

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

Киевский технологический институт пищевой
промышленности

на правах рукописи

РУБИНОВ Семен Рубинович

УДК 664.292.061.34

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЯБЛОЧНЫХ
ВЗЛИМКОК С ПОЛУЧЕНИЕМ ПЕКТИНОПРОДУКТОВ

Специальность 05.18.07 - Технология
продуктов брожения,
алкогольных и безалкоголь-
ных напитков

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев 1993



Робота виконана в
пищевій промисловості
при Солдатському консервн
зайства і продовольстві

Научний керівитель: доктор технічних наук, академик
АН України Н.С.Карпович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
В.Н.Швед
кандидат біологічних наук
Е.В.Цепко

Ведущая організація: Кубанський державний аграрний
університет.

Захист дисертації состоится "23" ЛЮНЯ 1993 г. в
10 годин на засіданні спеціалізованого комітету Д-068.17.01
Київського технологічного інституту харчової промисловості по
адресу: 252017, м.Київ-17, ул.Владимирская, 68.

С дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ІСТИП.

Автореферат розісланий "21" МАЯ 1993 г.

Учений секретарь
спеціалізованого комітету
канд.техн.наук, доцент

Л.М.Хемичук

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Переработка плодов и овощей как самостоятельная отрасль пищевой индустрии сформировалась сравнительно недавно в результате развития сельского хозяйства и формирования его промышленной базы. В настоящее время созданы производственные мощности по переработке плодов и овощей на основе научно обоснованных технологий. Однако отдельные производства в силу ряда причин (отсутствие специального оборудования, прогрессивных приемов, необходимой информации о биологической ценности сырья и др.) не имеют рентабельного законченного технологического цикла. Это, прежде всего, относится к переработке яблок. При наличии мощной сырьевой и промышленной базы комплексное безотходное использование яблочного сырья развито слабо. При производстве соков из семечковых плодов получают отходы в виде выжимок, количество которых составляет, например, для яблок - 30-35%. Несмотря на то, что существуют технологии переработки яблочных выжимок с получением пектина, яблочных порошков, проблема рациональной утилизации вторичного яблочного сырья в отрасли практически не решена. Так, только в регионе Кабардино-Балкарии ежегодно образуется до 16 тыс. т. яблочных выжимок, которые не находят промышленного применения.

Актуальность проблемы использования яблочных выжимок определяется тем, что яблоки, являясь всецело полноценным пищевым продуктом, пройдя технологические операции по получению сока, превращаются как бы в сырье непищевого достоинства. Это приводит к искусственному уменьшению объемов пищевых ресурсов прямого использования.

Такому статусу-кво применения яблочного сырья содействовал в основном отраслевое научно-техническое развитие в условиях ограниченных капитальных вложений и формирования цен, при котором стоимость исходного сырья при его переработке и другие связанные с этим затраты перераспределялись на стоимость сока. Так, при заготовительной стоимости 12 руб. за 1 кг яблок, стоимость полученного сока (70% от исходного) составляет 9,5 руб., а стоимость выжимок (30% от исходного) - 2,5 руб. (данные Солдатского консервного завода Кабардино-Балкарии).

Следует отметить, что другим сдерживающим фактором с точки зрения расширения объемов переработки вторичного сырья является отсутствие практически доступной для внедрения технологии по организации такого производства на действующих консервных предприятиях.

На основании изложенного, а также в связи с тем, что в системе агропромышленного комплекса приоритетное развитие получают предприятия по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции, решение проблемы отрасли по рациональному использованию вторичных сырьевых ресурсов выдвигается в число первоочередных задач.

Диссертационная работа посвящена одному из направлений этой проблемы - переработке яблочных выжимок с целью получения жидких пектинопродуктов.

Важнейшим аспектом рассматриваемой проблемы является то, что ухудшение экологической ситуации во многих регионах и загрязнение окружающей среды чужеродными металлами обуславливает использование пектина и пектинопродуктов в качестве профилактического и лечебно-го компонента в пищевом рационе.

Технологическое решение в предлагаемом виде столь важной задачи для перерабатывающей отрасли пищевой промышленности стало возможным благодаря накопившемуся техническому потенциалу по переработке плодов и овощей, а также научному вкладу ряда ученых в решение проблемы производства пектина (труды В.В.Арасимович, Г.Б.Аймухамедовой, В.В.Андреева, Э.Д.Алубаевой, И.С.Гулово, Л.В.Донченко, Н.С.Куроповича, В.В.Мелиной, Е.В.Саложниковой, Х.Т.Саломова, В.И.Смоляра, А.Ф.Тан-Дыга, М.П.Филиппова, И.П.Шелухиной, Ф.В.Цереветинова и др.)

Определяющими в разработанной технологии явились труды ученых Киевского технологического института пищевой промышленности, Научного центра "Биотехпереработка" Кубанского госагроуниверситета и Межреспубликанской межотраслевой научно-производственной ассоциации "Пектин", внесших существенный вклад в создание экологически чистой технологии пектина и пектиновых веществ.

Цель работы состоит в экспериментальном исследовании процессов экстрагирования яблочной выжимки, гидролиза протопектина, разделения прогидролизованной массы и обработки пектинового экстракта, его качества и физико-химических свойств; разработке, на основе полученных результатов, технологии переработки яблочных выжимок с получением пектинопродуктов.

В соответствии с целью определены следующие задачи:

- изучить существующие способы переработки яблочных выжимок;
- исследовать пищевую ценность и биологическую активность яблочных выжимок;

- исследовать извлечение из яблочных выжимок сока путем экстрагирования;
- исследовать процесс гидролиза протопектина с использованием воды, прошедшей электродиализную обработку (экстрагента АТИП);
- исследовать процессы технологической обработки пектинового экстракта и подобрать необходимое оборудование;
- определить качественные показатели яблочного пектинового экстракта;
- разработать экологически чистую безотходную технологию переработки яблочных выжимок с получением жидких пектинопродуктов.

Научная новизна работы. На основе результатов экспериментальных исследований и их производственной проверки разработаны технологические режимы подготовки яблочного пектиносодержащего сырья к гидролизу путем прямоточно-противоточного экстрагирования его водой, установлены технологические параметры процессов гидролиза протопектина, разделения гидролизной массы, фильтрования пектинового экстракта, получены новые жидкие пектинопродукты. Установлено влияние режимных факторов процессов экстрагирования яблочных выжимок перед гидролизом протопектина, обработки пектинового экстракта перед фильтрацией на эффективность извлечения пектиновых веществ. Составлено математическое описание процесса экстрагирования яблочных выжимок.

Практическая ценность работы.

Выводы и рекомендации диссертационной работы нашли практическое применение и использованы для:

- разработки технологического регламента на производство пектинового экстракта и концентрата из вторичного яблочного сырья;
- интенсификации извлечения растворимых веществ из яблочных выжимок и разработки соответствующего аппаратного оформления процесса;
- выбора оптимальных технологических параметров процессов гидролиза протопектина и разделения гидролизной массы;
- подбора тканевых перегородок в зависимости от физико-химических свойств экстракта при его фильтрации;
- расширение ассортимента пектиносодержащих изделий для организации пектинопрофилактики населения, проживающего в экологически неблагоприятных районах.

Достоверность результатов исследований. Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций обеспечена применением современных методов экспериментальных исследований, математических ме-

тодов планирования и обработки экспериментальных данных, совпадением результатов лабораторных и промышленных исследований; базируется на критериях практической ценности новых пектинопродуктов.

Личный вклад автора состоит в общей постановке задач исследования технологических процессов предварительной подготовки сырья к гидролизу, разделения гидролизной массы, фильтрации экстракта; подборе технологического оборудования, разработке технологической схемы и ее испытании; обработке результатов исследования, их анализа. Принимал участие в практической реализации результатов исследования. Выводы и рекомендации диссертационной работы получены автором лично.

Реализация результатов работы. Разработанный способ получения пектинопродуктов (полож. решение о выдаче патента на а.з. № 5015658/13-060800 от 20.07.92 г.) использован при составлении технологического регламента на производство пектинового экстракта на Солдатском консервном заводе (Россия), Летичевском заводе продовольственных товаров (Украина).

На основе пектинового экстракта разработаны и внедрены пектино-содержащие напитки "Зарница", "Светлячок", "Напиток пектиновый". Разработаны и утверждены технические условия на "Повидло пектиновое яблочное", "Повидло пектиновое фруктовое".

Выработанные пектинопродукты использованы для организации пектинопрофилактики медотделом УВД Краснодарского края, санаториями "Дубовая Роша", "Горный воздух" г. Железноводска.

Фактический экономический эффект от внедрения технологии переработки яблочных выжимок с получением пектинопродуктов на Солдатском консервном заводе Кабардино-Балкарии на 1992 г. составил 2579,4 тыс. руб.

Апробация результатов работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на П-ом, Ш-ем, IV-ом научно-технических семинарах "Электротехнология пектиновых веществ" (г. Киев, 1991 г., 1992 г., 1993 г.), IV Всесоюзной научно-технической конференции "Разработка комбинированных продуктов питания (медико-биологические аспекты, технология, аппаратурное оформление, оптимизация)" (г. Кемерово, 1991 г.).

Тематика исследований входила в планы работ Межреспубликанской межотраслевой научно-производственной ассоциации "Пектин", являющихся составной частью государственной программы неотложных мер по ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. Задание 1.4.7.2. Создание и освоение производства пектиносодержащих добавок.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе положительное решение о выдаче патента по заявке № 5015658/13-060800 от 20.07.92 г.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций, списка библиографических ссылок и приложений. Работа изложена на 106 страницах машинописного текста, содержит 18 рисунков, 10 таблиц, включает 126 библиографических ссылок отечественных и иностранных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава "Способы переработки вторичного яблочного сырья" посвящена анализу существующей технологии переработки яблок и способов переработки яблочных выжимок.

Значение яблок как и другой плодоовощной продукции определяется не питательными веществами (сахара и др.), а вкусоароматическими достоинствами, витаминами, микро- и макроэлементами, которых в других пищевых продуктах нет или они имеются в значительно меньшем количестве.

Наибольший удельный вес в переработке яблок составляет производство соков. Часть яблок перерабатывается на сока с гомогенизированной мякотью.

При промышленной переработке яблок с получением сока образуется 30...35% яблочных выжимок. Учитывая, что в соке находятся только растворимые вещества, яблочные выжимки содержат остальную часть содержимого яблок. Средний химический состав яблочных выжимок представлен в табл. I.

Средний химический состав яблочных выжимок

Показатели	Характеристика
Химический состав, г/100 г	
Вода	77...81
Моно- и дисахариды	6...8
Белки	0,15...0,18
Клетчатка сырая	4,5...5,1
Целлюлоза	2,6...3,2
Органические кислоты	0,2...0,4
Дубильные вещества	0,1...0,2
Зола	0,3...0,4
Пектин и протопектин	1,5...2,5
Минеральные вещества, мг/100 г	
Натрий	0,09...0,10
Калий	4,81...5,20
Кальций	0,48...0,50
Магний	0,20...0,22
Фосфор	0,41...0,46
Железо	0,05...0,06
Витамины, мг/100 г	
В-каротин	следи
В ₁	следи
В ₂	следи
РР	0,04...0,05
С	0,6...0,7

Яблочные выжимки содержат не только питательные вещества, но и целый комплекс физиологически активных веществ. Из полисахаридов наибольшее количество составляют пектиновые вещества. В связи с этим совершенствование способов промышленной переработки яблочных выжимок, разработка новых технологий имеют важное отраслевое значение.

Яблочные выжимки являются традиционным сырьем для пектиновых производств, которые в свою очередь выдвигают особые требования к

нему. Основное из них то, что яблочные выжимки должны быть высушены. Переработка свежих выжимок на существующих пектиновых производствах практически не производится в силу организационно-экономических причин. Практически в отрасли отсутствуют такие технологии.

Рассмотрены физико-химические свойства растворов с точки зрения их технологичности, стабильности в процессе извлечения, температурной обработки, физических воздействиях. С учетом физико-химических свойств пектиновых веществ сформулированы требования к пектиновому экстракту как пищевому продукту. Яблочный пектиновый экстракт должен соответствовать показателям растительных пищевых экстрактов и иметь пищевую ценность: аромат, свойственный исходному сырью; численные значения критериев безопасности, соответствующие показателям аналогичных ему продуктов; концентрацию пектиновых веществ, которая позволяла бы использовать его для пектинопрофилактики.

На основе проведенного анализа сформулированы задачи исследований.

Во второй главе "Объекты и методы исследований, исследование пищевой ценности сырья" описаны методы и приборы исследования.

Объектами исследований в работе явились яблочные выжимки, диффузионный сок и пектиновый экстракт.

Содержание растворимых сухих веществ в жидких продуктах определяли рефрактометрическим методом.

Для оценки качества яблочных выжимок и пектинового экстракта определялись те показатели, которые оказывают существенное влияние на студнеобразование и комплексообразование. Это - содержание пектиновых веществ, уронидная и метоксильная составляющие, содержание карбоксильных групп, степень этерификации, молекулярная масса, студнеобразующая и комплексообразующая способности пектиновых веществ.

Одним из способов повышения эффективности пектинового производства является разработка технологии пектина из свежеежатого пектиносодержащего сырья. С этим связаны следующие преимущества: исключение энергетических затрат на сушку сырья, стабильность процессов извлечения пектиновых веществ, повышение их качества.

Необходимость предварительной подготовки выжимок после их прессования заключается в максимальном удалении сахаров, кислот и других балластных по отношению к пектину веществ, увеличение клеточной проницаемости и инактивации ферментов, удалении воздуха из межклеточного пространства растительной ткани.

Нами проведено исследование кинетики процесса экстрагирования растворимых веществ из свежесжатых яблочных выжимок при температуре 20...90°C в течение 1 ч. Соотношение расхода масс поддерживали равным 1,5...2,0. Отбор проб жидкой фазы осуществляли через каждые 10 мин и определяли содержание сухих веществ (СВ). Их изменение в диффузионном соке по времени при различной температуре показано на рис.1.

В диффузионном соке кальций-пектатным методом определяли содержание пектиновых веществ (ПВ). Кинетика изменения ПВ в процентах к массе СВ по времени при разных температурах показана на рис.2.

Из рис.2 видно, что с увеличением температуры содержание ПВ в жидкой фазе увеличивается до 0,05...0,15%. Это связано с экстрагированием растворимых ПВ и частичным термическим гидролизом протопектиновой фракции сырья. Студнеобразующая способность выделенных ПВ низкая (50...70 мм рт.ст.). Температуру процесса экстрагирования, исходя из потерь ПВ и их студнеобразующей способности, выбрали 50...60°C.

Для определения максимальной степени извлечения растворимых СВ при невысокой потере ПВ и определения влияния технологических факторов на процесс нами проведено математическое моделирование.

На основе лабораторных исследований, принимая гипотезу о линейности модели относительно варьируемых переменных, был выбран полный факторный план эксперимента (ПМФ).

Эффективность процесса экстрагирования оценивали по содержанию СВ и потере ПВ. В качестве функции отклика принято отношение

$$y = \frac{y_1}{y_2} = \frac{СВ}{ПВ} \quad (1)$$

Математическая модель процесса представляется в следующем уравнении регрессии в кодированных обозначениях

$$y = 44,8 + 9,6 X_1 + 1,7 X_2 - 1,5 X_1 X_2. \quad (2)$$

Уравнение, полученное в виде линейного полинома, является основой для поиска оптимальных условий, при этом все параметры контролируемы.

Поскольку выбор контролируемых параметров процесса экстрагирования осуществляется на основе требований к пектину при учете вклада каждого выделенного фактора, то нами оценены коэффициенты влия-

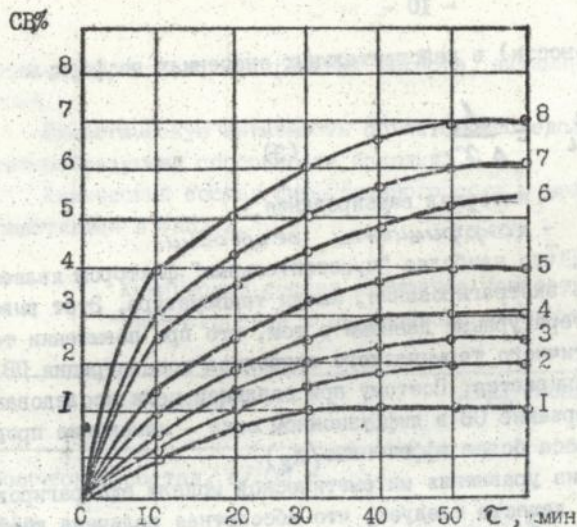


Рис.1. Изменение содержания СВ в жидкой фазе по времени при различных температурах: 1-20°C; 2-30°C; 3-40°C; 4-50°C; 5-60°C; 6-70°C; 7-80°C; 8-90°C

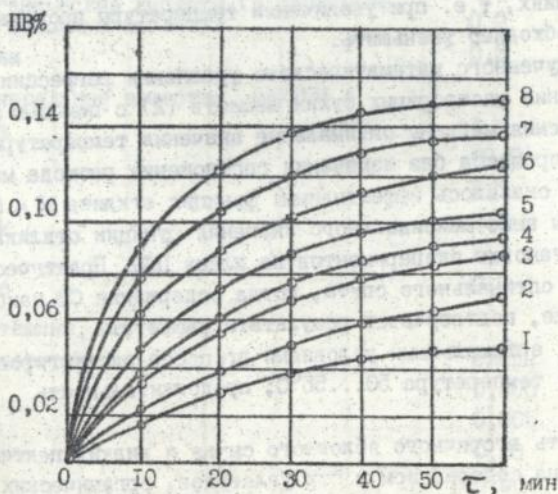


Рис.2. Изменение содержания ПВ по времени при различных температурах процесса: 1-20°C; 2-30°C; 3-40°C; 4-50°C; 5-60°C; 6-70°C; 7-80°C; 8-90°C

ния (чувствительности) в действительных значениях по формуле

$$A_i = \frac{b_i}{\Delta x_i} \quad (3)$$

где Δx_i - интервал варьирования,
 b_i - коэффициенты регрессии.

Установлено, что наиболее "чувствительным" фактором является продолжительность экстрагирования, затем температура. Этот вывод согласуется с литературными данными о том, что при повышении температуры из-за частичного термического гидролиза концентрация ПВ в жидкой фазе увеличивается. Поэтому при заданной цели исследования - максимальное содержание СВ в диффузионном соке - изменение продолжительности процесса более эффективно (x_2).

Кроме того, из уравнения математической модели экстрагирования растворимых сухих веществ следует, что абсолютная величина коэффициента фактора $x_1 - b_1$ выше, чем b_2 . Это значит, что температура (x_1) оказывает большее влияние на показатель параметра оптимизации. Следует также отметить, что если эффект взаимодействия факторов процесса имеет отрицательный знак ($-1,5 x_1 x_2$), то для увеличения показателя параметра оптимизации факторы должны одновременно изменяться в разных направлениях, т.е. при увеличении температуры продолжительность процесса необходимо уменьшить.

На основе полученного математического уравнения регрессии процесса экстрагирования растворимых сухих веществ (2) с помощью метода крутого восхождения найдены оптимальные значения температуры и продолжительности процесса без изменения соотношения расхода масс. Крутое восхождение оказалось эффективным: функция отклика $Y = 66,5$, что на 11,9 единицы выше максимального значения функции отклика, достигнутого при постановке экспериментов по плану ПЭФ. Практическая реализация условий оптимального опыта, когда содержание СВ наибольшее, а ПВ наименьшее, подтверждает результаты расчета.

Таким образом, оптимальными условиями процесса экстрагирования являются следующие: температура $50...55^\circ\text{C}$; продолжительность $25...30$ мин.

Пищевая ценность вторичного яблочного сырья и жидких пектинопродуктов обусловлена содержанием в них углеводов, органических ки-

слот, полифенолов, минеральных веществ, витаминов и других соединений.

Биологическую активность объектов исследования оценивали по комплексообразующей способности изделий.

Химический состав диффузионного сока и пектинового экстракта представлен в табл. 2.

Таблица 2
Химический состав и пищевая ценность диффузионного сока и пектинового экстракта

Показатели	Диффузионный сок	Пектиновый экстракт
Химический состав, г/100 г		
Вода	93,5	95,1
Белки	0,2	0,1
Моно- и дисахариды	5,7	0,9
Клетчатка	0	0
Спиртосоединяемые пектиновые вещества	0,1	0,7
Органические кислоты (в пересчете на яблочную кислоту)	0,2	0,3
Зола	0,3	0,2
Минеральные вещества, мг/100 г		
Na	1,4	1,0
K	68,9	32,2
Ca	6,7	3,4
Mg	3,3	1,8
P	6,1	3,2
Fe	0,8	0,6
Витамины, мг/100 г		
B-каротин	следы	
B ₁	0,005	
B ₂	0,005	
PP	0,50	
C	0,55	
Комплексообразующая способность, мг/мл	0,7	4,8

Сравнительный анализ табличных данных показывает, что наибольшей пищевой ценностью обладает диффузионный сок, а биологической активностью - пектиновый экстракт.

В третьей главе "Разработка технологии переработки яблочных выжимок" изложены результаты экспериментальных исследований процессов экстрагирования яблочных выжимок, гидролиза и экстрагирования пектиновых веществ, разделения гидролизной массы, обработки пектинового экстракта.

Процесс извлечения диффузионного сока из яблочных выжимок путем их экстрагирования не нашел широкого распространения в отечественном соковом производстве. Это связано, в основном, с отсутствием специального экстракционного оборудования и технологии экстрагирования. В конечном итоге, эти и другие причины относят технологию переработки яблок к категории несовершенного производства, что подтверждается цифрами: из 100 кг яблок, содержащих 80...85% сока, извлекают в среднем 65...70%. Остальная часть ценного пищевого продукта практически не используется.

Нами исследован процесс экстрагирования яблочных выжимок в лабораторных условиях, результаты послужили основой для разработки аппаратурно-технологической схемы дополнительного извлечения сока из яблочных выжимок.

Известно, что движущей силой процесса экстрагирования является разность концентраций экстрагируемого вещества. Наиболее эффективным способом при таком извлечении является противоток. Механизм экстрагирования включает в себя проникновение экстракта в поры твердого материала, растворение целевых компонентов, диффузионный перенос экстрагируемых веществ из глубины твердой частицы к поверхности раздела фаз и перенос веществ от поверхности частиц вглубь экстрагента с помощью конвективной диффузии.

Проведение процесса в противоточном режиме представляет определенные трудности из-за плохой проницаемости слоя яблочной выжимки. Частицы измельченной ткани блокируют транспортные каналы, из-за чего нарушается противоточный режим.

В связи с этим нами предложена прямоточно-противоточная схема экстрагирования. Она предусматривает прямоток в экстракторах и противоток между ними. Схема экстрагирования яблочных выжимок представлена на рисунке 3.

По результатам исследований построены концентрационные кривые экстрагирования яблочных выжимок /рис.4/. Так, при исходной

концентрации растворимых веществ $CB_0 = 12,2...12,4\%$, производительности $1,6...1,8$ т/ч, двух стадиях прямотока и стадии противотока между ними, конечном отжиме проэкстрагированной яблочной выжимки максимальное содержание сухих веществ ($CB_k = 6,0\%$) в диффузионном соке обеспечивается при следующих технологических параметрах: соотношение расхода масс $1,4...1,5$, температура экстрагента $45...50^\circ C$. При таких режимах достигается наибольшее извлечение растворимых сахаров: фруктозы, сахарозы, глюкозы (до 80%) и наименьшая потеря пектиновых веществ ($0,09...0,10\%$), что существенно для пектинового производства.

Разработанная аппаратурно-технологическая схема экстрагирования яблочных выжимок внедрена на Солдатском консервном заводе Кабардино-Балкарии. Установленная мощность участка подготовки пектиносодержащего сырья $2,0...2,5$ т/ч. Дополнительное количество диффузионного сока с содержанием $CB = 6\%$, извлеченного из 1 т яблук, составляет $195,5$ кг, т.е. общий выход концентрированного яблочного сока ($CB = 70\%$) увеличивается с $8,14\%$ до $9,54\%$. В расчете на годовой объем переработки яблок на соки - 5000 т, дополнительный выпуск концентрированного сока с $CB = 70\%$ составит 70 т (5000×14 кг) или $51,85$ тыс. л. ($70 : 1,35$). ($1,35$ - переводной коэффициент 1 кг сока яблочного концентрированного с $CB = 70\%$ в 1 л). При цене 1 л 177 р. дополнительный выпуск в оптовых ценах определится в сумме 12390 т.р. С учетом затрат на воду, пар, электроэнергию годовой экономический эффект от выработки дополнительного концентрированного сока составит $3097,5$ тыс.руб.

Исходя из основных положений гидролиза и условий его осуществления, этот процесс не имеет особенностей для протопектина проэкстрагированных выжимок. Однако с учетом требований к качеству пектинового экстракта нами проведены исследования процесса гидролитического расщепления протопектина яблочных выжимок после их экстрагирования. В качестве гидролизующего агента использовали ЭАВС - электроактивированную водную систему, названную экстрагентом КТИШ.

С учетом феномена пектиновых веществ и приведенного расчета реакции среды уточнен технологический режим процесса: температура процесса $85...87^\circ C$; продолжительность процесса $1,5...1,8$ ч; соотношение фаз (яблочная выжимка; экстрагент) $\varphi = 1,8...2,0$; показатель среды гидролизной массы, pH $2,7...3,0$.

Однако такие параметры ведения процесса обуславливают получение экстракта с высокими вязкостными характеристиками, что ухуд-

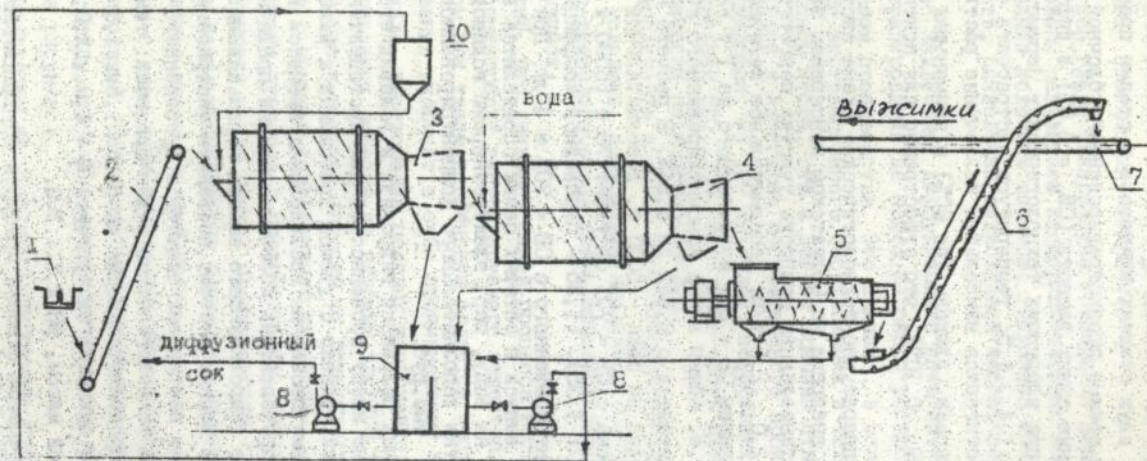


Рис. 5. Аппаратно-технологическая схема экстрагирования яблочных выжимок:

- 1, 2 - скребковый транспортер; 3, 4 - экстракторы;
 5 - шнековый пресс; 6 - конвейер; 7 - ленточный транспортер;
 8 - насосы; 9, 10 - емкости для диффузионного сока.

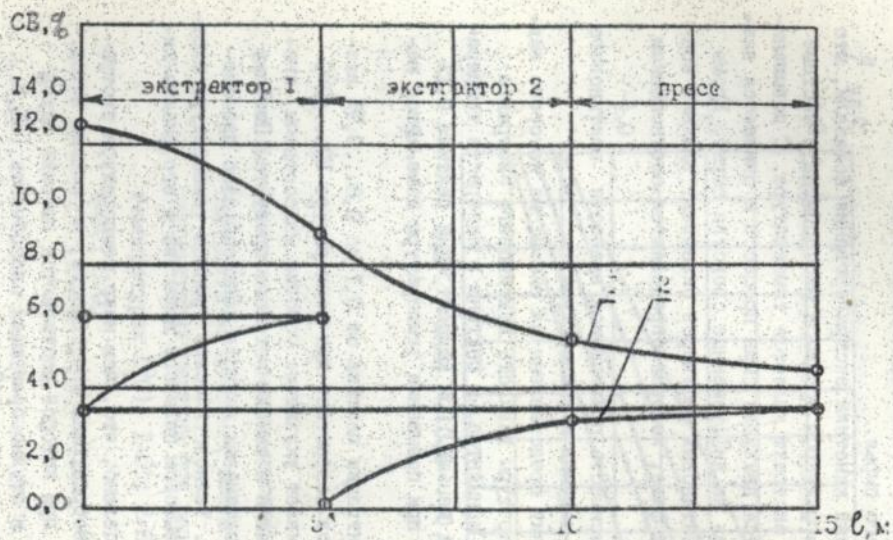


Рис. 4. Концентрационные кривые процесса экстрагирования растворимых сухих веществ из яблочных выжимок:
 1 - концентрация в твердой фазе; 2 - концентрация в жидкой фазе.

шает в последующем разделении фаз.

Соотношение расхода масс, при котором эффективно происходит их разделение на перфорированной поверхности, составляет $Q = 2$. Для достижения оптимального соотношения расхода масс необходима дополнительная технологическая стадия - экстрагирование пектиновых веществ из протидролизованного сырья.

Результаты исследований кинетики экстрагирования показали, что основным интенсифицирующим фактором процесса массообмена в системе пектиносодержащее сырье - экстракт является температура. С повышением температуры увеличивается движущая сила процесса и снижается вязкость, существенно влияющая на диффузионные свойства сырья. Кроме температуры на вязкость пектиновых растворов оказывают влияние концентрация пектина в жидкой фазе, которая определяется соотношением масс.

Нами исследована зависимость приведенной вязкости пектинового экстракта от концентрации пектина и температуры.

Результаты исследований представлены на рис. 5, из которого видно, что с повышением температуры вязкость пектинового экстракта снижается. При уменьшении концентрации пектина в экстракте температурные эффекты проявляются меньше. При концентрации пектина 0,1% и ниже вязкость растворов при повышении температуры изменяется незначительно.

При увеличении концентрации пектина от 0,1 до 0,8...0,9% вязкость пектиновых экстрактов возрастает при температуре 20...40°C в 4...7 раз. Это обуславливает ухудшение условий массообмена, снижение степени экстрагирования и выхода готового продукта. Поэтому процесс экстрагирования пектиновых веществ целесообразно производить при температуре $> 50^\circ\text{C}$. Технологические границы температуры экстрагирования определяются выходом целевого вещества и его физико-химическими показателями.

Исследованиями установлено, что, чем ниже температура экстрагирования, тем выше студнеобразующая способность, но меньше выход. Оптимальной температурой, при которой достигаются высокие выход (12...16% по массе сырья) и студнеобразующая способность (66,5...95,8 кПа), является температура 70...75°C.

Концентрация пектиновых веществ в жидкой фазе 0,5...0,6% при установленных технологических параметрах гидролиза достигается при $Q = 2,5...3,0$.

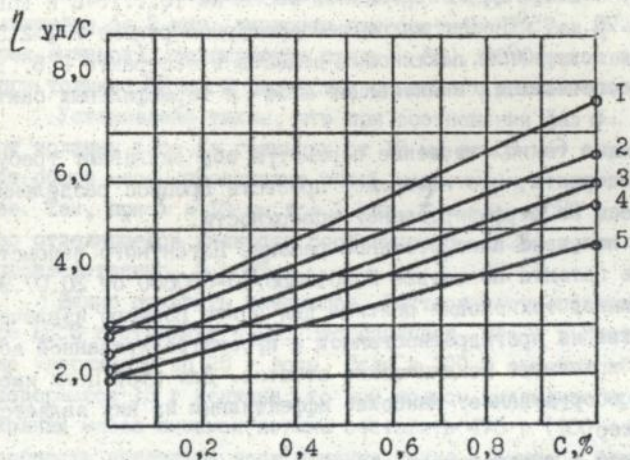


Рис. 5. Зависимость вязкости пектинового экстракта из яблочных выжимок от концентрации пектина при различных температурах (°C): 1-50; 2-60; 3-70; 4-80; 5-90

ЛІБ ім. В. Стефаніка
АН України

В связи с этим предложено требуемое соотношение фаз устанавливать не в начале проведения гидролиза, а в конце процесса, и для этого использовать диффузионный сок.

Такой технологический прием позволил произвести дополнительное экстрагирование пектиновых веществ за счет соотношения расхода фаз, а также снизить температуру гидролизной массы на 10...15⁰С и довести ее до значений 70...75⁰С. При таком температурном режиме и $q=2,5...3,0$ достигается содержание пектиновых веществ в экстракте 0,5...0,6%. Кроме того, обеспечивается инактивация мезо- и термофильных бактерий.

Установленные технологические параметры обуславливают требуемую вязкость экстракта, что позволяет провести процесс разделения гидролизной массы на перфорированной поверхности.

На способ получено положительное решение Патентного ведомства России о выдаче патента по заявке № 5015658/13-060800 от 20.07.92 г.

В традиционной технологии пектина для более полного извлечения целевого вещества из прогидролизованной и проэкстрагированной яблочной выжимки применяют механическое отжатие. Для этой цели имеется специальное оборудование. Наиболее эффективным из них является пресс фирмы Бухер.

Такой способ и аппаратурное оформление оправданы с точки зрения задачи и особенностей традиционной технологии: достичь максимального выхода целевого продукта в жидкой фазе и невозможностью возврата проэкстрагированной выжимки в категорию пищевого сырья (ввиду наличия в ней непищевых минеральных кислот).

Для реализации предложенного способа гидролиза яблочной выжимки с использованием экстрагента КТИП и достижения поставленной цели (создание технологии пектинопродуктов) применение механического отжатия с использованием прессов является неприемлемым, в том числе и с точки зрения дополнительных энергозатрат. Кроме того, перерабатывающая отрасль не имеет достаточно надежного и эффективного прессового оборудования отечественного производства для подобных масс.

В связи с этим нами предложен способ разделения гидролизной массы на движущейся перфорированной поверхности. Для установления технологических параметров этого процесса необходимо было изучить:

- толщину слоя гидролизной массы;
- необходимое соотношение жидкой и твердой фаз в слое;

- продолжительность пребывания на перфорированной поверхности гидролизной массы, обеспечивающая стекание заданного количества жидкой фазы.

Результаты лабораторных исследований показали, что толщина слоя гидролизной массы имеет определяющее значение для отделения жидкой фазы. Так, при толщине слоя 10 мм удельное количество отделившейся за 2 мин. жидкости при соотношении фаз $q = 3$ (по массе сырых выжимок), температуре среды 65...70°C составило 45...50%, а при толщине 30 мм и равенстве указанных показателей - 25...30%.

Установлено также, что при соотношении фаз $q = 1$ независимо от толщины слоя (в границах от 10 мм до 50 мм) отделение жидкости от общей массы происходит очень медленно и в значительном количестве. Так, при $\delta = 10$ мм, $t = 2$ мин, $t = 65...70$ °C удельное количество отделившейся жидкости составило 8...12%, а при толщине 30 мм соответственно 5...8%.

Важно отметить следующее. Растворимость пектина при температуре 20°C составляет 4,0%. Это означает, что 1 г пектина может прочно удерживать до 25 г воды. Если в 100 г сушеной яблочной выжимки содержится 15 г пектина, то при полном гидролизе протопектина исходная масса выжимок должна составить 475 г (100 + 15 * 25). Способность поглощать воду присуща также и сушеной непрогидролизованной выжимке. При этом 100 г сушеной выжимки поглощает до 5 частей воды. Таким образом, при полном гидролизе протопектина 100 г сушеной выжимки превращается в пастообразный продукт массой порядка 1,1 кг. Такое соотношение твердой и жидкой фаз является минимальным и оно должно учитываться при проведении гидролиза, транспортировке, перемещении и других технологических операциях.

Указанный гидромодуль является величиной, которую необходимо учитывать при организации процесса экстрагирования, т.е. при $q \gg 10$ уже может происходить эффективное разделение массы на жидкую и пастообразную фазу. При увеличении q эффективность разделения повышается. Так, при средней продолжительности пребывания прогидролизованной выжимки на перфорированной поверхности от 2 до 5 мин. и при соотношении фаз $q = 15, 20, 25$ количество отделившегося гидролизата увеличивается соответственно на 40, 55, 71% по сравнению с $q = 10$.

На основе полученных результатов предложено аппаратное оформление процесса разделения прогидролизованной массы. Для этой цели применено типовое оборудование сокового производства - стекатель.

В связи с тем, что процесс эффективного разделения масс относительно длителен ($\tau = 20 \dots 25$ мин), а минимальная продолжительность нахождения массы в стекателе составляет 12...15 мин, предусмотрена установка дополнительного разделительного сита. Отличительной его способностью является возможность регулирования продолжительности пребывания массы на вращающейся перфорированной поверхности и толщины слоя.

Предложенное оборудование прошло промышленную апробацию в пектиновом цехе Солдатского консервного завода и установлено для постоянной эксплуатации.

Пектиновый экстракт, полученный после разделения прогидролизованной массы на перфорированной поверхности, представляет собой жидкую неоднородную систему. Она состоит из двух фаз. Одна из них находится в мелкораздробленном состоянии (частички мякоти), а другая является жидкой средой (пектиновый экстракт).

Для определения эффективности способа очистки пектинового экстракта от взвешенных частиц отстаиванием проведены исследования.

Результаты экспериментов показали, что отстаивание эффективно при температуре 20°C . При этом расчетное время, при котором достигается максимальное количество отстоявшегося количества экстракта, составляет 5-6 ч для экстракта с содержанием СВ=2,6...2,8% и ПВ=0,4...0,5%. При СВ=3,2...3,4% и ПВ=0,5...0,7% продолжительность отстаивания с получением максимального количества отстоявшегося экстракта составляет 8-10 ч. Следует отметить, что в опытах по отстаиванию пектинового экстракта при температуре $30 \dots 50^{\circ}\text{C}$ после 6-часового периода начинался процесс брожения. При температуре до 65°C такой процесс ^{не}наблюдался. Анализ полученных результатов и условия эксплуатации оборудования на Солдатском консервном заводе показали нецелесообразность введения процесса отстаивания экстракта.

Грубую очистку пектинового экстракта предложено провести фильтрованием - наиболее распространенным способом разделения жидких неоднородных систем.

Для выбора фильтрующей ткани и установления технологических параметров процесса проведены исследования на специально изготовленных мешочных фильтрах. Установлено, что средняя скорость фильтрации пектинового экстракта при концентрации пектиновых веществ до 0,55%, рабочем давлении 0,5...0,6 МПа, экипировке фильтровальных рамок тканью лавсановой (арт. 56207, ГОСТ 15978-78), хлопчатобумажной (арт. 56208, ГОСТ 15978-78) и хлопчатобумажной с лавсаном (арт. 56209, ГОСТ 15978-78) составляет 0,15...0,2 л/м²·ч.

бумажной (арт. 2075) и капроно-лавсановой (арт. 126- 127) составляет с 1 м² фильтрующей поверхности соответственно: 80...100; 50...70; 20...30 л/ч.

На основе полученных результатов смонтирована станция фильтрации, состоящая из 4 фильтров с общей поверхностью фильтрации 28 м². Фильтрующие элементы экипированы лавсановой тканью (арт. 56207, ГОСТ 15978-78).

Для улучшения органолептических показателей пектинового экстракта применяется процесс его сепарирования.

Результаты проведения исследований химического состава яблочных выжимок, экстрагирования их растворимых веществ, гидролиза протопектина с использованием экстрагента КТИП, данные по технологической обработке пектинового экстракта позволили разработать технологическую схему переработки яблочных выжимок и подобрать оборудование применительно к условиям работы Солдатского консервного завода. (рис.6).

В главе четвертой "Разработка новых видов пектинопродуктов и их внедрение" приведены результаты исследований по разработке пектиносодержащих продуктов на основе пектинового экстракта и прогидролизованых яблочных выжимок (пектиновый концентрат, напитки "Пектиновый", "Светлячок", "Зарница", "Регина", "Мадина", "Повидло пектиновое яблочное", "Повидло пектиновое фруктовое").

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе лабораторных, экспериментальных, промышленных исследований и с учетом производственного опыта работы соковых и пектиновых заводов разработана новая безотходная экологически чистая технология переработки вторичного яблочного сырья с получением пектинопродуктов.

1. Предложен способ экстрагирования яблочных выжимок в условиях прямоточно-противоточного режима, позволяющий дополнительно извлекать яблочный сок (до 200 кг из каждой тонны перерабатываемых яблок) с применением прессования на непрерывно действующих пневматических прессах (типа ПДФЯ-4). На способ получено положительное решение Российского Патентного ведомства о выдаче патента по заявке № 5015656/13-060900 от 20.07.92 г.

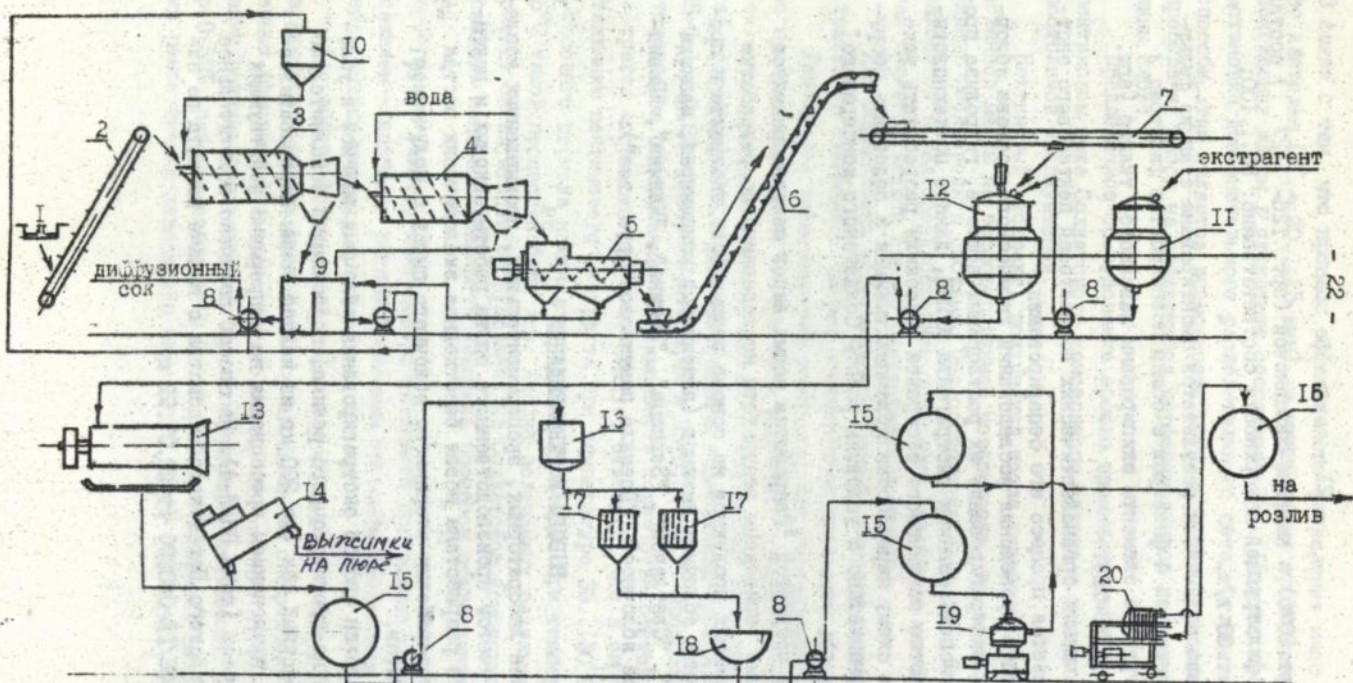


Рис. 6. Аппаратно-технологическая схема переработки вторичного яблочного сырья с получением пектинопродуктов I, 2-скребковый тр-р; 3-4 - экстракторы; 5 - шнековый пресс; 6 - нория; 7 - тр-р ленточный; 8 - насосы; 9, 10 - емкости для диффузионного сока; 11 - сборник-подогреватель экстрагента; 12 - гидрслизатор; 13 - разделительное сито; 14 - стекатель; 15 - сборник; 16 - напорный сборник; 17 - фильтр; 18 - ванна охл; 19 - сепаратор; 20 - фильтр-пресс.

2. Предложен способ и технологический режим гидролиза протопектина яблочных выжимок, предусматривающий проведение процесса при температуре среды $86...87^{\circ}\text{C}$, реакции среды гидролизной массы $\text{pH } 2,7...3,0$, соотношении фаз $q = 1,8...2,0$ в течение $2,0...2,5$ ч.

3. Расчетным путем определено количество экстрагента (диффузионного сока), необходимого для достижения заданного значения pH среды гидролизуемой массы и одновременного снижения вязкости полученного пектинового экстракта.

4. Установлено, что эффективное разделение гидролизной массы на движущейся перфорированной поверхности происходит при соотношении фаз (в пересчете на сухую массу) $q = 10$.

5. Установлено, что фильтрование яблочного пектинового экстракта через слой осадка на тканевой перегородке возможно при концентрации пектиновых веществ до ПВ $0,55\%$ и температуре $62...65^{\circ}\text{C}$.

6. Впервые в практике отечественного пектинового производства разработана и внедрена технология пектинового экстракта, который в отличие от экстракта, полученного по традиционной технологии, не требует дополнительной обработки для придания ему качества пищевого продукта. Технология является продолжением переработки яблок на сок и формирует это производство безотходным.

7. Впервые разработаны и освоены новые виды жидких пищевых пектинопродуктов, основной составной частью которых является пектиновый экстракт. Пектинопродукты прошли апробацию в санаториях как профилактические напитки.

8. Результаты экспериментальных и производственных испытаний разработанной технологии и созданные на основе пектинового экстракта новые виды пищевых продуктов позволяют рекомендовать эту технологию как перспективное направление использования яблочных выжимок для пектинового производства и выработки пектинопродуктов.

9. Пищевая ценность, биологическая активность и технологичность при производстве пектиновых экстракта и концентрата дают основание рекомендовать их для широкого использования в качестве студне-, комплекссообразователей для выработки традиционных и новых видов пищевых изделий профилактического и лечебного ассортимента.

10. Технология внедрена в 1990 г на Солдатском консервном заводе Прохладненского района Кабардино-Балкарии. Экономический эффект от внедрения технологии только за 1992 год составил 2579,4 тыс. руб.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОПУБЛИКОВАНО
В РАБОТАХ:

1. Экстракт з яблучних вичавок /В.Неліна, С.Рубінов, Л.Донченко, М.Карпович //Харцова і переробна промисловість, - 1991. - № 6. - с.20.
2. Производство пектинопродуктов из вторичного яблочного и цитрусового сырья /В.В.Нелина, Л.В.Донченко, Н.С.Карпович, С.Р.Рубинов, Р.Д.Нехай// Тез. докл. на IV Всесоюзн. научн.-техн. конф. "Разработка комбинированных продуктов питания (медико-биологические аспекты, технология, аппаратурное оформление, оптимизация". Кемерово.-1991. - с.170. - с. 28-29).
3. Пектин: підготовка до виробництва /Л.Донченко, В.Неліна, І.Кравчицька, С.Рубінов// Харцова і переробна промисловість. - 1991. - № 3. - с.14.
4. Разработка технологии комплексного использования пектино-содержащего сырья /Карпович Н.С., Донченко Л.В., Нелина В.В., Тоткайло М.А., Крапивницкая И.А., Рубинов С.Р., Бекшемиров Н.Б.// Тез. докл. на республ. научн.техн.конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающую отрасли АПК" 24-26.09.91 г. - Киев. - КТИШ. - 1991. - 595 с. - с.74.
5. Опыт эксплуатации промышленных экспериментальных установок для подготовки воды в пектиновом производстве /М.П.Купчик, А.В.Матвиенко, А.В.Бойко, И.Н.Дейкин, М.А.Тоткайло, С.Р.Рубинов, М.И.Еажан// Тез. докл. III научн.-техн.семинара "Электротехнология пектиновых веществ", 18-19 февр. 1992 г., Киев.-1992 г. - 72 с, с.14.
6. Исследование изменения качества пектина при хранении пектинового экстракта без консервации. /Нелина В.В., Донченко Л.В., Карпович Н.С., Рубинов С.Р., Тимошенко Е.П., Проценко В.В.// Тез. докл. III научн.-техн.семинара "Электротехнология пектиновых веществ",

18-19 февраля 1992 г., Киев, -1992. - 72 с., с 31-32.

7. Рубинов С.Р., Тоткайло М.А. Опыт работы пектинового производства Солдатского консервного завода// Там же, с 43.

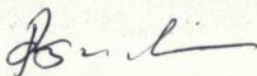
8. Способ получения жидкого пектиносодержащего продукта /В.В. Нелина, Т.И.Костенко, С.Р.Рубинов и др.// Полож.решение на выдачу патента № 5015658/13-060800 от 20.07.92.

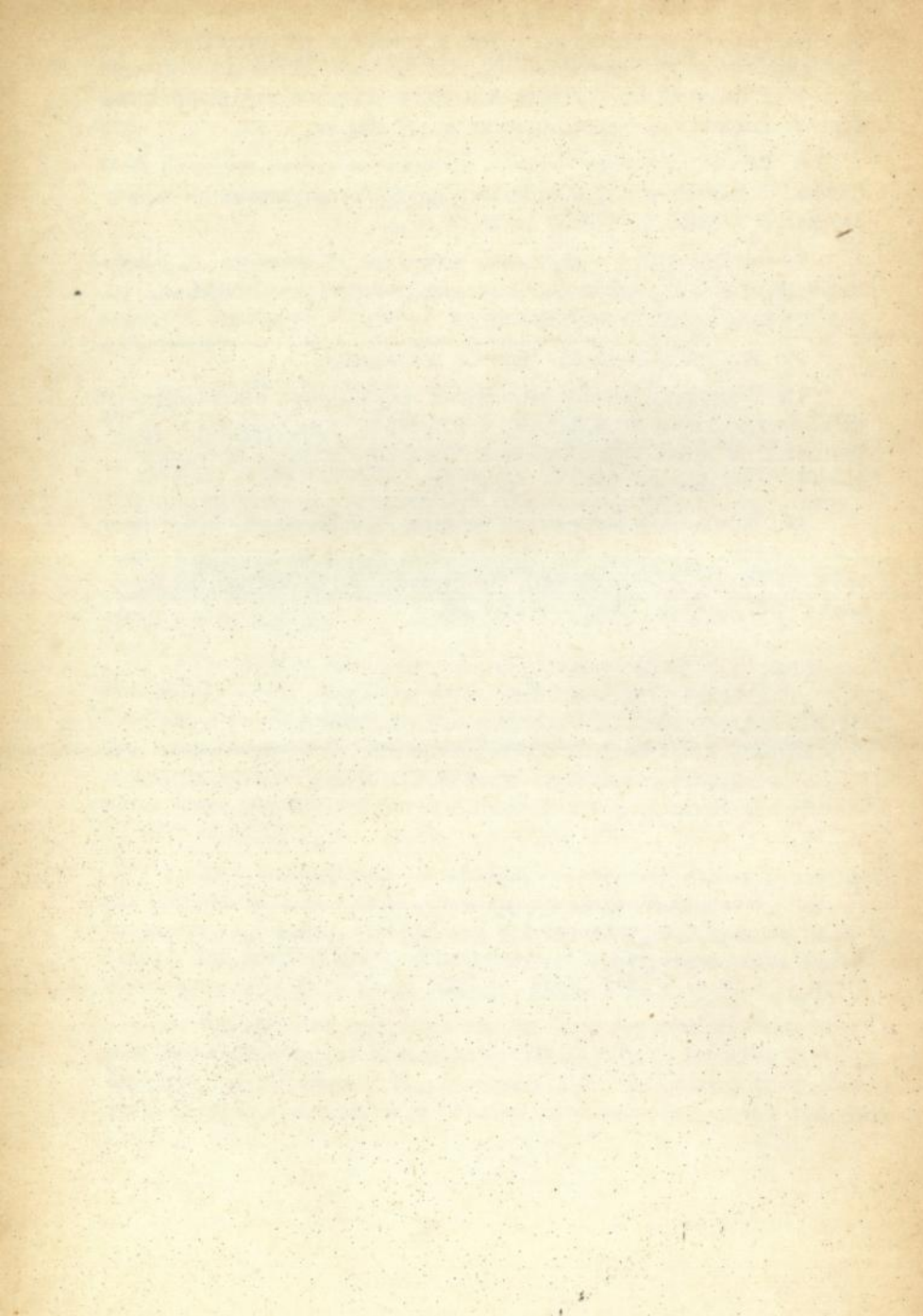
9. Основа напоїв - пектинові екстракти /Т.Костенко, Л.Донченко, М.Карпович, Л.Родионова, Л.Ерофеева, С.Рубінов// Харчова і переробна промисловість. 1992. - № 4.

10. ТУ 18019595-19-93. Напиток пектиновый.

11. Совершенствование технологии производства пектинопродуктов из яблочного сырья /В.В.Нелина, С.Р.Рубинов, Л.В.Донченко и др.// Тез.докл. IV научн.-техн.семинара "Электротехнология пектиновых веществ" 5-6 февраля 1993 г, Киев, с.18.

12. Новый профилактический напиток /Т.И.Костенко, В.В.Нелина, Л.В.Донченко, Н.С.Карпович, С.Р.Рубинов, И.А.Крапивницкая// Тез. докл. IV научн.-техн.семинара "Электротехнология пектиновых веществ" 5-6 февраля. Киев - 1993, с.23.





Подписано к печати - 19 05 93

Формат 1216/1684/ Заказ № 4934 Тираж 200 экз.

Ризопринт Управления статистики КБАССР

AB 27.614

AB 27.614