

Авторефер.

Б88

Министерство высшего и среднего специального образования УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

Аспирант
БРОВЧЕНКО
АЛЛА АНДРЕЕВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЗАМОРАЖИВАНИЯ
И СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕРЦЕВ,
ТОМАТОВ И БАКЛАЖАНОВ
НА КАЧЕСТВО
КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ

Специальность 05.18.13—технология консервирования
пищевых продуктов

Диссертация написана на русском языке

АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ОДЕССА — 1975

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант
БРОВЧЕНКО Алла Андреевна

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И СОРТОВЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕРЦЕВ, ТОМАТОВ И БАКЛАЖАНОВ НА КАЧЕСТВО
КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ

Специальность 05.18.13 – технология консервирования
пищевых продуктов

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 19.84

Одесса - 1975

В 012478

Одесский технологический
институт пищевой промышленности
имени М.В. Ломоносова
Библиотека

ОНАХТ
25.10.10
Исследование влияния



v012478

Работа выполнена на кафедре технологии консервирования
Одесского технологического института пищевой промышленности
имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель — кандидат технических наук,
доцент Е.Г.КРОТОВ

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор А.Т.МАРХ

Кандидат технических наук, доцент В.М.ЧЕРНЫШОВ

Ведущее предприятие — Измаильское аграрно-промышленное
объединение консервной промышлен-
ности.

Автореферат разослан "26" февраля 1975 года.

Защита диссертации состоится "28" марта 1975 года
на заседании Совета Одесского технологического института пише-
вой промышленности им. М.В.Ломоносова, г.Одесса, ул.Свердлова, II2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью
учреждения, просим направить в Совет института по адресу:
г. Одесса, 270039, ул.Свердлова, II2.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
Кандидат технических наук

Л.А.Запороженц
/Л.А.ЗАПОРОЖЕЦ/

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

А к т у а л ь н о с т ь р а б о т ы. В построении материально-технической базы коммунизма важное значение имеет увеличение объема производства пищевых продуктов. В течение трех предстоящих пятилеток должно быть обеспечено полное изобилие высококачественных продуктов питания. Согласно директивам XXIV съезда КПСС объем производства пищевых продуктов в 9-ой пятилетке увеличится в 1,4 раза. При этом в консервной промышленности намечено опережающими темпами развивать производство плодоовощной продукции для повсеместного и круглогодичного обеспечения населения страны разнообразными продуктами растительного происхождения. Одним из факторов, обеспечивающих успешное решение этой задачи, является промышленное производство и применение холода.

Замораживание растительного сырья позволяет консервным предприятиям ликвидировать сезонность в работе, увеличить выпуск продукции, расширить ее ассортимент и полнее использовать сырьевые ресурсы. В связи с этим в текущем пятилетии намечается значительное увеличение холодильных емкостей на консервных предприятиях (в частности, на Украине более чем на 40 тысяч тонн).

Перцы, томаты и баклажаны обладают высокими вкусовыми и пищевыми свойствами и являются важнейшим сырьем для консервного производства. Максимальное сохранение натуральных свойств овощей является одной из важнейших проблем промышленного применения холода. Решение ее возможно, с одной стороны, путем применения оптимальных условий холодильной обработки и, с другой стороны, путем подбора помологических сортов овощей, пригодных к замораживанию.

Анализ имеющихся экспериментальных и теоретических исследований советских и зарубежных ученых показал, что вопрос влияния условий замораживания на такие овощные культуры, как перец, томаты и баклажаны изучен недостаточно. Фактически не исследовано влияние жидких охлаждающих сред на растительное сырье. В то же время в работах Тухшнайда М.В., Головкина Н.А., Чижова Г.Б., Зайцева В.П., Джослина М.А., Фенема О. и Паури В.Д., Салле К., Хейса Р. и др. авторов имеются сведения о ряде неоспоримых достоинств этого метода (термодинамических, технологических и экономических).

Подбор сортов овощей для замораживания, по имеющимся в лите-

ратуре данным, осуществляется большей частью стихийно, так как отсутствуют объективные критерии оценки пригодности сортов овощей к замораживанию. До настоящего времени нет данных о сортоотборе перцев, томатов и баклажанов юга Украины для замораживания, что приводит к использованию непригодных или мало пригодных для этой цели сортов.

Таким образом, актуальность данной работы определяется необходимостью выбора технологически целесообразных и экономически эффективных условий холодильной обработки овощей для последующего изготовления быстрозамороженных овощных наборов и консервов в межсезонный период, установления сортов перцев, томатов и баклажанов юга Украины, пригодных для промышленного замораживания и выявления критериев устойчивости сортов овощей к низкотемпературному воздействию.

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы. Целью исследования является выбор рациональных условий холодильного консервирования овощей и подбор сортов, пригодных к замораживанию для производства консервированной и быстрозамороженной продукции в межсезонный период.

В соответствии с этим поставлены следующие задачи:

1. Исследовать влияние контактного замораживания в растворе NaCl , медленного и быстрого воздушного замораживания на сохранение натуральных свойств овощей.

2. Определить степень травмирования растительной ткани при разных условиях низкотемпературного воздействия.

3. Изучить влияние сортовых особенностей на изменение качества замороженных овощей и установить сорта перцев, томатов и баклажанов юга Украины, пригодных к замораживанию.

4. Выявить некоторые сортовые и видовые признаки овощного сырья, которые могли бы служить объективным критерием пригодности сортов для замораживания.

5. На основании производственной проверки разработать рекомендации по применению рациональных условий замораживания и подбору сортов овощей для производства быстрозамороженных овощных наборов и консервов в межсезонный период.

Н а у ч н а я н о в и з н а р а б о т ы заключается в том, что впервые применительно к растительному сырью поставлена и решена задача использования контактного замораживания ово-

щей в растворе NaCl для изготовления быстрозамороженных овощных наборов и консервов.

Впервые проведена оценка пригодности сортов овощей юга Украины для холодильного консервирования. Теоретически обоснованы и разработаны критерии для прогнозирования устойчивости сортов овощей к низкотемпературному воздействию.

Практическая ценность заключается в разработке конкретных рекомендаций по технологии замораживания овощей контактным способом в растворе NaCl . Установлены нормы потерь и отходов при замораживании и переработке растительного сырья. Разработаны требования для селекции и отбора и установлены сорта перцев, томатов и баклажанов юга Украины, пригодные для промышленного замораживания.

Результаты диссертационной работы переданы Укрглавконсерву Министерства пищевой промышленности УССР и внедрены на Симферопольском консервном заводе им. Кирова и Измаильском аграрно-промышленном объединении консервной промышленности. Решением секции научно-го Совета по холоду ГКНТ при СМ СССР контактный метод замораживания перца рекомендован для широкого внедрения на консервных заводах страны.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на Всесоюзной между-зовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов (г. Одесса, 1-4 октября 1969 г.), на секции научного Совета ГКНТ по холоду при СМ СССР (г. Одесса, 25 октября 1974 г.), на XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV научных конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова (1970, 1971, 1972, 1974 гг.), на заседании секции консервной, овощесушильной и пищевого концентратной промышленности научно-технического Совета МПП УССР (г. Киев, 26 февраля 1974 г.), на кафедре технологии консервирования Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (4 главы), выводов и приложений. Работа содержит 149 страниц машинописного текста, 46 рисунков, 21 таблицу и 25 приложений. Библиография включает 283 наименования, из которых 66 иностранных.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта сортоиспытания были выбраны II сортов перца, 6 сортов томатов и 5 сортов баклажанов, районированные либо находящиеся в испытаниях на Госсортоучастках Крымской области. Из них четыре сорта перца (Юбилейный 307 в технической и биологической стадиях зрелости, Восковидный Сенюшкина, Майкопский 470, Мясистый 7), три сорта томатов (Сан-Марцано, Альфа 385, Рыбка 52) и три сорта баклажанов (Симферопольский 105, Универсал 6, Южанин) использовались для изучения влияния условий замораживания на качество овощей.

Проводилась сравнительная оценка трех способов замораживания.

1) Контактное замораживание в растворе NaCl на экспериментально-промышленной установке, созданной на Симферопольском консервном заводе им. Кирова. Овощи замораживали по следующей схеме: после сортировки, мойки, инспекции и удаления избытка влаги перец, томаты и баклажаны загружают в металлические сетки, которые тельфером подают в отсеки морозильной контактной установки с циркулирующим раствором NaCl , охлажденным до температуры -20°C . Скорость циркуляции рассола $- 0,05 \pm 0,07$ м/сек, плотность $- 1,17$ кг/л. Замороженные овощи после стекания рассола выгружают в деревянные ящики или контейнеры и направляют на холодильное хранение.

2) Широко применяемое в настоящее время замораживание в потоке движущегося воздуха (скорость 4-5 м/сек) при температуре $-35 \pm -40^{\circ}\text{C}$. Оборудование — скороморозильные аппараты СА и ГКА.

3) Замораживание в морозильных камерах при температуре -20°C и естественной циркуляции воздуха, которое до настоящего времени применяется на некоторых консервных заводах. Использование этого способа позволяло также получить большой диапазон сравнительных данных о влиянии скорости замораживания на качественные изменения овощей.

Овощи замораживали до температуры $t_{\text{кв}} -15 \pm -17^{\circ}\text{C}$. Средние значения эффективной продолжительности замораживания и скорости понижения температуры объекта приведены в таблице I.

Замороженные овощи хранили в холодильной камере при температуре $-18 \pm -20^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 90-95% в течение 8-9 месяцев.

Изменение качества исследуемых овощей оценивали по комплексу органолептических, физико-химических и биохимических показателей.

Для определения органолептических изменений использовалась 18-балльная шкала Р.Хейса. Органолептическую оценку дополнительно характеризовали показателями ароматического числа по методу Коха и Брекера, показателем цветности (колориметрическим методом), содержанием хлорофилла "а" и "б" и общей суммы каротиноидов, определяемых спектрографически. О травмировании растительных объектов судили по изменению влагоудерживающей способности (по показателю влагоотдачи $\Delta g/g \%$) и микроструктуры растительной ткани. Изучение микроструктуры проводилось с помощью общепринятых гистологических методов, модифицированных нами в части изготовления срезов исследуемых овощей.

Таблица I

Наименование культуры	Способы замораживания					
	Контактное		ГКА		Камера	
	Эффективное время, мин	Скорость, град/мин	Эффективное время, мин	Скорость, град/мин	Эффективное время, мин	Скорость, град/мин
Перец	25	1,6	150	0,27	1380	0,030
Томаты	40	1,0	200	0,20	1920	0,020
Баклажаны	80	0,5	270	0,15	2400	0,016

Изменение химического состава характеризовали по комплексу показателей: сухие вещества, общий сахар, титруемая кислотность, рН, общая сумма пектиновых веществ, содержание дубильных и красящих веществ, зольных веществ и клетчатки, которые определялись стандартными методами. Определялось сохранение биологически активных веществ овощей – содержание аскорбиновой кислоты (по методу Тильманса в модификации Прокошева С.М.); флавонолов (колориметрически по методу Вигорова А.И. и Трибунской А.Я.); тиамина и рибофлавина (флуорометрически) и каротина (по методу Ермакова А.Е.).

Определение активности оксидаз (аскорбинатоксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы) проводили по методу Поволоцкой К.Я. и Седенко Д.М.

Содержание NaCl в овощах, замороженных контактным способом, определяли арбитражным методом.

Сравнительная оценка общей микробальной обсемененности про-

водилась стандартным методом.

Отбор сортов, пригодных для замораживания, делали на основании сравнительных данных балльной органолептической оценки, дополненной показателями цветности и ароматического числа, влагоудерживающей способности, общих химических показателей, содержания аскорбиновой кислоты и суммы каротиноидов.

Результаты экспериментов обрабатывали методами математической статистики.

Исследование овощей по всем показателям проводили по схеме: до замораживания, после замораживания и через 3, 6 и 9 месяцев холодильного хранения.

Технологическая оценка влияния условий замораживания и сортовых особенностей овощей на качество готового продукта проводилась путем изготовления и дегустации консервов и кулинарных изделий из быстрозамороженных овощных наборов.

Производственные испытания проводились на Симферопольском консервном заводе им. Кирова и Измаильском аграрно-промышленном объединении консервной промышленности.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

I. Влияние условий замораживания на изменение натуральных свойств перцев, томатов и баклажанов

Одной из главных задач при выборе рациональных условий холодильной обработки является обеспечение высокого качества замороженного продукта, т.е. максимальное сохранение натуральных свойств и пищевой ценности.

Органолептические свойства. Проведенная сравнительная органолептическая оценка выявила существенные различия во влиянии исследуемых условий замораживания на сохранение натуральных свойств овощей. Это выразилось в разном значении общего балла (ОБ) органолептической оценки (табл.2).

При медленном воздушном замораживании значительное ухудшение органолептических свойств овощей, особенно баклажанов и томатов, не позволяло получить продукт, пригодный к употреблению. Быстрое воздушное замораживание способствовало меньшему изменению органолептических показателей. При контактном замораживании и последующем холодильном хранении изменения вкуса, внешнего вида,

Таблица 2

Данные органолептической оценки овощей

Наименование сорта	Общий балл			
	ГКА	конт.	камера	
Юбилейный 307	<u>П е р е ц</u>			
	до замораживания		18,0	
	после --	15,35	15,85	15,0
	3 мес. холодильн. хранения	14,85	15,65	14,5
	6 мес. " "	14,25	15,06	13,60
9 мес. " "	13,7	14,75	13,50	
Восковидный Сенюшкина	до замораживания		18,0	
	после --	16,05	16,25	15,60
	3 мес. холодильн. хранения	15,9	16,25	15,20
	6 мес. " "	15,9	16,10	15,20
	9 мес. " "	15,9	16,10	14,90
Мясистый 7	до замораживания		18,0	
	после --	17,10	17,55	16,05
	3 мес. холодильн. хранения	17,10	17,55	16,05
	6 мес. " "	16,90	17,5	15,75
	9 мес. " "	16,70	17,5	15,55
Сан-Марцано	<u>Т о м а т ы</u>			
	до замораживания		18,0	
	после --	15,55	15,85	14,90
	3 мес. холодильн. хранения	15,38	15,77	14,55
	6 мес. " "	15,05	15,57	14,25
9 мес. " "	14,85	15,45	14,05	
Сильферопольский 105	<u>Б а к л а ж а н ы</u>			
	до замораживания		18,0	
	после --	14,65	14,9	14,2
	3 мес. холодильн. хранения	14,30	14,7	13,65
	6 мес. " "	13,70	13,9	13,25
9 мес. " "	13,29	13,8	12,75	

цвета, аромата и консистенции, по сравнению со свежими овощами, были минимальны.

Преимущества контактного замораживания выражались прежде всего в лучшем сохранении консистенции овощей, а для баклажанов — также в существенном сохранении цвета и аромата. При этом не отмечено появления соленого или других посторонних привкусов, которые могут быть связаны с контактным замораживанием овощей в солевом растворе. Это согласуется с нашими данными, свидетельствующими о незначительном просаливании растительных объектов. Так, содержание $NaCl$ после 9 месяцев холодильного хранения составляло в среднем 0,3 — 0,4 % (табл.3). В связи с тем, что почти все это количество соли проникает в процессе замораживания, отпадает необходимость ополаскивания поступающих на хранение замороженных овощей.

Таблица 3

Содержание $NaCl$ в овощах, %

С о р т	До за- моражи- вания	после замора- живания	Холодильное хранение, мес.		
			3	6	9
<u>Перец</u>					
Юбилейный 307 (биолог. стад. зрел.)	слезы	0,12	0,18	0,24	0,25
Восковидный Сенюшкина	слезы	0,26	0,36	0,37	0,37
Майкопский 470	—"	0,27	0,42	0,44	0,45
<u>Томаты</u>					
Сан-Марцано	—"	0,22	0,35	0,38	0,40
<u>Баклажаны</u>					
Симферопольский 105	—"	0,30	0,31	0,31	0,32

Для объективного суждения об изменении органолептических свойств проведено сравнительное исследование ароматического числа, цветности, содержания хлорофилла и каротиноидов. Полученные результаты согласуются с данными органолептической оценки и свидетельствуют о меньших изменениях цвета и аромата в овощах, замороженных в контактном аппарате.

Микроструктура и влагоудерживающая способность. Изучение микроструктуры овощей, замороженных в разных условиях, показало значи-

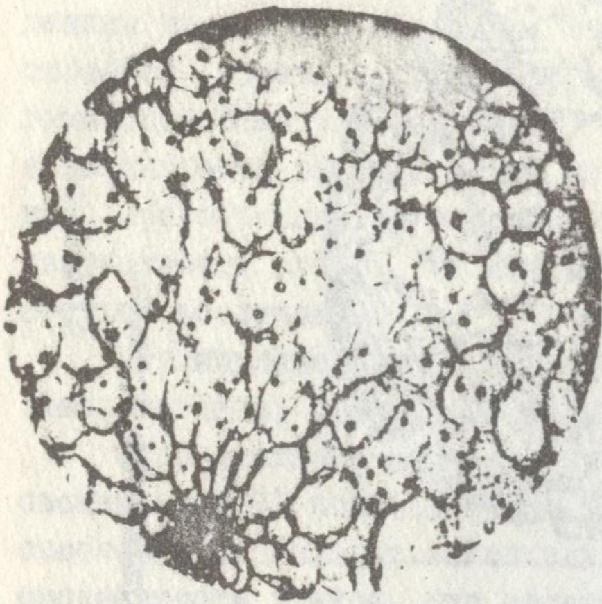


Рис. I . Перец до замораживания

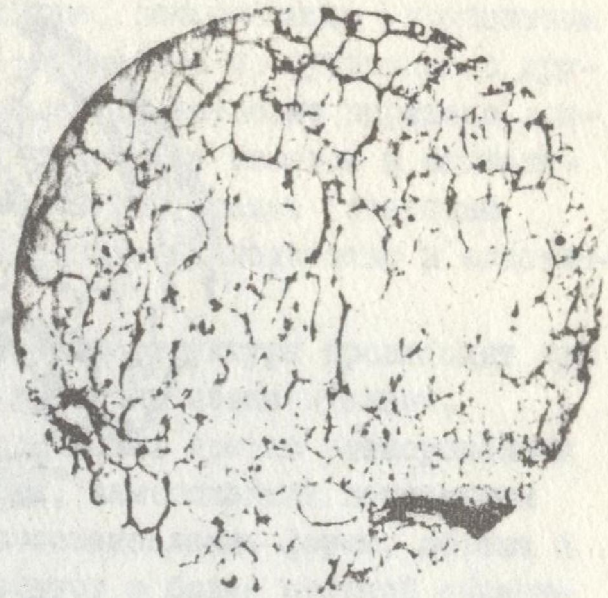
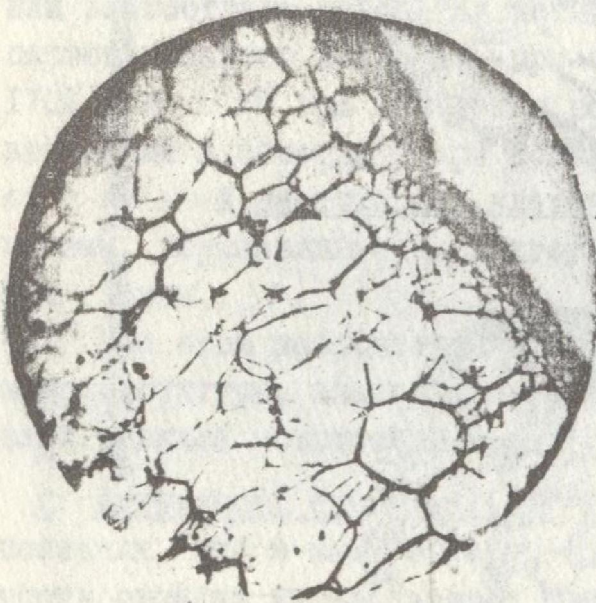
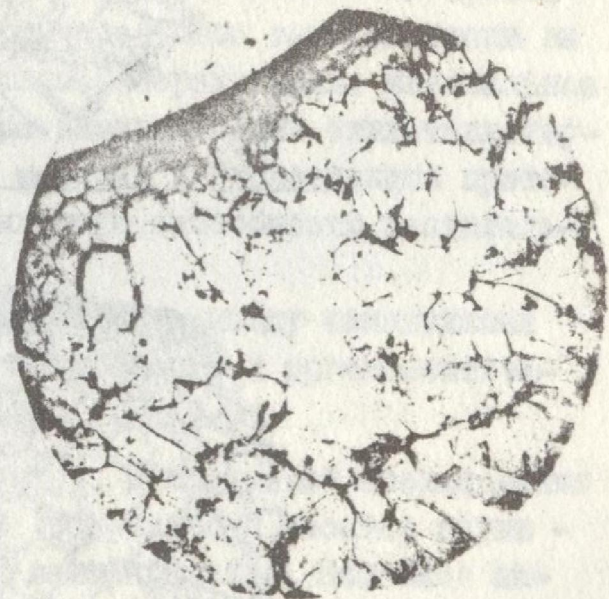


Рис. 2. Перец после замораживания
а) конт.



б) ГКА



в) камера

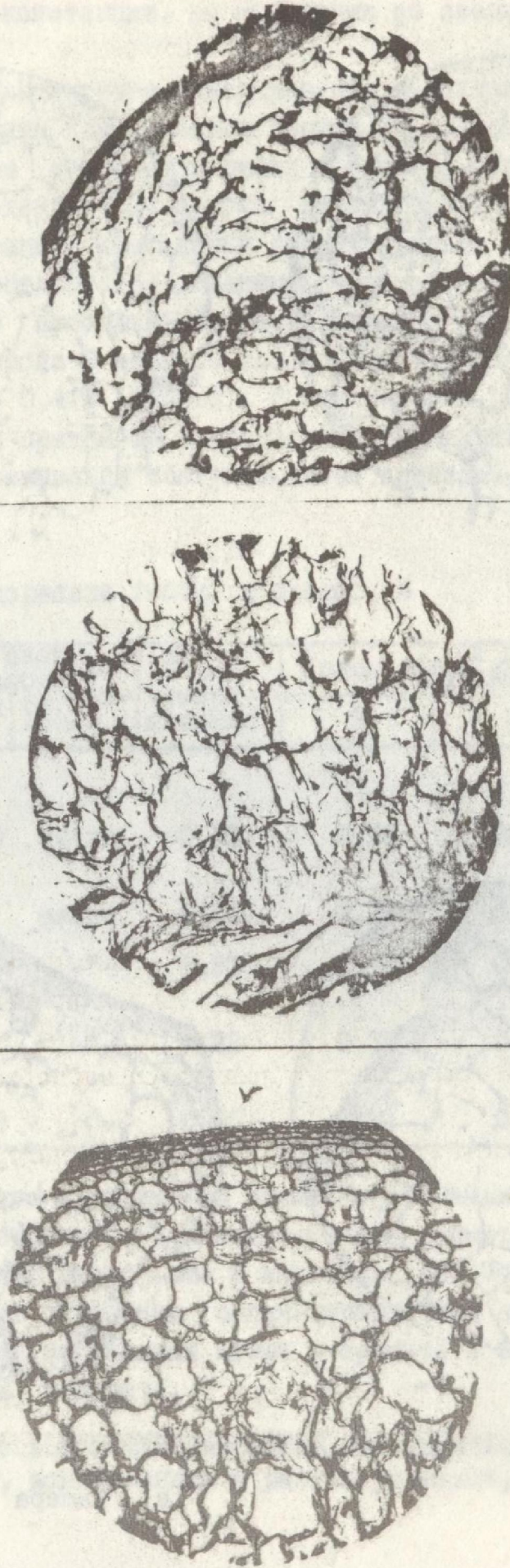


Рис.3. Перец размороженный после 9 месяцев холодильного хранения

а) конт.

б) ГКА

в) камера

тельное влияние условий льдообразования на изменение общей гистологической картины растительной ткани. Из микрофотографий, приведенных на рис. 1 и 2, видно, что в перце, замороженном контактным способом, изменения микроструктуры минимальны по сравнению с другими способами замораживания. Еще более существенно выражено влияние скорости замораживания на микроструктуру томатов и баклажанов. Это объясняется видовыми особенностями овощей (степенью оводненности клеток, величиной межклетников, плотностью и эластичностью оболочек).

Установлено, что основные изменения структуры происходят при замораживании; при холодильном хранении они незначительны.

Сравнительное изучение гистологических срезов размороженных овощей (рис. 3) показало, что в овощах, замороженных контактным способом, происходит максимальное восстановление формы, объема и оводненности клеток, что свидетельствует о более высокой обратимости процесса льдообразования.

В тесной связи с изменениями микроструктуры находится показатель влагоудерживающей способности растительной ткани, по изменению которого можно судить о травмирующем воздействии разных условий замораживания на овощи.

Из приведенных графиков (рис. 4, 5, 6) видно, что резкое увеличение влагоотдачи происходит в процессе замораживания и зависит от условий холодильной обработки. Так, при контактном замораживании влагоотдача перца "Мясистый 7" увеличивается на 120% против первоначального значения, при быстром воздушном замораживании на 170% и на 212% при медленном воздушном замораживании. Минимальное изменение влагоотдачи при контактном замораживании свидетельствует о меньшей деструкции клеточных мембран и биокolloидов протоплазмы, обуславливающих влагоудерживающую способность растительной ткани.

При этом наблюдается прямая зависимость между изменениями микроструктуры, влагоудерживающей способности и органолептической оценкой консистенции замороженных овощей.

Активность окислительных ферментов. Проведенные исследования показали, что в замороженных овощах сохраняется высокая активность оксидаз независимо от условий замораживания. Наиболее активной ферментной системой обладают баклажаны, чему соответствуют более значительные изменения ряда органических веществ при холодильном хранении.

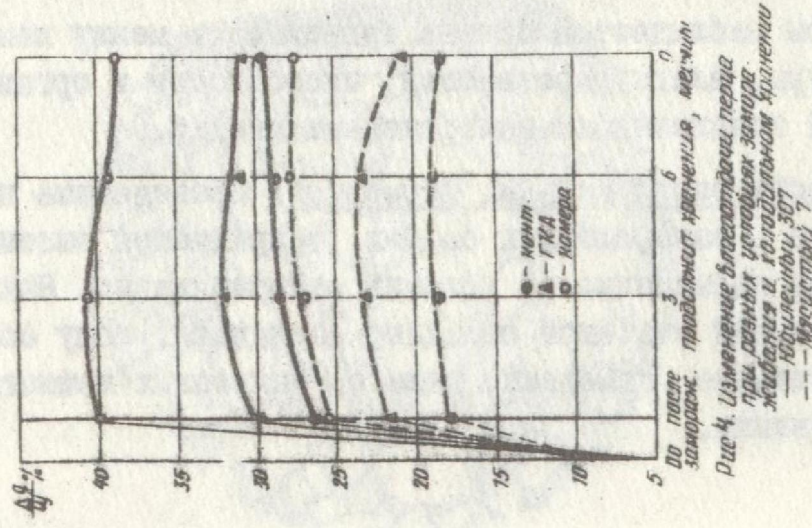


Рис 4. Изменение влагоотдачи перца при разных условиях замораживания и холодильном хранении
 — Нюжаны 307
 --- Мюжаны 7

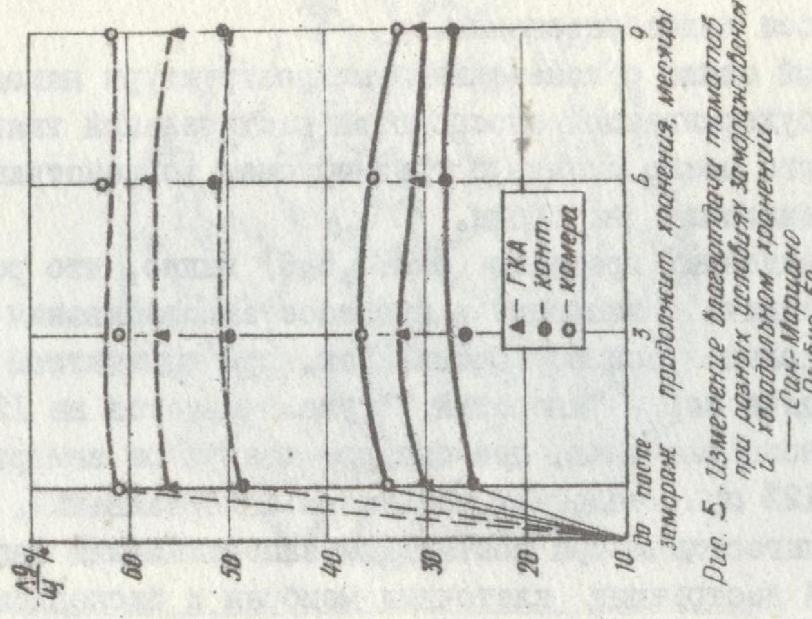


Рис 5. Изменение влагоотдачи томатов при разных условиях замораживания и холодильном хранении
 — Сан-Марцано
 --- Рыбка 52

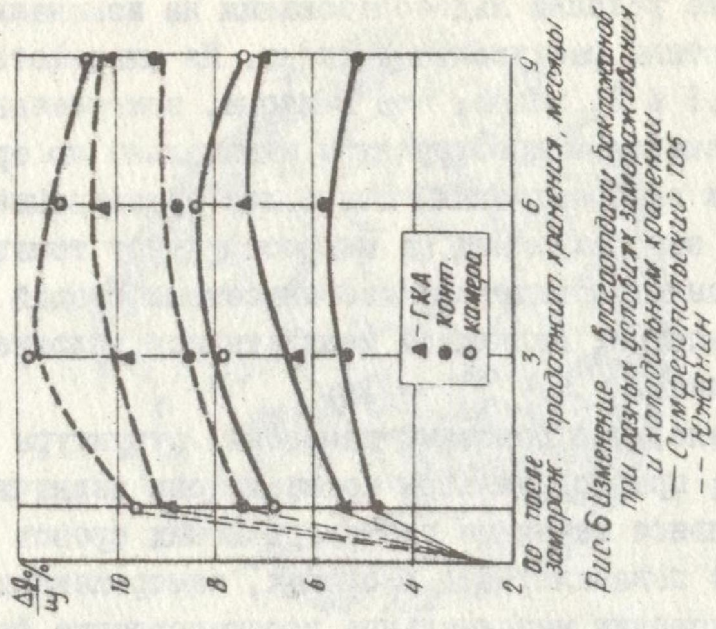


Рис 6. Изменение влагоотдачи дождевиков при разных условиях замораживания и холодильном хранении
 — Симферопольский 105
 --- Нюжаны

Установлен различный характер изменения активности отдельных оксидаз при холодильном консервировании, что связано, очевидно, с особенностями их локализации в растительной клетке.

Активность пероксидазы перца при замораживании в скороморозильном аппарате возрастает на 50%, в контактном аппарате — на 28% и в камере — на 58%, в томатах на 25, 10, 34% и в баклажанах на 42, 19, 45 % соответственно.

Изменение активности полифенолоксидазы и аскорбинатооксидазы при замораживании незначительно.

При холодильном хранении активность всех ферментов постепенно снижается, причем наиболее существенно в овощах, замороженных в камере (табл.4), что можно объяснить частичной денатурацией ферментообразующего белка, изменением pH среды и накоплением ингибирующих веществ.

Таблица 4

Снижение активности оксидаз через 9 месяцев хранения, %

Ферменты	Перец			Томаты			Баклажаны		
	ГКА	конт.	камера	ГКА	конт.	камера	ГКА	конт.	кам.
Аскорбинат-оксидаза	14,2	12,1	16,0	20,4	12,9	25,6	12,9	11,8	16,3
Полифенол-оксидаза	45,0	42,3	50,1	38,6	35,3	41,7	52,8	50,1	57,2
Пероксидаза	34,6	28,0	36,2	22,7	24,1	22,8	27,2	22,7	50,1

Значительные нарушения естественного соотношения в активности отдельных ферментных систем при медленном, а также быстром воздушном замораживании вследствие большего нарушения пространственной локализации ферментов, изменения pH среды и концентрирования неводных компонентов клетка приводят к сравнительно большим изменениям ряда органических веществ и снижению качества продукта по сравнению с замораживанием контактном способом.

Химический состав и биологически активные вещества. Результаты исследования химического состава овощей (табл.5) показали, что условия холодильной обработки практически не оказывают влияния на содержание сухих веществ, сахаров, пектиновых веществ, клетчатки, золы. В овощах, замороженных в камере, более значительны потери дубильных и красящих веществ, отмечено большее увеличе-

Таблица 5

Изменение химического состава овощей при разных условиях замораживания и холодильном хранении

Исследуемые показатели	До замораживания	После замораживания			Через 9 мес. холод. хранения		
		ГКА	конт.	кам.	ГКА	конт.	кам.
Перец ("Мясистый 7")							
Сухие вещества, %	7,70	7,78	7,75	7,76	7,88	7,76	7,80
Общий сахар, %	4,58	4,56	4,41	4,58	4,20	4,16	4,10
Титруемая кислотность, %	0,203	0,204	0,181	0,208	0,218	0,209	0,215
pH	5,41	5,47	5,60	5,33	5,30	5,42	5,24
Дубильные и красящие вещества, мг/гг	83,3	72,1	70,6	69,3	60,3	65,1	52,3
Клетчатка, %	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03	1,02	1,03
Зола, %	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57
Томаты "Сан-Марцано"							
Сухие вещества, %	5,83	5,92	5,86	5,89	6,13	5,91	5,98
Общий сахар, %	3,55	3,50	3,46	3,50	3,16	3,21	3,02
Титруемая кислотность, %	0,326	0,335	0,340	0,345	0,402	0,398	0,404
pH	4,28	4,30	4,46	4,22	4,30	4,53	4,20
Пектиновые вещества, %	0,243	0,236	0,240	0,238	0,230	0,235	0,232
Клетчатка, %	0,85	0,85	0,85	0,85	0,88	0,86	0,86
Зола, %	0,62	0,63	0,62	0,62	0,65	0,63	0,63
Баклажаны "Симферопольский 105"							
Сухие вещества, %	9,86	10,12	9,92	10,10	10,41	10,12	10,40
Общий сахар, %	2,83	2,65	2,66	2,65	2,30	2,32	2,30
Титруемая кислотность, %	0,093	0,112	0,109	0,114	0,135	0,127	0,146
pH	5,80	5,30	5,35	5,25	5,33	5,36	5,26
Дубильные и красящие вещества, мг/гг	432,5	382,0	383,7	372,5	245,1	249,4	246,0
Клетчатка, %	1,49	1,51	1,44	1,52	1,60	1,62	1,6
Зола, %	0,56	0,57	0,56	0,57	0,58	0,59	0,58

ние кислотности, что вызвано, очевидно, значительной дезорганизацией клеточных структур и нарушением сбалансированных реакций метаболизма.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в овощах, замороженных контактным способом, сохраняется высокое содержание ценных компонентов химического состава.

Установлено, что условия замораживания оказывают весьма существенное влияние на лабильные компоненты микрофакторов пищевой ценности овощей.

Большая интенсивность процесса льдообразования при быстром воздушном замораживании способствует лучшему сохранению аскорбиновой кислоты (АК) по сравнению с медленным замораживанием (рис.7).

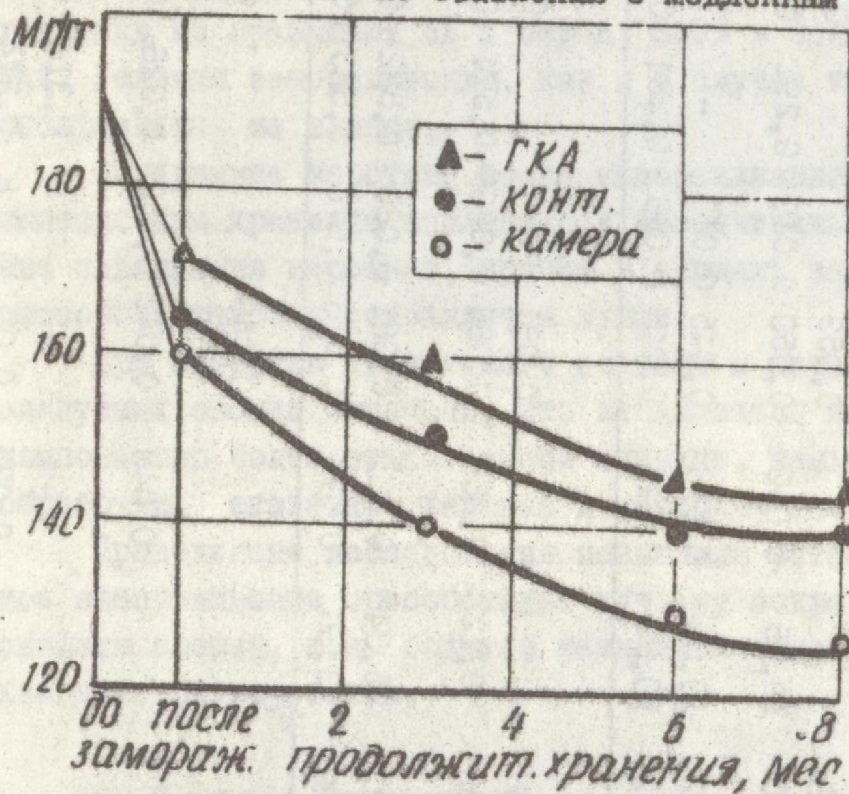


Рис.7. Изменение общего содержания аскорбиновой кислоты в перце "Мясистый-7" при разных условиях замораживания и холодильном хранении

При контактном замораживании потери АК несколько выше, чем при быстром воздушном замораживании, что объясняется водорастворимостью АК. При холодильном хранении, наоборот, меньшие потери АК наблюдаются в овощах, замороженных контактным способом, в результате чего содержание АК после длительного хранения практически не отличается от содержания ее в овощах, замороженных в скороморозильных аппаратах и составляет 65-70% от первоначального содержания в перцах и томатах.

Изучение разных форм АК показало, что потери ее вызываются, главным образом, разрушением восстановленной формы, связанная форма практически не разрушается.

Таблица 6

Влияние условий замораживания на содержание биологически активных веществ (мг/гг)

Наименование сорта	Флавонолы		Тиамин		Рибофлавин		Каротин	
	ГКА	конт. камера	ГКА	конт. кам.	ГКА	конт. кам.	ГКА	конт. кам.
<u>Перец Мясистый 7</u>								
до замораживания	22,16		0,059		0,298		0,45	
после замораживан.	20,06	19,75	0,050	0,049	0,292	0,292	0,43	0,45
Холод. хранение 6 мес.	11,64	15,62	0,046	0,046	-	-	0,42	0,44
8 - 9 мес.	10,92	15,62	0,045	0,046	0,284	0,284	0,41	0,43
<u>Томат Сан-Марцано</u>								
до замораживания	10,5		0,091		0,583		0,79	
после замораживан.	9,42	9,12	0,086	0,086	0,574	0,575	0,80	0,81
холодильн. хранение 6 мес.	6,61	7,25	0,081	0,080	0,532	0,534	0,69	0,73
8 - 9 мес.	4,95	6,26	0,076	0,076	0,523	0,535	0,68	0,71
<u>Баклажан Симферопольский 105</u>								
до замораживания			0,048		0,325			
после замораживания			0,043	0,042	0,326	0,328	0,325	
холод. хранение 6 мес.			-	-	0,316	0,318	0,316	
9 мес.			0,028	0,028	0,314	0,314	0,313	

Более существенно влияние условий замораживания на содержание флавонолов (табл.6). При замораживании потери флавонолов незначительны, через 8 месяцев холодильного хранения они достигают: в перце - 45% (ГКА), 33% (конт.) и 58% (камера), в томатах - 50, 40 и 60 % соответственно. Таким образом, контактное замораживание обеспечивает лучшее сохранение флавонолов.

Потери тиамина мало зависят от условий холодильной обработки. Через 9 месяцев хранения в перце потери тиамина составляли в среднем 24%, в томатах - 16%, в баклажанах потери выше - до 38%, в связи с большим содержанием свободной формы тиамина.

Полученные данные свидетельствуют о значительной стойкости рибофлавина при замораживании и хранении. Потери после 9 месяцев хранения не превышают 5% в перце, 3,5% в баклажанах и 10% в томатах. Условия замораживания, как и в случае тиамина, на сохранение рибофлавина не влияют.

Содержание каротина после замораживания практически не изменяется. При хранении наблюдается незначительное (на 9-15%) снижение содержания каротина, причем в овощах, замороженных контактным способом, каротин сохраняется лучше.

При изучении химического состава и витаминного комплекса исследуемых овощей отмечено, что на диапазон изменений отдельных компонентов более существенное влияние, чем условия холодильной обработки, оказывают видовые и сортовые особенности овощей.

Проведенные исследования позволили установить, что контактное замораживание способствует лучшему сохранению натуральных свойств овощей, т.е. большей технологической обратимости процесса холодильной обработки.

2. Подбор сортов перцев, томатов и баклажанов для замораживания

В соответствии с задачами работы наряду с выбором условий холодильной обработки проводилась оценка влияния сортовых особенностей на качество замороженных овощей. Для сортоотбора овощи замораживали контактным способом. Испытывались сорта овощей, приведенные в табл.7.

Сравнительная балльная оценка сортов овощей, дополненная изучением показателей ароматического числа и цветности, позволила установить, что на органолептические свойства замороженных перцев, томатов и баклажанов большое влияние оказывают их сортовые

Таблица 7

Влияние сортовых особенностей овощей на изменение органолептической оценки при холодильном консервировании

Степень пригодности х)	№ пп	Наименование сорта	Общий балл ОБ ^{хх})	Влагоотдача ($\Delta g/g\%$)		Изменение влагоотдачи $\Delta BO\%$
				до замораживания	после замораживания	
<u>П е р е ц</u> (техническая стадия зрелости)						
-	1.	Крымский белый	14,6	6,0	27,0	350
-	2.	Юбилейный 307	14,75	6,4	26,8	320
+	3.	Восковидный Сенюшкина	16,10	6,9	22,8	230
+	4.	Майкопский 470	15,95	5,3	16,4	210
++	5.	Мясистый 7	17,50	8,2	18,0	120
++	6.	Колокольчик 808	16,85	6,4	15,4	140
++	7.	Заволжский 55	16,60	4,8	14,6	204
+	8.	Восток 308	16,50	4,7	16,9	260
<u>П е р е ц</u> (биологическая стадия зрелости)						
++	1.	Юбилейный 307	16,95	11,6	30,8	166
++	2.	Восток 308	17,55	11,5	25,3	120
++	3.	Консервный круглый	17,10	12,0	24,0	100
-	4.	Консервный красный 211	15,90	7,0	22,3	218
+	5.	Новогогошары	16,85	7,0	18,20	160
<u>Т о м а т ы</u>						
++	1.	Сан-Марцано	15,45	12,2	25,6	110
+	2.	Альфа 385	14,80	13,9	42,4	205
-	3.	Рыбка 52	13,70	11,6	49,3	325
++	4.	Консервный штамбовый	15,10	10,8	25,8	139
-	5.	РГ - 47	14,45	12,4	54,4	339
++	6.	Машинный I	15,10	9,6	25,9	180
<u>Б а к л а ж а н ы</u>						
++	1.	Симферопольский 105	13,8	2,6	4,9	89
+	2.	Южанин	13,0	2,4	7,5	213
++	3.	Универсал 6	13,5	2,2	4,8	118
-	4.	Кипчацкий	12,7	2,4	5,8	140
-	5.	Длинный фиолетовый	12,4	2,5	6,75	170

х) "++" - высшая; "+" - средняя; "-" - непригодность.

хх) ОБ - после 9 мес. холодильного хранения.

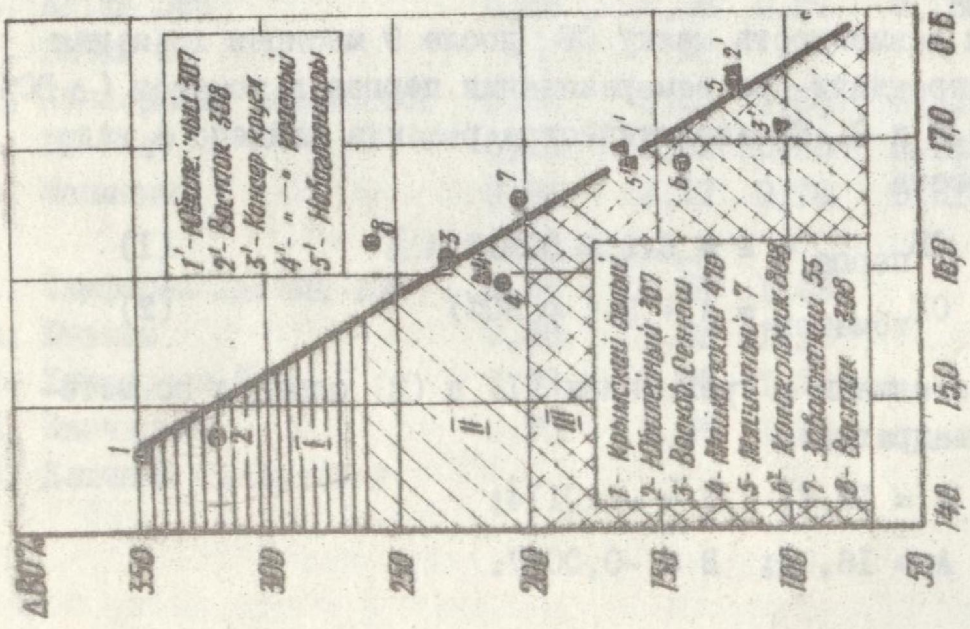


Рис.8 График зависимости общего урожая (ОБ) от увеличения биологической зрелости (ΔBO%) в процессе холодобработки при технической зрелости т. 1-8 и биологической зрелости т. 1'-5'.

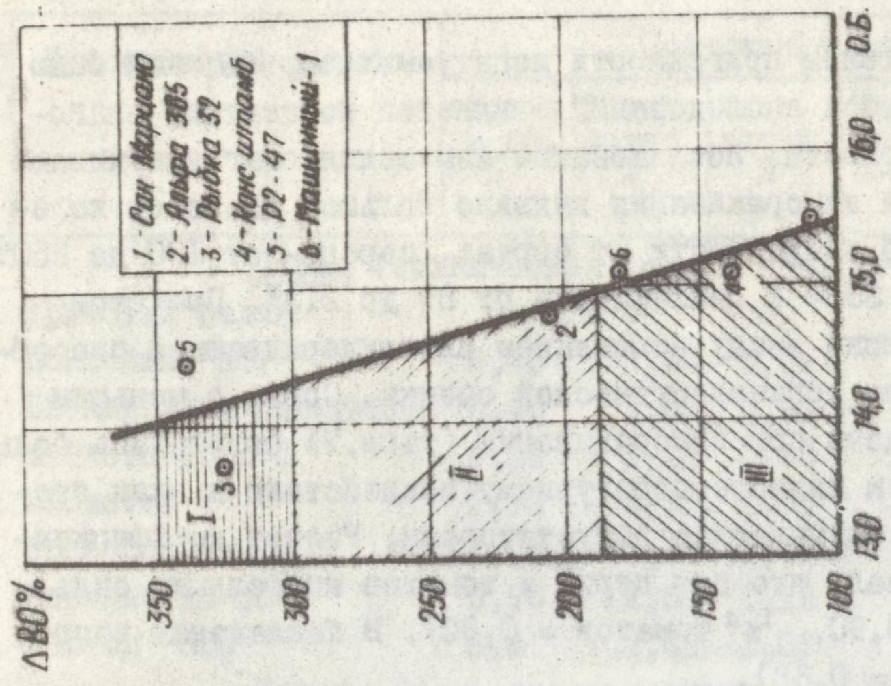


Рис.9 График зависимости общего урожая (ОБ) от увеличения биологической зрелости (ΔBO%) в процессе холодобработки при технической зрелости т. 1-6 и биологической зрелости т. 1'-5'.

особенности. Значительное снижение общего балла органолептической оценки (ОБ), как видно из данных табл.7, выявило полную непригодность сортов овощей "Крымский белый", "Рыбка 52" и "РГ-47", "Длинный фиолетовый", после чего они были сняты с дальнейшего сортоиспытания.

Важным показателем пригодности испытуемых сортов, как было установлено в процессе исследований, является показатель влагоудерживающей способности. Исследование изменения влагоудерживающей способности при замораживании выявило большой диапазон колебаний влагоотдачи в зависимости от сорта: перец - от 100 до 350%, томаты - от 110 до 339% и баклажаны - от 89 до 213%. При этом установлена корреляция между изменением влагоудерживающей способности и общим баллом органолептической оценки. Сорта с меньшим изменением влагоотдачи при замораживании (табл.7) отличались большей устойчивостью к низкотемпературному воздействию и, как правило, более высоко оценивались дегустаторами. Расчет коэффициента корреляции показал, что для перца и томатов корреляция сильная (r^2 перца = 0,90, r^2 томатов = 0,80). В баклажанах корреляция слабая (r^2 = 0,38).

Найденную зависимость можно объяснить наличием тесной связи между изменениями показателя влагоудерживающей способности и комплекса физико-химических свойств и микроструктуры растительных объектов при замораживании, определяющих травмирование растительной ткани. В связи с этим показатель изменения влагоотдачи рекомендован как критерий криорезистентности сорта, его биологической устойчивости к воздействию низких температур при сортоиспытании и селекции.

Графическая зависимость между ОБ после 9 месяцев хранения и изменением влагоотдачи при замораживании перцев и томатов (Δ ВО%) приведена на рис.8 и 9. Ее аналитическое решение найдено в виде линейной зависимости

$$ОБ_{\text{перца}} = A + B \cdot (\Delta \text{ВО}\%) \quad (1)$$

$$ОБ_{\text{томатов}} = A + B \cdot (\Delta \text{ВО}\%) \quad (2)$$

Значения постоянных в уравнениях (1) и (2) определено методом наименьших квадратов:

$$A = 18,7; \quad B = -0,0114;$$

$$A = 16,05; \quad B = -0,0057.$$

Таблица 8

Влияние особенностей химического состава на сортовую
устойчивость овощей к замораживанию

№№ III	Наименование сорта	Содержание химических компонентов				
		Сухие в-ва, %	Общий сахар, %	Клет- чатка, %	Пекти- новые в-ва, %	Дубиль- ные и красящ., мг/гг
<u>Перец (техническая стадия зрелости)</u>						
1.	Крымский белый	-	-	-		
2.	Юбилейный 307	6,30	3,48	0,94		
3.	Восковидный Сенюшкина	6,40	3,53	0,86		
4.	Майкопский 470	6,50	3,10	0,98		
5.	Мясистый 7	7,70	4,58	1,03		
6.	Колокольчик 808	7,00	3,17	0,99		
7.	Заволжский 55	6,90	2,83	1,11		
8.	Восток 308	6,8	3,49	1,02		
<u>Перец (биологическая стадия зрелости)</u>						
1.	Юбилейный 307	8,2	5,65	0,74		
2.	Восток 308	9,0	6,63	0,92		
3.	Консервный круглый	8,9	5,30	1,02		
4.	Консервный красный 2II	7,9	4,02	0,72		
5.	Новогогошары	8,6	5,65	0,94		
<u>Т о м а т ы</u>						
1.	Сан-Марцано	5,83	3,55	0,85	0,243	8,87
2.	Альфа 385	5,38	2,96	0,57	0,162	5,42
3.	Рыбка 52	-	-	-	-	-
4.	Консервный штамбовый	6,30	3,63	0,64	0,224	9,03
5.	РГ - 47	5,42	3,22	0,58	0,143	6,93
6.	Машинный I	6,92	3,17	0,76	0,210	10,00
<u>Б а н л а ж а н ы</u>						
1.	Симферопольский 105	9,86	2,83	1,49		432,5
2.	Южанин	7,88	2,35	1,18		706,6
3.	Универсал 6	8,93	3,08	1,26		540,5
4.	Кипчацкий	8,90	3,26	1,28		623,5
5.	Длинный фиолетовый	-	-	-		-

Учитывая значения постоянных, уравнения (1) и (2) примут вид

$$OB_{\text{перца}} = 18,7 - 0,0114 \cdot \Delta B\% \quad (3)$$

$$OB_{\text{томатов}} = 16,05 - 0,0057 \cdot \Delta B\% \quad (4)$$

С помощью полученных формул (3) и (4) можно установить пригодность сорта к замораживанию и длительному хранению без проведения дегустационных оценок.

Значения ОБ, характеризующие высокую пригодность сортов перцев к замораживанию, лежат в пределах до 16,5 (зона III, рис.8), средней пригодности — от 16,5 до 15,5 (зона II) и непригодности — от 15,5 и ниже (зона I).

Лучшие сорта томатов для замораживания характеризуются значениями ОБ до 15,0 (зона III, рис.9), средней пригодности соответствует ОБ от 15,0 до 14,5 (зона II) и полной непригодности — от 14,5 и ниже (зона I).

Четкой зависимости между содержанием отдельных компонентов химического состава и устойчивостью сорта к замораживанию не обнаружено. Вместе с тем можно отметить, что сорта овощей (табл.8) с большим содержанием сухих веществ, сахаров, клетчатки, а для томатов также пектиновых веществ и каротиноидов в большинстве случаев оказывались более устойчивыми к низкотемпературному воздействию. Нежелательным при замораживании баклажанов является высокое содержание дубильных веществ, т.к. их превращения вызывают значительные изменения цвета (сорт "Кипчацкий").

В результате проведенных исследований установлены сорта перцев, томатов и баклажанов юга Украины, пригодные для замораживания (оценка их пригодности отмечена в табл.7). Выявлены некоторые сортовые признаки, которые наряду с общими агробиологическими и химико-технологическими требованиями, являются желательными при подборе и селекции сортов для промышленного замораживания.

3. Использование замороженных овощей в консервном производстве

Окончательные выводы о технологической целесообразности контактного замораживания овощей и технологическая оценка сортов были сделаны на основании 5-летних производственных испытаний на Симферопольском консервном заводе им.Кирова и Измаильском аграрно-промышленном объединении консервной промышленности.

С этой целью изготовляли консервы и наборы из овощей, замороженных разными способами, после 6 и 9 месяцев хранения. Контролем служила продукция, изготовленная из свежего сырья.

Свежие овощи консервировали в соответствии с действующими технологическими инструкциями. Замороженное сырье перерабатывалось по технологии, разработанной Одесским технологическим институтом пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова. Из замороженного перца, томатов и баклажанов выработывали консервы разных наименований.

Наборы из овощей, замороженных контактным способом, изготовляли по предложенной нами технологии. Перец, томаты и баклажаны после сортировки, мойки и удаления избытка влаги, замораживали в контактном аппарате отдельно по видам. После стекания рассола их укладывали в ящики или картонные коробки и хранили в течение 8-9 месяцев. В процессе холодильного хранения из овощей изготовляли наборы массой 1-1,5 кг, которые расфасовывали в парафинированные коробки или пакеты из полимерных материалов. Всего изготовляли 7 видов наборов: № 1. Салат витаминный; № 2. Салат из томатов; № 3. Икра баклажанная по-одесски; № 4. Перец по-болгарски; № 5. Мусака из баклажанов; № 6. Соус из баклажанов; № 7. Перец фаршированный мясом и рисом.

Применялась также и другая технология изготовления наборов, в соответствии с которой овощи перед укладкой в коробки подвергались дополнительной обработке: у баклажанов обрезали плодоножки, а для наборов № 5 и 6 их нарезали кружками. Перец чистили при изготовлении всех наборов, кроме № 4. Производственная проверка предложенной нами технологии осуществлена на Симферопольском заводе им.Кирова.

При изготовлении консервов и овощных наборов использовали замороженную пряную зелень, заготовленную по разработанной нами технологической схеме. Это значительно улучшало качество продукции, выпускаемой в межсезонный период.

Оценка консервов и кулинарных изделий из овощных наборов проводилась по органолептическим и другим стандартным показателям. Анализ результатов сравнительной оценки позволил установить преимущества контактного замораживания при изготовлении продукции из замороженных овощей (консервов и овощных наборов). При этом впервые достигнута возможность получения высококачественной продукции из баклажанов после длительного хранения (7 месяцев).

Следует отметить, что при изготовлении консервов и кулинарных изделий из сырья, замороженного контактным способом, соль добавлялась согласно рецептуре. Содержание ее в готовом продукте соответствовало требованиям ГОСТов.

Установлена полная непригодность перца, томатов и баклажанов, замороженных в камере, для переработки на консервы и изготовления наборов.

На основании проведенной технологической оценки сортов овощей были разработаны рекомендации по использованию отдельных сортов для изготовления консервов и наборов, установлена их технологическая пригодность.

Сравнительная оценка показала, что потери массы перца, замороженного в камере, через 9 месяцев холодильного хранения составляли 2,5%, в скороморозильном аппарате — 3,5%. При контактном замораживании потери массы перца не установлены, т.к. усушка происходит за счет пленки рассола, которая в данном случае играет защитную роль. Об этом свидетельствует также меньшее изменение содержания сухих веществ в овощах, замороженных контактным способом.

Важным технологическим показателем при использовании замороженного сырья в консервном производстве служит показатель потерь массы при переработке. Производственная проверка показала, что при изготовлении из сырья, замороженного контактным способом, консервов "Перец резаный" потери сокращаются на 6%, а "Перец фаршированный" — на 4% по сравнению с сырьем, замороженным в скороморозильном аппарате. На основании полученных данных разработаны и утверждены Укрглавконсервом нормы потерь и отходов при замораживании, хранении и технологической переработке замороженного сырья.

При производственных испытаниях стояла задача исследовать микробную обсемененность овощей, замороженных контактным способом, так как высказывались опасения о возможном ухудшении условий их хранения из-за повышенной микробной обсемененности. Исследования показали, что в овощах, замороженных контактным способом, микробная обсемененность ниже, чем в овощах, замороженных в скороморозильном аппарате.

Полученные нами данные согласуются с данными микробиологического контроля лаборатории консервного завода им. Кирова (г. Симферополь).

Проведенные исследования доказали целесообразность приме-

ния контактного замораживания овощей. Внедрение контактного метода замораживания на Симферопольском консервном заводе им. Кирова позволило не только улучшить качество продукции, но и повысить экономическую эффективность холодильной обработки. Экономический эффект от внедрения контактного замораживания по данным, полученным заводом, составляет 40 рублей на 1 т замороженного перца.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Комплексное экспериментальное исследование влияния условий замораживания и сортовых особенностей овощей на качество готового продукта позволяет сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Установлено, что разные условия замораживания (контактное в растворе NaCl , медленное и быстрое воздушное) существенно отличаются между собой по действию, которое они оказывают на изменение натуральных свойств овощей. Контактное замораживание способствует лучшему их сохранению, что можно объяснить сокращением продолжительности процесса замораживания и сравнительно высокой температурой охлаждающей среды.

При контактном замораживании происходят минимальные изменения органолептических свойств овощей и прежде всего их консистенции.

Обнаружена корреляция между органолептической оценкой замороженных овощей и показателями цветности, ароматического числа, содержанием хлорофилла, каротиноидов, изменениями влагоудерживающей способности и микроструктуры.

2. Сравнительное изучение гистологических изменений при разных условиях низкотемпературного воздействия показало, что нарушение микроструктуры овощей определяется скоростью процесса льдообразования.

Наиболее существенное изменение микроструктуры вызывает медленное воздушное замораживание. При контактном замораживании деструкция клеток минимальна, что способствует лучшему восстановлению структуры после размораживания.

3. Контактное замораживание способствует снижению отрицательного влияния льдообразования на влагоудерживающие свойства ткани овощей, что выражается изменением их влагоотдачи, а это, в свою

очередь, свидетельствует о смягчении травмирующего действия процесса фазового превращения воды.

4. Установлен разный уровень изменения активности оксидаз (аскорбинатоксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы) овощей в зависимости от условий холодильного хранения.

Наиболее существенное изменение активности оксидаз, в связи с нарушением их пространственной локализации в замороженной клетке, происходит в овощах, замороженных в камере, что приводит к большим потерям флавонолов, аскорбиновой кислоты, дубильных и красящих веществ по сравнению с другими способами замораживания.

5. Изменение таких показателей химического состава овощей, как содержание сухих веществ, общего сахара, общей кислотности, пектиновых веществ, золы при замораживании и холодильном хранении незначительны и мало зависят от условий холодильной обработки. Колебания в изменениях этих показателей определяются сортом и видом овощей. Такая же зависимость отмечена для рибофлавина, тиамина и каротина. Установлено, что в овощах, замороженных контактным способом, сохраняется высокое содержание веществ, определяющих биологическую ценность продукта.

6. Выявлен ряд сортовых признаков, обуславливающих пригодность овощей для промышленного замораживания. К таким признакам относятся:

1) Минимальное изменение влагоудерживающей способности растительной ткани по показателю влагоотдачи.

2) Устойчивость овощей к растрескиванию при замораживании и соответственно повышенное содержание клетчатки и пектиновых веществ.

3) Высокое содержание сухих веществ, сахаров, каротина.

4) Низкое содержание дубильных веществ в баклажанах.

7. Впервые установлена зависимость между снижением общего балла органолептической оценки сортов овощей при холодильном консервировании и изменением их влагоотдачи, которая позволяет прогнозировать сразу после замораживания возможность изменения органолептических свойств перца при холодильном хранении.

8. Изучение сортовых особенностей овощей и их влияние на качество и технологические свойства замороженного продукта позволило установить сорта перца, томатов и баклажанов юга Украины, пригодные для холодильного консервирования.

Лучшими для замораживания являются следующие сорта перца в технической стадии зрелости: Мясистый 7, Колокольчик 808, За-волжский 55; в биологической стадии зрелости: Юбилейный 307, Восток 308, Консервный круглый.

Сорта томатов: Сан-Марцано, Машинный I, Консервный штамбовый.

Сорта баклажанов: Симферопольский 105, Универсал 6.

9. Экспериментально установлено, что проникновение соли при хранении овощей, замороженных контактным способом, минимально (0,3-0,4%) и не приводит к изменению органолептических свойств продукта.

При хранении микробиальная обсемененность овощей не выше, чем при быстром воздушном замораживании.

10. В результате производственных испытаний установлено, что потери массы перца, замороженного контактным способом, в 3,5 раза ниже, чем потери массы перца, замороженного в скороморозильном аппарате.

При технологической переработке перца потери массы также снижаются: при выработке консервов "Перец фаршированный" - на 4% и "Перец резаный" - на 6%.

11. На основании проведенных исследований разработана и испытана в производстве технология изготовления быстрозамороженных овощных наборов из сырья, замороженного контактным способом.

Производственная проверка доказала целесообразность применения этого способа замораживания овощей для изготовления консервов и овощных наборов в межсезонный период.

12. Результаты данного исследования послужили материалом для обоснования рекомендаций по применению контактного замораживания и подбору сортов овощей при изготовлении консервов и быстрозамороженных овощных наборов.

Контактное замораживание перца для последующей переработки на консервы в межсезонный период внедрено на Симферопольском консервном заводе им. Кирова. Полученный заводом экономический эффект от внедрения составил 40 руб на I тонну замороженного перца. В сезон 1973 года этот способ внедрен на Измаильском аграрно-промышленном объединении консервной промышленности.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах в соавторстве:

1. О влиянии некоторых способов замораживания на качество растительного сырья, используемого в консервном производстве. Тезисы докладов Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, 1-4 октября 1969 года.
2. Влияние условий замораживания и холодильного хранения на содержание аскорбиновой кислоты в перце и томатах. "Холодильная техника", 1971, № 4.
3. Технологическая схема производства замороженной зелени. "Консервная и овощесушильная промышленность", 1971, № 8.
4. Замораживание и холодильное хранение томатов для консервного производства. "Холодильная техника и технология", вып. 12, 1971, Киев.
5. К вопросу контактного замораживания перца. "Харчова промисловість", 1971, № 3.
6. Овощные наборы, замороженные в жидких средах. "Консервная и овощесушильная промышленность", 1973, № 9.