

Авторефер.
Ш 64

Одесский технологический институт пищевой промышленности

им. М. В. Комоносова

На правах рукописи

ШИРИН НИКОЛАЙ ИЛЬИЧ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
КОНСЕРВИРОВАННОГО ФРУКТОВОГО ЖЕЛЕ

Специальность 05.18.13 - технология консервирован-
ных пищевых продуктов

Переучет 1987

А в т о р е ф е р а т

диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1981 г.

[illegible]

ния
 ности
 к
 лорус-
 нсервно-
 к,
 к,
 ли

Защ
" 10 " ч
Одесском
им. М. В. Л
С
го техни
Ломонос

 y_t

МОДЕЛЬ—

5.01
при
ности
2.

Одесско-
им. М. В.

Г.

JOB

I. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Важное значение для решения этой задачи имеет консервная промышленность страны. Быстро растет выпуск плодово-ягодных соков, овощных, томатных, рыбных и молочных консервов, однако спрос населения на фруктовые консервы удовлетворяется не в полной мере. ...

Перспективным сырьем для производства желе в условиях Белоруссии является черная смородина, которая становится главной ягодной культурой из-за уменьшения сбора дикорастущих ягод. В республике выведены перспективные сорта черной смородины: Белорусская сладкая, Миняй Пымаев, Кантата, Павлинка, Партизанка и др., отличающиеся высокой пищевой ценностью, урожайностью, устойчивостью к вымерзанию и сельхозвредителям. Химический состав, биологическая ценность этих сортов смородины изучены недостаточно, а данные о пектиновых веществах и их изменениях при переработке сырья отсутствуют совсем. Технология получения соков из новых сортов смородины не изучена.

Кроме того, мало изученным остается процесс студнеобразования в зависимости от различных технологически, теплофизичес-

ОНАХТ 08.05.12
Совершенствование те



v013652

ких и химических факторов, а также используемого оборудования. Получение желеобразных консервов с использованием прогрессивной техники - роторно-пленочных выпарных аппаратов, не нашло пока места в производстве. Выпуск желе сдерживается из-за несовершенства методов контроля качества, отсутствия простых, и в тоже время надежных приборов.

Все это обусловило необходимость совершенствования технологии производства консервированного желе на основе использования новой техники и объективных методов контроля качества.

2. Задачи исследования

Задачами работы являются:

изучение химического состава новых сортов черной смородины, произрастающей в Белоруссии, а также влияние различных факторов на качественные и количественные показатели получаемых из нее соков и готового желе;

исследование физико-химических свойств нативных и добавляемых в желе пектинов различного происхождения;

изучение влияния различных видов деструкций на среднюю молекулярную массу пектинов и их студнеобразующую способность;

разработка комплекса технологических и технических решений, обеспечивающих непрерывное получение желе высокой пищевой и биологической ценности, хороших вкусовых достоинств в роторно-пленочных аппаратах с улавливанием ароматических веществ;

определение количественных изменений эфирных масел в ягодах черной смородины, соках и готовом желе при различных способах производства, идентификация составляющих аромата;

анализ существующих критериев оценки консистенции желе и разработка приборов контроля качества желе и методики исследований;

исследование изменения качества консервированного желе

в процессе хранения.

3. Научная новизна работы

В результате проведенных исследований впервые, с точки зрения плазмолитической теории Б.Л. Флауменбаума, выявлено влияние технологии на биофизические характеристики клеток сырья новых сортов черной смородины, качественные и количественные показатели получаемых из нее соков. Установлено, что выделенные из черной смородины пектиновые вещества характеризуются высокой степенью этерификации и обладают значительной желирующей способностью. Их средняя молекулярная масса находится в пределах 33000-34000 и в условиях длительного хранения (в течение 6 мес.) обладает постоянством; установлено, что растворимость этих пектинов находится в прямой зависимости от степени этерификации метанолом; хроматографией установлено, что в гидролизатах пектинов наряду с основными продуктами расщепления (галактуроноидами) содержится смесь моносахаров, причем преобладающими являются арабиноза и манноза, а сопутствующими - глюкоза, галактоза, ксилоза; установлено, что значительную дегградацию пектиновых молекул вызывает термическая обработка в кислой среде; идентифицированы вещества, обуславливающие аромат черной смородины, и установлено, что наибольшие потери ароматических веществ происходят при извлечении сока, а при производстве желе в роторно-пленочных аппаратах они незначительны.

4. Практическая ценность

На основе теории и экспериментальных данных предложены методы, обеспечивающие получение из новых сортов черной смородины сока хороших вкусовых достоинств, пищевой и биологической ценности при значительном его выходе; на основе прогрессивной техники - роторно-пленочных выпарных аппаратов, разработана

и опробована в производственных условиях усовершенствованная технология производства желе с использованием ценного в пищевом и биологическом отношении продукта - молочной сыворотки; выведены аналитические зависимости структурно-механических характеристик желе от количества и вида вводимых пектинов, разработана методика расчета их оптимальных добавок; разработаны и созданы устройства и приборы для исследования студней, на один из которых получено положительное решение ВНИИ патентной экспертизы.

Практическая ценность работы подтверждается актами внедрения на Клецком консервно-винодельческом заводе.

5. Апробация работы

В 1979-1980 годах на Клецком консервно-винодельческом заводе по усовершенствованной технологии выработана опытно-промышленная партия консервированного желе из черной смородины. Экономическая эффективность от внедрения на 1000 учетных банок желе составила 98,83 руб.

Материалы диссертации обсуждены на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Могилевского технологического института (1977, 1978, 1979 гг.), Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова (1979 г.), на общесоюзном семинаре "Теория и практика применения электрофизических методов в пищевых отраслях промышленности" (г. Москва, 1978, 1979 гг.), на расширенном заседании кафедр машин и аппаратов и технологии пищевых производств Могилевского технологического института (1980 г.), заседаниях кафедры технологии консервирования Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

6. Публикация

Материалы диссертации опубликованы в одной брошюре, пяти статьях.

7. Структура и объем диссертации

Работа изложена на 218 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц, 17 рисунков и 13 приложений. Библиография включает 182 наименования, в том числе 53 на иностранных языках.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов.

Введение содержит обоснование работы.

В обзоре литературы рассматриваются: краткая характеристика сырья, пригодного для производства желе, особенности строения и свойств пектина, методы исследования структурно-механических свойств; состояние технологии и техники для производства желеобразных продуктов без улавливания и с улавливанием ароматических веществ.

Экспериментальная часть содержит сведения по организации работы, материалу и методам исследований, описание конструкции разработанной техники; данные по химическому составу сырья; материал по влиянию степени дробления и способов предварительной обработки мякоти на выход и качество сока; качественные характеристики пектинов, рекомендации по совершенствованию технологии производства консервированного желе.

Организация работы, материал и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась в лабораториях Могилевского технологического института, а также на Клецком консервно-винодельческом заводе Минпищепрома БССР в период 1975-1979 г.г.

В качестве объекта исследований использовали пять новых и один распространенный (в качестве контроля) сорта черной смородины Белоруссии, образцы промышленных и нативных пектинов, натуральную творожную сыворотку, примененную в работе для обога-

нения желе витаминами, макро и микроэлементами, аминокислотами, солями.

Сырье, полуфабрикат и готовый продукт исследовали по комплексу биохимических показателей. Сухие вещества, общую кислотность, pH, сахар, содержание зола определяли общепринятыми методами; пектиновые вещества в окрашенных растворах - Са-пектатным, в неокрашенных - карбазольным методом; витамин С - методом Мурри; общее содержание полифенолов - по Левента-лю-Нойбауэру; аминокислотный состав - методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе марки ААА-881 (СССР); минеральный состав - методом эмиссионного спектрального анализа; эфирные масла - как число аромата; летучие вещества аромата идентифицировали на хроматографе ЛХТ-7 а по сравнению времени удержания выделенных и эталонных веществ и с помощью добавки свидетелей, клеточную проницаемость - электрометрически на кондуктометре ММЗЧ-04; степень повреждения клеток - ацидиметрическим методом; степень диффузии - по методу Флауменбаума Б.Л.

Структурно-механические свойства студней характеризовали по усилию разрушения, напряжению, деформациям, модулю Юнга, податливости ($J_{\text{мгн}}$ - условно-мгновенной, $J_{\text{отв}}$ - отвечающей 1-часовому нагружению, $J_{\text{эл}}$ - эластичной, $J_{\text{ост}}$ - остаточной) и соответствующих модулям ($E_{\text{упр}}$, $E_{\text{эл}}$, $E_{\text{ост}}$).

Результаты исследований обработаны статистически.

Описание конструкций разработанной техники

1. Экспериментальная установка для непрерывной варки желе.

В качестве выпарных аппаратов в экспериментальной установке использованы роторно-пленочные аппараты типа "Ротофиль" диамет-

ром 0,057 и 0,1 м. Кроме них в состав установки входят площадки, привод роторов, ловушка, двухсекционный конденсатор с устройством для улавливания ароматических веществ, отделитель жидкости, продуктовые насосы, сборники с теплообменниками, трубчатый подогреватель, эжекторы, вакуумный насос, трубопроводы, запорная арматура и КИП. Один из роторных аппаратов снабжен паровой рубашкой, второй - электрообогревом с варьируемой мощностью. Количество лопастей ротора, частоту его вращения можно изменять.

Принцип работы установки заключается в следующем.

Подготовленные компоненты желе (сок, раствор пектина, инвертированный при помощи молочной сыворотки сироп) дозируют в один из сборников, подогревают и подают на уваривание до готовности в роторно-пленочные аппараты. Сваренное желе пастеризуют в трубчатом теплообменнике. Вторичные пары конденсируются в двухсекционном аппарате, ароматизированный дистиллят собирается в охлаждаемых сборниках. Отстой эфирных масел периодически посредством эжектора засасывается в продуктопровод.

2. Прибор для исследования структурно-механических свойств продуктов. Принцип работы прибора заключается в деформировании структуры желе одним из инденторов под воздействием фиксированной нагрузки при постоянной скорости нагружения или разгружения.

Прибор состоит из опорной плиты, смонтированной на установочных винтах, стойки, корпуса, нагружающего устройства, измерительного блока, водяного термостата, указателя уровня тень-воусилителя и самопишущего потенциометра. Нагружающее устройство имеет две степени свободы в вертикальном положении и предназначено для перемещения измерительного блока при одной

или нескольких постоянных скоростях нагружения или разгружения. Отличительной особенностью измерительного блока является то, что его тензометрический динамометр выполнен в виде незамкнутой упругой спирали с наклеенными тензодатчиками, которая может трансформироваться в измерительные тензометрические кольца с переменным диаметром, а для измерения перемещений внутри динамометра на кронштейне установлен индикатор часового типа. К нижней части спирали закреплен индентеродержатель, в котором фиксируются сменные инденторы с наконечниками в виде пластин, конуса, гребенки, шара. При соприкосновении индентора с поверхностью студня происходит деформация тензометрического динамометра, сигналы тензодатчиков через четырехканальный тензоусилитель поступают на самопишущий потенциометр.

При помощи прибора можно определять реологические характеристики студней, изучать релаксационные процессы (например: упругое последствие) и адгезионные свойства продуктов.

Химический состав ягод черной смородины. Установлено, что новые сорта черной смородины Белоруссии обладают ценным химическим составом и содержат биологически активные вещества. Содержание сухих веществ в плодах черной смородины составляет 12,39-14,56%, сахара - 6,95-11,50%. Во всех сортах черной смородины содержатся пектиновые вещества - 0,70-1,50%, причем преобладает протопектин - 0,39-0,81%. Содержание кислот высокое и составляет 2,43-2,80%, сахаро-кислотный индекс от 2,73 до 4,40, содержание дубильных и красящих веществ - 0,358-0,522%. Черная смородина богата витамином С/184,67-239,19 мг на 100 г. плодов), количество свободных аминокислот в плодах составляет 54,61 мг на 100 г. плодов. В черной смородине обнаружено 17 аминокислот, из них 8 незаменимых. Из незаменимых аминокислот в значительных количествах содержится валин, изолейцин, метионин,

треонин, в меньших - лейцин, лизин, триптофан, в следовых - фенилаланин. Количество воды в ней колеблется от 0,4674 до 1,0246%. Обнаружены натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо, алюминий, цинк, медь, марганец, титан, кобальт, кремний.

При производстве натурального сока по действующей технологии большинство показателей не претерпевает значительных изменений по сравнению с исходным сырьем. Заметны потери пектиновых веществ (их количество снижается до 0,35-0,71%), потери витамина С составляют от 10 до 25%. Колебания объясняются разной активностью окислительных ферментов сырья.

Влияние степени дробления и способов предварительной обработки мякоти на выход и качество сока из черной смородины.

Сырье измельчали до частиц 1,8-2,5 мм, 2,5-3,5 мм и 3,5-6 мм, определяли выход сока прессовым, диффузионным и прессово-диффузионным способами. Установлено, что выход сока из черной смородины после ее измельчения и извлечения прессованием низкий (рис.1). Наиболее приемлема степень измельчения ягод при прессовании 2,5-3,5 мм, а при извлечении диффузией и прессово-диффузионным способом - 1,8-2,5 мм. Максимальный выход при прессовании из ягод сорта Каптата (68,2%), при диффузионном и прессово-диффузионном способах - из сорта Павлинка (соответственно 89,5 и 81,6%).

Степень дробления мало влияет на основные химические показатели сока.

В качестве методов предварительной обработки мякоти исследовали кратковременное кипячение (5-10 мин.) с 15, 25, 50 и 100% воды, обработку паром, замораживание при температуре близкой к криоскопической - минус 4°C.

Эффект технологического воздействия способов определяли по показателю клеточной проницаемости (Кп), степени поврежде-

дения клеток (ψ), степени равновесия диффузии (d_{30}), коэффициенту эффективности способа (K_e). Результаты приведены в табл. I. Установлено, что оптимальной продолжительностью кратковременного кипячения мезги с 50% воды при 100°C является

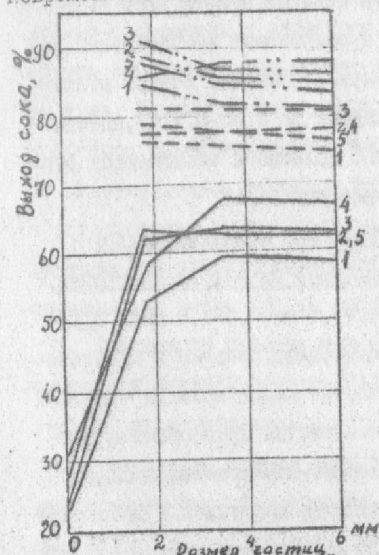


Рис. I Выход сока из черной

смородины после измельчения и извлечения:

_____ прессованием;
 - - - - - прессово-диффузионным способом;
 - · - · - диффузионным способом.

- 1 - Белорусская сладкая
 2 - Минай Шмррев
 3 - Павлинка
 4 - Кантата
 5 - Партизанка

5 мин., при обработке паром ($100-105^\circ\text{C}$) - 3 мин. При замораживании черной смородины и хранении при температуре -4°C эффект сокоизвлечения незначительный.

Влияние технологических факторов на качество сока приведено в таблице 2.

Вкус натурального сока черной смородины от сладкого до кисло-сладкого, а у сорта Партизанка - кислый. Аромат ярко выраженный, устойчивый. Цвет темно-окрашенный, у сорта Кантата - розоватый. Последний сорт дает сок с большим содержанием мелкой и трудно отделяемой мякоти.

Соки, полученные способами с использованием тепла, отличаются повышенным содержанием пектиновых веществ и значительной относительной вязкостью. Сохранность витамина С выше при прессовом извлечении сока из свежих и замороженных ягод. Из других методов обработки мезги

наилучшее сохранение витамина С при обработке паром без доступа воздуха.

Качественные характеристики пектинов. Исследовали яблочные пектины производства Бендерского завода "Пектин" и Гарского консервного завода и подвергли деструкции механической, термической в нейтральной и кислой среде, электромагнитным полем СВЧ. Необходимость таких исследований продиктована тем, что в процессе производства пектина и применения его молекулы подвергаются различным подобным воздействиям. Спределяли вискозиметрически среднелекулярную массу, студнеобразующую способность пектинов до деструкции и после.

Установлено, что среднелекулярная масса яблочного пектина находится в пределах 38340-43380, а значения характеристической вязкости - 4,3-5,0. Механическая деструкция пектиновых молекул сказывается незначительно на молекулярной массе (-3%) и студнеобразующей способности пектина (-1,1%), в отличие от термической (соответственно - (-27%) и (-16,3%). Наибольшая деградация молекул пектина наблюдалась при кислотной термической деструкции, причем она выше у образцов с более низким рН. Изменения студнеобразующей способности деструктированных молекул пектинов не пропорциональны изменениям их среднелекулярных масс.

Пектиновые вещества новых сортов черной смородины исследуются впервые. Определяли физико-химические характеристики водорастворимой и протопектиновой фракций (таблица 3).

Степень этерификации растворимого пектина сорта "Партизанка" составила 73,05, протопектиновой фракции - 61,12, а среднелекулярная масса соответственно 33500 и 31160. Исследованные пектины относятся к высокэтерифицированным и обладают хорошими желеобразующими качествами.

Таблица 1

Способ обработки мезги	Кп	дз	ψ	Кз
Контроль (по действующей технологии)	6934	300	73	I
Кратковременное кипячение мезги с 50% воды				
- 5 мин	12485	513	82	I,70
- 10 мин	12987	590	89	I,96
Обработка паром				
- 1,5 мин	11500	459	80	I,53
- 3 мин	12961	540	85	I,80
- 5 мин	13008	632	92	2,10
Замораживание при -4°C и хранение 2 суток	9942	403	78	I,34

Таблица 2

Сорт черной смородины	Сухие вещества, %	Общая кислотность, %	Сахар, %	Растворимый пектин, %	Относительная вязкость	Содержание витаминов, мг/г
<u>Контроль</u>						
Белорусская сладкая	12,8	2,91	10,53	0,36	1,45	211,7
Миней Шмарец	12,32	2,75	6,67	0,38	1,52	142,6
<u>Кратковременное кипячение мезги с 50% воды, экспозиция 5 мин.</u>						
Белорусская сладкая	11,7	2,74	9,71	0,92	7,42	189,6
Миней Шмарец	11,5	2,60	6,19	0,99	7,94	112,1
<u>Обработка паром, экспозиция 3 мин.</u>						
Белорусская сладкая	11,96	2,62	9,63	0,98	7,95	195,6
Миней Шмарец	12,17	2,47	6,35	1,14	8,59	120,6
<u>Обработка холодом при минус 4°C и хранение 2 суток</u>						
Белорусская сладкая	12,7	2,75	11,03	0,48	1,68	210,9
Миней Шмарец	12,4	2,61	6,82	0,71	1,61	123,5

Методом хроматографии продуктов гидролиза пектинов установлено, что наряду с основными продуктами расщепления (галактуроновая кислота и олигоурониды) содержатся моносахара: в значительном количестве - арабиноза и манноза, в небольших - глюкоза и ксилоза, следовых - галактоза.

Таблица 3.

Показатели	Растворимый пектин, %		Протопектин, фракция,	
	Белорус. сладкая	Партизан. ка	Белорус. сладкая	Партизан. ка
Содержание галактуроноидов, %	47,3	53,1	58,5	62,9
Влажность, %	9,35	9,82	10,2	10,5
Зольность, %	2,8	3,5	4,9	6,2
Растворимость, %	87	86,4	72,6	69,8
Среднемолекулярная масса	34260	33500	31620	31260
Свободные карбоксильные гр., %	4,6	3,8	7,11	6,52
Метоксилиров. карбокс., гр., %	12,7	11,3	9,60	10,25
Общее количество карбокс., гр., %	17,3	15,1	16,71	16,77
Метоксильные группы, %	8,2	7,7	7,3	6,9
Степень этерификации, %	73,4	73,05	57,45	61,12
Количество ацетильных гр., %	0,5	0,64	0,44	0,52
pH 1%-ного раствора	2,65	2,7	2,7	2,7

Совершенствование технологии производства консервированного желе. Известный процесс получения желе является периодическим. Исследовали возможность выработки консервированного желе непрерывным способом, используя роторно-пленочные аппараты типа "Ротофилм". Использование новой техники требует существенного пересмотра технологии производства желе, поэтому рассмотрены важнейшие технологические аспекты: приготовление сахарного сиропа с инверсией сахарозы, растворение пектина, улавливание ароматических веществ, влияние добавок пектина и молочной сыворотки на качество желе.

По зарубежной технологии инверсию сахарозы осуществляют в конне варки желе в инверсионных танках; в отечественной технологической инструкции отсутствует упоминание об инверсии сахарозы, очевидно, как само собой разумеющееся ввиду длительности варки. Продолжительность варки в роторно-пленочных аппаратах исчисляется в секундах, чем исключается возможность инверсии в ходе варки. Во избежание засахаривания желе осуществляли инверсию сахарозы сразу после ее растворения. Взамен горячего способа приготовления сахарного сиропа на соке, приводящего к деароматизации последнего и кислородной деградации пектина, предложено растворить сахарозу в молочной сыворотке или в смеси сыворотки со свежим соком второго отжима. Инверсию сахарозы осуществляли при 80-90°C в течение 1-1,5 часов.

Введение сыворотки повышает вкусовые достоинства, пищевую и биологическую ценность желе за счет углеводов, липидов, органических кислот, белков, аминокислот, минеральных солей, микроэлементов, витаминов. Лактаты сыворотки являются буферными солями, а белки способствуют осветлению желе. Исследован химический состав творожной сыворотки Могилевского гормолзавода и Клецкого маслозавода. Установлено, что кислотность ее составляет 59-72°Т, содержание сухих веществ - 6,8-7,1%, лактозы - 3,6-3,0%, белков - 0,87-0,95%, минеральных веществ - 0,62-0,71%, молочной кислоты - 0,49-0,67%, pH сыворотки - 4,1-4,2.

Согласно инструкции по производству желе пектин растворяют в холодном соке в течение 5-6 часов. Исследовано растворение пектина концентрацией от 0,5 до 3,0% в воде, черносмородиновом соке первого и второго отжимов при 20, 40, 60 и 80°C на экспериментальной установке для растворения. Установлено, что растворение пектинов при температурах до 40°C происходит с одинаковой скоростью, увеличивается при 60°C и резко возрастает при 80°C.

Наиболее приемлемый вариант растворения пектина при концентрации не более 3% это - растворение в соке второго отжима, а при отсутствии сока - в воде при 70-80°C.

Нами исследовано содержание ароматических веществ в ягодах смородины, соке, а также желе, сваренном на экспериментальной установке и варочном котле по действующей и усовершенствованной технологии (таблица 4).

Таблица 4

Продукт	Содержание ароматических веществ, мл. 0,2н. трипосубита на 100 г. продукта	
	без добавления сыворотки	с добавлением сыворотки
Черная смородина (смесь сортов)	17,3	-
Черносмородиновый сок	10,0	-
Конденсат после I-ой ступени охлаждения	0,8	-
Конденсат после II-ой ступени охлаждения	0,2	-
Конденсат после III-ей ступени охлаждения	-	-
Черносмородиновое желе: сваренное на экспериментальной установке	7,2	7,8
" " : сваренное в варочном котле	3,9	4,0

Установлено, что наибольшее количество ароматических веществ (до 42,3%) теряется при получении сока. Их потери при варке желе в роторно-пленочных аппаратах составляют до 10%, варке в варочном котле они более значительны. Добавка молочной сыворотки положительно сказывается на общем содержании ароматических веществ.

Летучие вещества аромата экстрагировали из конденсата смеси эфир-пентан 1:2, концентрировали при 30°C и идентифицировали их методом РИ-хроматографии: этанол+этилацетат, н-про-

панол, Δ - пинен, этилбутират, н-бутанол, этилвалерат, изо-ами-
лол, этилпропнат, гексилацетат, н-гексанол, этилнантат, н-гепта-
нол+этилкаприлат, н-ноненол, т.е. 16 веществ.

Определение оптимального количества добавляемого пекти-
на является главной задачей перед варкой, так как этим
обеспечивается не только высокое качество желе, но и рациона-
льное использование пектина. Исследовано влияние концентрации
пектинов на усиление разрушения (прочность) студней, которое оп-
ределяли на приборе для определения структурно-механических
свойств продуктов (рис. 2).

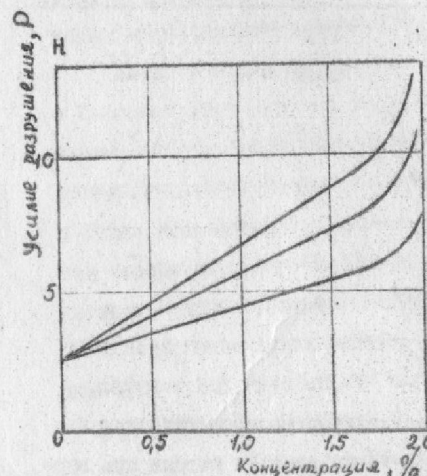


Рис. 2. Зависимость усилия раз-
рушения студней от кон-
центрации пектинов
(1 - цитрусовый; 2 - яб-
лочный; 3 - свекловичный).

$y = 2,48 + 3,33x + 1,16x^2$; яблочного $y = 2,47 + 4,97x - 11,45x^2$; свекло-
вичного $y = 2,48 - 0,78x + 12,44x^2$;

Разработана методика определения количественных добавок
пектина, необходимых для получения желе с заданными прочностны-

ми характеристиками.

Структурно-механические свойства желе исследованы на при-
боре для определения структурно-механических свойств продуктов.
В сконструированном нами устройстве готовили образцы желе
диаметром 13 и высотой 20 мм. Заполнение форм железной массой
осуществляли под вакуумом и термостатировали одновременно нес-
колько образцов.

Исследовано развитие деформаций во времени (ползучесть) же-
лейных студней при постоянном напряжении, далеко от разрушаю-
щего, и упругое последствие после снятия нагрузки. На полу-
ченных кривых выделяли условно-мгновенную податливость ($J_{мгн}$);
податливость, отвечающую одночасовому времени нагружения ($J_{1ч}$);
эластичную деформацию $-J_{эл}$ и остаточную $-J_{ост}$. Рассчитывали зна-
чения модулей: упругого $-E_y$, отвечающего 1 часовому времени
нагружения $-E_{1ч}$ и эластичного $-E_{эл}$.

Введение молочной сыворотки при одних и тех же дозах пек-
тина способствовало более равномерному перераспределению упру-
гих и пластических деформаций в структуре, выравниванию величин
модулей упругости и эластичности. Так, значения модулей E_y и
 $E_{эл}$ в контрольном образце желе соответственно равны $1,21 \cdot 10^{-4}$
и $1,13 \cdot 10^{-4}$ Па, при введении 0,5% яблочного пектина их значения
увеличивались до $1,74 \cdot 10^{-4}$ и $1,32 \cdot 10^{-4}$ Па, а при введении 0,5%
пектина и 10% сыворотки — до $1,51 \cdot 10^{-4}$ и $1,47 \cdot 10^{-4}$ Па. Анализ
реологических характеристик показал, что замена 10% сока сыво-
роткой благоприятно сказывается на качестве желе.

Исследован химический состав консервированного желе, изго-
товленного в производственных условиях по действующей и усовер-
шенствованной технологии с использованием варочных котлов и
экспериментальной установки.

Образцы желе, выработанные по усовершенствованной технологии, были продегустированы на Клецком консервно-винодельческом заводе, в объединении "Минскконсервфинпром", государственной аттестационной комиссией по консервной, овощесушильной и пищевого концентратной промышленности БССР и получили высокую оценку специалистов, что подтверждается актами.

Предложена следующая технологическая схема производства консервированного желе: мойка ягод, их измельчение на частицы 2,5-3,5 мм, обработка паром при 100°C в закрытом шпирителе в течение 3 мин., извлечение сока первого и второго отжима, фильтрование сока, приготовление сахарного сиропа на сыворотке и соке второго отжима, инверсия сахарозы, растворение пектина в соке второго отжима, фильтрование раствора пектина и сиропа, дозирование и смешивание пектина, сиропа и сока, подогрев смеси до 65-70°C, уваривание смеси в ротаторно-пленочных аппаратах до 68-71% сухих веществ, пастеризация в потоке до температуры 100°C, фильтрование (удаление пены), фасовка, укупорка банок, мойка, сушка, этикетировка, упаковка и выдерживание банок.

ВЫВОДЫ

Проведенные в 1976-1980 гг. исследования сырья, материалов и готовой продукции и обобщения полученного материала позволили сделать следующие выводы:

1. Новые белорусские сорта черной смородины (Белорусская сладкая, Кантата, Минай Шмырев, Павлинка и др.) имеют высокое содержание витамина С, значительное - сахаров, органических кислот, макро- и микроэлементов, пектиновых и полифенольных веществ, и в силу их удачного сочетания могут использоваться как сырье для получения желе.

2. Установлено, что оптимальный размер частиц мезги при прессовом способе извлечения должен быть 2,5-3,5 мм, при кипя-

чении с водой и обработке паром - 1,8-2,5 мм. Наибольший выход высококачественного сока получен при обработке мезги паром при температуре 100°C в течение 3 мин.

3. Выделены эфирные масла черной смородины и идентифицированы 16 веществ, обуславливающих аромат. Установлено, что значительная часть летучих ароматических веществ теряется при получении соков и с жомом (до 42,3%).

4. Установлена степень влияния различных видов деструкции (механической, СВЧ-обработки, термической) в нейтральной и кислой среде на молекулярную массу и студнеобразующую способность яблочного пектина. Наибольшее влияние оказывает термическая деструкция в кислой среде. Студнеобразующая способность пектина зависит от его молекулярной массы, но эта зависимость не пропорциональна.

5. Впервые определен качественный состав, установлены молекулярные массы водорастворимой и протопектиновой фракции пектиновых веществ, выделенных из плодов новых сортов черной смородины и полученных соков.

6. Установлено влияние добавок пектина и молочной сыворотки на структурно-механические характеристики желе, предложена методика расчета оптимального количества добавляемого пектина.

7. Разработана и испытана в производственных условиях экспериментальная установка для непрерывной варки желе, позволяющая моделировать процессы промышленного производства желе с возможностью улавливания ароматических веществ.

8. Разработаны, испытаны и внедрены в лабораторной практике устройство для приготовления образцов желе, прибор для определения структурно-механических свойств пищевых продуктов, на который получено положительное решение ВНИИПЭ.

9. Разработана усовершенствованная технология непрерывной варки желе, которая опробована в производственных условиях. Изучен химический состав консервированного желе, полученного по усовершенствованной технологии, непосредственно после застудивания и в процессе хранения. Экономический эффект от внедрения усовершенствованной технологии в производство составляет 98,83 руб. на 1000 условных банок консервированного желе, что подтверждается документально.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

1. Фан-Юнг А.Ф., Ширин Н.И. Химический состав клюквы и черной смородины Белоруссии и изготовленного из них сока. - Изв. ВУЗов. Пищевая технология, 1979 г., с. 22-24.

2. Фан-Юнг А.Ф., Ширин Н.И. Экспериментальная установка для непрерывной варки плодово-ягодного желе. - Изв. ВУЗов. Пищевая технология, 1979 г., с. 83-84.

3. Фан-Юнг А.Ф., Ширин Н.И., Логенко О.С. Влияние механической и термической обработки на молекулярную массу и студнеобразующую способность пектина. - Изв. ВУЗов. Пищевая технология, 1980 г., № 1, с. 90-92.

4. Ширин Н.И. О критериях оценки консистенции пищевых продуктов. - Труды VI научно-технической конференции Могилевского технологического института. - Минск, БелНИИТИ, 1980 г., с. 224-232.

5. Ширин Н.И. Усовершенствование прибора Сосновского для определения прочности пектинового студня. - Труды VII научно-технической конференции Могилевского технологического института. - Минск, БелНИИТИ, 1980 г., с. 215-220.

6. Ширин Н.И., Сосновский Л.А. Прибор

для исследования структурно-механических свойств продуктов. Положительное решение Государственной научно-технической экспертизы изобретений от 13.II.1979 г.

7. Ширин Н.И. Расширение ассортимента и улучшение качества консервов для детского питания. - Минск, БелНИИТИ, 1980 г., с. 40.

ВР 02141. Подл. к печати 11.05.81 г. Формат 60 x 84 1/16.
Объем 1 л. л. Заказ № 3356. Тираж 130 экз.
Гортипografia Одесского облполиграфиздата, пах № 3,
Ленна, 49.