

Автор ер.

Ф 35

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

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

На правах рукописи


ФЕДЖИНА Нинель Александровна

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА
ГИДРОФИЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ОВОЩЕЙ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

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

Переучет 19 

Одесса – 1979

СВ

Поверніть книгу не пізніше
визначеного терміну

итуте пище-
анатомии

ческих наук,
ОТОВ

ских наук,
ФЕЛЬДМАН

кандидат технических наук
М.А. ДИБИРАСУЛАЕВ

Ведущее предприятие -

Сочинский экспериментальный
консервный комбинат
им. В.И. Ленина

Защита диссертации состоится "15" мая 1979 г. в
10.00 часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01
при Одесском технологическом институте пищевой промышленности

лова, II2.
ута.

д.м.н., профессор

Кирилленко - О.А. КИРИЛЛЕНКО

К.В. 73308
Одесский технологический
институт пищевой промышлен-
ности им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В "Основных направлениях развития на-
родного хозяйства СССР на 1976-1980 гг." указывается на необходи-
мость повышения биологической ценности, улучшения ассортимента про-
дуктов питания и развития производства продуктов детского питания,
кулинарных изделий, свежемороженых овощей, консервов.

Большое значение в решении этих задач приобретает холодильная
обработка пищевых продуктов.

От техники выполнения процесса замораживания и холодильного
хранения зависит сохранение натуральных свойств и биологической цен-
ности плодов и овощей.

Несмотря на то, что в научных рекомендациях отдается предпоч-
тение высоким скоростям замораживания, в настоящее время нет единой
точки зрения на то, целесообразно ли замораживать при интенсифициро-
ванных режимах все виды продуктов или применение таких режимов долж-
но быть избирательным. Разноречивость мнений можно объяснить тем,
что качество замороженной продукции определялось преимущественно
традиционными методами: по изменению органических компонентов и поч-
ти совсем не изучалась вода - главная составляющая сочного расти-
тельного сырья (85-97% от сырой массы). Такое направление исследова-
ний базировалось на представлении о воде как о стабильной, играющей
роль инертного растворителя или заполнителя составной части плодов
и овощей. Поэтому наибольшее внимание уделялось изучению органичес-
ких веществ, являющихся основной питательной частью продукта, что,
по нашему мнению, не дает достаточно полного понимания механизма
действия низких температур на растительные объекты. Согласно совре-
менным представлениям, обилие воды в продуктах является важным фак-
тором их лабильности. Особенности распределения воды, ее связи с

ОНАХТ
Влияние условий холо
25.05.12
V013308

другими компонентами, поведение воды при различных внешних воздействиях существенно влияют на изменения, происходящие в продукте.

Явления гидратации высоко- и низкомолекулярных веществ, интенсивность и направленность биохимических реакций в значительной мере зависят также от окислительно-восстановительных условий, в которых они протекают.

Основные факторы, значительно ухудшающие качество овощей при замораживании и хранении (вытекание сока, дряблость тканей, изменение консистенции и других органолептических показателей), в первую очередь связаны с ухудшением гидрофильных свойств и нарушением структуры тканей. Между тем на практике режимы замораживания и сроки хранения овощей, используемых для консервирования и в производстве овощных полуфабрикатов, устанавливаются без учета их влияния на гидрофильные и структурно-физические характеристики овощей, что отрицательно сказывается на качестве готовой продукции.

Цель и задачи исследования заключаются в изучении факторов, характеризующих криорезистентность овощей, и научно-обоснованном выборе рациональных условий холодильного консервирования овощей и замороженных готовых блюд. Для этого необходимо установить влияние условий холодильного консервирования на комплекс показателей, обуславливающих изменение влагоудерживающей способности и структурно-физических свойств овощей и исследовать качество готовой продукции, изготовленной с учетом разработанных рекомендаций.

Научная новизна работы. Впервые исследованы показатели, характеризующие поведение воды, ее связь с высоко- и низкомолекулярными соединениями, окислительно-восстановительные условия в тканях перца, баклажанов и моркови в процессе холодильной обработки. На основании полученных результатов даны обобщенные численные характеристики из-

менения качества овощей в зависимости от условий замораживания, доказана целесообразность их определения при оценке пригодности условий холодильной обработки для различных овощей.

Практическая значимость. Результаты исследований легли в основу конкретных практических рекомендаций по холодильной обработке овощного сырья в межсезонный период. По материалам исследования разработана нормативно-техническая документация на быстрозамороженные овощные гарниры для общественного питания детей школьного возраста.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на XIV Международном конгрессе по холоду, на Всесоюзных, республиканских и др. научно-технических конференциях, на кафедре технологии консервирования ОТИП им. М.В. Ломоносова.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (4 главы), выводов и приложений. Работа содержит 171 страницу машинописного текста, 38 рисунков, 24 таблицы и 14 приложений. Библиография включает 216 наименований, из которых 51 иностранных.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований - овощи, широко используемые для производства овощных консервов и обладающие различной устойчивостью к длительному хранению: перец, баклажаны, морковь.

Овощи замораживались в воздухе россыпью и в кипящем слое (скорость воздуха соответственно 1,4 и 3,4 м/с), а также погружением в жидкий азот и фреон-12 в пельном виде или кусочками размером 0,5x0,5x2,0 см до среднеобъемной температуры -18°C. Скорость замораживания составляла 0,16+30 град/мин. Замороженные овощи хранились 8 месяцев при температуре -20°C.

В представленных иллюстрациях результатов исследований шифр опыта содержит в числителе температуру среды, °С, в знаменателе - скорость замораживания, °С/мин.

Исследование показателей, характеризующих поведение воды и окислительно-восстановительные условия, проводили в размороженных на воздухе до +1°С в центре образца овоща.

На образцах бланшированной моркови изучалось совместное влияние тепловой обработки и замораживания на растительные ткани.

С целью исследования воздействия различных условий холодильного консервирования на гидрофильные свойства овощей изучали содержание слабо-, средне- и прочносвязанной воды и ее активность по широко применяемому в физиологии растений рефрактометрическому методу динамической характеристики состояния воды в растительных тканях Н.А. Гусева; влагоудерживающую способность и осмотическое давление стандартными методами.

Изменение водоудерживающих свойств высокополимеров овощей устанавливали путем спектрофотометрирования вытяжек в диапазоне длин волн 260-300 нм и 190-200 нм, при определении содержания азотистых и пектиновых веществ, клетчатки и суммы водорастворимых высокополимеров, а также общего и редуцирующих сахаров стандартными методами. Кроме того, рассчитывали степень гидратации высокополимеров.

О действии низких температур на окислительно-восстановительные системы тканей овощей судили по величине окислительно-восстановительного потенциала (E_H), показателя направленности окислительно-восстановительных процессов (rH_2) и pH среды.

Измерение E_H производили потенциометрически. Величину rH_2 рассчитывали по формуле: $rH_2 = \frac{E_H}{0,029} + 2pH$ Значение pH определяли pH-метром ЛПУ-0,1.

Степень нарушения структуры овощей в зависимости от условий

замораживания и хранения изучали на срезах свежих и фиксированных тканей с помощью светового и электронного микроскопов, а также путем электрометрического определения клеточной (ионной) проницаемости и осциллографического анализа степени повреждения клеток по методам Б.Л. Флауменбаума. Анализ опытных образцов по всем показателям проводили до и после замораживания, через 4, 6 и 8 месяцев хранения.

Результаты экспериментов обрабатывались методами математической статистики.

С целью получения обобщенных численных характеристик качества овощей (Q , Q_I , Q_{II}) по выбранным нами показателям в зависимости от условий холодильной обработки методом Г.Б. Чигова определялись величины: $Q = \sum_n (kq)_n$ и $R = \frac{Q_d}{Q_I}$, где q - безразмерное числовое выражение одного из признаков; k - коэффициент, учитывающий различие в величинах q и относительную значимость признаков в представлении их совокупности; R - относительное изменение численных характеристик качества.

Оценка влияния условий холодильной обработки овощей на качество готовой продукции проводилась по биохимическим показателям и при дегустации изготовленных в производственных условиях консервов и замороженных кулинарных изделий.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

I. Влияние условий холодильной обработки на показатели, характеризующие прочность связи воды в тканях овощей

Сохранение натуральных свойств овощей при замораживании зависит от устойчивости гидрофильных веществ растительных тканей к низкотемпературному воздействию и тесно связано с изменением распределения воды в тканях, что следует учитывать при выборе рациональных условий холодильной обработки.

Влагоудерживающая способность. Исследование влагоотдачи тканей овощей показало, что замораживание снижает влагоудерживающую способность перца в 3-4 раза, небланшированной моркови более, чем в 15 раз, в баклажанах почти в 5 раз.

Гидрофильные свойства моркови при бланшировании претерпевают значительные изменения (влагоотдача возрастает более, чем в 10 раз). Замораживание увеличивает влагоотдачу дополнительно в 1,8 раза. Наибольшее снижение влагоудерживающей способности в баклажанах и перце отмечено при замораживании со скоростью 0,16-0,20 град/мин. Интенсификация процесса замораживания овощей с использованием жидкого азота не привела, как предполагалось, к столь же значительному снижению роста влагоотдачи. Оптимальная скорость замораживания, обеспечивающая минимальную влагоотдачу, для перца цельного - 3,6 град/мин, для баклажанов - 4,2 град/мин, для моркови - 5,5 град/мин. Замораживание в жидком азоте оказалось целесообразным только для перца резаного. Очевидно, размеры плодов (цельные перец и баклажаны) и плотная консистенция (морковь) способствуют значительным механическим разрушениям структуры тканей, вызванным резким перепадом температур, что приводит к снижению влагоудерживающей способности.

При хранении замороженных овощей влагоудерживающая способность также изменяется, что говорит об активных процессах перераспределения влаги в тканях. Наблюдаются даже случаи увеличения влагоудерживающей способности по сравнению со свежзамороженными овощами, особенно при длительном хранении.

Отдельные случаи роста водоудерживающих сил в образцах в какой-то мере можно объяснить усушкой, но возможны и другие причины, например, увеличение доли более прочносвязанной воды, что может произойти при накоплении в образцах веществ, связывающих воду.

Осмотическое давление. Как показали наши исследования микро-

и ультраструктуры овощей, замораживание вызывает дезинтеграцию протоплазмы с уменьшением размера частиц и увеличением их числа, что может повысить концентрацию осмотически активных веществ и привести к усиленному поглощению воды компонентами мертвой протоплазмы. Возможность таких процессов подтвердилась при определении осмотического давления в тканях овощей, которое, снизившись после замораживания на 13,9-39,7%, к концу 8-го месяца хранения в некоторых образцах возросло на 11,6-47,7% по сравнению с исходным.

Содержание различных форм связанной воды. При изучении распределения воды в тканях было обнаружено, что замораживание изменяет содержание всех форм связанной воды (рис. I). При этом значительно увеличивается содержание слабосвязанной воды, особенно в овощах, замороженных медленно, со скоростью 0,16-0,20 град/мин (в перце - на 34,8%, в баклажанах - на 23,6%).

Однако в овощах, замороженных в жидком азоте, содержание слабосвязанной воды возрастает интенсивней, чем при более умеренных скоростях замораживания.

При определении влагоудерживающей способности тканей овощей, замороженных в жидком азоте, также отмечалось большее, чем предполагалось, отклонение этого показателя от исходного, что подтверждает сделанный ранее вывод о необходимости учитывать размеры плодов и их консистенцию при использовании жидкого азота для замораживания овощей.

Интересно отметить, что содержание слабосвязанной воды в моркови ниже, чем в других овощах, что, видимо, объясняет ее менее сочную консистенцию и сравнительно низкое содержание влаги.

Спутанное снижение содержания воды, связанной высокополимерными веществами, при длительном хранении овощей указывает на ухудшение гидрофильных свойств высокополимеров.

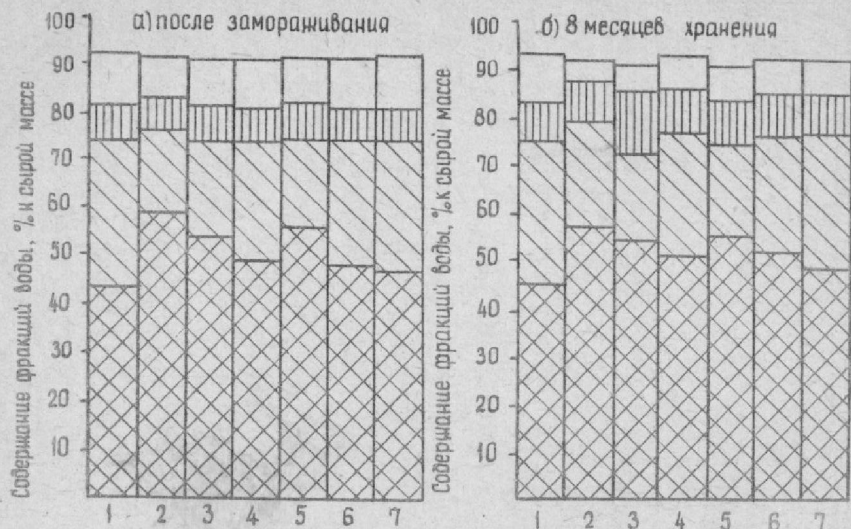


Рис.1 Содержание различных форм связанной воды в тканях перца в процессе холодильной обработки: 1-контроль; 2-опыт-22/0,20; 3-опыт-60/0,75; 4-опыт-35/1,0; 5-опыт-196/5,2; 6-опыт-60/5,0; 7-опыт-196/25,0. Условные обозначения: вода, удерживаемая силой до 1,86 МПа; вода, удерживаемая силой 1,86-3,33 МПа, вода, удерживаемая силой 3,33-14,0 МПа, вода, оставшаяся после действия водоотнимающих сил.

Степень гидратации высокомолекулярных соединений. Расчет степени гидратации высокомолекулярных веществ показал, что замораживание, и в особенности длительное холодильное хранение, вызывают уменьшение гидратации этих веществ. Если до замораживания степень гидратации для перца составила 0,349 г/г с.м. водорастворимых высокополимеров, то после медленного замораживания со скоростью 0,20 град/мин - лишь 0,327 г/г с.м. Интересно отметить большее снижение степени гидратации высокомолекулярных веществ для баклажанов (на 15,8%) по сравнению с перцем (на 6,3%). В меньшей степени этот показатель снижается у высокополимеров моркови. Наименьшая степень гидратации высокополимеров моркови отмечена при замораживании в жидком азоте.

Активность воды. Поскольку гидратация - это процесс, ограничивающий подвижность воды, следствием снижения гидратации является по-

вышение активности воды, т.е. ее способности участвовать в химических реакциях, поверхностных явлениях, фазовых переходах, механических перемещениях. Такой вывод подтверждают результаты определения активности воды. Следует отметить, что активность воды в большей степени возрастает после размораживания медленно замороженных перца и баклажанов (на 51,7; 40,7% соответственно), в моркови этот показатель почти не зависит от скорости замораживания, хотя и выше, чем в свежих образцах (примерно на 24%). Тепловая обработка моркови вызывает значительное увеличение активности воды (на 71,3%).

Таким образом, повышение активности воды позволяет предположить, что в размороженных овощах интенсифицируются реакции, не свойственные им в нативном состоянии, что отрицательно сказывается на качестве овощей.

Окислительно-восстановительные условия. Активность воды может быть связана с той энергией, которая освобождается при окислительно-восстановительных процессах.

Нами установлено, что замораживание с последующим размораживанием вызывает увеличение окислительно-восстановительного потенциала, а, следовательно, и интенсивности окислительно-восстановительных реакций, как правило, в большей степени при медленном замораживании (в перце на 25%, моркови на 16%, баклажанах на 12%).

Изменение этого показателя коррелирует с изменением активности воды в размороженных овощах.

По абсолютной величине окислительно-восстановительный потенциал выше всего у баклажанов. Известно, что при хранении качество баклажанов ухудшается в большей степени, чем перца и моркови. Возможно, что существенную роль в этом играет активная окислительно-восстановительная система.

Рост величины rH_2 указывает на смещение в размороженных ово-

дах окислительно-восстановительных процессов в сторону окисления, что подтверждается наблюдавшимся в перше снижением содержания редуцирующих сахаров (на 25%).

2. Действие низких температур на гидрофильные высокополимеры о в о щ е й

Высокомолекулярные гидрофильные соединения. Важным фактором в поддержании структуры тканей овощей являются высокополимерные вещества и, в первую очередь, белки. Изменение свойств этих веществ тесно связано с изменением прочности связи с ними воды.

При изучении спектрограмм вытяжек овощей установлено, что оптическая плотность вытяжек из замороженных овощей выше, чем из свежих. Отношение оптических плотностей для перца составляло от 1,38 до 2,94, для баклажанов от 1,68 до 2,22, для моркови только 1,12. В большей степени оптические плотности вытяжек возросли при небольших скоростях замораживания - 0,16-0,20 град/мин.

Увеличение оптических плотностей можно объяснить либо распадом высокомолекулярных соединений и ростом концентрации низкомолекулярных веществ, либо изменением состояния водорастворимых высокомолекулярных соединений (например, конформационными изменениями белков).

Известно, что наличие максимума поглощения при 260-280 нм в спектре белков обусловлено присутствием в молекулах этих веществ ароматических аминокислот. На рис. 2а приведены такие пики для вытяжек перца. В вытяжках моркови пики слабо выражены.

Переход пика из широкого к более узкому, отмеченный на спектрограммах вытяжек всех овощей после 8-ми месяцев хранения, говорит о переходе ароматических аминокислот из связанного в свободное состояние (рис. 2б).

Исследование аминокислотного состава овощей, как и белкового и аминного азота, показало, что замораживание не вызывает существен-

ных качественных и количественных изменений этих показателей.

Однако при длительном хранении (свыше 6 месяцев) отмечается накопление ряда свободных аминокислот, включая ароматические - тирозин, фенил-аланин, что указывает на частичный протеолиз белков. Значительное увеличение содержания аминокислот в баклажанах (на 116%) может объяснить появление неприятного вкуса в этих овощах при хранении, поскольку аминокислоты играют существенную роль в формировании вкуса. В моркови суммарное содержание аминокислот изменилось меньше, чем в баклажанах и перше, всего лишь на 38%.

Как известно, наличие так называемого гипохромного эффекта при длине волны 190-200 нм в спектре белков до и после обработки может указывать на конформационный переход белков из энергетически выгодного высокоупорядоченного состояния спирали в разупорядоченное аморфное состояние клубка. Оптическая плотность вытяжек при указанной длине волны после замораживания увеличилась более всего для перца, замороженного со скоростью 0,20 град/мин (на 43%), и для баклажанов, замороженных со скоростью 0,16 град/мин (на 48%). Это позволяет предположить наличие денатурационных изменений белков овощей после замораживания, выражающихся в переходе типа "спираль-клубок". Образование клубка сокращает объем макромолекулы, что приводит к ухудшению гидрофильных свойств.

При исследовании других высокополимеров овощей установлено, что замораживание вызывает увеличение содержания растворимого пектина в среднем для перца на 10%, уменьшение содержания протопектина и клетчатки (на 11-13%).

Длительное хранение замороженных овощей, как правило, снижает общее содержание водорастворимых высокополимеров, и в большей степени, в перце (на 20-41%).

Изменением содержания пектиновых веществ и клетчатки, входящих

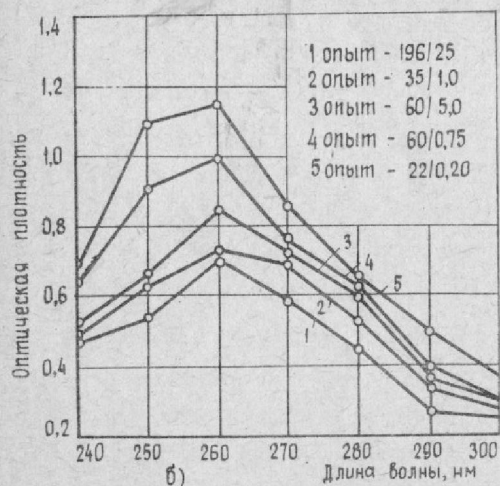
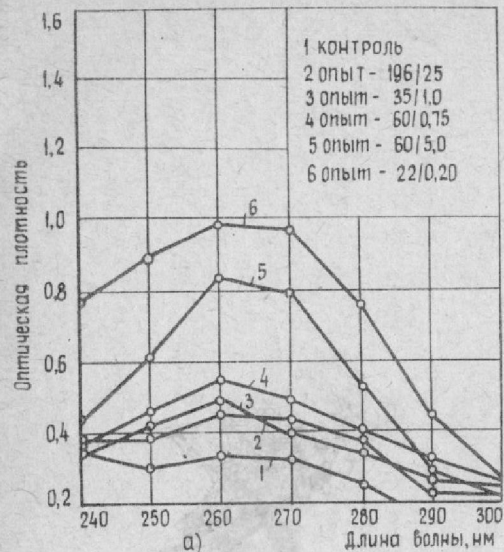


Рис. 2. Спектрограммы вытяжек перца в процессе холодильной обработки: а) после замораживания; б) 8 месяцев хранения.

Более заметны эти перестройки в медленно замороженных овощах

в состав клеточных стенок, можно объяснить размягчение консистенции овощей после холодильной обработки. Влияние скорости замораживания на эти показатели не установлено.

3. Структурные изменения в тканях овощей при холодильной обработке

Микро- и ультраструктура.

Изменение гидрофильных свойств тканей овощей, их консистенции тесно связано с изменениями гистологической структуры.

Изучение реакции тканей овощей на действие низких температур позволило заключить, что она специфична, в основном, в отношении микроскопических и ультраструктур, и состоит в дезинтеграции цитоплазмы и ее отдельных компонентов (пластид, реже митохондрий и ядра) с последующей везикуляцией и образованием псевдоорганелл.

(скорость замораживания около 0,20 град/мин). (рис. 3)

Глубина повреждения гистологической структуры зависит также от морфологических особенностей строения овощей. В моркови, обладающей более мелкоклеточной паренхимой, нарушения менее выражены, что согласуется с меньшим изменением показателей, характеризующих поведение воды, гидрофильные свойства и окислительно-восстановительные условия в тканях моркови.

Клеточная (ионная) проницаемость, степень повреждения клеток. Первыми реагируют на замораживание цитоплазматические и вакуолярные вещества, т.е. осморегулирующая система клеток, затем мембранные образования. Обнаружено увеличение клеточной (ионной) проницаемости тканей овощей. Влияние скорости замораживания на этот показатель нами не установлено, однако степень повреждения клеток меньше у быстро замороженных овощей (скорость замораживания более 0,42 град/мин).

Кратковременное до 4-х месяцев хранение позволяло сохранить преимущества интенсифицированных режимов замораживания. Значительные структурные изменения наблюдались в овощах после 8-ми месяцев хранения.

Результаты лабораторных исследований были выражены в виде обобщенных численных характеристик изменения качества овощей, которые, как видно из табл. I, подтверждают полученные ранее выводы о том, что для сохранения высокого качества овощей необходимо замораживать их со скоростью не ниже 0,42-0,75 град/мин.

Указанный метод оценки качества замороженных овощей целесообразно использовать при выборе рациональных условий холодильной обработки.

Апробация. Проверка разработанных рекомендаций в производственных условиях подтвердила основные выводы лабораторных исследований.

Консервы, выработанные из перца, замороженного со скоростью

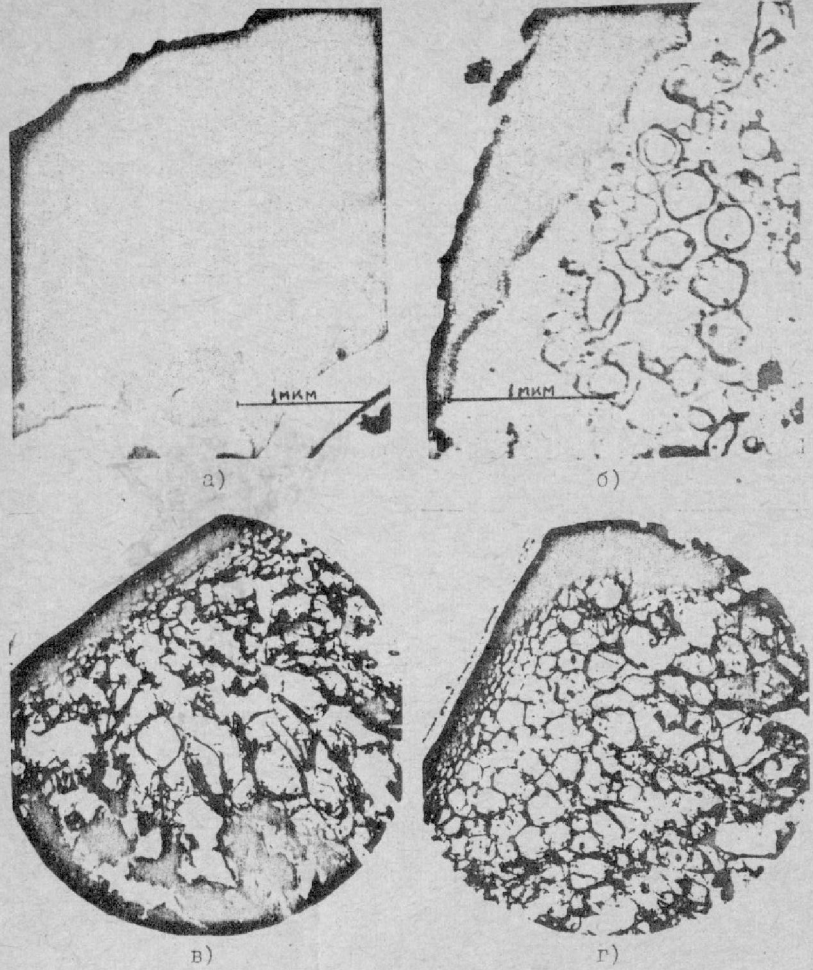


Рис. 3. а) перер до замораживания; б), перер, замороженный со скоростью 0,75 град/мин. Оболочка и пристенный слой цитоплазмы; в) участок поперечного среза стенки плода, скорость замораживания 0,20 град/мин; г) участок поперечного среза стенки плода, скорость замораживания 0,75 град/мин. Ур. 40х

Таблица I

Обобщенные численные характеристики изменения качества перла сорта "Болгарский-79" после замораживания

П р и з н а к	Величины признаков качества замороженного перла							
	Относит. значн. призна-ка, g	Множи-тель, a	q=f(N)	Средний				
				перер	Скорость замораживания, град/мин			
			0,20	0,75	0,0	25,0		
Содержание слабосвязанной воды, %	0,15	1,5	10/N	44,2	59,6	54,1	46,6	47,8
Осмотическое давление, МПа	0,1	1	1/N	0,193	0,117	0,160	0,113	0,125
Активность воды $AV \cdot 10^{-2}$ 1/МПа	0,1	1	10/N	17,44	26,46	19,21	24,5	26,46
Содержание белкового азота, %	0,1	1	N/0,1	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15
Содержание аминного азота, мг/гг	0,05	0,5	100/N	33,0	39,7	40,2	39,7	36,0
Общее содержание свободных аминокислот, мг/гг	0,1	1	100/N	165,2	160,6	162,8	171,2	169,3
Отношение оптических плотностей вытяжек при $\lambda = 260$ нм	0,15	1,5	1/N	1	2,94	2,5	1,62	1,38
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	0,15	1,5	100/N	334	455	360	410	425
Клеточная (ионная) проницаемость, 10 ⁻³	0,1	1	1/N	0,99	7,9	7,3	7,5	7,8
Q (при $\Sigma(a)=10$)				0,949	0,4471	0,4974	0,5163	0,5138
R				1	0,471	0,534	0,544	0,541

g, a, q = f(N) - величины, составляющие условия расчета

№. 6. 13308

0,5-0,75 град/мин, оказались более высокого качества как по органолептическим, так и по биохимическим показателям по сравнению с консервами, выработанными из сырья, замороженного со скоростью 0,10-0,20 град/мин.

Высокое качество замороженных по указанным режимам овощей позволило рекомендовать быстрое замораживание как способ консервирования овощных гарниров для общественного питания детей школьного возраста.

Изготовленные на основе перца, моркови, баклажанов и других овощей быстрозамороженные гарниры прошли широкую апробацию в школах, получили одобрение Института питания АМН СССР.

Результаты исследований использованы при разработке нормативно-технической документации на быстрозамороженные овощные гарниры для питания школьников, которая передана для внедрения в МПП СССР.

Годовой экономический эффект от внедрения быстрого замораживания как способа консервирования овощных гарниров для общественного питания школьников составляет 788 тыс.руб. в год.

В Ы В О Д Ы

1. Впервые в овощах, подвергнутых холодильной обработке, исследованы показатели, характеризующие поведение воды и гидрофильных высокополимеров, а также окислительно-восстановительные условия. Даны обобщенные численные характеристики изменения качества овощей, доказана целесообразность их определения при оценке условий холодильной обработки.

2. Замораживание вызывает в тканях размороженных перца, баклажанов и моркови ухудшение гидрофильных свойств, выражающееся в снижении влагоудерживающей способности в 3-15 раз, изменении соотношения различных форм связанной воды с увеличением доли слабосвязанной воды на 12,9-34,8%, уменьшении осмотического давления на 14,0-39,7%,

увеличении активности воды на 13,9-51,7%. Наряду с этим отмечены конформационные изменения белков типа "спираль-клубок", частичный гидролиз протопектина, клетчатки.

3. При изучении действия низких температур на микро- и ультраструктуру тканей овощей установлено, что изменение основных элементов клеточной организации, за исключением микроскопических и ультраструктур, носит неспецифический характер, более выраженный в крупноклеточных участках тканей. Специфическим для клеток паренхимы замороженных или размороженных овощей является дезинтеграция цитоплазмы и ее отдельных компонентов с последующей везикуляцией и образованием псевдоорганелл. Первыми реагируют на замораживание цитоплазматические и вакуолярные вещества.

Общим для всех овощей является увеличение размера клеток после замораживания в среднем на 5-6%. При размораживании размер клеток уменьшается, но не достигает исходной величины.

4. Гидрофильные свойства и структура растительных тканей зависят от условий замораживания.

Наименьшее изменение влагоудерживающей способности, содержания слабосвязанной воды, осмотического давления, показателей, характеризующих состояние гидрофильных высокополимеров (белки, пектин), гистологической структуры овощей (микро- и ультраструктура, степень повреждения клеток) наблюдаются в образцах, замороженных со скоростью не менее 0,42 град/мин.

Однако замораживание пельных плодов в жидком азоте сопровождается более значительным изменением перечисленных показателей, чем при замораживании в воздухе.

5. Совместное действие тепловой обработки и замораживания вызывает денатурационные изменения с нарушением первичной структуры белков овощей. Структурные изменения выражаются в утончении кле-

точных оболочек и лизисе ядер.

6. При длительном (8 месяцев) хранении влагоотдача овощей возрастает за счет увеличения содержания слабосвязанной воды на 12,6-27,9%.

Уменьшение содержания прочносвязанной воды можно объяснить снижением степени гидратации высокомолекулярных компонентов растительной ткани, составляющим 11,0-24,6%.

В процессе длительного хранения замороженных овощей разрушается первичная структура белков с увеличением суммарного количества свободных аминокислот на 37,2-116,0%.

Положительное влияние интенсифицированных режимов замораживания на микроструктуру овощей отмечается в течение первых 3-4-х месяцев хранения.

7. Замораживание овощей способствует увеличению интенсивности окислительно-восстановительных процессов с преобладанием окислительных процессов (окисление редуцирующих сахаров и др.) и связано, вероятно, с увеличением активности воды.

Оптимальной для характеристик окислительно-восстановительных условий является скорость замораживания овощей 0,42-0,75 град/мин и более.

8. Содержание различных форм связанной воды в разных овощах различно. В баклажанах и перце количество слабосвязанной воды примерно одинаково (41,6-44,2%), в моркови меньше - 34,1%, что, очевидно, объясняет ее менее сочную консистенцию и сравнительно низкое содержание влаги.

9. Производственные испытания по холодильной обработке овощей (с изготовлением из них консервов) и овощных гарниров подтвердили закономерности, выявленные при лабораторных исследованиях.

Биохимические показатели, развернутая органолептическая оценка овощей и изготовленных из них консервов убедительно продемонстрировали преимущества быстрого (со скоростью не менее 0,42+0,75 град/мин) замораживания по сравнению с медленным.

Высокая пищевая ценность быстрозамороженных овощных гарниров, установленная при определении их органолептических и биохимических показателей качества, свидетельствует о целесообразности быстрого замораживания как метода консервирования блюд для общественного питания детей школьного возраста.

Продолжительность хранения быстрозамороженных овощей и овощных гарниров не должна превышать 8 месяцев.

10. Результаты лабораторных исследований и производственных испытаний были использованы при разработке нормативно-технической документации на производство быстрозамороженных овощных гарниров для общественного питания детей школьного возраста.

Выработанные согласно разработанной документации быстрозамороженные овощные гарниры были одобрены на дегустациях и при клинической апробации, проведенной Институтом питания АМН СССР в школе-интернате.

Документация передана для внедрения в Минпищепром СССР.

Годовой экономический эффект от внедрения быстрого замораживания как метода консервирования продуктов общественного питания составляет 788 тыс.руб. в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Интенсификация процессов замораживания и ее влияние на биохимические и структурные ингредиенты растительного сырья/Е.Г.Кротов, И.И. Плушников, А.М. Гончаренко, Н.А. Федюнина, Л.Г. Карева, Л.И. Курило.- В кн.: Всесоюз. межвуз. конф. по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. 1-4 октября 1969 г. Тезисы докладов - Одесса: 1969, с.95.

2. Кротов Е.Г. и др. О влиянии замораживания и хранения на микроструктуру ткани некоторых овощей./Кротов Е.Г., Федюнина Н.А., Вишневецкий Е.Д.- Холодильная техника, 1970, № 7, с.18-21.

3. Кротов Е.Г., Федюнина Н.А. Влияние замораживания на прочность связи воды в растительных тканях.- Холодильная техника, 1971, № 12, с.35-36.

4. Федюнина Н.А., Кротов Е.Г. О влагоудерживающей способности тканей овощей при консервировании овощей замораживанием.- В кн.: Сборник трудов респ.науч.конф. Повышение эффективности процессов и оборудования холодильной и пищевой промышленности.- Л.: 1973, с.102-107.

5. Кротов Е.Г., Федюнина Н.А. Азотистые вещества овощей, подвергнутых замораживанию и хранению.- Изв.вузов. Пищевая технология, 1974, № 6, с.130-132.

6. *Influence des conditions de congélation sur la capacité de rétention d'eau et structure des tissus de légumes /E.G.Krotov, Y.Y.Pluzhnikov, V.N.Eleseev et N.A.Fedyunina.- Bulletin of the International Institute of Refrigeration. XIVth International Congress of Refrigeration, tome LV, N3, Paris: 1975, p. 777-778.*

/Влияние условий замораживания на влагоудерживающую способность и структуру тканей овощей.

7. Федюнина Н.А., Бровченко А.А. О влиянии условий замораживания и сортовых особенностей овощей на обратимость процесса криоконсервирования.- В кн.: Симпозиум. Механизмы криповреждений и криопротекции. Тезисы докладов.- Киев: Наукова думка, 1977, с.104-105.

8. Кротов Е.Г. и др. Зміна складу та структури овочів під впливом холоду/Кротов Е.Г., Бровченко А.А., Федюнина Н.О.- В кн.: III Український біохімічний з'їзд. Серпень, 1977. Тези стендових повідомлень.- Донецьк: 1977, с.166-167.

9. О некоторых методах оценки структурно-физических свойств замороженных овощей /Е.Г. Кротов, Т.Д. Загибалова, Н.А. Федюнина, В.В. Манн.- В кн.: Тезисы докладов Всесоюз.науч.конф. Электрические методы обработки пищевых продуктов. 27-29 сентября 1977 г. - Воронеж: 1977, с.23-24.

10. Кротов Е.Г., Федюнина Н.А. Окислительно-восстановительные условия в тканях овощей при холодильной обработке.- В кн.: Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. Межвуз.сб.науч. трудов № 2.- Л.: 1977, с.10-14.

11. Быстрозамороженные овощные гарниры для общественного питания детей школьного возраста/ В.Н. Елисеев, И.И. Плужников, Н.А. Федюнина, Е.Д. Вишневецкий.- В кн.: Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. Межвуз.сб.науч.трудов № 2.- Л.: 1977, с.23-27.

12. Разработка рецептуры и технологии изготовления быстрозамороженных полуфабрикатов и блюд для детского и школьного питания / Е.Г. Кротов, А.Ф. Загибалов, Е.Д. Вишневецкий, В.Н. Елисеев, Н.А. Федюнина.- В кн.: Респ.науч.техн.конф. Основные направления увеличения производства и пути повышения качества продуктов детского и диетического питания. Тезисы докладов: Одесса, декабрь 1977; - Киев: 1977, с.80-81.

13. Пути повышения рентабельности производства быстрозамороженных продуктов./Е.Г. Кротов, А.Ф. Загибалов, Е.Д. Вишневецкий, В.Н. Елисеев, Н.А. Федюнина.- В кн.: Респ.науч.техн.конф. Повышение рентабельности производства в отраслях пищевой промышленности. Тезисы докладов, Черкассы, май 1977 - Киев: 1977, с.30-31.

14. Кротов Е.Г., Федюнина Н.А. Использование холода при производстве овощных блюд для питания школьников.- В кн.: Науч.техн. конф. по проблеме "Применение искусственного холода для развития производства на промышленной основе готовых быстрозамороженных мясных блюд". Тезисы докладов.- М.: 1978, с.17.

БР 06187 Подп. к печати 09.04.79 г. Формат 60 x 84 1/16
Объем I п.л. Заказ № 1885. Тираж 130 экз.
Гортипোগрафия Одесского облполиграфиздата, цех № 3.
Ленина, 49