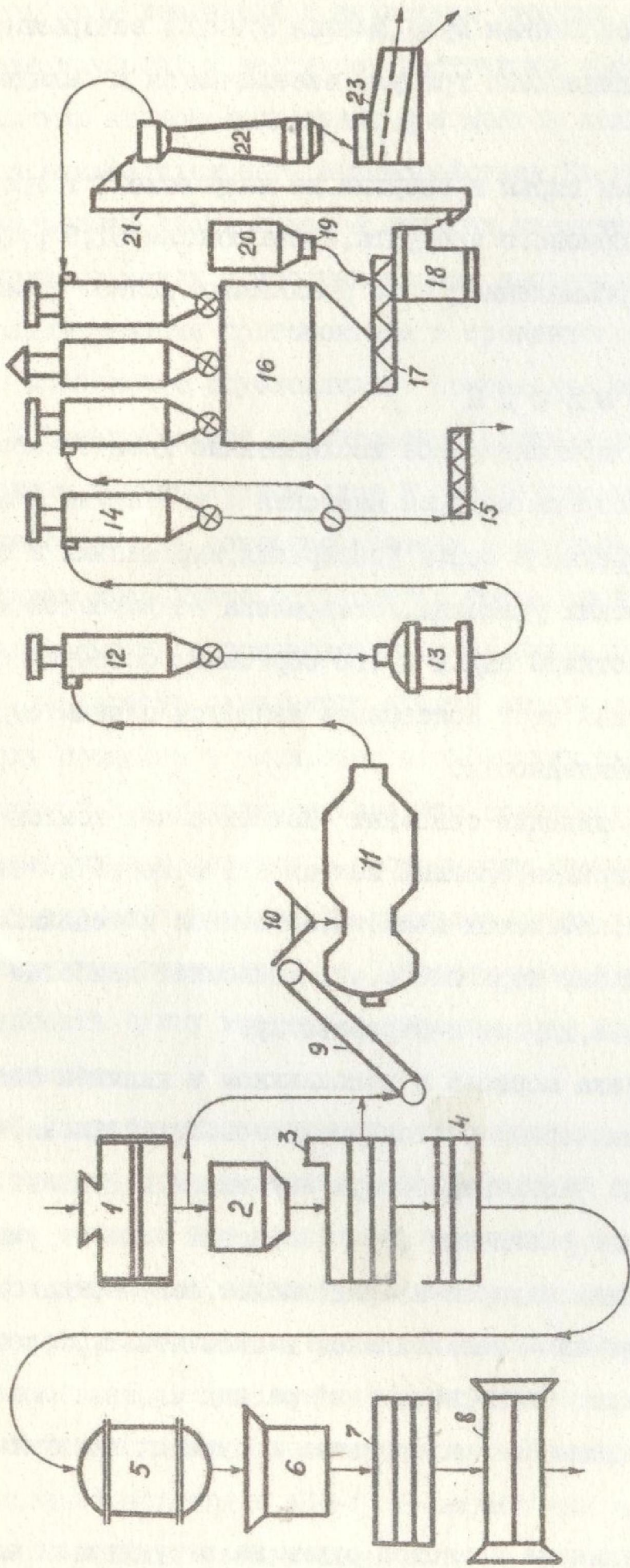


Рис. 31. Принципиальная технологическая схема комплексной переработки отходов моркови

- | | | | |
|-------------------|------------------|----------------|---------------|
| 1-измельчитель | 6-центрифуга | 11-барабан | 19-дозатор |
| 2, 16, 20-бункеры | 7-фильтрпресс | 12, 14-циклоны | 21-нория |
| 3-пресс | 8-вакуум-сушилка | 13-дробилка | 22-охладитель |
| 4-сито | 9-питатель | 15, 17-шнеки | 23-сортировка |
| 5-коагулятор | 10-загрузчик | 18-гранулятор | |

отделяется крошка и неспрессованная мука. Мелкая фракция возвращается на гранулирование, а кондиционные гранулы взвешиваются и складываются.

Расчитаны расходные нормы сырья и энергии на получение 1 т гранул, определена себестоимость кормового продукта, составляющая 31,9 руб и разработаны рекомендации промышленности по реализации данной технологии в производстве.

В Ы В О Д Ы

1. Проведено углубленное сравнительное исследование химического состава двух промышленных сортов моркови Нантская 4 и Шантенэ 2461, а также перспективного гибридного сорта Консервная, выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях. Установлена взаимосвязь между биохимической характеристикой сырья и его сортовыми особенностями. Показано, что перспективный сорт Консервная является ценным сырьем для овощесушильной промышленности.

2. Впервые изучено распределение основных биохимических компонентов моркови: моно- и дисахаридов, фракций пектиновых веществ и гемицеллюлоз, целлюлозы, лигнина, азотистых веществ, витаминов и фенольных соединений по различным тканям корнеплода, что позволяет наиболее полно охарактеризовать сырье, идущее в переработку.

3. Проведена тепловая сушка моркови в неподвижном и кипящем слое и изучено её влияние на химический состав продуктов. Установлено, что в процессе сушки происходит частичная потеря витаминов и фенольных соединений, перераспределение различных форм азотистых веществ, уменьшение содержания редуцирующих сахаров и аминокислот, сопровождающееся появлением новых соединений — меланоидинов и оксиметилфурфурола. Тепловое воздействие вызывает также частичный распад сложных молекул полисахаридов, сопровождающийся накоплением в сушеных продуктах низкомолекулярных сахаров.

4. Впервые исследовано влияние тепловой сушки на структурные изменения полисахаридов клеточных стенок моркови и установлена взаимо-

связь этих изменений с качеством сушеных продуктов. Тепловое воздействие приводит к частичной деструкции протопектина и целлюлозы, накоплению низкомолекулярных фрагментов полисахаридов, уменьшению степени межмолекулярного взаимодействия. Благодаря этому, возрастает гидрофильность ткани сушеной моркови, увеличивается способность её к удержанию влаги и восстановлению первоначальной формы при оводнении. Демполимеризация протопектина в срединном слое способствует разделению клеток, что обуславливает сокращение времени варки продукта.

5. Сравнительное исследование влияния промышленного способа сушки моркови в неподвижном слое и перспективного - в развитой стадии кипящего слоя на качество сушеных продуктов показало, что при сушке в кипящем слое лучше сохраняется форма кубиков, улучшается их восстановляемость и сокращается время варки продукта. Применение повышенных температур сушильного агента значительно сокращает продолжительность процесса и уменьшает воздействие тепла на продукт по сравнению с сушкой в неподвижном слое, что способствует лучшей сохранности питательных компонентов, в особенности биологически активных веществ. Благодаря интенсификации процесса сушки усиливается также тепловая деструкция полисахаридов. Перечисленные выше факторы позволяют рекомендовать сушку моркови в кипящем слое для широкого внедрения в производство.

6. Разработана технология комплексного использования отходов переработки моркови, включающая выделение из них каротина, сушку и прессование остатка для получения кормовых брикетов и гранул. Определены технологические параметры процесса гранулирования и брикетирования высушенных отходов, а также обогащения их азотом и фосфором с целью повышения кормовой ценности полученных продуктов.

7. Совместно с Одесским консервным заводом им. В. И. Ленина на промышленной установке АВМ-0,65 выработана производственная партия гранулированных кормовых продуктов из отходов моркови. Испытания показали возможность и целесообразность реализации данной технологии в про-

изводственных условиях. Согласно проведенным расчетам, себестоимость 1 т гранулированных отходов моркови составляет 31,9 руб, экономическая эффективность от внедрения данной технологии на Одесском консервном заводе им. В.И. Ленина равна 20,95 тыс руб в год.

Список опубликованных работ по материалам диссертации

1. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Сравнительная биохимическая характеристика корнеплода моркови некоторых промышленных сортов. — Прикладная биохимия и микробиология, 1976, т. XII, вып. I, с. 103–107.
2. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Биохимический состав различных тканей корня моркови. — Физиология и биохимия культурных растений, 1976, т. VIII, вып. 3, с. 528–532.
3. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Фракционирование и сравнительная характеристика углеводов некоторых промышленных сортов моркови. — Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1976, № 3, с. 23–26.
4. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Исследование фенольных соединений некоторых промышленных сортов моркови. — Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1976, № 5, с. 33–37.
5. Дарманьян Е.Б. Биохимическая характеристика корня моркови и его различных тканей. — Третий Украинский биохимический съезд. Симпозиум по биохимии растений. Тезисы докладов. Донецк, 1977, с. 92–93.
6. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Влияние скорости теплового обезвоживания на биохимический состав моркови. — Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1977, № 6, с. 57–61.
7. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Углеводный комплекс тканей моркови. — Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1977, № 3, с. 37–40.
8. Дымченко М.И., Дарманьян П.М., Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Производство гранулированного корма из отходов консервного производства. — Пищевая промышленность, 1977, № 3, с. 22–24.
9. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С., Дарманьян П.М. Комплексное использование отходов переработки моркови. — Консервная, овощесушильная и пишеконцентратная промышленность, 1977, № 12, с. 3–7.
10. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С., Гришин М.А. Влияние различных способов конвективной сушки на характеристику ткани моркови. — Консервная и овощесушильная промышленность, 1978, № 3, с. 37–40.
11. Дудкин М.С., Дарманьян П.М., Дарманьян Е.Б. Получение прессованных кормовых продуктов на основе отходов консервной промышленности. — Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1978, № 1, с. 37–39.
12. Дарманьян Е.Б., Дудкин М.С. Характеристика целлюлозы клеточных стенок корня моркови. — Физиология и биохимия культурных растений, т. II, 1979, вып. 3, с. 257–263.