

Автор ер.

Е 51

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. Ломоносова

На правах рукописи

ЕЛИСЕЕВ Владимир Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ
КОНСЕРВИРОВАНИИ ЗАМОРАЖИВАНИЕМ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ
ПОДСУШИВАНИЕМ

Специальность 05.18.13 -- Технология консервирования
пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1977

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. Ломоносова

Переучет 1977
На правах рукописи

ЕЛИСЕЕВ Владимир Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ
КОНСЕРВИРОВАНИИ ЗАМОРАЖИВАНИЕМ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ
ПОДСУШИВАНИЕМ

Специальность 05.18.13 - Технология консервирования
пищевых продуктов.

к. о. 12933
Одесский технологический
институт пищевой промышленности
имени М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОНАХТ 15.12.11
Исследование измерен



v012933

Одесса - 1977

Работа выполнена на кафедрах технологии консервирования и технологии сушки пищевых продуктов Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ:

доцент, кандидат технических наук Е.Г.КРСТОВ
профессор, доктор технических наук М.А.ГРИШИН

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

профессор, доктор технических наук И.Г.ЧУМАК
кандидат технических наук В.Н.ГУЛЯЕВ

ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ:

Одесский портовый холодильник.

Защита состоится "*30 июля*" 1977 г. в час. на заседании специализированного Совета ДС 68.35.01 по специальности 05.18.13 - "Технология консервирования пищевых продуктов" при Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова, 270039, г.Одесса-39, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "*24 июля*" 1977 г.

Просим Вас и сотрудников учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании совета или прислать свои отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, по адресу: 270039, г.Одесса-39, ул.Свердлова, 112. ученому секретарю.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СОВЕТА,
профессор, д.м.н.

О.А. Кириленко

О.А.КИРИЛЕНКО.

В "Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы" предусмотрено значительное повышение качества, биологической ценности и вкусовых достоинств продуктов питания, улучшение их ассортимента.

В десятой пятилетке предстоит улучшить использование производственных мощностей в отраслях с сезонным характером производства, полнее использовать сельскохозяйственное сырье.

Актуальность проблемы вытекает из решений XXV съезда КПСС. Выполнение задач, стоящих перед пищевой и консервной промышленностью, требует поиска принципиально новых путей, разработки и совершенствования эффективных способов и методов хранения и переработки плодов и овощей, развития материально-технической базы производства продуктов питания.

Цель и задачи исследования. Целью работы является изыскание факторов, интенсифицирующих процесс переработки плодов и овощей, выбор и исследование рациональных режимов тепловой обработки и условий холодильного консервирования, исследование влияния их на качество и пищевую ценность продукта.

Научная новизна. Впервые решена задача высокотемпературного подсушивания без предварительного бланширования растительного пищевого материала. Получены зависимости критерия Ребиндера при частичной подсушке яблок, вишни, свеклы, зеленого горошка и картофеля.

Практическая значимость. Результаты исследования могут быть использованы в расчетах теплообмена и при проектировании установок и аппаратов для подсушивания и замораживания растительного сырья. Обоснованы режимы и параметры процесса комбинированной переработки плодов и овощей. На основе исследований осуществлена разработка нормативно-технической документации на быстрозамороженные продукты и полуфабрикаты с предварительным

подсушиванием, которая передана Минпищепрому УССР для внедрения.

Апробация диссертационной работы. Результаты работы доложены на секции научного Совета ГКНТ по холоду при СМ СССР, на XIV Международном конгрессе по холоду, на научно-технических конференциях и на кафедре технологии консервирования ОТИП имени М.В.Ломоносова.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4-х глав, изложена на 114 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка, 14 таблиц, приложение и список литературы из 174 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были плоды и овощи, имеющие промышленное значение и пригодные для консервирования и замораживания: зеленый горошек, кабачки, картофель, морковь, свекла, абрикосы, вишни, яблоки, айва. Для экспериментов использовался материал: в целом виде - зеленый горошек, вишни; нарезанном виде четвертинок - абрикосы и кубиков с ребром 5-20 мм - кабачки, морковь.

Подсушивание проводилось на установке взвешенного слоя сушки при температурах нагретого воздуха 70-160° С и потенциале сушки 25-100° С. Степень обезвоживания варьировала в опытах от 10 до 45% первоначально взятой массы продукта. Замораживание осуществлялось на установке для замораживания при температурах охлаждающего воздуха от -20 до -70° С до достижения в центре продукта температуры -18° С.

Размораживание проводили в воздухе, в поле ИК-лучей, в растворах сахара или соли, а также в воде до достижения в центре объекта температуры 0° С.

Физико-химические, химические, биохимические и органолептические исследования продуктов проводили по установленным мето-

дикам. Технологическая оценка влияния условий подсушивания, замораживания и хранения осуществлялась путем дегустации готовых кулинарных блюд и изделий из замороженных предварительно подсушенных продуктов и полуфабрикатов.

Для получения сопоставимых данных содержание компонентов пищевых продуктов рассчитывали на сухое вещество. Результаты экспериментов обрабатывались методами математической статистики.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДСУШИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКТА

Влияние параметров теплоносителя и нагрузки материала на процесс подсушивания определялось построением кривых сушки. Выбор рациональных режимов подсушивания плодов и овощей осуществлялся на основе анализа процесса обезвоживания и химико-технологических исследований.

Скорость подсушивания плодов и овощей зависит от удельной нагрузки, размера кусочков и вида сырья, массовой скорости теплоносителя и потенциала сушки. Установлено, что скорость подсушивания зеленого горошка, картофеля, яблок, вишни выражается линейной функцией: $N = a(1 + by)$

где: $y = \frac{F \cdot \gamma}{M_c}$, a и b - коэффициенты равные соответственно: для зеленого горошка - 0,75 и 1,44; картофеля - 9,3 и 0,04; яблок - 7,0 и 0,1; вишни - 0,5 и 0,12. Среднее квадратичное отклонение экспериментальных данных от расчетных соответственно составляет: $\pm 0,245$ (1,7%), $\pm 0,64$ (3,2%), $\pm 0,225$ (1,4%), $\pm 1,69$ (4,4%).

В процессе подсушивания температура продукта несколько отстает от температуры теплоносителя и тем больше, чем выше температура теплоносителя. На рис. I показано изменение температуры центра и поверхности нарезанных плодов и овощей при

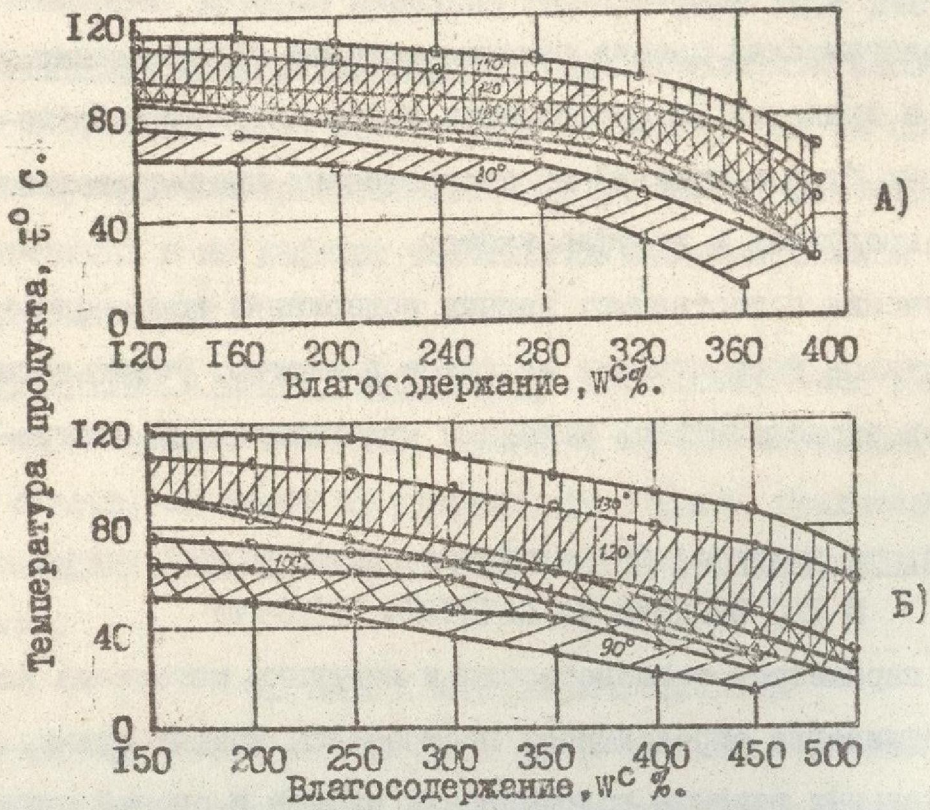


Рис. 1. Зависимость температуры центра и поверхности кусочков картофеля (А) и яблок (Б) от влагосодержания (кубики с ребром 15 мм).

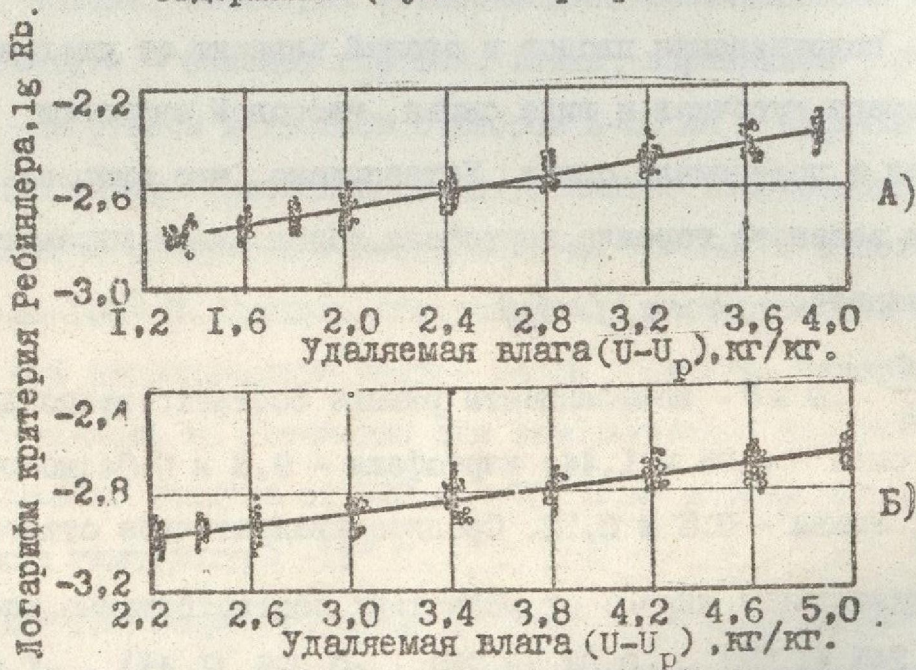


Рис. 2. Изменение логарифма критерия Ребиндера при частичном обезвоживании картофеля (А) и яблок (Б).

подсушивании в диапазоне температуры теплоносителя от 80 до 140 °С. Разность температур центра и поверхности объектов больше в диапазоне температуры теплоносителя 120-140 °С.

Термографические исследования позволили описать математически кинетику нагрева зеленого горошка, картофеля, яблок, вишни и свеклы в процессе подсушивания. На рис. 2 представлена зависимость между логарифмом критерия Ребиндера и влагосодержанием для картофеля и яблок при подсушивании.

При температурах подсушивания 80-140 °С критерий Ребиндера для картофеля имеет вид $Rb = -0,001 \cdot \exp[0,364(u - u_p)]$

Для яблок в диапазоне 90-130 °С критерий Ребиндера

$$Rb = -0,0006 \cdot \exp[0,260(u - u_p)]$$

Для вишни при температуре теплоносителя 70-120 °С критерий Ребиндера равен

$$Rb = -0,00028 \cdot \exp[0,259(u - u_p)]$$

Для свеклы критерий Ребиндера в диапазоне температур теплоносителя 80-140 °С равен $Rb = -0,00063 \cdot \exp[0,222(u - u_p)]$

Для зеленого горошка критерий Ребиндера в пределах температуры 80-130 °С имеет вид $Rb = -0,00032 \cdot \exp[0,582(u - u_p)]$

Постоянные коэффициенты получены методом наименьших квадратов. Среднее квадратичное отклонение опытных данных от расчетных равно соответственно: $\pm 0,087$ (5,9%), $\pm 0,066$ (5,3%), $\pm 0,038$ (1,2%), $\pm 0,104$ (9,8%), $\pm 0,97$ (8,7%).

Полученные зависимости позволяют рассчитывать среднеобъемную температуру картофеля, яблок, вишни, свеклы, зеленого горошка в любой момент времени подсушивания.

Исследование показало, что увеличение нагрузки сырья на воздухораспределительную решетку незначительно сказывается на продолжительности обезвоживания и поэтому может достигать 100-120 кг/м². Продолжительность подсушивания различных кусочков нарезанных плодов и овощей пропорциональна их эквивалентным

диаметрам.

Повышение температуры и потенциала сушки теплоносителя интенсифицирует процесс обезвоживания, значительно сокращая время нахождения продукта в зоне высоких температур. Это иллюстрирует табл. I на примере зеленого горошка с уменьшением влагосодержания от 260% до 100%.

Таблица I.

Влияние температуры и потенциала сушки теплоносителя на время подсушки зеленого горошка

Температура воздуха, °C	: 80	: 90	: 100	: 110	: 120	: 130	: 140	:
Потенциал сушки в °C	: 38	: 42	: 58	: 63	: 71	: 85	: 97	:
Время обезвоживания, мин.	: 17,0	: 11,4	: 10,8	: 9,7	: 7,3	: 7,0	: 6,0	:

Продолжительность подсушивания зеленого горошка на паровой конвейерной сушилке, по данным А.С.Шеламовой, В.Н.Шлапутина с сотрудниками, составляла 50 минут, нагрузка на ленту равнялась 1,5 кг/м². Наши опыты показали, что нагрузка равная 40 кг/м² соответствует времени обезвоживания равному 6 минутам, при нагрузке -- 80 кг/м² продолжительность подсушивания зеленого горошка составляет 8 минут.

Высокотемпературное подсушивание во взвешенном слое сокращает время пребывания продукта в зоне тепловых воздействий в 3 раз, в сравнении с плотным слоем, при этом нагрузка материала увеличивается с 1,5 кг/м² до 80 кг/м², то есть в 26 раз.

Исследования высокотемпературного подсушивания показали, что температуры нагретого воздуха 100 °C и выше при обезвоживании 40-45% первоначально взятой массы продукта обеспечивают инактивацию ферментов растительного сырья и способствуют сох-

ранению и закреплению окраски. Реактивации ферментов после высокотемпературного подсушивания не наблюдалось. В табл.2 приведены данные инактивации окислительных ферментов зеленого горошка. Снижение активности ферментов происходит в первые 4-5 минут процесса подсушивания.

Таблица 2.

Инактивация окислительных ферментов зеленого горошка при высокотемпературном подсушивании

Время прогрева центра горошин, минуты	Активность ферментов, мкл O ₂ на 100 мг сырой ткани			Активность пероксидазы в относительных единицах
	аскорбин-оксидаза	полифенол-оксидаза	каталаза	
0 контроль	0,32	0,25	30,70	7,4
1	0,10	0,10	7,30	4,4
2	0	0	2,40	2,9
3	-	-	0	1,0
4	-	-	-	0
5	-	-	-	-

В табл. 3 показаны данные влияния условий тепловой обработки на некоторые компоненты зеленого горошка.

А.Т.Марх указывает, что заслуживают внимания режимы обработки при повышенных температурах, так как они значительно сокращают время процесса и обеспечивают лучшее сохранение природных компонентов. Нами доказано, что высокие температуры подсушивания во взвешенном слое обеспечивают сохранность пищевых и биологически ценных компонентов растительного сырья. Продукты, прошедшие высокотемпературную обработку, приобретают свойство хорошей восстанавливаемости и впитывания влаги при оводнении. Сокращается время разваривания и увеличивается коэффициент набухаемости.

В результате многостороннего исследования растительного пищевого сырья установлены оптимальные параметры теплоносителя.

Таблица 3.

Влияние тепловых воздействий на химический состав
зеленого горошка

Темпера- тура на- гретого воздуха в °С	Потен- циал сушки, Е, °С	Время: обра- ботки, В мин.	Влага на су- хую массу, %	Вита- мин С	Хлоро- филл	Общий сахар	Крах- мал
					мг/гг		%
Контроль	-	-	298,4	135,50	146,60	19,20	16,92
Бланширование		8 - 9	308,1	97,74	111,42	15,30	15,76
Сушка, 80	37,8	18	100,0	105,52	123,65	18,00	16,04
90	46,6	15	96,8	111,27	129,41	18,72	16,56
100	54,4	14	102,7	119,19	133,27	18,89	16,87
110	59,9	12	89,9	121,98	138,74	19,03	16,70
120	68,2	9	97,8	128,36	142,21	19,08	16,84
130	73,0	7,5	101,4	129,03	142,45	19,05	16,66
140	84,1	5,5	95,6	122,47	135,69	18,97	16,45

Оптимальные температуры воздуха: для картофеля, айвы, моркови - 120-140° С, для яблок - 120-130° С, для вишни, абрикоса - 100-120° С, для кабачков - 100-140° С, для свеклы - 120-150° С, для зеленого горошка - 100-130° С. Скорость воздуха 2 м/с для зеленого горошка и 5 м/с для остального сырья.

Установлено, что при оптимальных параметрах теплоносителя подсушивание не требует бланширования, как самостоятельной операции, что рекомендовали все исследователи до нашей работы. Отказ от бланширования уменьшает поте и ценных водорастворимых веществ растительного сырья.

Органолептические и химико-технологические исследования подтверждены данными микроскопического изучения структурных изменений в тканях растительного сырья при подсушивании, которые свидетельствуют об увеличении набухаемости продуктов после высокотемпературного подсушивания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПОДСУШЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТ.

Влияние условий замораживания определялось путем построения кривых замораживания, позволивших выяснить степень воздействия каждого фактора на процесс замораживания и выбрать лучшие режимы. На рис.3 представлены данные изменения времени замораживания зеленого горошка в зависимости от его нагрузки на воздухораспределительную решетку. С увеличением нагрузки в 2-3 раза, как видно из рисунка, продолжительность процесса замораживания незначительно увеличивается.

Исследовано влияние параметров охлаждающей среды и размера кусочков продукта на продолжительность процесса замораживания. С понижением температуры воздуха время замораживания и льдообразования сокращается. Чем меньше размер кусочков нарезанного сырья, тем интенсивнее проходит процесс замораживания и льдообразования.

Из уравнения, определяющего тепло, отводимое от замораживаемого продукта, $Q = G [C_0(t_1 - t_{кр}) + L_3 \cdot W \cdot \omega + C_m(t_{кр} - t_2)]$ видно, что наибольшую величину во всей сумме представляет тепло льдообразования, которое зависит от содержания влаги в продукте.

Подсушивание, удаляя часть влаги продукта, оказывает влияние на процесс замораживания, сокращая его продолжительность, так как уменьшается количество тепла, которое необходимо отвести от обезвоженного продукта при его замораживании. Исследование процесса замораживания растительных продуктов после подсушивания подтвердило теоретический вывод, что частично обезвоженный продукт промерзает значительно быстрее, чем контрольный не обезвоженный. На рис.3 показаны кривые замораживания зеленого горошка после предварительного подсушивания и без подсушивания. Процесс замораживания предварительно частично обезвоженного

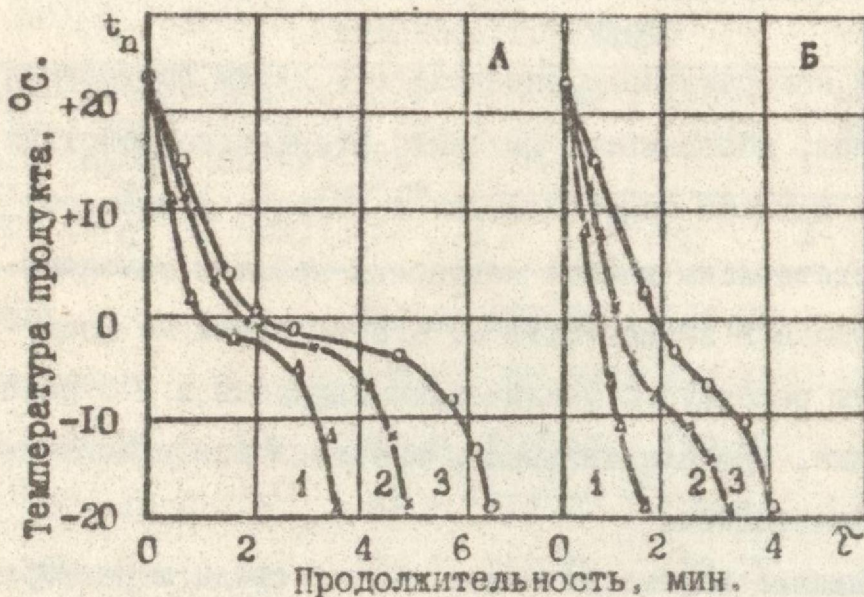


Рис. 3. Влияние нагрузки и подсушивания на продолжительность замораживания зеленого горошка: Нагрузка: 1- 10 кг/м²; 2- 20 кг/м²; 3- 30 кг/м². А - свежий горошек контроль; Б - подсушенный.

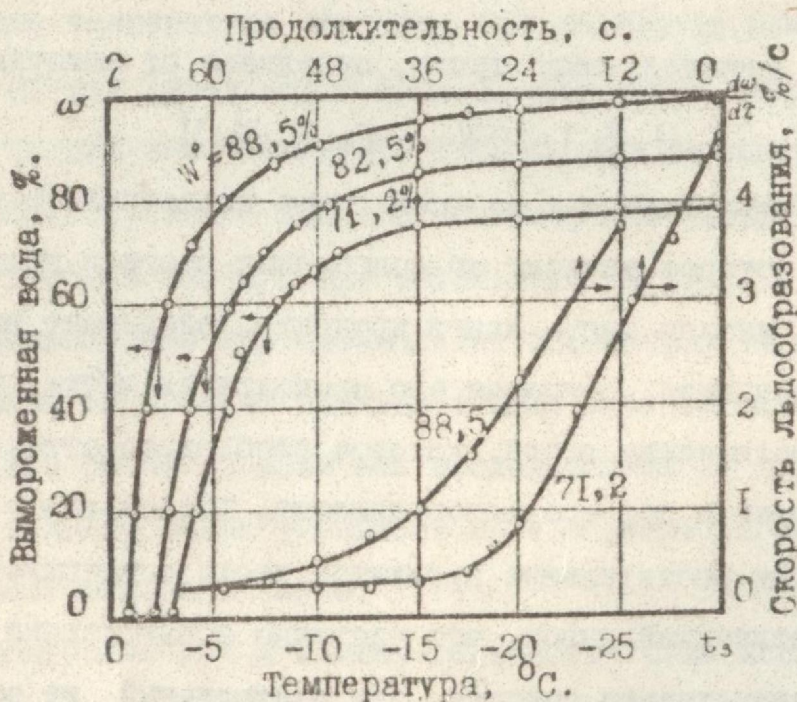


Рис. 4. Относительное количество вымороженной воды в моркови в зависимости от температуры и степени обезвоживания. Скорость льдообразования.

горошка сокращается.

Предварительное подсушивание способствует улучшению эксплуатационных характеристик морозильных аппаратов и устройств. Замораживание частично обезвоженных продуктов ускоряется в 1,5 - 2 раза.

Установлено также влияние степени обезвоживания растительных продуктов на динамику льдообразования при их замораживании. На рис. 4 показано количество вымороженной воды в продукте в зависимости от температуры замораживания и степени обезвоженности.

Наряду с исследованием условий термической обработки проведено комплексное изучение влияния технологической переработки и хранения растительных продуктов на пищевую ценность и их качество.

Подсушивание изменяет количественное соотношение входящих в продукт компонентов, концентрирует их. Изменяется фракционный состав белка продуктов, происходит их перераспределение. Возрастает растворимость белка в растворе щелочи. Уменьшается количество растворимого альбумина и глобулина.

На рис. 5 представлен фракционный состав белка зеленого горошка и картофеля при разных видах теплового воздействия. Из рисунка видно, что подсушивание переводит в нерастворимое состояние 16,8% общего количества азота; последующее замораживание повышает количество денатурированного белка незначительно.

Отдельные фракции белка неодинаково относятся к действию тепла. Содержание альбуминов снижается в результате подсушивания на 9-10%, а глобулинов - на 3-4% в сравнении с их исходным содержанием. Уменьшилось содержание спирторастворимой фракции. Часть белка утратила способность извлекаться соответствующими растворителями.

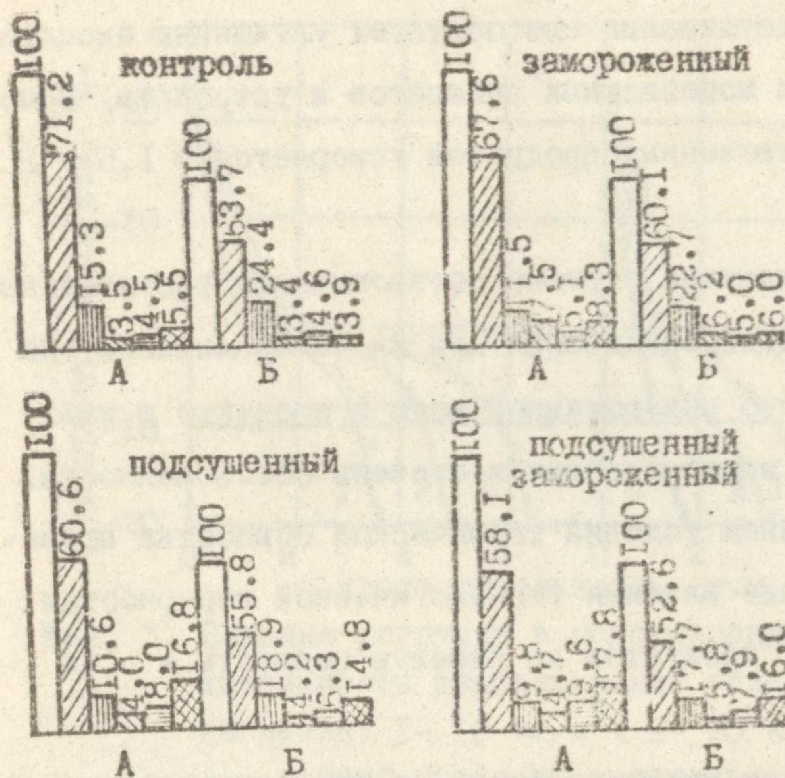


Рис. 5. Фракционный состав белков овощей. А - зеленый горошек; Б - картофель. □ - общий азот, ▨ - водорастворимая фракция; ▩ - соле-растворимая; ▧ - спирто-растворимая; ▦ - щелочерастворимая фракция; ▤ - плотный остаток, %.

Замораживание свежего зеленого горошка и картофеля показало аналогичное изменение в водно- и соле-растворимых фракциях.

Замораживание зеленого горошка после предварительного подсушивания уменьшает количество альбуминов на 13%, количество глобулинов - на 6%, увеличивает спирто-растворимую фракцию на 1%,

щелочерастворимую - на 5%. Увеличивается азот плотного остатка.

Высокотемпературное подсушивание уменьшает количество аминокислот. Более устойчивы из аминокислот лизин, гистидин, аргинин, фенилаланин и аспарагиновая кислота в картофеле, в зеленом горошке - треонин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Количественные изменения суммы незаменимых и всех аминокислот незначительны и находятся в пределах ошибки метода.

Выявлены различия в переваривании белков продуктов пищеварительными ферментами после бланширования и подсушивания. Белки горошка и картофеля перевариваются хуже после бланширования, чем после высокотемпературного подсушивания. В табл.4 показано влияние тепловой обработки на перевариваемость белков зеленого горошка пепсином и трипсином.

Таблица 4.

Атакуемость белков зеленого горошка пищеварительными ферментами

Время : Гидро- : лиза в : часах :	Фермент :	Продукты гидролиза зеленого горошка, мкг/мл				
		коэф- : роль :	бланши- : роvan- : ного :	подсу- : шенно- : го :	замороженного : с бланширо- : ванием :	с подсуши- : ванием :
1	Пепсин	10,5	21,3	25,4	22,5	27,6
2	Пепсин	15,6	31,4	33,6	32,6	35,8
3	Пепсин	24,1	46,3	48,8	48,4	50,6
Гидролиз при совместном действии ферментов						
4	Пепсин Трипсин	30,5	51,7	62,9	58,9	64,1
5	Пепсин Трипсин	44,0	69,5	75,6	70,7	78,7
6	Пепсин Трипсин	50,5	90,8	120,7	98,9	131,9

Высокотемпературное подсушивание способствует большей расщепляемости продуктов как под действием пепсина, так и трипсина.

Об увеличении атакуемости белков зеленого горошка ферментами после замораживания сообщают А.Т.Марх и А.Ф.Загибалов, подобное наблюдали В.А.Яковенко с сотрудниками при гидротермической обработке зерновых и бобовых продуктов.

Подсушивание при высоких температурах создает благоприятные условия в структуре продукта для доступа пищеварительных ферментов. На рис.6 показаны фрагменты ткани моркови. В структуре ткани, замороженной с подсушиванием, отмечаются изменения характерные для подсушенных объектов: извилистые оболочки, сдавленные клетки, цитоплазма собрана, сохранены принципиальные контуры клеток, пластины и зерна крахмала деформированы, но нет разрывов ткани. Оттаивание не вызывает отделения жидкой фазы, она впитывается обезвоженной частью ткани. Образцы имеют высокую водоудерживающую способность. Структура свойственна образцу до замораживания, при оводнении происходит максимальное восстановление. Иная картина наблюдается в структуре ткани, замороженной без

предварительного подсушивания. Протопласт съжился, отошел от оболочки, клеточные стенки извилистые, в крупноклеточных участках паренхимы возникли прорывы в результате сильного разрастания кристаллов льда, ядра сморщены. Оттаивание вызывает обильное выделение клеточного сока, который не впитывается тканью, при этом вымываются водорастворимые вещества растительных клеток. Структура претерпевает большие изменения.

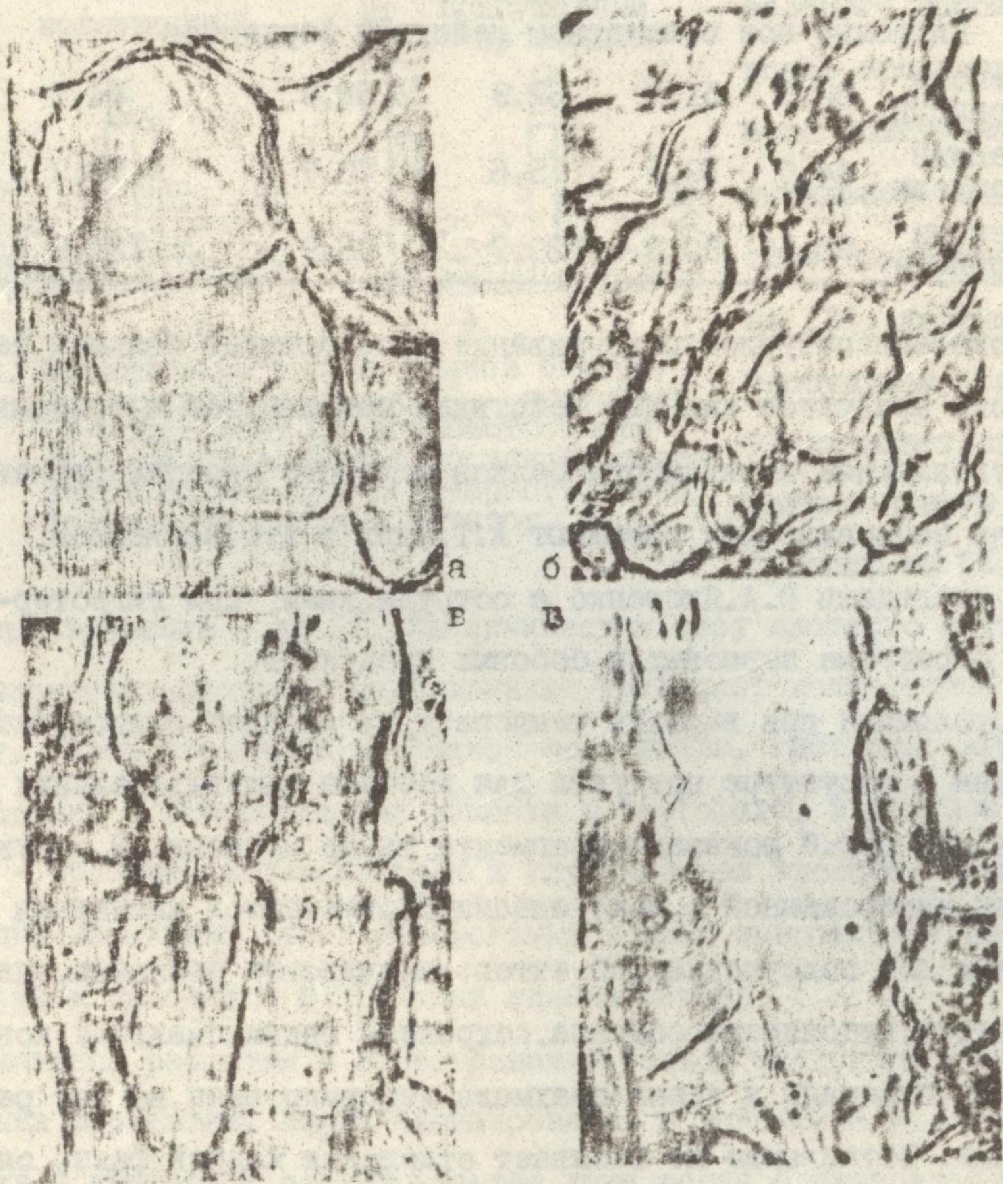


Рис. 6. Фрагменты ткани моркови: а - свежей, контроль; б - замороженной с предварительным подсушиванием; в - свежезамороженной. Увеличение: об. 20, ок. 15.

Исследования химического состава плодов и овощей показали, что комбинированный способ консервирования несущественно изменяет углеводный комплекс, содержание пектиновых, зольных веществ и клетчатки растительных продуктов. Значительные изменения наблюдаются в химическом составе свежемороженых плодов и овощей при их хранении и размораживании. В табл.5 приводятся данные химического состава некоторых плодов и овощей до и после обработки и хранения.

Спектрофотометрический анализ подтвердил, что комбинированный способ консервирования незначительно изменяет пигменты и красящие вещества плодов и овощей и способствует сохранению окраски и цвета их в процессе хранения и размораживания. На рис.7 представлена спектрограмма красящих веществ вишни.

В оценке качества обезвоженных продуктов значительное место занимает вопрос восстанавливаемости при оводнении, способность возвращать свою первоначальную форму, размер, объем и массу, способность поглощать влагу. Для продуктов растительного происхождения восстановление после такой комбинированной обработки является, по существу, частичным или условно обратимым. В данном случае можно говорить о частичном, условном восстановлении при размораживании и оводнении товарного вида или потребительского вида продукта.

Установлено, что восстановление продукта находится в зависимости от степени обезвоженности и режимов тепловой обработки в процессе консервирования. Одновременно с восстановлением производится размораживание. Размораживание зависит от условий его проведения и размера продукта. Частично обезвоженные плоды и овощи размораживаются быстрее, что связано с меньшим содержанием замороженной воды и структурными изменениями, происходящими при высокотемпературном подсушивании. В поле ИК-лучей длительность размораживания наименьшая - 12-15 секунд.

К. В. 12933

Изменение химического состава плодов и овощей при термических обработках и холодильном хранении

Показатели	До замораживания			После замораживания		Через 6 мес. хранения	
	свеж.	бланш.	подсуш.	бланш.	подсуш.	бланш.	подсуш.
Зеленый горошек "Одесский ранний 22"							
Влажность, %	78,50	80,15	59,46	80,10	59,24	80,04	59,15
Общий сахар, %	20,43	19,42	20,29	19,38	20,25	19,15	20,29
Витамин С, мг/гг	142,25	109,86	133,15	108,75	131,06	97,54	122,98
Тиамин, мг/гг	1,39	1,04	1,25	0,97	1,20	0,75	1,15
Рибофлавин, мг/гг	0,75	0,60	0,68	0,58	0,58	0,53	0,62
Общий азот, %	5,29	5,11	5,29	5,12	5,29	5,11	5,20
Картофель "Столовый"							
Влажность, %	77,25	79,08	60,34	78,94	60,25	79,00	60,35
Общий сахар, %	5,14	4,21	5,15	4,15	5,10	3,95	5,08
Крахмал, %	71,48	68,22	70,96	66,81	70,12	65,57	68,80
Пектин, %	3,74	3,29	3,56	3,30	3,50	2,99	3,35
Витамин С, мг/гг	43,45	38,06	39,76	37,77	38,84	27,18	31,95
Тиамин, мг/гг	0,31	0,28	0,30	0,28	0,31	0,27	0,29
Общий азот, %	2,57	2,31	2,50	2,35	2,48	2,30	2,45
Показатели	свеж. : подсуш.		свеж. : подсуш.		свеж. : подсуш.		
Вишни "Подольская"							
Влажность, %	81,63	63,58	81,96	63,31	81,78	62,98	
Кислотность, %	6,64	6,54	6,60	6,57	6,75	6,57	
Общий сахар, %	60,53	60,88	59,87	60,25	57,89	60,20	
Пектин, %	2,39	2,35	2,40	2,33	2,20	2,37	
Витамин С, мг/гг	94,76	92,27	61,83	91,41	58,86	87,35	
Клетчатка, %	5,98	5,95	5,95	5,91	5,96	5,95	
Абрикосы "Краснощекий"							
Влажность, %	84,90	75,29	84,85	75,08	84,60	74,88	
Кислотность, %	9,47	9,55	9,35	9,63	9,75	9,55	
Общий сахар, %	52,00	49,84	51,48	49,28	42,05	49,11	
Пектин, %	6,89	7,01	7,26	8,02	6,87	7,09	
Витамин С, мг/гг	82,25	74,05	65,08	71,62	51,44	66,81	
Каротиноиды, мг/гг	14,24	13,76	14,06	13,45	12,41	12,53	
Р-активные вещества, мг/гг	377,5	334,0	345,5	325,5	175,2	286,6	
Тиамин, мг/гг	0,462	0,401	0,429	0,388	0,297	0,374	
Рибофлавин, мг/гг	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	

Собозначения: свеж. - свежие контрольные образцы; бланш. - бланшированные; подсуш. - подсушенные.

Кислотность определялась по яблочной кислоте.

Варка — наиболее интенсивная форма процесса восстановления. Для замороженных с предварительным подсушиванием продуктов рекомендуется применять температуры от 70 до 100° С. С увеличением экспозиции оводнения, с повышением температуры происходит увеличение объема и массы продукта, но до определенного предела. Процессы набухания и оводнения взаимосвязаны. В первые 15–20 минут превалирует процесс оводнения. В дальнейшем он замедляется и преобладает процесс набухания.

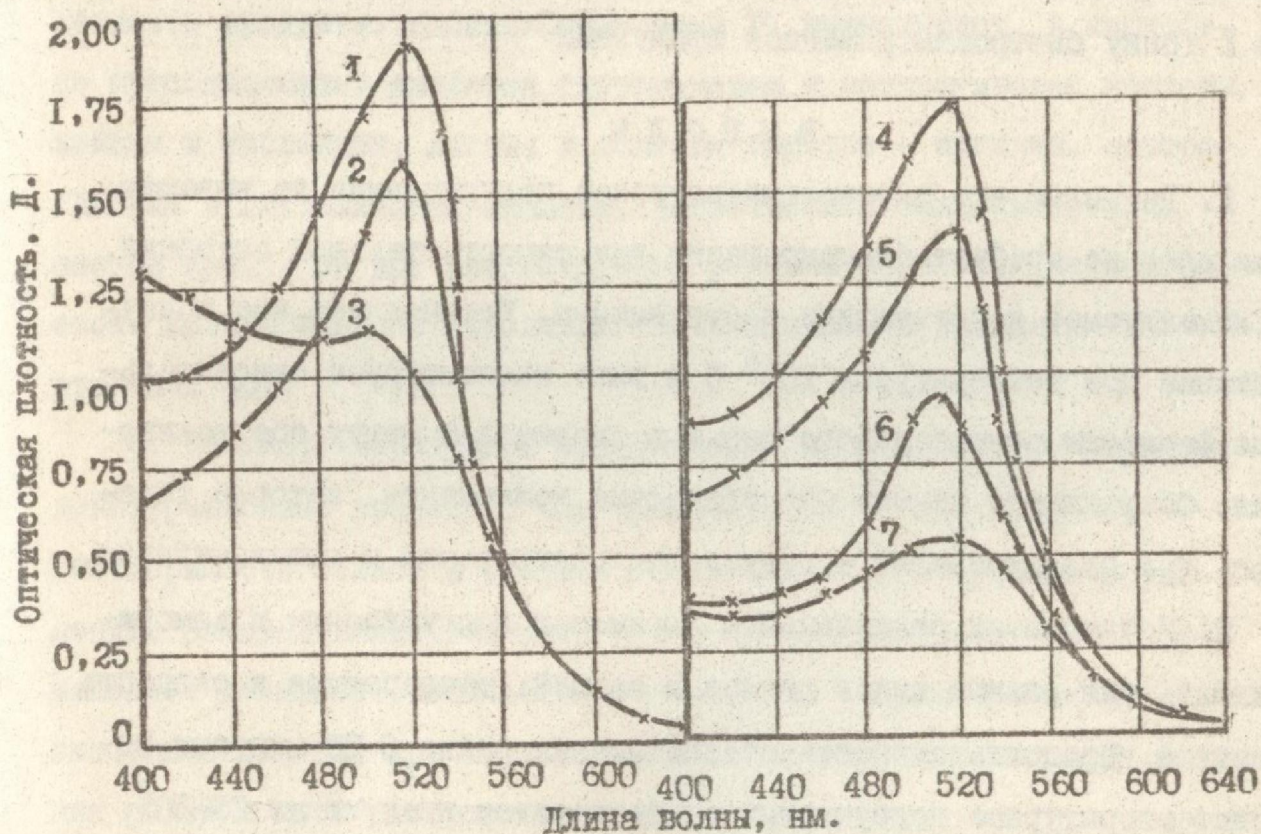


Рис. 7. Красящие вещества вишни: 1— свежий образец контроль ; 2— подсушенный; 3— стерилизованный; 4— свежемороженый; 5— замороженный после подсушивания; 6 и 7 — после 10 мес. хранения: 6— замороженный после подсушивания и 7— свежемороженый образцы.

Проверка разработанной технологии консервирования в производственных условиях подтвердила основные выводы лабораторных исследований. Результаты исследования положены в основу разработанной нормативно-технической документации на производство быстрозамороженных продуктов и полуфабрикатов для общественного питания, которая передана Минпищепрому СССР для внедрения.

Выработанные в соответствии с разработанной технической документацией быстрозамороженные продукты отвечали требованиям ТУ и получили высокие оценки на дегустациях и в школе-интернате, где проводилась клиническая апробация продуктов Институтом питания АМН СССР.

Экономический эффект от внедрения комбинированного способа консервирования по предварительным данным составляет 60 рублей на I тонну быстрозамороженной продукции

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что высокотемпературное подсушивание во взвешенном слое не требует бланширования, как самостоятельной операции, рекомендуемой действующими инструкциями. Установлено, что подсушивание при температурах 100°C и выше инактивирует окислительные ферменты растительного сырья в первые 4-5 минут обезвоживания. Сохраняются ценные биологические компоненты, которые терялись при бланшировании в результате растворения и выщелачивания.

2. Установлены рациональные параметры подсушивания и замораживания для разных видов плодов и овощей: температура и скорость воздуха. Продолжительность обезвоживания равна 6-20 минутам. Высокотемпературное подсушивание, обезвоживая продукт на 25-30%, способствует сокращению процесса замораживания в 2 раза.

3. Подсушивание и замораживание во взвешенном слое позволяет применять нагрузку в 4-17 раз большую, чем на установках неподвижного и плотного слоя, способствует улучшению эксплуатационных характеристик установок при тех же параметрах процесса замораживания.

4. Выявлены закономерности процесса подсушивания и замораживания в состоянии взвешенного слоя методом термографии. Установлен характер изменения температуры материала при подсушивании и последующем замораживании. Получены зависимости

критерия Ребиндера от количества удаляемой влаги при частичном обезвоживании яблок, вишни, зеленого горошка, картофеля и свеклы.

5. Изменения химического состава растительных продуктов при высокотемпературном подсушивании и холодильном консервировании незначительны. После комбинированной обработки сохраняется высокое содержание веществ, определяющих биологическую ценность продукта. Идентифицированы 17 аминокислот, в картофеле преобладающими являются глутаминовая и аспарагиновая кислоты, лейцин и изолейцин, лизин; в зеленом горошке - аргинин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Качественный аминокислотный состав продукта при рекомендуемых режимах обработки не изменяется. Количественные изменения незначительны и находятся в пределах $\pm 5\%$.

6. Высокотемпературное подсушивание вызывает более глубокие денатурационные процессы, чем замораживание, что уменьшает растворимость белков в растворителях при их фракционном разделении. Замораживание зеленого горошка с предварительным подсушиванием уменьшает количество растворимых альбуминов на 13%, глобулинов на 6%; при этом увеличивается щелочерастворимая фракция на 5% и азот плотного остатка на 12%.

7. Установлено, что перевариваемость белковых веществ в продуктах после высокотемпературного подсушивания возрастает в 1,5-2,4 раза, а крахмал - в 2-4 раза. Это значительно улучшает пищевую ценность и усвояемость продуктов холодильного консервирования с подсушиванием.

8. Исследованы размораживание и восстановление продуктов холодильного консервирования с высокотемпературным подсушиванием. Интенсивность процессов изменяется вследствие увеличения пористости структуры продуктов при высокотемпературном подсушивании.

9. Показана целесообразность использования продуктов, консервированных холодом с высокотемпературным подсушиванием, в сети общественного питания, для поставок на кондитерские фабрики, экспедициям. В таких продуктах выше степень перевариваемости белков и крахмала, лучше сохраняется естественный цвет. Продолжительность кулинарной обработки и затраты труда в сфере реализации этих продуктов сокращаются.

10. Производственные испытания подтвердили технологическую и технико-экономическую эффективность технологии. Проведенные исследования позволили уточнить режимы производства быстрозамороженных продуктов с предварительным подсушиванием. Результаты исследования были использованы при разработке нормативно-технической документации на производство быстрозамороженных продуктов и полуфабрикатов, которая принята к внедрению Минпищепромом УССР.

Экономическая эффективность от внедрения комбинированного способа консервирования замораживанием с высокотемпературным подсушиванием составляет 60 рублей на 1 тонну быстрозамороженной продукции.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Кротов Е.Г., Гончаренко А.М., Вишневецкий Е.Д., Елисеев В.Н. Исследование условий холодильного хранения и продление сроков сохранности сочного растительного сырья. В кн.: Итоги научных исследований Кишиневского политехнического института им. С.Лазо за 1973 г., Кишинев, 1974.
2. Матиенко Б.Т., Елисеев В.Н., Кротов Е.Г. Изменения в анатомической и субмикроскопической организации плодов кабачков при подсушивании и замораживании. Известия АН МССР, серия биологических и химических наук, № 2, 1975.
3. Кротов Е.Г., Гришин М.А., Елисеев В.Н. Интенсификация про-

- цесса замораживания плодов и овощей с предварительным подсушиванием. В сб.: Холодильная техника и технология., Киев, Техніка, вып. 20, 1975.
4. Кротов Е.Г., Плужников И.И., Елисеев В.Н., Вишневецкий Е.Д., Федюнина Н.А. Влияние условий замораживания на водоудерживающую способность, структуру и биохимические показатели качества овощей. Бюллетень Международного Института Холода, Париж, № 3, том 55, 1975.
 5. Елисеев В.Н., Кротов Е.Г., Гришин М.А. Влияние процесса замораживания с предварительным подсушиванием на пищевую ценность плодов и овощей. В сб.: Холодильная техника и технология., Киев, Техніка, вып. 22, 1976.
 6. Елисеев В.Н. Интенсификация процесса замораживания зеленого горошка и картофеля с предварительным обезвоживанием. В сб.: Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. Межвуз. сб. научн. тр. № 1, Л., 1976.
 7. Кротов Е.Г., Вишневецкий Е.Д., Елисеев В.Н. Исследование условий замораживания растительного сырья. В сб.: Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. Межвуз. сб. научн. тр. № 1, Л., 1976.
 8. Елисеев В.Н., Кротов Е.Г., Гришин М.А. Исследование изменений растительного сырья при холодильном консервировании с предварительным подсушиванием. В сб.: Холодильная техника и технология. Киев, Техніка, вып. 23, 1976.
 9. Елисеев В.Н., Вишневецкий Е.Д. Влияние интенсифицированных режимов замораживания на качество плодов и овощей. В сб.: Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. Межвуз. сб. научн. тр. № 1, Л., 1976.
 10. Вишневецкий Е.Д., Елисеев В.Н. Замораживание измалъченных и пюреобразных продуктов. В сб.: Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. Межвуз. сб. научн. тр. № 1, Л., 1976.

БР 10626

Подписано к печати 20.05.77 г. Формат 1/16
Объем 1,5 п.л. Уч.-изд.л. 1,5. Бумага
для множительных аппаратов. Зак. № 97
Тираж 180 экз.

Лаборатория фотомеханической печати ОТИШ
имени М.В.Ломоносова, Одесса, Свердлова, 112