

Двтор ерр,  
М 20

Министерство высшего и среднего специального  
образования У С С Р

Одесский технологический институт пищевой  
промышленности имени М. В. Ломоносова

На правах рукописи

**МАЛЫШЕВ Станислав Дмитриевич**

**ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ  
ПЛОДОВ И ЯГОД НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ ПРОЦЕССА  
ВАРКИ ВАРЕНЬЯ**

Специальность 05.18.13 -  
Технология консервирования  
пищевых продуктов

**Автореферат**

**диссертации на соискание учёной степени кандидата  
технических наук**

г. Одесса - 1974г.

Министерство высшего и среднего специального  
образования УССР

Одесский технологический институт пищевой  
промышленности имени М.В. Ломоносова

На правах рукописи

МАЛЫШЕВ Станислав Дмитриевич

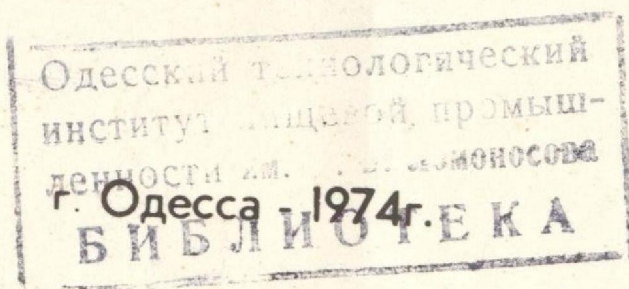
ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ  
ПЛОДОВ И ЯГОД НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ ПРОЦЕССА  
ВАРКИ ВАРЕНЬЯ

Специальность 05.18.13-  
Технология консервирования  
пищевых продуктов

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени кандидата  
технических наук

К. В. 12337



Работа выполнена в технологической лаборатории филиала  
Всесоюзного научно-исследовательского института консервной и  
овощесушильной промышленности, на Бобунарском опытно-экспе-  
риментальном, Симферопольском и Ленинадском консервных заводах.

Научные руководители:

доктор технических наук - В. И. Рогачев

доктор технических наук, профессор - А. Ф. Марх

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор - Б. Л. Флауменбаум

кандидат технических наук - Е. И. Соловьева

Ведущее предприятие: республиканское объединение

Молдплодоовощпром

Автореферат разослан " 28 " июня 1974 г.

Защита диссертации состоится " " \_\_\_\_\_ 1974 г

на заседании Совета Одесского технологического института пице-  
вой промышленности им. М. В. Ломоносова, г. Одесса, ул. Свердлова,  
112.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных пе-  
чатью учреждения, просим направлять в Совет института по адресу:  
270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

Ученый секретарь Совета

Л. А. Запорожец

## ВВЕДЕНИЕ

К концу девятой пятилетки выработка варенья должна составить 222,3 млн. условных банок, что на 40 млн. условных банок больше по сравнению с выработкой в предыдущем пятилетии. Такое увеличение возможно за счет интенсификации технологического процесса варки варенья и создания более совершенного оборудования, позволяющего непрерывно осуществлять весь технологический цикл.

Существенным вкладом в улучшении производства варенья явились способы О.А.Вернера, И.И.Адамовского, С.С.Филатова и П.С.Железкова, М.Б.Лысянского, Т.Я.Розенбаум и др. В настоящее время наиболее широкое применение в практике нашел способ многократной варки в вакуум-аппаратах, разработанный В.И.Рогачевым и А.Н.Самсоновой.

Одним из путей дальнейшей интенсификации процесса варки варенья может стать выбор метода и оптимальных его параметров воздействия на ткань плодов и ягод перед их варкой, что позволит

-сократить или полностью устранить "выстойку" плодов и ягод;

-использовать сахарные растворы повышенной концентрации;

-улучшить качество готовой продукции за счет уменьшения потерь ценных составных частей сырья;

-повысить эффективность производства.

Желательно, чтобы такой способ был приемлем для всех видов плодов и ягод, в том числе и для сырья, разваривающегося при нагревании.

Предварительные опыты автора показали, что перспективными при производстве варенья являются методы обработки плодов и ягод

нагреванием, ионизирующими излучениями, замораживанием. Выбор из них наиболее эффективного явилось целью настоящей работы.

Диссертация изложена на 188 страницах машинописного текста, включает 36 таблиц, 24 рисунка, 6 приложений. Список литературы содержит 149 наименований, из них 47 на иностранных языках.

В первой главе представлен обзор отечественных и зарубежных исследований по влиянию различных факторов на проницаемость растительной ткани, методы предварительной обработки плодов и ягод для ускорения процесса массообмена.

Чтобы полнее представить пути интенсификации массообмена между плодами и сиропом рассмотрена структура растительной клетки, особенности строения составляющих её элементов и свойства проницаемости; действие ряда факторов (нагревание, электрический ток, ионизирующие излучения, замораживание) на биологические объекты и на химический состав плодов и ягод. Рассмотрение литературных данных позволило определить необходимость проведения настоящей работы в следующих направлениях:

-Выбор критериев эффективности режима предварительной обработки сырья;

-Исследование методов подготовки плодов и ягод нагреванием, воздействием ионизирующих излучений и замораживанием; сопоставление их между собой и выбор наиболее рационального метода подготовки сырья к варке;

-Разработка технологического процесса производства варенья при использовании выбранного метода подготовки сырья; исследование качества варенья, выработанного по новой и существующей технологии;

-Выявление технико-экономической эффективности предлагаемой технологии варки варенья.

Во второй главе указываются объекты исследования, описана конструкция применяющейся аппаратуры и приборов, изложены методы исследования, приведены способы статистической обработки полученного экспериментального материала.

Третья глава содержит экспериментальный материал относительно выбора объективного показателя для определения оптимальных параметров методов предварительной обработки плодов и ягод с целью ускорить процесс массообмена во время варки варенья. Дается сравнительная оценка скорости массообмена после обработки плодов и ягод нагреванием, гамма-облучением, замораживанием.

Поскольку наилучшие результаты были получены после замораживания сырья, наиболее подробно представлены экспериментальные данные по выбору параметров замораживания, разработке новой технологии варки варенья и качеству варенья, выработанного по существующей технологии и с предварительным замораживанием плодов и ягод.

Четвертая глава посвящена технико-экономической эффективности производства варенья из предварительно замороженного сырья.

Работа проводилась в технологической лаборатории филиала ВНИИКОП. Исследования по разработке метода и изучению массообмена плодов с помощью меченой глюкозы выполнены в радиоизотопной лаборатории Института физиологии растений АН СССР. Производственные испытания проведены на Богучаровском экспериментальном консервном заводе, Симферопольском консервном заводе им. I Мая и на заводе Лени-набадского объединения консервной промышленности Таджикской ССР.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным объектом исследований явились яблоки помологических сортов, отвечающие требованиям, предъявляемым к сырью для варки варенья (Штрейфлинг, Коричное, Пепин шафранный, Бельфлер-Китайка, Ранет шампанский, Северянка, Джонатан), а также относящихся к, так называемым, "разваривающимся" сортам (Антоновка, Грушевка). При разработке новой технологии варки варенья брали также землянику, черную смородину, черноплодную рябину, вишни и абрикосы.

Для тепловой обработки применялась термостатируемая вакуумная камера, снабженная медно-константановыми термопарами, подключенными к потенциометру УПИП-60М.

Облучение опытных образцов проводили на гамма-установке Богучаровского филиала ВНИИКОП. Облучатель установки выполнен в виде двух параллельных пластин (650x350 мм), собранных из стандартных стержней Со-60, Расстояние между пластинами можно было изменять в пределах от 100 до 700 мм, что позволяло получать внутреннее и внешнее поле с широким диапазоном мощности дозы (8-800 рад/сек).

Для замораживания плодов и ягод применяли способ флюидизации (при температуре среды  $-35^{\circ}\text{C}$ ) и замораживание без принудительной циркуляции воздуха (температура среды от  $-20$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ ).

Изменяя условия замораживания, варьировали скорость понижения температуры замораживания плодов и ягод в пределах от 0,2 до  $4,0^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ .

Оттаивание замороженного сырья осуществляли двумя способами: на воздухе при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  и горячей водой при  $100^{\circ}\text{C}$ .

О технологическом эффекте метода предварительной обработки плодов и ягод судили по изменению клеточной проницаемости их ткани, по степени повреждения клеток, по микрофотограммам срезов ткани, по показателю массообмена ( $\frac{\Delta W}{\Delta S}$ ), отражающему изменение содержания воды и сахара в образцах, по степени сохранения первоначального объема плодов и ягод.

Для изучения изменения клеточной проницаемости растительной ткани в зависимости от метода предварительной обработки был выбран метод, разработанный Б.Л. Флауменбаумом, основанный на измерении электропроводности. Метод модифицирован нами включением в схему электронного потенциометра ЭПП-09М2, позволяющего непрерывно записывать полученные данные.

Микрофотосъемку срезов ткани плодов и ягод производили на пленку типа микрат Л-200.

Степень разрушения клеток плодов и ягод определяли экспресс-методом, разработанным Б.Л. Флауменбаумом и Г.А. Гереевым.

В качестве основного критерия оценки эффективности того или иного воздействующего фактора на растительную ткань нами принималась интенсивность массообмена плодов и ягод в сахарном сиропе различной концентрации, при разных условиях температуры и давления. Заданный режим варки обеспечивался устройством, снабженным обратным холодильником для поддержания постоянной концентрации сахарного сиропа, ресивером для поддержания заданной величины вакуума, вакууметром, контролирующим величину разрежения, потенциометром, контролирующим температуру опыта.

Применение меченой глюкозы ( $C^{14}$ ) позволило с высокой точностью (погрешность не превышала 1%) дать окончательную сравнительную оценку воздействия оптимальных параметров нагревания, ионизирующих излучений и замораживания на ткань плодов и ягод. Измерение активности препаратов проводили с помощью радиометра ПП-8 и торцевого счетчика Т-25-БФЛ.

Измерение объема плодов и ягод проводилось устройством, состоящим из двух сообщающихся сосудов. Один из них был в виде цилиндра ( $D_{\text{цилиндра}} \gg D_{\text{образца}}$ ), другой пипеткой малого диаметра. Уровень воды в пипетке проектировался на экран миллиметровой бумаги, служившей шкалой отсчетов.

Качество варенья, выработанного по существующей и разработанной технологии сравнивали по содержанию сахаров, общей кислотности, аскорбиновой кислоты общепринятыми методами химико-технологического контроля консервного производства, содержание витамина  $B_2$  определялось флюорометрическим методом.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что все применяемые методы измерения были удовлетворительной точности и погрешность не превышала 5%. Результаты опытов показаны как среднеарифметические величины.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

I. Изучение различных способов подготовки плодов и ягод для ускорения варки варенья.

### I. I. Тепловая обработка

Применяемая в настоящее время тепловая обработка плодов-слиширование приводит к значительной потере (до 40%) ценных раст-

воримых веществ - сахаров, органических кислот, минеральных солей, ароматических и красящих веществ. Для того, чтобы лучше сохранить эти вещества потребовалось установить оптимальные параметры (время, температуру) бланширования.

По результатам измерения клеточной проницаемости яблочной ткани было установлено, что для яблок (сорт Штрейфлинг) оптимальное время бланширования при 70°C составило 5'30", при 85°C - 3', при 90°C - 2'15", при 100°C - 1'10". Повышение температуры приводит к уменьшению потерь растворимых сухих веществ вследствие сокращения продолжительности экспозиции (табл. I.).

Т а б л и ц а I

Изменение содержания сухих веществ и воды в яблоках сорта Штрейфлинг после различных режимов бланширования.

№ пп	Показатели процесса	Режим бланширования			
		70°C	85°C	90°C	100°C
		5'30"	3'00"	2'15"	1'10"
1	Потери сухих веществ (в %)	27,6	25,5	22,5	21,7
2	Увеличение содержания воды (в %)	2,4	2,78	2,81	3,61

Изучение массообмена (табл. 2) свидетельствует о том, что после обработки яблок при высокой температуре (100°C) и краткой экспозиции (1'10") процесс поступления сахара в яблочную ткань протекает наиболее интенсивно, а количество воды выделяется в меньших количествах, нежели при других режимах обработки.

Т а б л и ц а 2

Влияние режима бланширования на массообмен между яблоками (сорт Штрейфлинг) и 40%-ным раствором сахара

№ пп	Показатели процесса	Небланшированные	Режим бланширования				
			70°	80°	85°	90°	100°
			5'30"	3'10"	3'00"	2'15"	1'10"
1.	Количество сахара, проникшего внутрь плодов (г/100 г плодов)	3,57	3,91	4,48	4,61	4,67	5,26
2.	Количество воды, вышедшей из плодов (г/100 г плодов)	7,08	7,77	7,08	6,84	6,53	6,36

Анализ полученных данных позволяет считать, что выбор оптимальных условий воздействия заданного способа обработки плодов и ягод для ускорения их массообмена с сахарным раствором может основываться на определении максимальных значений клеточной проницаемости ткани.

### 1.2. Воздействие ионизирующих излучений

Применяя различные дозы гамма-облучения плодов (до 800 крад) установлено, что клеточная проницаемость их ткани увеличивается после облучения лишь на 3-8%. Визуальные наблюдения под микроскопом за изменением структуры яблочной ткани не выявили существенных нарушений агрегатного состояния протоплазмы клеток при этих дозах облучения.

Коэффициент эффективности облучения при данной дозе  $R$  ( $K_R$ ), который представляет отношение количества поступившего сахара после той или иной дозы облучения ( $\Delta S_R$ ) к количеству сахара, поступившего в контрольные образцы ( $\Delta S_K$ ), для яблок сорта Антоновка оказался наибольшим при дозе облучения 200 крад и равнялся 1,26, а для яблок Бельфлер-китайка - при 50 крад и равнялся 1,14.

Влияние температуры на изменение клеточной проницаемости свежих образцов и облученных дозами до 800 крад представлено на рис. I.

Изменение клеточной проницаемости ( $\mu$ ) яблочной ткани свежей и облученной дозами до 300 крад идентично и представляется в виде логистической функции:

$$\mu = \frac{A}{1 + 10^{(a+bt)}} + C;$$

где  $A$  - расстояние между асимптотами;  
 $C$  - расстояние между нижней асимптотой и осью абсцисс;  
 $t$  - температура;  
 $a, b$  - эмпирические коэффициенты.

Иной характер кривой (5) наблюдается при дозе облучения 800 крад, когда уже при 40°C наступает значительное изменение клеточной проницаемости, а максимальное её значение достигается при температуре 60°C.

Экспериментально было установлено, что уже на второй день после облучения происходят пострadiационные изменения клеточной проницаемости яблочной ткани, облученной дозой до 300 крад, и более значительные изменения при дозах 600 и 800 крад.

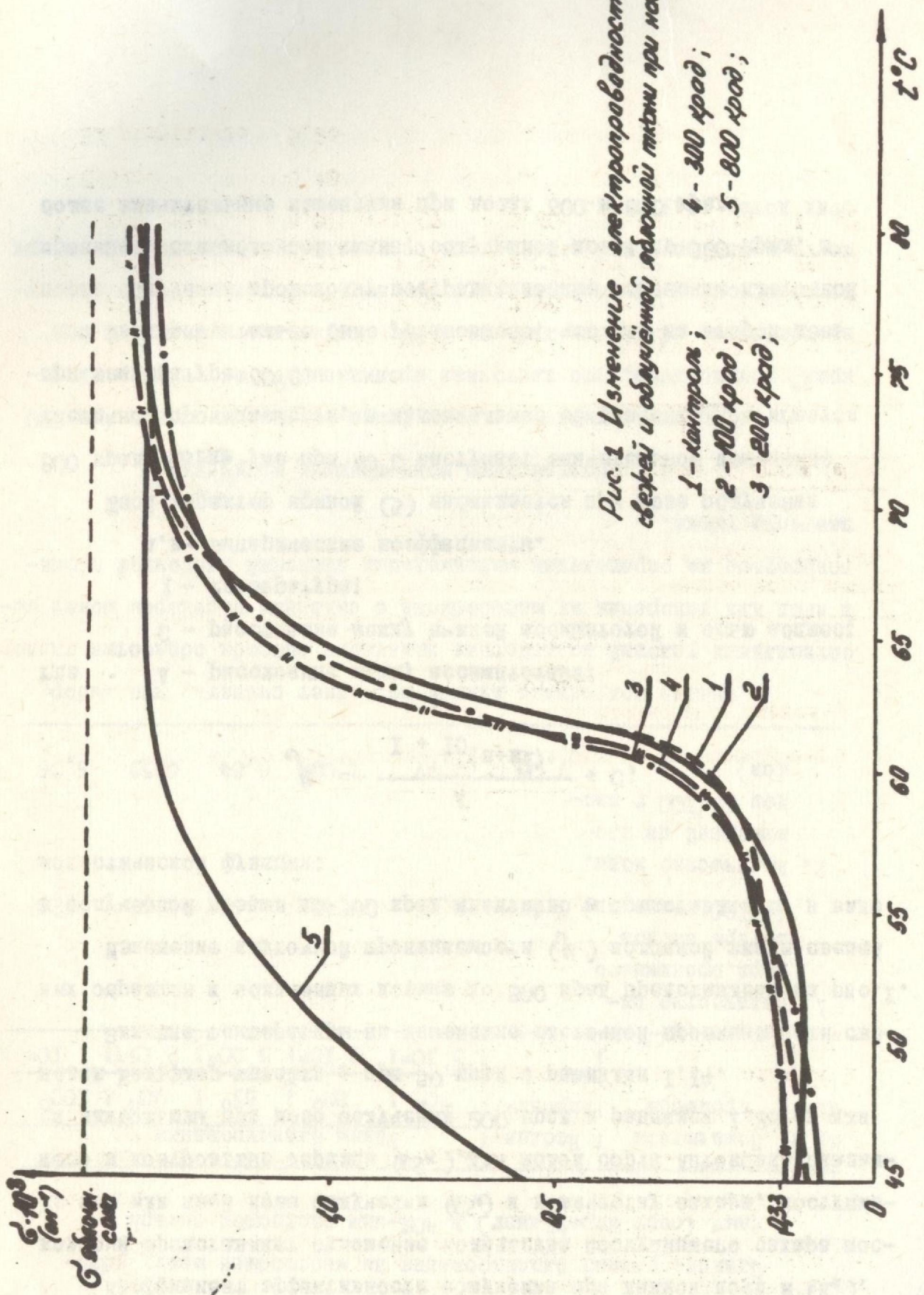


Рис. 1 Изменение электропроводности свежей и облучённой яблочной ткани при нагревании.

На микрофотограммах клеток облученной яблочной ткани после хранения замечается потеря тургора некоторыми клетками, их деформация (сжатие оболочки) и денатурационные изменения протоплазмы клеток. Такие изменения наблюдались на 3-й день хранения после облучения дозами 600 и 800 крэд. На 5-ый день аналогичные изменения наблюдались и в образцах, облученных дозой 50 и 300 крэд.

Степень насыщения ткани яблок сахаром и отдачи воды в зависимости от дозы ионизирующих излучений и продолжительности последующего хранения показана в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Степень насыщения ткани яблок (сорт Втрейфлинг) сахаром и отдачи воды после хранения в зависимости от дозы ионизирующих излучений.

Метод обработки плодов	Количество сахара, про- ниженного внутри плодов (г/100г плодов)			Количество воды, вышед- шей из плодов (г/100г плодов)		
	Сроки хранения плодов после гамма-облучен. (сут.)					
	2	3	6	2	3	6
Облучение						
100 крэд	3,46	3,60	3,81	7,08	8,52	9,19
200 крэд	3,54	3,62	3,98	7,50	8,70	10,24
300 крэд	3,57	3,99	4,71	7,67	9,01	10,35
800 крэд	4,81	5,07	5,60	11,54	12,36	14,22
Свекле	3,48	-	-	7,21	-	-
Бланширование	5,26	-	-	6,36	-	-

Из приведенных данных видно, что насыщение сахаром яблочных образцов находится в зависимости от дозы облучения и от срока их хранения после облучения. Однако после тепловой обработки плодов массообмен происходит более интенсивно и отношение количества вышедшей воды ( $\Delta W$ ) к количеству поступившего сахара ( $\Delta S$ ) наиболее благоприятно (1,21), тогда как у облученных дозой 800 крад после шестидневного хранения  $\frac{\Delta W}{\Delta S} = 2,52$ , у необлученных - 2,07.

### 1.3. Замораживание

Изучалось влияние конечной температуры замораживания, скорости понижения температуры плодов и ягод, скорости размораживания на их структуру и клеточную проницаемость и влияние этих изменений на скорость массообмена плодов и ягод с сахарными растворами различной концентрации.

Опыты подтвердили, что при понижении температуры замораживаемых плодов и ягод увеличивается клеточная проницаемость их ткани (рис.2). Максимальное увеличение для ткани яблок достигается при медленном замораживании её до  $-21^{\circ}\text{C}$  и последующем медленном оттаивании на воздухе при комнатной температуре.

В процессе замораживания растительной ткани происходит образование мелких и крупных кристаллов льда в зависимости от скорости теплоотвода. Медленное замораживание приводит к большим нарушениям структуры ткани, что способствует образованию пористой структуры ткани, наиболее благоприятной для ускорения массообмена при варке.

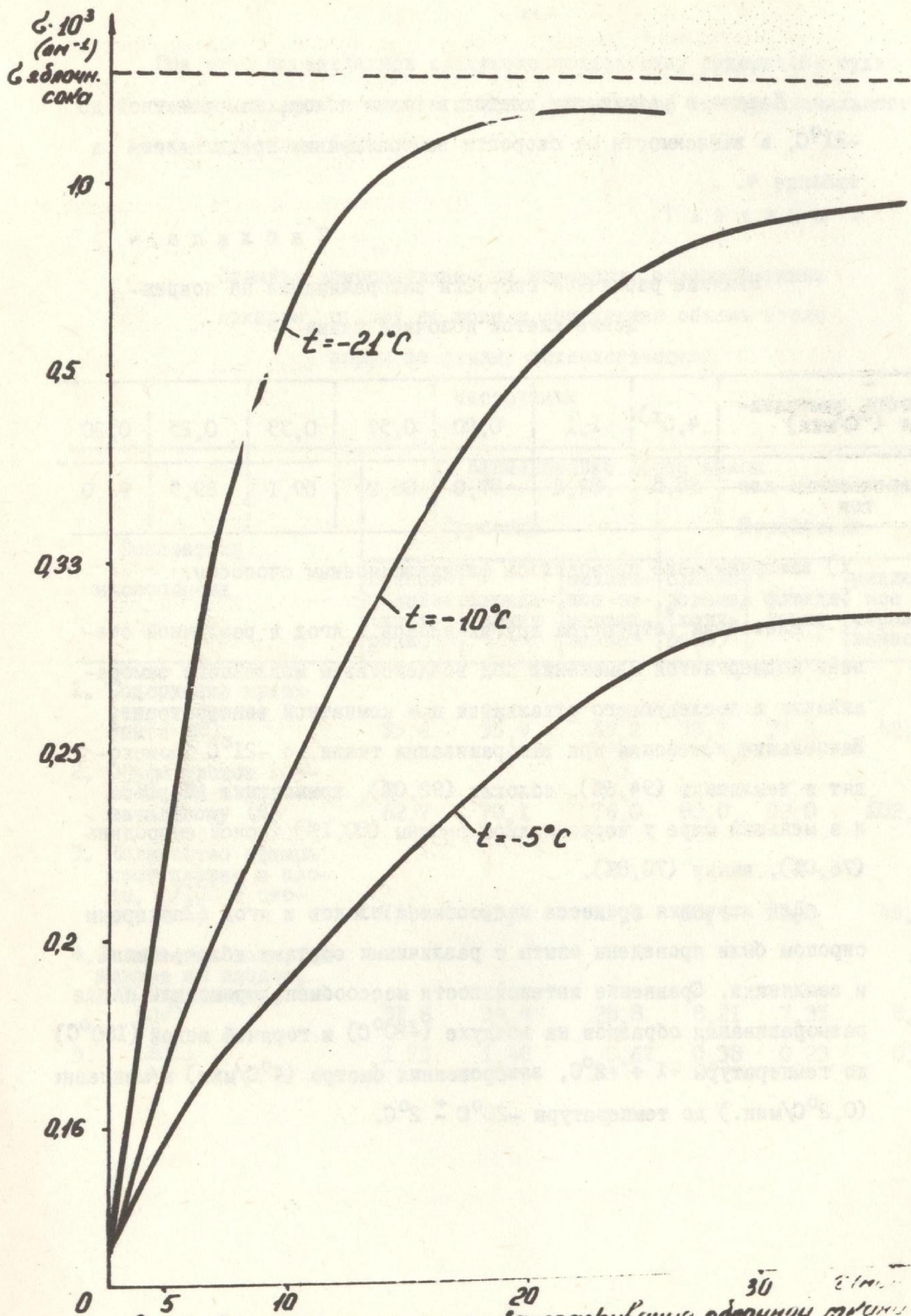


Рис. 2. Влияние температуры замораживания явочной ткани на степень её клеточной проницаемости в процессе оттаивания

Данные о разрушении клеток в ткани яблок, замороженной до  $-21^{\circ}\text{C}$ , в зависимости от скорости замораживания представлены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Влияние различной скорости замораживания на повреждение клеток яблочной ткани

Скорость замораживания ( $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ )	4,0 <sup>x</sup> )	1,1	0,80	0,57	0,33	0,25	0,20
% поврежденных клеток	68,5	82,2	87,0	88,2	89,1	89,5	92,0

x) замораживание проводилось флкдизационным способом.

Клеточная структура других плодов и ягод в различной степени подвергается изменению под воздействием медленного замораживания и последующего оттаивания при комнатной температуре. Наибольшие изменения при замораживании ткани до  $-21^{\circ}\text{C}$  происходят в землянике (94,6%), яблоках (92,0%), крыжовнике (86,1%) и в меньшей мере у черноплодной рябины (80,1%), черной смородины (76,0%), вишни (70,8%).

Для изучения процесса массообмена плодов и ягод с сахарным сиропом были проведены опыты с различными сортами яблок, вишни и земляники. Сравнение интенсивности массообмена проводили после размораживания образцов на воздухе ( $+20^{\circ}\text{C}$ ) и горячей водой ( $100^{\circ}\text{C}$ ) до температуры  $+1 + 2^{\circ}\text{C}$ , замороженных быстро ( $4^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ ) и медленно ( $0,2^{\circ}\text{C}/\text{мин.}$ ) до температуры  $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

При этом определялись следующие показатели: содержание сухих веществ, сахаров и воды в плодах, сохранение их первоначального объёма (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Влияние замораживания на насыщение яблочной ткани сахаром, отдачу её воды и сохранение объёма после варки по режиму технологической инструкции

Показатели массообмена	Наименование сорта яблок					
	Грушевка			Штрейфлинг		
	бланши- рование (конт- роль)	флюиди- зация	медлен- ное за- моражи- вание	бланши- рование (конт- роль)	флюиди- зация	медлен- ное за- моражи- вание
1. Содержание сухих веществ после опыта (%)	33,6	35,9	49,2	33,7	37,3	42,6
2. Объём плодов после опыта к первоначальному (%)	62,7	70,1	76,0	80,0	92,0	102,0
3. Количество сахара, поступившее в плоды, г/100 г плодов ( $\Delta S$ )	19,4	23,5	43,8	30,4	32,0	49,5
4. Количество воды, вышедшее из плодов, г/100 г плодов, ( $\Delta W$ )	31,6	34,4	28,8	8,21	7,35	8,38
5. $\frac{\Delta W}{\Delta S}$	1,73	1,48	0,67	0,38	0,23	0,20

Поступление сахара в образцы, независимо от сорта яблок, в большей степени наблюдается после предварительной их обработке замораживанием и, в особенности, после медленного замораживания, нежели после бланширования (для сорта яблок Славянка в 2,7 раза, Грушевка в 2,2 раза, Штрейфлинг в 1,6 раза, Кампанский ранет в 1,3 раза). В этом случае показатель массообмена  $\frac{\Delta W}{\Delta S} < 1$  и первоначальный объём плодов сохраняется в большей степени.

Насыщение сахаром размороженной до  $+1^{\circ}\text{C}$  земляники после медленного ее замораживания было на 20% больше, чем свежей, а вишни на 14%.

По существующей технологии для варки плодов и ягод не применяются сахарные растворы высокой концентрации (70 - 75%), иначе плоды сильно уменьшатся в объёме за счет интенсивного удаления из них влаги, становятся сморщенными, жесткими по консистенции. Эти нежелательные изменения устраняются при предварительной обработке их ткани замораживанием, что видно из табл. 6.

Для бланшированных образцов показатель массообмена значительно хуже ( $\frac{\Delta W}{\Delta S} = 2,45$ ), чем для дефростированных ( $\frac{\Delta W}{\Delta S} = 0,26$ ). Очевидно то, что предварительное замораживание методом флуквидизации менее эффективно, чем медленное замораживание.

Т а б л и ц а 6

Влияние концентрации сахарного сиропа на степень насыщения яблочной ткани сахаром и отдачи ее воды после медленного замораживания (сорт Штрейфлинг)

№	Метод предварительной обработки плодов	Продолжительность опыта (мин)	Концентрация сахарного сиропа (%)	Содержание сухих веществ в плодах после опыта (%)	Количество сахара, поступившего в плоды (г/100 г плодов) $\Delta S$	Количество воды, вышедшей из плодов $\Delta W$ (г/100 плодов)	$\frac{\Delta W}{\Delta S}$
1.	Еланширование	25	72,0	33,0	16,5	40,5	2,45
2.	Замораживание <sup>х)</sup>	- " -	58,4	46,9	57,0	8,48	0,16
3.	- " - х)	- " -	58,7	48,1	58,7	9,47	0,17
4.	- " - х)	- " -	72,0	53,8	85,7	2,22	0,26
5.	- " - хх)	- " -	72,0	57,2	52,3	35,1	0,57
6.	Замораживание флкдизацией	- " -	72,0	47,3	39,6	29,6	0,75

х) после размораживания на воздухе

хх) после размораживания горячей водой

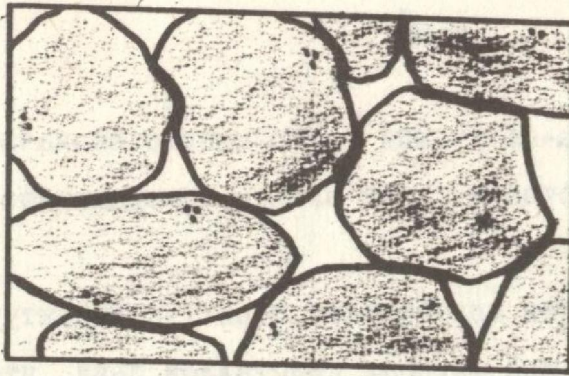
II. Сравнение методов предварительной обработки плодов и ягод и выбор из них наиболее эффективного.

Изменение состояния яблочной ткани и ее химического состава в результате обработки нагреванием, ионизирующими излучениями и замораживанием отражено в таблице 7 и на рис. 3.

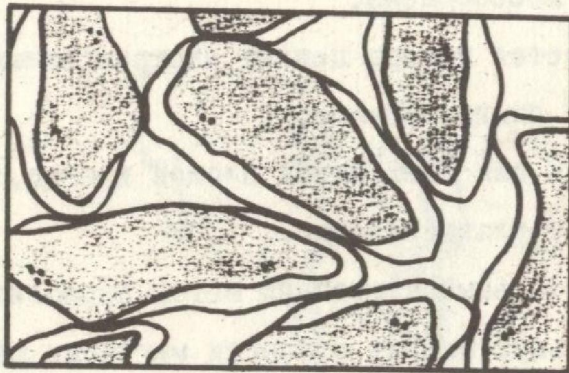
Оптимальные параметры нагревания и замораживания ткани плодов приводят к максимальному увеличению клеточной проницаемости.

Т а б л и ц а 7

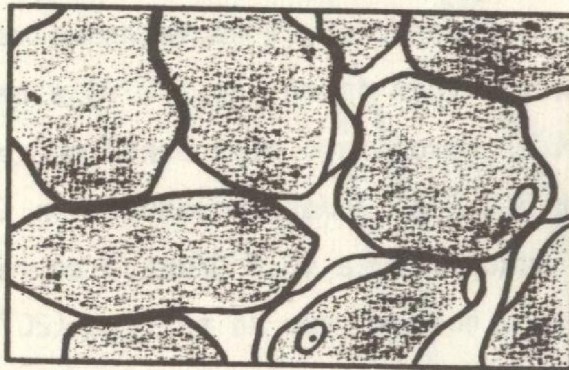
№	Изучаемые показатели	Методы подготовки плодов к варке		
		бланширование	гамма-облучение	замораживание (перед варкой или заготовка впрок)
1	2	3	4	5
1.	Оптимальные параметры обработки	100°C, 1-2 мин	300 крад, 12 мин.	-22 ± 2°C, скорость замораживания 0,2°C/мин
2.	Количество поврежденных клеток (% к общему числу)	92-96	3-8	92-96
3.	Изменение микроструктуры ткани (рис.3)	Денатурация белковых веществ, частичное отслаивание протоплазмы клеток от оболочек, увеличение межклеточных ходов, частичное удаление воздуха из ткани.	Незначительное изменение протоплазмы, деформация отдельных клеток при дозах до 300 крад. При больших дозах значительные изменения структуры, цвета и вкуса.	Денатурация белковых веществ, отслаивание протоплазмы от оболочек, образование пористой структуры, частичное удаление воздуха.
4.	Потери сухих веществ (в%)	22	Не наблюдается	Не наблюдается
5.	Изменение объема плодов после обработки (в%)	Уменьшается на 5-6	Не изменяется	Увеличивается на 3-6
6.	Химический состав после обработки			
	а) сухие вещества (%)	8,8	11,2	11,8
	б) общая кислотность (%)	0,56	0,76	0,67
	в) сахара (%)			
	инвертный	3,4	5,4	7,4
	сахароза	4,1	2,2	2,2
	г) витамин С (мг,%)	1,58	2,15	1,82
	д) витамин В <sub>2</sub> (мг,%)	0,068	0,068	0,062



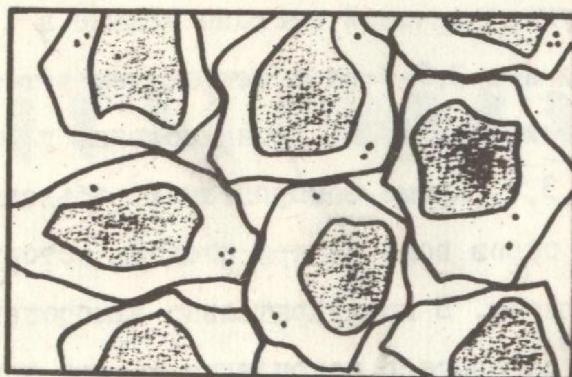
а/



б/



в/



г/

Рис.3. Схема строения яблочной ткани под микроскопом /увеличение в 120раз/  
 а/-свежей; б/- бланшированной; в/-облучённой дозой 300 крад; г/-медленно замороженной.

№ 0. 12337

их ткани, при гамма-облучении - увеличение незначительное (3-8%)  
Эффективность подготовки ткани плодов замораживанием заключается в следующем:

- ткань плодов приобретает пористую структуру в результате образования в ней крупных кристаллов льда, что важно для ускорения процесса массообмена;

- не наблюдается потерь ценных экстрактивных веществ, как это имеет место при бланшировании;

- пригодность для всех видов плодов и ягод, в том числе и разваривающихся от бланширования.

Высокочувствительный изотопный метод позволил дать окончательную сравнительную оценку скорости миграции сахара в плоды, подвергнутые перед варкой различным методам обработки.

На рис. 4 показана зависимость поступления меченой глюкозы при различных температурах опыта (до  $102^{\circ}\text{C}$ ) в следующие образцы: контрольные (без какой-либо обработки), предварительно облученные дозами 50 и 300 крад, бланшированные при  $100^{\circ}\text{C}$  в течение  $1'10''$ , медленно замороженные ( $0,2^{\circ}\text{C}/\text{мин.}$ ) до температуры  $-21^{\circ}\text{C}$  и размороженные в последующем на воздухе ( $20^{\circ}\text{C}$ ) до температуры  $+1^{\circ}\text{C}$ . Полученные данные показали, что в контрольные и облученные образцы поступает меченой глюкозы меньше в 1,5-2 раза, чем в бланшированные и в 2,5-3 раза меньше, чем в замороженные.

Резкое уменьшение при  $102^{\circ}\text{C}$  проникновения глюкозы во все образцы (кривые 1, 2, 3, 4), кроме замороженных, объясняется интенсивным образованием паров воды внутри плодов, которое затрудняет проникновение глюкозы. В предварительно замороженных плодах не только не снижается процесс накопления сахара при этой температуре, но и в значительной степени увеличивается. Можно пред-

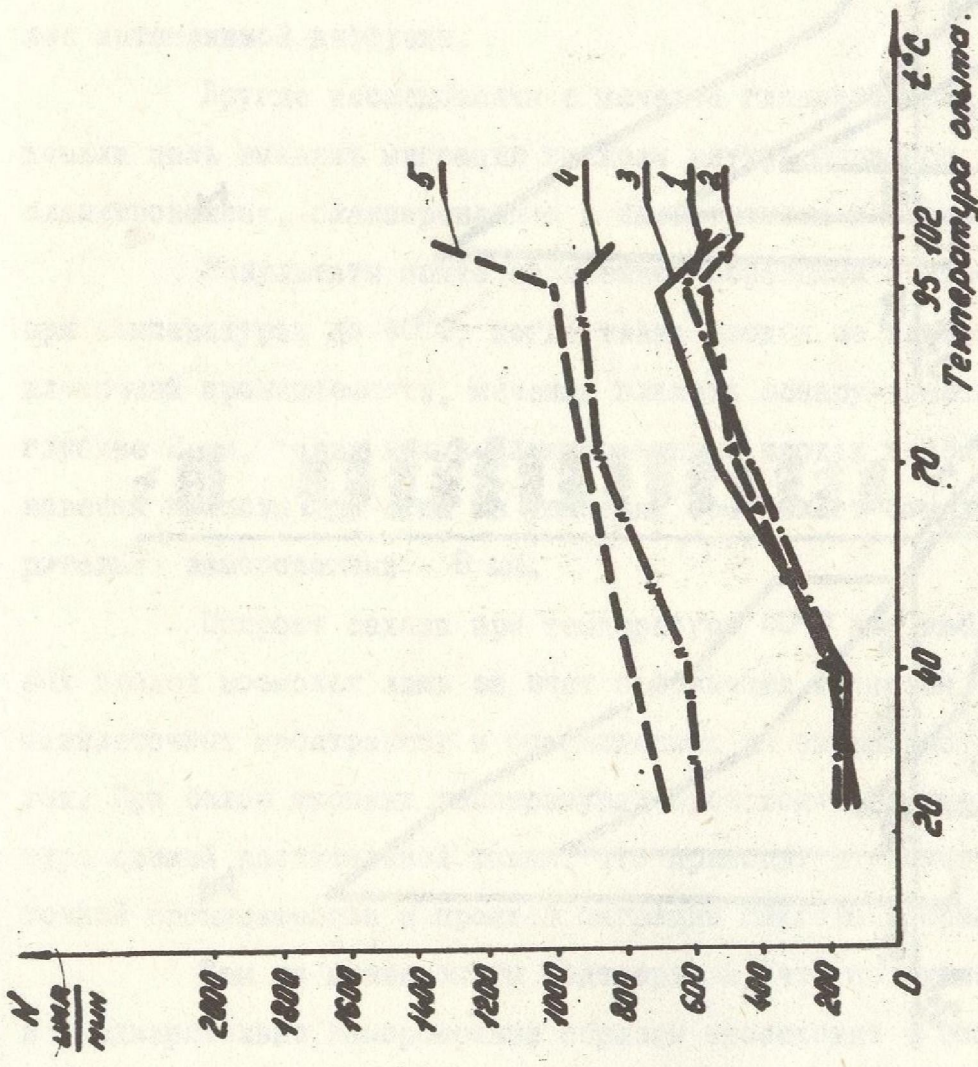


Рис. 4 Поступление меченой глюкозы в яблочные образцы в зависимости от метода их предварительной обработки.  
 1 - контрольные; 2 - облучённые дозой 50 крад; 3 - облучённые дозой 300 крад; 4 - облучённые; 5 - задрожанные.

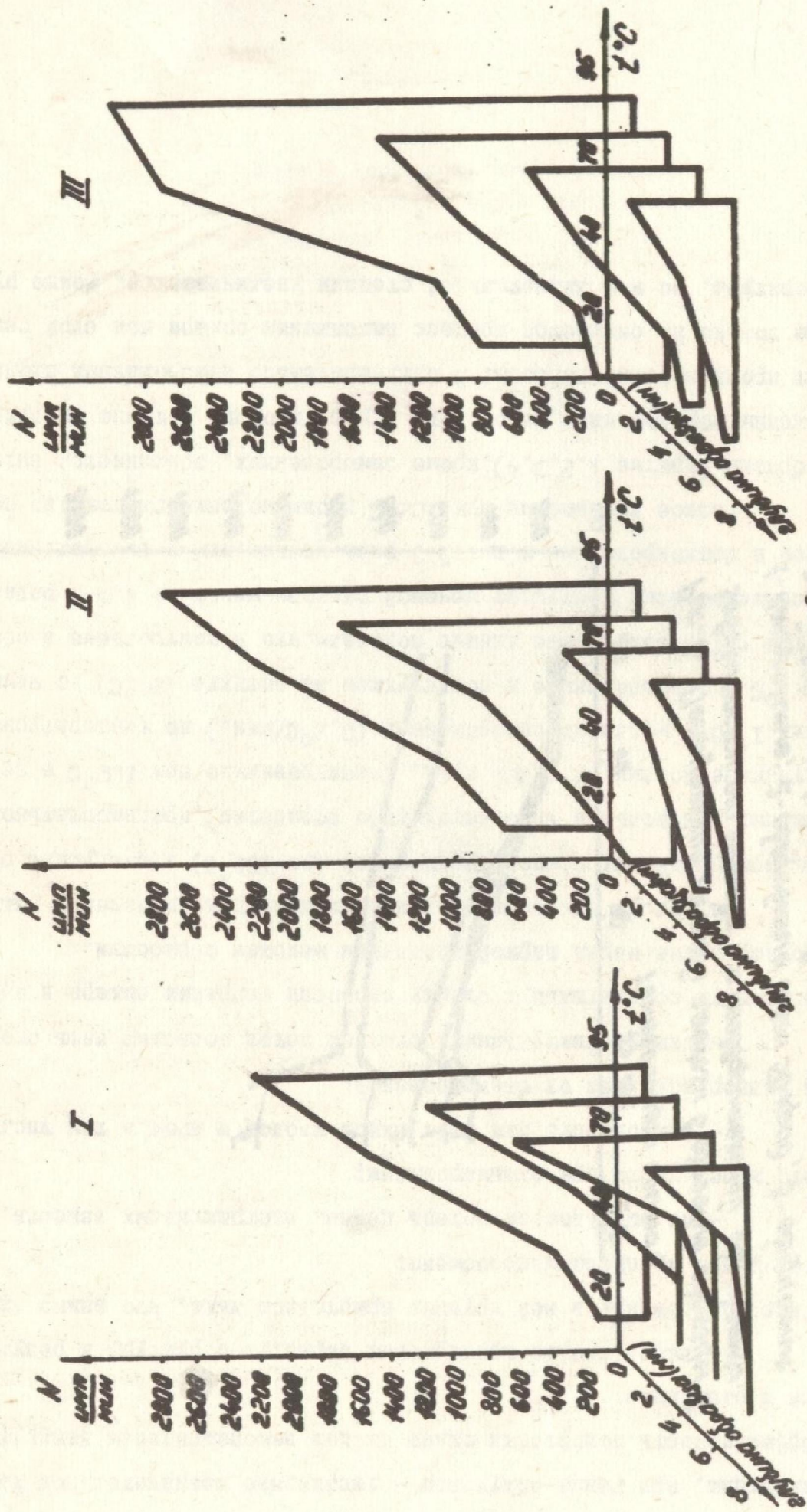


Рис. 5 Распределение гюк.: вгудь образувь ядох в зависимости от температуры и метода : предварительной обработки. I - контроль; II - ванны; III - запораженье.

положить, что наличие в ткани существенных повреждений, возникающих от крупных кристаллов льда, устраняет повышение давления внутри плодов при фазовом превращении воды во время варки, а высокая температура окружающего раствора сахарозы способствует более интенсивной диффузии.

Другие исследования с меченой глюкозой (рис.5) преследовали цель выявить миграцию глюкозы внутрь образцов ткани небланшированных, бланшированных и замороженных плодов.

Результаты опыта со свежими образцами подтверждают, что при температурах до  $40^{\circ}\text{C}$ , когда ткань плодов не теряет свойства клеточной проницаемости, меченая глюкоза обнаруживается лишь на глубине 2 мм, тогда как в бланшированных плодах глубина проникновения глюкозы при этих же условиях составляет 6 мм, а в предварительно замороженных - 8 мм.

Прирост сахара при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  для небланшированных плодов возможен лишь за счет наполнения сахарным сиропом межклеточных пространств и поврежденных на поверхности ткани клеток. При более высоких температурах происходят изменения в структуре свежей растительной ткани, что приводит к увеличению ее клеточной проницаемости и процесс миграции глюкозы возрастает.

Тем не менее опыты подтвердили, что поступление глюкозы в предварительно замороженные образцы происходит в больших количествах, чем в бланшированные и, особенно, образцы без предварительной обработки.

На основании полученных данных был сделан вывод о бесспорном преимуществе медленного замораживания плодов и ягод в качестве метода предварительной подготовки плодов и ягод перед варкой из них варенья.

### Ш. Разработка технологии производства варенья с применением предварительного замораживания сырья

Варенье выработывалось из замороженной земляники, черной смородины, черноплодной рябины, вишни, яблок, абрикосов среднеазиатских сортов.

При оттаивании светлоокрашенные плоды и ягоды темнеют. Для предотвращения потемнения плодов были испытаны различные методы. В наших опытах положительные результаты получены при выдержке яблочных образцов в течении часа в растворе, содержащем 2%  $NaCl$  и 2% лимонной кислоты, в 5% растворе  $NaCl$  в течении 40 минут, в растворе содержащем 7% аскорбиновой кислоты и 0,1%  $NaCl$  в течении 30 минут, в растворе, содержащем 0,2% лимонной кислоты и 0,2% пищевого глицерина при 5-ти минутной выдержке образцов при температуре  $70^{\circ}C$  и разрежении 66,6 кПа, при бланшировании в течении 2-3 минут.

Сравнение этих методов обработки яблок перед замораживанием показало, что наименьшие потери растворимых веществ плодов наблюдаются при вакуумной обработке в растворе, содержащем 0,2% лимонной кислоты и 0,2% пищевого глицерина (1,28 г/100 г плодов).

Абрикосы обрабатывали в течение часа раствором, содержащим 7% аскорбиновой кислоты и 0,1% поваренной соли.

В результате опытов была разработана и рекомендована технология, включающая проведение согласно существующих инструкций следующих операций: сортировка, мойка, инспекция, очистка от чашелистиков, плодоножек и кожицы, резка яблок на дольки.

Яблоки и абрикосы обрабатывают вышеуказанными растворами для предупреждения потемнения плодов в процессе оттаивания.

Перед замораживанием влага с поверхности плодов и ягод удаляется на перфорированной ленте или вибрационном транспорте.

После этих подготовительных процессов плоды и ягоды замораживают при температуре среды  $-25^{\circ}\text{C}$ . Замораживание считают законченным, когда температура в них достигает  $-21^{\circ}\text{C}$  или ниже (до  $-25^{\circ}\text{C}$ ). Продолжительность этого периода должна быть не менее 2 часов.

Плоды и ягоды могут быть по окончании замораживания сразу переработаны или оставлены на хранение в холодильных камерах и использованы для производства варенья по мере необходимости.

Перед варкой замороженные плоды и ягоды размораживают на воздухе до температуры  $+1$  до  $+2^{\circ}\text{C}$ .

Варку варенья из земляники и яблок проводят однократным, абрикосы - двухкратным способом при первоначальной концентрации сиропа 72-75%.

Вишню, черноплодную рябину, черную смородину варят в вакуум-аппаратах, при первоначальной концентрации сахарного сиропа 70-75%. Разрезание в вакуум-аппарате (13,3-20 кПа) поддерживают в течении 10 минут, затем, не выгружая из аппарата, плоды и ягоды с сиропом охлаждают в течении такого же времени за счет повышения вакуума (53,3-60 кПа).

Как показали опыты, проведенные в производственных условиях, выход варенья по вышеописанной технологии с применением предварительного замораживания сырья увеличивается по сравнению с выходом из сырья, подготовленного по существующей тех-

нологии для вишни на 5,7%, земляники на 6,6%, абрикосов на 7,6%, черной смородины на 8,4%, черноплодной рябины на 12,8%, яблок на 13%, что объясняется лучшей сохраняемостью первоначального объема сырья.

Использование высококонцентрированного сахарного сиропа в первоначальный период варки позволяет сократить продолжительность варки варенья почти в два раза по сравнению со временем варки по существующей технологической инструкции.

Отношение количества удаленной из плодов воды к количеству проникшего сахара в результате массообмена при новой технологии варки варенья находится в пределах 0,5-1,3 и является наилучшим по сравнению с другими способами.

Установлено (табл.8), что по химическому составу варенье, изготовленное по новой технологии не уступает варенью, полученному по существующей технологии.

Т а б л и ц а 8

Сравнительная характеристика химического состава варенья, выработанного по существующей технологии и из предварительно замороженного сырья

№ пп	Наименование варенья и технология изготовления	Сухие вещества, (%)	Общая кислотность (%)	Сахара (%)			Вита-мин С (мг%)	Вита-мин В <sub>2</sub> (мг%)
				общее кол-во	редуцир.	сахара-роза		
1. Из яблок:								
	а) по существующей	68,5	0,26	62,8	29,3	33,5	1,01	0,03
	б) по новой	68,4	0,27	63,8	15,7	48,1	1,05	0,04
2. Из черноплодной рябины								
	а) по существующей	68,0	0,88	63,0	28,2	34,8	22,8	-
	б) по новой	68,4	0,97	62,1	15,0	47,1	25,7	-

Варенье, по новой технологии вырабатывалось на Богучаровском экспериментальном, Симферопольском им. 1 Мая, Ленинадском консервных заводах (около 200 тысяч банок) и получило положительную оценку дегустационных комиссий.

Внедрение на действующих предприятиях разработанной технологии варки варенья позволяет увеличить производительность труда на 9-10%, снизить расход сырья на выработку одной тысячи учетных банок варенья на 12-17 кг. Экономическая эффективность при производстве одного млн. учетных банок варенья по новой технологии - около 12 тыс. рублей в сравнении с выработкой варенья по существующей технологии. Срок окупаемости капитальных затрат - около 5 месяцев.

На основании разработанных нами технологических требований Гипропищепромом проектируется непрерывнодействующая линия оборудования для производства варенья по новому методу.

#### В ы в о д ы

С целью интенсификации технологического процесса варки варенья исследовали методы подготовки плодов и ягод, способствующие ускорению массообмена в системе "плоды - сахарный раствор": нагревание (бланширование), облучение, замораживание. При этом установлено:

I. Бланширование плодов по действующим в настоящее время параметрам приводит к потерям растворимых сухих веществ до 40%. Для снижения потерь разработано устройство точной фиксации момента наступления полной клеточной проницаемости растительной ткани. Устройство включает блок дифференцирования электропро-

водности по времени и взаимосвязанный с ним нуль-орган (авторское свидетельство 340952, 1972 г.).

За счет выбора оптимального режима тепловой обработки по предложенному принципу можно снизить потери растворимых сухих веществ при бланшировании яблок до 22%.

2. Гамма-облучение плодов дозой до 800 крэд вызывает увеличение клеточной проницаемости их ткани на 3-8%. Хранение облученных плодов приводит к дальнейшему увеличению клеточной проницаемости и к ускорению процесса массообмена, однако в меньшей степени по сравнению с бланшированными плодами.

3. Медленное замораживание плодов и ягод (скорость замораживания  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{мин.}$ ) до температуры  $-20\pm-25^{\circ}\text{C}$  и последующее оттаивание при комнатной температуре вызывает максимальное увеличение клеточной проницаемости и приводит к значительному повреждению клеток ткани: земляники на 95%, яблок на 92%, крыжовника на 86%, черноплодной рябины на 80%, черной смородины на 76%, вишни на 71%. Замораживание быстрым способом (флюидизационным) в меньшей степени повреждает клетки ткани плодов и ягод (например, 66% для яблок) и поэтому не столь эффективно для массообмена, чем медленное замораживание.

4. С целью предупреждения потемнения светлоокрашенных плодов и ягод перед их замораживанием необходимо проводить специальную обработку. Яблоки целесообразно выдерживать в растворе, содержащем 0,2% пищевого глицерина и 0,2% лимонной кислоты при температуре  $70^{\circ}\text{C}$  и вакууме 66,6 кПа в течении 4-5 минут, абрикосы - в 7% растворе аскорбиновой кислоты с добавлением 0,1% поваренной соли в течении 30 минут при комнатной температуре.

5. Разработанный изотопный метод для изучения массообмена плодов с помощью меченой глюкозы позволил с большей точностью (погрешность 1%) сравнить эффективность разных методов подготовки плодов. Для предварительно замороженных плодов скорость поступления глюкозы в 1,2–1,5 раза больше, чем для предварительно бланшированных и в 2,5–3 раза больше, чем для облученных.

6. Предварительное медленное замораживание плодов и ягод позволяет использовать в первоначальный период их варки сахарный сироп высокой концентрации (70–75%), что в 1,5–2 раза сокращает общее время варки.

7. Выход варенья из сырья, подготовленного к варке замораживанием, увеличивается: для вишни на 5,7%, земляники на 6,6%, абрикосов на 7,6%, черной смородины на 8,4%, черноплодной рябины на 12,8%, яблок на 13%, что объясняется лучшей сохраняемостью их первоначального объема.

8. Варенье, сваренное из сырья, подготовленного замораживанием лучше по качеству, чем выработанное по существующей технологии. Заметно (на 12%) больше сохраняется витамин С в варенье из замороженной черноплодной рябины.

9. Разработанная новая технология ускоренной варки варенья с предварительным замораживанием сырья проверена на Богучаровском экспериментальном консервном заводе, Симферопольском консервном заводе им. 1 Мая, на заводе Ленинабадского объединения консервной промышленности.

Выработанное на этих предприятиях около 200 тысяч учетных банок варенья по новой технологии оценены высшим сортом.

10. Внедрение новой технологии ускоренной варки варенья на действующих предприятиях позволяет увеличить производительность труда на 9-10%, снизить расход сырья на выработку одной тысячи учетных банок варенья на 12-17 кг. Экономическая эффективность при производстве одного млн. учетных банок варенья по новой технологии составляет около 12 тыс. рублей в сравнении с выработкой варенья по существующей технологии. Срок окупаемости капитальных затрат - около 5 месяцев.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. Изотопный метод для изучения массообмена плодов. Журнал "Консервная и овощесушильная промышленность", № 4, М., 1971 (соавтор В.И.Рогачев).
2. Пути использования ионизирующих излучений в пищевой промышленности. Четвертая международная конференция Организации объединенных наций по использованию атомной энергии в мирных целях. Женева, 1971 г. (соавторы: В.И.Рогачев и др.).
3. Влияние ионизирующих излучений на проницаемость растительной ткани. Доклады научно-технической конференции по использованию ионизирующих излучений в народном хозяйстве. Вып.3, Тула, 1970 г. (соавтор В.И.Рогачев).
4. Влияние предварительной обработки плодов на интенсификацию вареньеварочного процесса. Доклады научно-технической конференции по использованию ионизирующих излучений в народном хозяйстве. Вып.4, Тула, 1972 г. (соавторы: В.И.Рогачев, Г.Я.Сундуков, Б.В.Мазница).
5. Дополнение к технологической инструкции по производству варенья, утвержденное Главконсервом МПП СССР 31 января 1974 г.

6. Устройство для определения клеточной проницаемости растительной ткани. Авторское свидетельство № 340952, 1972 г. ( в соавторстве).

По материалам диссертации сделаны доклады:

1. На Четвертой международной конференции Организации объединенных наций по использованию атомной энергии в мирных целях. Женева, 1971 г.

2. На Всесоюзной научно-технической конференции по использованию ионизирующих излучений в народном хозяйстве. ВНИИКОП, 1970 г.

3. На совместном заседании технического Совета и НТО Крым-совхозконсервтреста, Симферополь, 1972 г.