

Автор ер.
П 32

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

На правах рукописи

ПИЛИПЕНКО ТАМАРА ДМИТРИЕВНА

УДК 064.8.037.1

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХОЛОДИЛЬНОГО КОНСЕРВИРОВАНИЯ НА
ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СОСТОЯНИЕ
ВОДЫ В ПЛОДАХ И ОВОЩАХ

Специальность 05.18.13 - технология консервированных
пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Одесса - 1988

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Так как замораживание и последующее холодильное хранение пищевых продуктов является одним из самых перспективных способов их консервирования, представляет большой интерес изучение и научное обоснование условий замораживания и рациональных сроков их холодильного хранения.

Вопрос о состоянии и роли воды в биологических системах в настоящее время не решен окончательно. Существуют также различные точки зрения на структуру воды вообще. В последнее время обнаружены факты, свидетельствующие об особом состоянии воды в живых системах и о ее влиянии на различные процессы, связанные с жизнедеятельностью.

Проблема состояния и структуры воды в биологических объектах представляет интерес не только в области холодильного консервирования, но и в области сушки пищевых продуктов, при производстве молочных и мясных продуктов, кондитерских и хлебопекарных изделий и в других отраслях пищевой промышленности. Традиционные биохимические, теплофизические и микроструктурные исследования не решают всех проблем пищевой промышленности.

Возможность применения спектроскопии ядерного магнитного резонанса в сочетании с биохимическими методами для изучения пищевых продуктов позволяет решать эти проблемы комплексно. Таким образом, перспективными являются исследования, направленные на изучение состояния атомов и молекул продукта, подвергнутого холодильной обработке.

Цель работы. В соответствии с предусмотренными решениями партии и правительства об улучшении снабжения населения всеми видами продовольственной продукции, в том числе плодоовощной, настоящее исследование было направлено на изыскание способа замораживания и оптимальных сроков хранения, обеспечивающих максимальное сохранение натуральных свойств и пищевой ценности плодов и овощей.

В задачи работы входило:

- изучить биохимические показатели, характеризующие пищевую ценность растительных продуктов;
- установить рациональные условия замораживания и холодильного хранения замороженных плодов и овощей, обеспечивающих максимальное сохранение их пищевой ценности с целью исследования состояния воды и возможности прогнозирования длительности хранения растительных продуктов;
- разработать и апробировать методику получения и обработки спектров протонного магнитного резонанса (ПМР) растительных объектов без разрушения образца;
- изучить методом ПМР состояние и поведение воды в растительных продуктах и модельных системах в процессе холодильной обработки;

-изучить механизм связи воды с системой биомакромолекул растительной ткани;

-изучить взаимосвязь биохимических показателей и состояния воды в растительных объектах и их влияние на пищевую ценность замороженных растительных продуктов.

Выбор цели и объектов исследования обусловлен, с одной стороны, потребностями консервных заводов юга Украины и Молдавии, а с другой - различными биохимическими и структурными особенностями этих объектов, что позволило рассмотреть вопрос о влиянии биохимического состава на состояние и поведение воды при длительном низкотемпературном воздействии на их ткани.

Научная новизна. На основании проведенных биохимических исследований установлено, что в процессе длительного низкотемпературного воздействия (-20 , -4 , -196 °C) в растительных тканях происходит образование и взаимопревращение веществ, приводящее к частичной потере продуктом его питательной ценности.

Выяснены причинность, характер и направленность биохимических изменений, происходящих в растительной ткани при действии отрицательных температур.

Впервые в технологических целях исследованы и интерпретированы спектры ЯМР высокого разрешения протонов воды (ПМР) образцов растительной ткани и модельных систем на основе полисахаридов. По спектрам ПМР вычислены температурные зависимости количества невывороженной воды в процессе замораживания с последующим размораживанием.

Вычислены также аналогичные зависимости для подвижной воды в процессе замораживания с последующим размораживанием.

Экспериментально доказано наличие полимолекулярной гидратации в биологических тканях и растворах биомакромолекул.

Впервые с помощью спектров ПМР установлено влияние градиента температур и магнитного поля на поведение воды в биологических тканях и растворах биомакромолекул.

Найдена корреляция между изменением биохимических показателей и состоянием воды в растительных тканях при низкотемпературной обработке.

Практическая ценность. В работе даны рекомендации о рациональных условиях замораживания и сроках холодильного хранения исследуемых плодов и овощей.

Разработана и апробирована методика снятия спектров ПМР воды без разрушения образцов растительных тканей, их обработка и интерпретация.

По спектрам ПМР установлены закономерности поведения воды и ее

структуры в растительных объектах и растворах биомакромолекул. Сделан вывод о механизме взаимодействия воды с биомакромолекулами живой ткани.

Разработан метод прогнозирования с помощью спектров ПМР состояния и степени дисперсности биологических объектов при действии градиента температур.

Эти данные представляют также интерес при изучении лиотропных жидких кристаллов, мицеллообразования в полярных средах, при исследованиях в области биологии, медицины и других областях науки и промышленности.

На защиту выносятся:

- разработанный метод прогнозирования с помощью спектров ПМР состояния растительной ткани и условий замораживания и холодильного хранения растительных продуктов;
- результаты исследования методом ПМР механизма взаимодействия воды с системой биомакромолекул растительной ткани и защиты ее при действии отрицательных температур;
- результаты экспериментов по определению взаимосвязи биохимических изменений и состояния воды в растительных объектах при замораживании и холодильном хранении;
- рекомендации промышленности для использования рациональных условий замораживания и холодильного хранения растительных продуктов.

Апробация работы. Основное содержание работы доложено на научных конференциях института с 1970 по 1987 гг., а также на Всесоюзном семинаре "Изменение структуры и свойств воды и водных систем под влиянием физико-химических воздействий". - Киев, 1980.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 197 страницах машинописного текста и состоит из введения, шести глав, выводов и списка цитируемой литературы, включающего 351 ссылку. Иллюстрационный материал состоит из 34 рисунков и 13 таблиц.

Введение содержит обоснование цели и задачи работы, а также основные выводы и перспективы применения в науке и промышленности.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были выбраны плоды и овощи, наиболее часто применяемые в производстве консервов: перец, морковь, баклажаны, зеленый горошек, яблоки и сливы. Перец и сливы замораживали целыми, морковь и баклажаны - нарезанные кружками, яблоки - нарезанные четвертинками, зеленый горошек - очищенный. Плоды и овощи замораживали со скоростью 0,16...5,0 град/мин до температуры в термическом центре образца -18°C . Хранили замороженные плоды и овощи 8-12 месяцев при температуре -20°C .

Исследуемые показатели определяли известными методами в свежих, свежемороженых и в хранившихся определенные сроки образцах. Состо-

яние воды изучали по спектрам ядерного магнитного резонанса высокого разрешения для протонов (ПМР). Спектры ПМР снимали в лаборатории физики и химии воды Института коллоидной химии и химии воды АН УССР на спектрометре фирмы "Jeol" с рабочей частотой 100 МГц.

Оценку влияния условий замораживания и хранения плодов и овощей на их качество проводили по биохимическим показателям и данным спектров ПМР воды.

Технологическая оценка готовой продукции осуществлялась с помощью дегустации изготовленных в производственных условиях консервов. Результаты экспериментов обрабатывались методом математической статистики.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен обзор литературы на тему: "Влияние отрицательных температур на некоторые показатели качества растительных продуктов". Рассмотрены различные теории, объясняющие причины повреждения биологических тканей при их замораживании. В настоящее время основным фактором криповреждений растительной ткани считают повреждение клеточных мембран, однако нет единого мнения о том, что является причиной гибели мембран при действии на них низких температур. Отмечается, что до настоящего времени нет единой теории о структуре воды вообще. Основой же всех современных концепций о строении тканевой воды является распространение физических моделей на биологические системы.

Во второй главе представлены методы исследования и организации эксперимента, а также выбор объектов исследования. Обоснован выбор ПМР как наиболее точного и чувствительного метода исследования подвижных протонов воды.

I. Биохимические показатели плодов и овощей при холодильном консервировании

Одними из основных показателей пищевой ценности растительного сырья для консервной промышленности являются растворимые моно-, ди- и полисахариды, а также органические кислоты, способные образовывать водородные связи с молекулами воды благодаря наличию большого количества гидроксильных групп.

В третьей главе представлены исследования изменения биохимических показателей плодов и овощей в процессе холодильной обработки.

Показано, что в свежих, замороженных и хранившихся при температуре -20°C перце и баклажанах обнаружены следующие органические кислоты: яблочная, лимонная, винная, щавелевая, фумаровая, янтарная и кислоты первичного окисления сахаров (КПОС), а также неидентифицированная кислота с $n_f = 0,15 \dots 0,16$.

Установлено, что на содержание органических кислот в перце и баклажанах влияют скорость замораживания и время хранения. Отличия объ-

ясняются различной ферментной активностью овощей.

Сделаны выводы, что изменение органических кислот в процессе замораживания и холодильного хранения овощей не снижает их пищевой ценности по этому показателю (рис. I), т.к. общее содержание органических кислот увеличивается.

На содержание растворимых моно- и дисахаридов исследовали перец, морковь, баклажаны, сливы и яблоки. Результаты исследований, приведенные в табл. I, показали, что после замораживания в моркови и баклажанах уменьшается сумма растворимых моно- и дисахаридов и снижается содержание глюкозы и фруктозы. Содержание сахарозы остается на том же уровне или изменяется незначительно. В перце сумма моно- и дисахаридов, также как и отдельные показатели, незначительно увеличиваются после замораживания. После пяти месяцев хранения потери углеводов составили в овощах около 30%. Таким образом, длительные сроки хранения замороженных овощей, хотя и приводят к снижению общей суммы углеводов на одну треть, однако замораживание дает возможность сохранить сам продукт и его питательную ценность в большей степени, чем это имеет место при обычных способах хранения. Аналогичные выводы сделаны относительно изменений углеводов в яблоках и сливах.

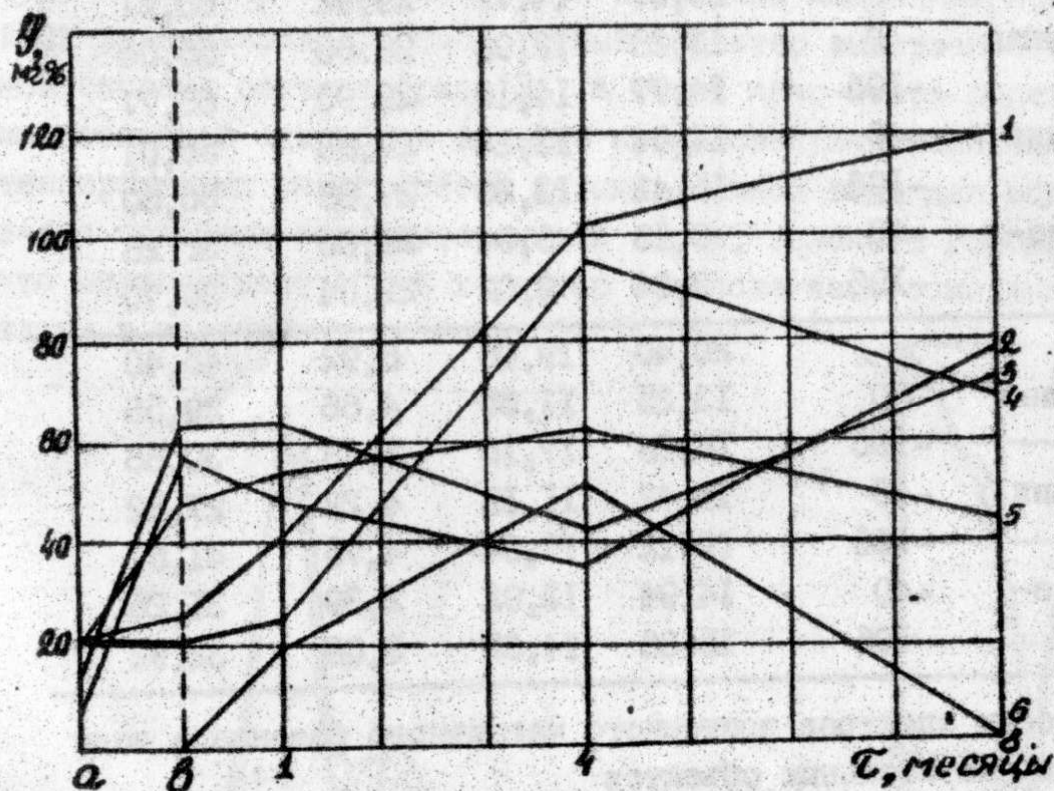


Рис. I. Органические кислоты перца после замораживания при -22°C ;
 1 - яблочная,
 2 - лимонная,
 3 - винная,
 4 - щавелевая,
 5 - КПОС,
 6 - фумаровая;
 а - свежий,
 б - замороженный.

Содержание растворимого и нерастворимого пектина исследовали в свежих, свежемороженых образцах перца, яблок и слив, а также через один и шесть месяцев холодильного хранения. Количество нерастворимого пектина во всех видах свежего исследуемого сырья, а также в течение всего срока холодильного хранения оказалось выше, чем растворимого.

В процессе замораживания содержание растворимого пектина заметно снижалось в сливах и яблоках по сравнению со свежими образцами, но оставалось на прежнем уровне в перце. Нерастворимый пектин изменялся в процессе замораживания аналогично.

Наибольшие потери пектиновых веществ наблюдались в процессе замораживания. Потери в процессе хранения были незначительны и не влияли на пищевую ценность и структурные свойства замороженных плодов и овощей.

Способность пектиновых веществ удерживать большое количество воды способствует образованию внутриклеточных гелей при понижении температуры, что использовано нами для исследования состояния воды в модельных системах.

Таблица I.

Массовая доля растворимых углеводов в замороженных овощах
(в % к сухой массе продукта) при холодильном консервировании

Сроки хранения	: t замораживания, : : °C	Содержание растворимых углеводов					
		глюкоза	фруктоза	сахароза	сумма : : углеводов		
Морковь	свежая	15,57	14,72	29,92	60,21		
	свежезамороженная	-40	13,28	12,98	28,80	55,06	
		-196	14,77	14,10	29,90	68,77	
	I месяц хранения	-40	14,94	13,24	27,83	56,01	
		-196	15,42	13,20	27,88	56,50	
	5 месяцев хранения	-40	9,18	6,94	21,06	36,28	
		-196	9,64	9,02	22,04	39,70	
	Баклажаны	свежие	20,40	19,08	6,92	46,40	
		свежезамороженные	-40	13,25	11,65	4,66	29,56
			-196	18,38	17,10	5,18	30,66
I месяц хранения		-40	12,42	11,18	4,22	27,82	
		-196	19,12	17,64	4,76	41,51	
5 месяцев хранения		-40	14,94	13,92	2,39	31,25	
	-196	15,36	14,62	3,00	32,92		

2. Особенности спектров протонного магнитного резонанса воды модельных систем и растительных объектов

Спектры ПМР воды образцов растительных тканей записывали в процессе замораживания-размораживания образца ткани на спектрометре в парах жидкого азота через каждые 2...5 градусов. Спектры ПМР образцов, хранившихся определенные сроки при температуре -20 °C в холодильной камере, снимали в процессе размораживания на спектрометре.

Спектр ПМР воды растительных тканей представляет собой сложную

линию в области 4,5...5 м.д., состоящую из нескольких компонент (рис. 2). В области более сильного поля по отношению к сигналу протонов воды обнаруживается совмещенный сигнал меньшей интенсивности. Для вычисления количества невымороженной (подвижной) воды проведено разделение спектральных линий графическим методом на составляющие компоненты. Для идентификации полос на спектрах плодов и овощей были сняты спектры ПМР модельных систем, содержащих агар-агар, сахарозу и яблочную кислоту. Спектр ПМР модельных систем показал, что сигнал меньшей интенсивности относится к протонам гидроксильных групп сахаров, органических кислот, полисахаридов.

Количество невымороженной воды считали по площадям под кривыми поглощения ПМР. По полученным данным были построены температурные зависимости спектров ПМР в процессе замораживания и размораживания образцов растительных тканей и аналогичные зависимости для модельных систем. Выяснилось, что характер температурных зависимостей является индивидуальным и на него влияет количественное содержание биомолекул и связанной воды в образцах тканей, а также наличие плотной структуры, микроэлементов и других биоконпонентов. Для выяснения характера связи воды с биомолекулами были проведены модельные исследования на студнях полисахаридов. Немонотонный характер вымерзания влаги в коллоидной системе пектина (рис. 3), а также агар-агара подтверждает наличие многослойной адсорбции воды на макромолекулах полисахаридов. Характер температурных зависимостей невымороженной воды для модельных систем оказался подобным зависимостям для перца, зеленого горошка, яблок и слив, что подтверждает общий характер предполагаемого механизма вымерзания влаги в коллоидных системах.

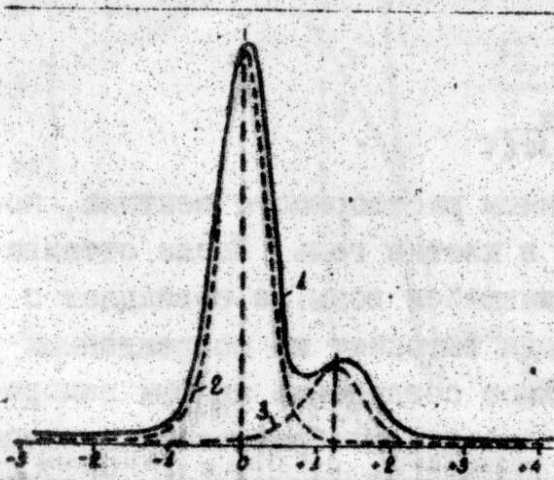


Рис. 2. Спектр ПМР моркови при -4°C .

1 - составляющая протонов воды,
2 - составляющая углеводов.

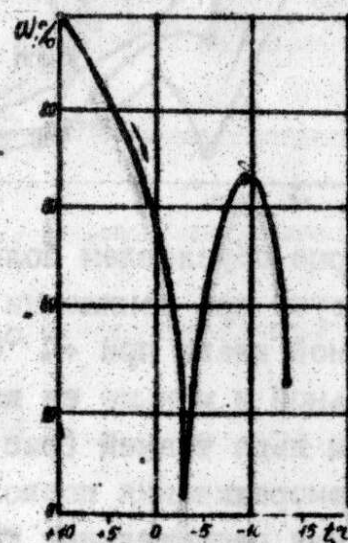


Рис. 3. Температурная зависимость подвижной воды по данным ПМР при замораживании модельного раствора ПИ на основе пектина.

Закономерности, характерные для всех исследуемых продуктов, ра-

ханическое разрушение мембран клеток кристаллами льда, укрупненными в результате рекристаллизационных процессов.

Все температурные зависимости подвижной воды при размораживании образцов перца показали, что содержание связанной воды в растительных тканях не остается постоянным, оно меняется в процессе хранения. Так, после 4-х месяцев хранения при размораживании при температуре -4°C массовая доля связанной воды составляет 4,5%, а после двенадцати месяцев хранения - 13%. Практически вся вода, кроме гидратной, вымерзает постепенно при хранении.

Вымерзание свободной влаги в горошке (рис. 4Б) заканчивается при температуре -1°C , затем вымерзает адсорбционно связанная влага вплоть до -30°C . Кривая температурной зависимости подвижной воды при размораживании, хотя и повторяет кривую замораживания, однако в отличие от перца массовая доля связанной воды после размораживания не увеличивается, а уменьшается с 18,5 до 3,5% при -1°C . 50% свободной влаги вытекает из клеток зеленого горошка при размораживании, то есть эта влага не удерживается структурой внутриклеточного геля.

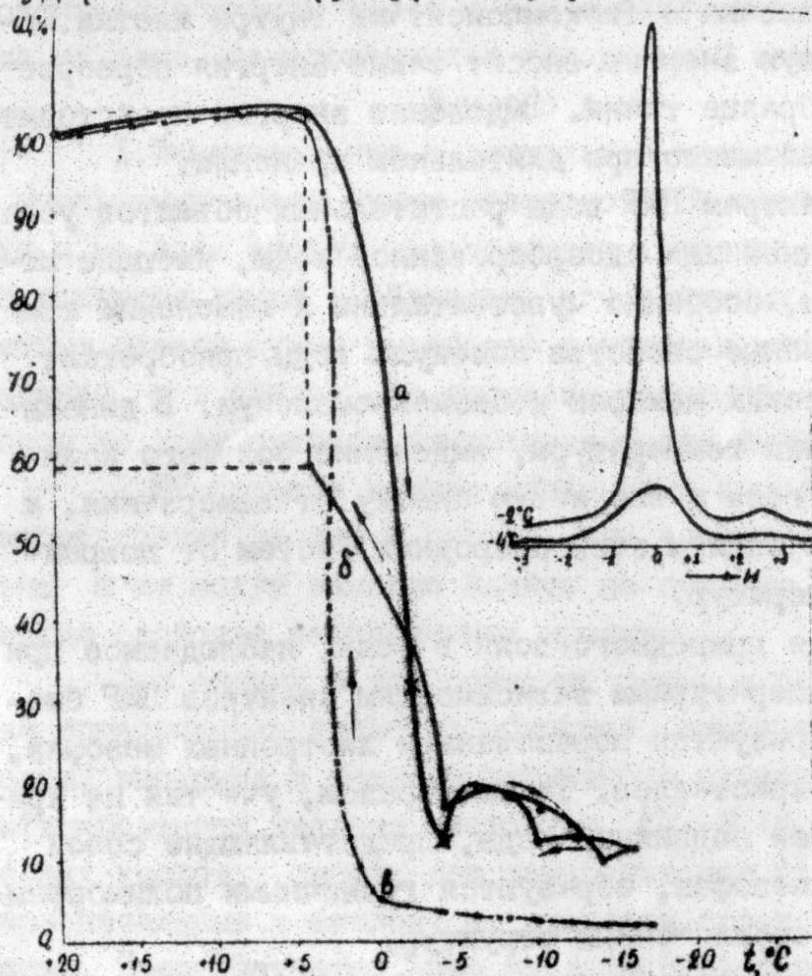


Рис. 5. Температурная зависимость подвижной воды по данным ПМР для перца; замораживание - а, размораживание - б, размораживание после 48 месяцев хранения - в; Стрелчками указано направление изменения температуры.

Полученные экспериментальные данные подтверждают существование полиморфных слоев воды в растительных тканях.

После 8-ми месяцев хранения кривая размораживания зеленого горошка, начиная с -25°C до $+4^{\circ}\text{C}$, имеет монотонный характер, свидетельст-

вующий об отсутствии мицелл в этом интервале температур. Причиной увеличения влагоудерживающей способности овощей после длительного холодильного хранения в сравнении со свежемороженными служит увеличение степени дисперсности коллоидной системы внутри клетки.

3. Взаимосвязь биохимических изменений и состояния воды при действии отрицательных температур на биологические объекты и их влияние на выбор условий холодильной обработки.

Исследование растительных объектов по спектрам ПМР показало, что на состояние и поведение воды в них влияет процесс отвода тепла и наличие или отсутствие магнитного поля в момент холодильной обработки. Чрезвычайно важная роль в биологическом действии МП принадлежит воде.

Нашими исследованиями ПМР перца и зеленого горошка, содержащих пектин и белки, показано, что для медленного замораживания характерно немгновенное вымерзание слабо- и прочносвязанной влаги независимо от наличия МП в процессе понижения температуры, откуда следует, что связанная влага, образующая мицеллярные структуры, находится к моменту замораживания в ориентированном состоянии. Свободная влага вымерзает монотонно, то есть она не связана с биокомпонентами внутри клетки. Определенный вклад в поглощенную энергию вносит также энергия переориентации воды, находящейся в образце ткани. Выделение энергии происходит при рекристаллизации, имеющей место при длительном хранении.

Таким образом, по спектрам ПМР воды растительных объектов установлено, что молекулы связанной или адсорбированной воды, имеющие меньшее число степеней свободы, особенно чувствительны к изменению температуры и действию МП. Подобные свойства молекулы воды приобретают вблизи поверхности биологических мембран и биомакромолекул. В динамических условиях, при понижении температуры, выделение большого количества энергии предохраняет гель и всю живую клетку от вымерзания, и является одним из механизмов защиты этих природных систем от повреждающего действия низких температур.

Состояние при переходе природного золь в гель, наблюдаемое при понижении температуры по температурным зависимостям спектров ПМР биологических объектов, характеризуется образованием лиотропных мезофаз, проявляющих свойства жидких кристаллов. Таким образом, участки на кривых температурных зависимостей подвижной воды, представляющие собой фазовые переходы лиотропных мезофаз, образуются граничными полиморфными слоями воды с мембранами субклеточных структур.

Таким образом, экспериментально подтверждено, что вымерзание воды в биологических системах происходит согласно схеме: истинный раствор — мицеллы — жидкий кристалл — гель — кристалл.

Исходя из полученных температурных зависимостей установлено, что в определенном интервале температур для каждого вида ткани проис-

ходит вначале (от 0 до -10°C для зеленого горошка) вымораживание влаги, связанной с мицеллярными структурами клетки, затем вымерзает влага, входящая в состав лиотропных мезофаз (до -25°C), ниже -25°C в клетке образуется гель. Таким образом, в интервале температур от 0 до -30°C вымерзает влага, участвующая в поддержании стабильности мембран внутриклеточных органелл. Нарушение стабильности некоторых органелл приводит к выделению заключенных в них ферментов, которые оказывают влияние на гидролитические процессы: появление КПОС и превращение ди- и трикарбоновых кислот, превращение нерастворимого пектина в растворимый, а также увеличение содержания моно- и дисахаридов на определенных этапах холодильного хранения во всех видах исследуемых плодов и овощей.

Для выяснения влияния различных условий замораживания и хранения сырья на качество готовой продукции были проведены производственные испытания. Качество готовой продукции оценивали на дегустациях с участием представителей заводов. Все виды выработанных консервов из замороженного сырья соответствовали ГОСТам для консервов из свежего сырья. Лучшую органолептическую оценку получили консервы из перца, замороженного в жидком азоте и сок с мякотью и сахаром для детского питания из слив, замороженных в холодильной камере при -18°C .

В ы в о д ы

1. Замораживание и длительное хранение плодов и овощей приводят к уменьшению общей суммы углеводов. Во всех случаях после замораживания и на всех этапах холодильного хранения моно- и дисахариды в овощах сохраняются лучше в образцах, замороженных в жидком азоте. Наиболее заметные потери суммы углеводов в яблоках наблюдаются в процессе замораживания, а в сливах - в процессе хранения. Наибольшие изменения углеводов во всех случаях отмечаются после пяти месяцев хранения.

2. Наибольшие потери пектиновых веществ наблюдаются в процессе замораживания плодов и овощей, при длительном хранении они незначительны и не могут заметно влиять на пищевую ценность и структурно-физические свойства замороженных продуктов.

3. В свежих и замороженных перце и баклажанах обнаружены следующие органические кислоты: яблочная, лимонная, винная, щавелевая, фумаровая, янтарная и кислоты первичного окисления сахаров, а также неидентифицированная кислота с $R_f = 0,15, \dots, 0,16$. Содержание органических кислот в овощах при замораживании увеличивается по сравнению с первоначальным и зависит от скорости процесса и продолжительности хранения. Предполагается, что кислоты первичного окисления сахаров, наряду с другими органическими кислотами, принимают участие в биохимических процессах, имеющих место при замораживании и холодильном хранении овощей. Изменения в содержании органических кислот вследствие увеличения их общего содержания не влияют на пищевую ценность в замороженных про-

дуктах.

4. Исследование поведения воды по спектрам протонного магнитного резонанса (ПМР) модифицированным нами методом в растительных тканях в процессе оттаивания после длительного холодильного хранения показало, что вымораживание влаги в растительных объектах зависит от их биохимического и минерального состава, скорости замораживания и степени дисперсности коллоидной системы ткани.

Образование внутриклеточного геля, сопровождающееся увеличением содержания органических кислот и ди- и моносахаридов, является защитной реакцией живой растительной клетки на низкотемпературное воздействие.

5. Содержание связанной воды в тканях перца и зеленого горошка, вычисленное по спектрам ПМР, изменяется в процессе замораживания и длительного холодильного хранения немонотонно. Увеличение количества связанной воды в процессе оттаивания образцов и к концу хранения зависит от изменения биохимического состава и увеличения степени дисперсности коллоидной системы клетки. В тканях зеленого горошка в процессе замораживания образуется внутриклеточный гель, обладающий более высокой влагоудерживающей способностью, чем в тканях перца, но менее устойчивый к действию низких температур.

6. В тканях моркови по данным ПМР мицеллы внутриклеточного геля в процессе замораживания не образуются благодаря большому количеству сахаров, способных, возможно, заменять молекулы воды, адсорбированные на биополимерах, образуя водородные связи с макромолекулами, находящимися в ассоциированном состоянии. В тканях баклажан внутриклеточный гель не образуется из-за высокого содержания ионов микро- и макроэлементов.

7. В тканях яблок, содержащих большое количество протопектина, по данным ПМР, процесс замораживания-размораживания воды характеризует наличие большой поверхности адсорбции, что способствует увеличению количества связанной воды. В тканях слив, замороженных в биологической стадии зрелости, количество связанной воды резко уменьшается вследствие гидролиза и деструкции высокомолекулярных биополимеров. Сливы, замороженные в технической стадии зрелости, сохраняют высокую способность к гелеобразованию.

8. В соке зеленого и красного перца основная часть влаги находится в свободном состоянии, однако наличие высокой степени дисперсности коллоидной системы сока способствует образованию мицеллярной системы с развитым диффузионным слоем, которая при вымерзании свободной влаги подвергается значительному разрушению.

9. Исследование состояния воды в растительных объектах методом ПМР подтверждает известное предположение о наличии в растительной клетке трех типов влаги: свободной, слабосвязанной и прочносвязанной.

10. По спектрам ПМР воды растительных тканей, плодовых соков и

модельных систем установлено наличие в них полимолекулярной гидратации.

11. Экспериментально методом ЯМР подтверждено влияние магнитного поля на взаимодействие молекул воды с бискомпонентами живой ткани. Процесс переориентации водных мультислоев в мицеллах гелеобразователя, происходящий при наличии магнитного поля и градиента температур с большим выделением энергии, служит фактором, предохраняющим биологическую систему от вымерзания.

12. Анализ полученных экспериментальных данных подтверждает наличие в растительной клетке трех основных уровней криповреждений: термодинамического, физико-химического и биохимического.

13. Биохимический состав замороженных плодов и овощей показал более высокую пищевую ценность быстрозамороженных образцов по сравнению с медленнозамороженными, а органолептическая оценка изготовленных из них консервов — более высокие вкусовые качества. Однако, в связи с меньшей стоимостью и не особенно значительной разницей в органолептической оценке для производства консервов можно рекомендовать плоды и овощи, замороженные в холодильной камере при -13°C .

Производственные испытания подтвердили целесообразность использования замороженной растительной продукции в производстве овощных кусочных консервов и консервов для детского питания без изменения существующей технологии. Продолжительность хранения замороженных плодов и овощей для производства консервов не должна превышать восемь месяцев.

Экономический эффект от внедрения предлагаемых режимов замораживания и холодильного хранения плодов и овощей при производстве партии консервов 138,35 туб составляет 29,8 тыс. рублей, что в переводе на 1 туб составит 215 рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Кротов Е.Г., Загибалова Т.Д. Влияние низких температур на содержание органических кислот в перце и баклажанах. // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. — 1973. — №2. — С. 32-35.

2. Исследование состояния воды в зеленом горошке при низких температурах методом ЯМР/Манк В.В., Овчаренко Ф.Д., Кротов Е.Г., Загибалова Т.Д., Зубенко И.Ф. // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. — 1975. — №1. — С. 41-43.

3. Загибалова Т.Д., Кротов Е.Г. Влияние биохимического состава овощей на льдообразование, исследованное методом ЯМР. / Тезисы докл. Всесоюзного симпозиума // "Механизмы криповреждений и криозащиты биологических структур", Харьков. — К.: Наукова думка. — 1977. — С. 92.

4. О некоторых методах оценки структурно-физических свойств замороженных овощей / Е.Г. Кротов, Т.Д. Загибалова, Н.А. Федюнина, В.В. Манк. / Тезисы докл. Всесоюз. науч. конф. // "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов, 27-29 сентября 1977 г. — Воронеж, 1977. — С. 23-24.

5. Кротов Е.Г., Загibalова Т.Д. Влияние отрицательных температур на содержание растворимых углеводов в перце, моркови и баклажанах. // Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. / Межвуз. сб. науч. трудов. Л., 1978. - С. 8-11.

6. Загibalова Т.Д., Манк В.В., Кротов Е.Г. Исследование методом ядерного магнитного резонанса процесса льдообразования при замораживании и холодильном хранении овощей. // Холодильная техника и технология. / Респ. межвед. научно-техн. сб., К.: Техника, 1979. - №28. - С. 85-88.

7. Биохимические исследования быстрозамороженных продуктов для детского питания. / Е.Г. Кротов, Е.Д. Вишневецкий, Т.Д. Загibalова, Н.А. Федюнина, Л.Н. Тележенко. // Тезисы IV Всесоюз. биохимического съезда. - М.: Наука, 1979. - Т. 2. - С. 230-231.

8. Кротов Е.Г., Загibalова Т.Д. Влияние условий холодильной обработки на изменение содержания сухих веществ некоторых видов овощей и фруктов. // Холодильная техника и технология. / Респ. межвед. научно-техн. сб. - К.: Техника, 1981. - №33. - С. 94-97.

9. Загibalова Т.Д. Изменения содержания растворимых углеводов при холодильном консервировании яблок и слив. // Биохимические и биофизические исследования пищевых продуктов при холодильном консервировании. / Межвуз. сб. науч. трудов - Л., 1981. - С. 13-19.

10. Загibalова Т.Д., Манк В.В. Закономерности поведения воды при холодильном консервировании по данным ЯМР // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. - 1983. - №5. - С. 48-52.

11. Изменение биохимического состава некоторых видов плодов и овощей при холодильном хранении. / Е.Г. Кротов, Т.Д. Загibalова, М.А. Мудрак. / Тезисы докл. Всесоюз. семинара // Использование искусственного холода для сокращения потерь пищевых продуктов - важное средство в решении Продовольственной программы страны". Калининград, М., 1983. - С. 89.

12. Загibalова Т.Д., Манк В.В. Исследование пектиновых веществ и состояния воды по данным ЯМР при холодильном консервировании перца, яблок и слив. // Повышение технологической эффективности холодильной обработки и хранения пищевых продуктов. / Межвуз. сб. науч. тр. - Л., 1984. - С. 130-139.

13. Загibalова Т.Д., Манк В.В. Состояние воды в биологических объектах при криоконсервировании по данным ЯМР. // Криобиология. - 1985. - №1. - С. 19-23.

14. Пилипенко Т.Д., Кротов Е.Г., Манк В.В. Изменение биохимического состава плодов и овощей в процессе холодильной обработки и его влияние на обратимость воды по данным ПМР. // Холодильная техника. - 1986. - №4. - С. 20-24.

Мис