

Автор ер.  
17 54

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
им. М.В.ЛОМОНОSOBA

---

На правах рукописи

ПОЛЯКОВА МАРИЯ МИТРОФАНОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЯБЛОК  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЦЕНТРИФУГ

Специальность 05.18.13 - технология консервированных  
пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса-1980

СК

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте консервной промышленности и специальной пищевой технологии (ВНИИКП и СПТ)

Научный руководитель: кандидат технических наук, старший научный сотрудник Самсонова А.Н.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Флауменбаум Б.Л.  
кандидат технических наук  
Ольшевский А.П.

Ведущее предприятие: Белгородское производственное объединение консервной промышленности

Защита состоится "3" июля 1980 г. в 14 час. на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова, 270039, г. Одесса, ГСП-510, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломо-

июль 1980 г.

22.06.12  
Исследование процесс



v018101

Загибалов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ПЕРЕОБЛІК  
20 *12* р.

Актуальность работы. Одной из актуальных задач, поставленных XXV съездом КПСС перед консервной промышленностью, является более полное использование сельскохозяйственного сырья для выработки продуктов питания.

Из фруктов, выращиваемых в нашей стране, около 80% занимают яблоки. Почти 1 млн.т этих плодов перерабатывается в консервной отрасли.

В 1975 г. на долю яблочного сока приходилось около 37%, план 1980 г. - почти 43% от всех выпускаемых соков.

Несмотря на большой объем производства яблочного сока, до сих пор для извлечения его используются прессы периодического действия. При периодическом прессовании время извлечения сока относительно большое, продукт длительно соприкасается с воздухом и теряет часть ценных биологически активных веществ. При этом способе получения сока образуется до 30-35% выжимок, которые, несмотря на ценный физико-химический состав, не могут служить сырьем для производства вторичных пищевых продуктов, так как из-за сильной окисленности имеют темный цвет. Выжимки используются, в основном, на корм скоту и только 8% - на производство пектина. Осветление сока, полученного на прессах, продолжается 2-4 ч и требует значительного количества дорогостоящих осветляющих веществ.

Возможность применения другого оборудования, в частности центрифуг (особенно инерционных), для получения яблочного сока (без мякоти) недостаточно изучена. Мало исследованы вопросы комплексного использования яблок для производства пищевых продуктов.

Не изучены факторы, влияющие на выход и качество сока, полученного на фильтрующих центрифугах; почти нет данных о физико-хи-

v018101  
ОНАХТ  
БІБЛІОТЕКА

мических показателях этого продукта и способах его очистки.

Недостаточно изучены химический состав выжимок после фильтрующих центрифуг и возможность их использования.

Решение вопросов применения фильтрующих центрифуг в производстве яблочного сока без мякоти и использования выжимок позволит внедрить непрерывный способ извлечения сока и комплексно использовать сырье.

Цель исследований - разработка рациональной технологии комплексной переработки яблок с использованием фильтрующих центрифуг.

Задачи исследований. Изучить основные факторы, влияющие на выход и качество яблочного сока при извлечении его на инерционной фильтрующей центрифуге; определить сравнительные физико-химические показатели соков, полученных центрифугированием и прессованием; исследовать и разработать рациональный способ очистки и осветления соков, полученных на фильтрующих центрифугах; изучить химический состав и технологические свойства выжимок, полученных после фильтрующих центрифуг и пути их использования; разработать технологическую схему и подобрать оборудование линии комплексной переработки яблок.

Научная новизна. Впервые выявлены преимущества инерционной фильтрующей центрифуги со встроенным в ротор измельчителем и определены оптимальные условия ее работы при извлечении яблочного сока (без мякоти); проведены сравнительные исследования качества и химического состава яблочных соков, полученных на прессах периодического действия и инерционной центрифуге; изучены изменения биологически активных веществ в процессе производства и хранения яблочного сока, извлеченного на инерционной фильтрующей центрифуге; определен химический состав и показана целесообразность использования выжимок, полученных на инерционной центрифуге; исследованы

и рекомендованы способы очистки сока, извлеченного на инерционной центрифуге.

Практическая ценность. На основании проведенных исследований: - составлены исходные требования на установку для комплексной переработки яблок на сок и пюре с использованием инерционной центрифуги. Требования согласованы с изготовителем - Пензенским ордена Ленина заводом химического машиностроения (Пензхиммаш) и утверждены заместителем министра пищевой промышленности СССР. На основании исходных требований Пензхиммаш изготовил и поставил Белгородскому консервному комбинату установку, состоящую из двух центрифуг, двух деаэраторов и шнекового шпарителя; - на основе установки разработана технологическая схема и подобрано оборудование линии комплексной переработки яблок. Опытная промышленная линия производительностью 10 т/ч по сырью внедряется на Белгородском консервном комбинате.

Внедрение линии комплексной переработки яблок на 10-15% увеличивает полезно используемую часть сырья, в 6,5 раза повышает производительность труда на операции извлечения сока и дает 378,3 тыс.руб. годового экономического эффекта на одну линию.

На способ переработки яблок с получением сока и пюре и линию для осуществления этого способа получено положительное решение Всесоюзного научно-исследовательского института государственной патентной экспертизы Государственного комитета по делам изобретений о выдаче авторского свидетельства.

Апробация диссертационной работы. Разработанная технология проверялась на Кропоткинском консервном комбинате, одобрена и принята к внедрению на Белгородском консервном комбинате.

Основные положения докладывались на Всесоюзном совещании по переработке яблок (Москва, 1973 г.), на Юбилейном заседании Ученого

совета Всесоюзного научно-исследовательского института консервной промышленности и специальной пищевой технологии (Москва, 1977 г.).

Материалы диссертации отражены в четырех статьях и трех авторских свидетельствах.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, приложений и содержит 120 стр. основного машинописного текста, 21 табл. и 26 рис. Библиография включает 142 источника, в том числе 30 иностранных.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Постановка опытов и методы исследования. Для изучения основных факторов, влияющих на выход и качество сока, была изготовлена на основе центрифуги ЦИС-3ГМ, переделанной в инерционную, экспериментальная лабораторная установка (рис. 1).

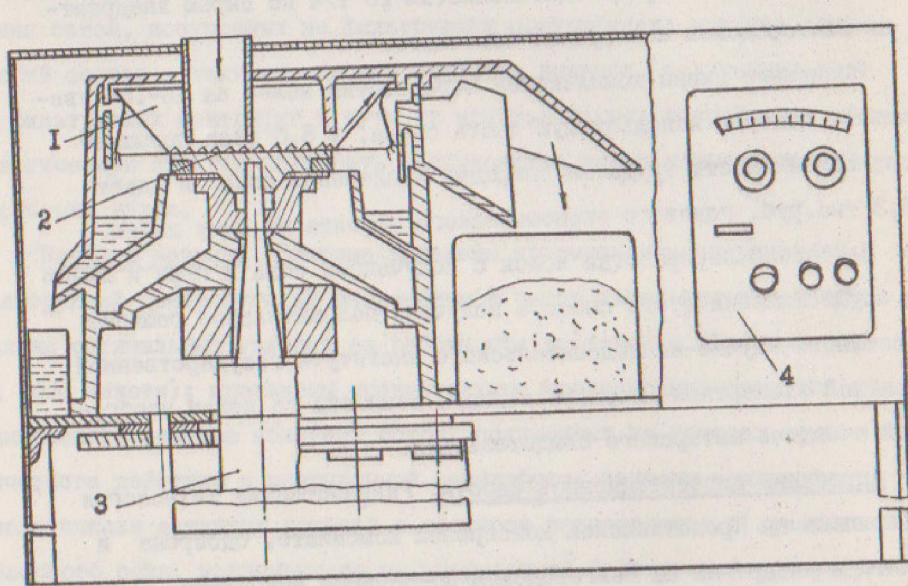


Рис. 1. Экспериментальная установка.

1-ротор, 2-измельчитель, 3-привод, 4-панель управления

В работе использовали также шнековую центрифугу НЭШ-200, дополнительно оборудованную, по предложению автора, дробильным устройством, вмонтированным в ротор и центрифугу ФГШ-40К-4.

При исследовании способов очистки соков от взвесей пользовались сепараторами *SKOG*-205, СЭС и ВСС2.

При изучении изменений физико-химических показателей осветленных соков, полученных на инерционной центрифуге, их анализировали непосредственно при закладке на хранение и через 3, 6, 9, 12, 24 месяца.

Для характеристики качества яблок и продуктов их переработки определяли: сухие растворимые вещества, общую кислотность, общие редуцирующие сахара (стандартными методами); выход сока (по массе); плотность сока (ареометром); количество влаги (высушиванием); клетчатку (по методу Кюршнера и Ганака в модификации А.С.Коган); вязкость сока (капиллярным вискозиметром); витамин С (йодометрическим методом); пектиновые вещества (карбазольным методом); минеральный состав (методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе *Perkin-Elmer*-403); желирующую способность (по методу Сосновского); процент поврежденных клеток (по методу В.Л.Флауменбаума); прозрачность сока (на фотоэлектроколориметре ФЭКН-57); аминокислоты (на аминокселекторе *Hd* -1200Е (ЧССР)); содержание взвесей в соке, твердость ткани яблок (по методам, разработанным во ВНИИКП и СИТ с участием автора); количество полифенольных веществ (по методу Фолина-Дениса); качественный состав полифенольных веществ (одномерной и двумерной хроматографией на бумаге).

Методы исследования, которые не нашли еще широкого распространения, изложены в диссертации.

Полученные результаты статистически обрабатывали. Относительные ошибки средних значений анализируемых показателей не превыша-

ли 3% при доверительной вероятности 90%. Наряду с этим устанавливали зависимость исследуемых параметров от физических свойств яблок и технологических режимов получения сока. Вычисление проводили по методу наименьших квадратов на ЭВМ БЭСМ-6.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО СОКА ПРИ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИИ

Помологические особенности яблок. Проведенные исследования по получению сока на инерционной центрифуге показали, что выход его не зависит существенно от сроков созревания плодов, а определяется их сортовыми особенностями. Из некоторых осенних сортов яблок (Бельфлер-китайка, Пармен зимний золотой) было извлечено сока столько же (соответственно 65,1 и 66,3%), как и из плодов летних сортов: Белый налив (65,6%), Мекинтош (66,6%), а из яблок Пепинка литовская - меньше (69,0%), чем из летнего сорта Папировка (69,9%).

Это делает метод центрифугирования перспективным для получения сока из яблок летних сортов, плохо поддающихся прессованию.

Длительность хранения. При хранении летних сортов яблок при температуре наружного воздуха 20-25°C на сырьевой площадке под навесом в них быстро уменьшалось содержание влаги (за пять дней хранения - на 2-3%).

Выход сока коррелировался с наличием влаги и тоже снижался, но несколько быстрее, видимо из-за повышения вязкости и увеличения потерь его с выжимками. Одновременно размягчалась ткань яблок в результате гидролиза протопектина. В сорте Мелба за пять дней хранения твердость ткани с 24 град. по финомеру уменьшилась до 14 град. По мере размягчения ткани плодов в сок переходило больше взвесей.

Установлено, что между твердостью ткани яблок ( $y$ ) и содержанием в соке взвесей ( $x$ ) существует определенная зависимость. Для

трех сортов яблок - Мелба (1), Папировка (2), Грушовка (3) получены одинаковые по форме зависимости, которые описываются эмпирическими формулами:  $Y_1 = 0,049x^2 - 2,15x + 27,0$ ;

$$Y_2 = 0,158x^2 - 5,52x + 51,1;$$

$$Y_3 = 0,105x^2 - 3,72x + 37,0.$$

Чтобы в сок переходило не более 5,5-6,0% взвесей, твердость ткани яблок должна быть не ниже 15 град. по финомеру.

Аналогичная картина, т.е. уменьшение выхода сока и увеличение в нем взвесей, наблюдается и для плодов осенне-зимних сортов, если они хранятся при 20-25°C.

Сроки хранения яблок на сырьевой площадке, когда не происходит заметного снижения выхода сока, для летних сортов составляют 1-2 суток, для зимних - 3-4 суток.

Способ подготовки сырья. Процесс извлечения сока на фильтрующей инерционной центрифуге в определенной мере аналогичен отжатию сока при прессовании и на него влияет большая часть тех же факторов (установлено Б.Л. Флауменбаумом), в первую очередь, количество поврежденных клеток и смачиваемость. При этом необходимо учитывать, что удельное давление в роторе центрифуги мало и его недостаточно для дополнительного повреждения клеток, следовательно на выход сока существенное влияние должен оказывать способ подготовки сырья.

Изучались различные способы подготовки яблок, направленные на увеличение количества поврежденных клеток и повышение выхода сока: измельчение плодов на частицы разного размера в роторе центрифуги и вне его, обработка мякоти ферментными препаратами, электрообработка, внесение дренажных материалов, замораживание (табл. I).

Таблица I

Влияние различных способов подготовки яблок на выход сока и его качество

Способы подготовки яблок	Количество разрушенных клеток, %	Выход сока, %	Содержание в соке взвесей, %	Вязкость сока, Па·с $10^{-3}$	Коэффициент протопускаемости сока
<b>I. Измельчение плодов вне ротора центрифуги:</b>					
без дополнительной обработки	84,0	50,8	8,5	1,90	0,58
с внесением дренажного материала (рисовой лузги)	84,0	53,5	9,0	1,92	0,55
с обработкой пектавамоорином ПЮХ с выдержкой:					
1 ч	85,7	55,5	20,7	4,63	0,43
3 ч	92,7	59,5	18,8	3,68	0,64
обработка на электроплазмолитаторе	Не определяли	50,0	17,0	Не определяли	
<b>2. Измельчение в роторе центрифуги:</b>					
сырье заморожено и дефростировано	95,0	56,4	15,4	1,95	0,60
без дополнительной обработки					
размер частиц, мм:					
0,5 - 3,5	84,0	69,2	4,3	1,40	0,92
3,5 - 5,0	75,0	65,0	3,9	1,40	0,92

Примечание. Во всех случаях, кроме обработки на электроплазмолитаторе, использовали один сорт яблок - Папировку.

Исследования показали, что для получения высокого выхода сока с минимальным содержанием взвесей наиболее рационально измельчать сырье в роторе центрифуги на частицы размером 0,5-3,5 мм (выход сока составил 69,2%, в нем содержалось 4,3% взвесей). При подаче в

ротор мезги сложно создать равномерный тонкий слой на сите, увеличивается продолжительность соприкосновения твердых частиц мезги с соком, в связи с этим возрастают потери сока с отходами (выход сока составил 50,8-53,5%, содержание взвесей в нем достигло 8,5-9,0%).

Электроплазмолит, ферментативная обработка мезги, а также замораживание с последующей дефростацией перед дроблением приводят к увеличению потерь сока с выжимками и повышают содержание в нем взвесей до 20,7-15,4%.

Режим работы центрифуги. Изучали влияние на выход сока и содержание в нем взвесей величины фактора разделения центрифуги, размера, формы отверстий и живого сечения фильтрующих сит. При изучении влияния фактора разделения изменяли частоту вращения ротора от 66,7 до 100,0  $s^{-1}$ , в результате чего фактор разделения ( $F_r$ ) возрастал от 700 до 1500. Влияние фактора разделения на выход сока и содержание в нем взвесей изучали на яблоках нескольких помологических сортов, разных сроков созревания: Папировка (летний), Мелба и Осеннее полосатое (осеннее), Пепин шафранный (зимний). Плоды Мелба и Пепин шафранный в опытах использовали сразу после съема с твердостью ткани соответственно 21 и 18 град. по финометру и после нескольких дней хранения с твердостью ткани 8 град. (рис. 2).

Установлено, что для свежесъемных яблок с твердой тканью величина оптимума фактора разделения находится в пределах от 1100 до 1400 и зависит от сорта плодов. Так для яблок Мелба (21) этот показатель составляет 1100, для Папировки (17) - 1300-1400, для Пепина шафранного (18) - 1300.

Величина фактора разделения влияет в меньшей степени на выход сока из яблок с размягченной тканью, чем из плодов с твердой тканью. Из яблок сорта Мелба с размягченной тканью (8 град. по фино-

метру) выход сока при  $F_r = 700$  составил 67,7%, а при  $F_r = 1100$  - 70,3%, т.е. увеличился всего на 2,6%; из сорта Пепин шафранный выход сока увеличился с 65,6 до 67,2% при возрастании  $F_r$  от 700 до 1300, т.е. на 1,6%, в то время как из тех же сортов яблок с твердой тканью выход сока повысился на 5,5% при росте фактора разделения в названных пределах.

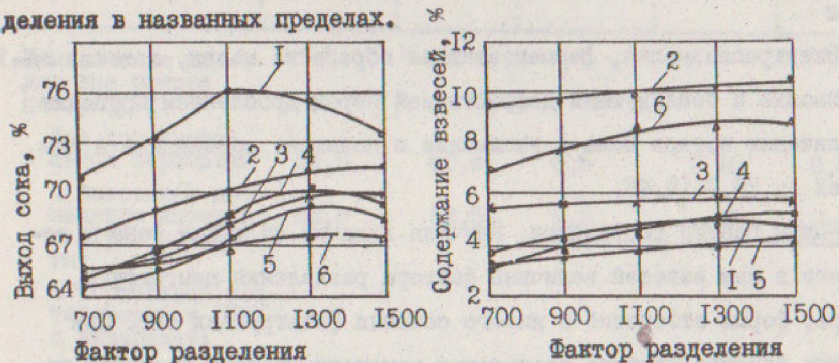


Рис. 2. Влияние величины фактора разделения: а) - на выход сока; б) - на содержание в соке взвесей. Сорта яблок: 1 - Мелба (21); 2 - Мелба (8); 3 - Осеннее полосатое (13); 4 - Папировка (17); 5 - Пепин шафранный (18); 6 - Пепин шафранный (8).

Примечание. Цифры в скобках показывают твердость ткани яблок в град. по финометру.

Содержание в соке взвесей зависит, в основном, от твердости ткани яблок, величина фактора разделения на этот показатель влияет незначительно. В соке из свежесъемных плодов с твердой тканью содержание взвесей не превышало 5,3%; из яблок с размягченной тканью - 8-10% при одинаковом факторе разделения.

В большей степени выход сока и содержание в нем взвесей зависит от размера, формы отверстий и живого сечения фильтрующих сит. Оптимальный выход сока, равный 66,5%, из яблок сорта Пепин шафранный при относительно небольшом содержании взвесей (4,5%) обеспечивался ситами со щелевидными отверстиями размером 0,2 x 1,9 + 2 мм

(табл. 2).

Таблица 2

Влияние формы отверстий и живого сечения фильтрующих сит (яблоки сорта Пепин шафранный)

Размер отверстий сит, мм	Форма отверстий	Живое сечение, %	Выход сока, %	Содержание в соке взвесей, %
∅ 0,20	Круглые	3,9	30,7	2,3
∅ 0,45	Круглые	9,0	42,5	3,9
0,1 x 0,3	Щелевидные	12,0	52,4	3,6
0,2 x 2,3	Щелевидные	17,6	58,3	4,1
0,2 x 1,9 + 2,0	Щелевидные	27,4	66,5	4,5
∅ 0,8	Круглые	28,0	67,3	6,4

Применение сит с круглыми отверстиями диаметром 0,8 мм и живым сечением, равным 28,0%, позволило увеличить выход сока (на 0,8%), однако содержание взвесей в нем возросло до 6,4%, т.е. на 1,9%.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЯБЛОЧНЫХ СОКОВ

В процессе производства. Сок на прессе и на фильтрующей инерционной центрифуге из одних и тех же сортов яблок извлекали при оптимальных параметрах. Оптимальный размер частиц при извлечении сока на фильтрующей центрифуге равен 0,5-3,5 мм, на прессе - 3,0-6,0 мм (А.Н. Самсонова); благодаря более мелкому измельчению в соке, полученном на центрифуге, выше содержание растворимых сухих веществ на 1,5-5,0%, сахаров - на 1,8-4,0%, повышается также общая кислотность (см. табл. 3), так как при более тонком измельчении повреждается больше клеток (Б.Л. Флауменбаум).

Соки, полученные на фильтрующей инерционной центрифуге, содержат несколько больше взвесей (3,1-5,2%), однако после удаления

Таблица 3

Физико-химические показатели соков, полученных из яблок разных помологических сортов методом прессования и центрифугирования

Физико-химические показатели соков	Центрифугирование				Прессование			
	Папи-ровка	Мелба	Осеннее-полосатое	Пепин-шафран-ный	Папи-ровка	Мелба	Осеннее-полосатое	Пепин-шафран-ный
Содержание, %:								
взвеси	4,10	4,30	5,20	4,80	1,30	1,20	1,20	0,80
растворимые сухие вещества	12,40	11,80	12,80	14,20	11,80	11,40	12,20	14,00
растворимый пектин	0,06	0,05	0,08	0,02	0,22	0,10	0,17	0,17
общие сахара, в том числе	10,70	10,70	10,60	12,10	10,50	10,20	10,30	11,60
редуцирующие	7,50	8,90	7,10	9,00	7,00	8,20	6,80	8,60
Общая кислотность (в пересчете на яблочную кислоту), %	0,85	0,90	0,84	0,57	0,74	0,75	0,74	0,50
Вязкость, Па·с $10^{-3}$	1,45	1,36	1,36	1,30	2,44	2,00	2,40	2,44
Коэффициент светопропускания	0,91	0,85	0,92	0,96	0,60	0,57	0,70	0,37

Примечание. Общую кислотность, вязкость, растворимый пектин, сахара, коэффициент светопропускания определяли после удаления взвесей.

их вязкость жидкой фазы такого сока значительно ниже (1,30 - 1,45 Па·с· $10^{-3}$  против 2,0-2,8 Па·с· $10^{-3}$  сока, извлеченного на прессе) и выше степень прозрачности (коэффициент светопропускания составляет соответственно 0,85-0,96 и 0,37-0,70). Содержание растворимого пектина в жидкой фазе этих соков в 2-8 раз меньше, чем в отжатых на прессе (0,02-0,08% вместо 0,10-0,27%). Более низкое содержание растворимого пектина в соке, полученном на инерционной фильтрующей центрифуге, можно объяснить тем, что процесс извлечения его при данном методе длится доли секунды и сок не успевает обогащаться растворимым пектином за счет гидролиза протопектина.

Вкус, цвет и аромат яблок лучше выражен в соках, полученных на центрифуге, что объясняется большей скоростью их извлечения и кратковременностью контакта мякоти с кислородом воздуха.

Полифенольные вещества, учитывая их лабильность, определяли на отдельных операциях технологического процесса. Исследовали основные группы полифенольных веществ, содержащиеся в яблоках - катехины и лейкоантоцианы. Полученные результаты показаны на рис. 3.

Установлено, что полифенольные вещества разрушаются, в основном, при дроблении яблок и извлечении сока, что согласуется с данными Ю.Г. Скориковой и Е.П. Ляшенко. Особенно большие потери полифенольных веществ (почти 80%) отмечены при извлечении сока на прессе, на инерционной центрифуге этот показатель не превышает 20%.

Если в процессе извлечения сока на центрифуге в момент дробления яблок добавлять аскорбиновую кислоту, полифенольные вещества сохраняются полностью, в то время как в соке, полученном на прессе в аналогичных условиях, теряется 33-48% их.

Методом хроматографии выявлено, что качественный состав полифенольных веществ сока, полученного на инерционной центрифуге, идентичен качественному составу полифенольных веществ яблок. В плодах сор-

та Пепин шафранный и в соке из них идентифицированы: (+) - катехин, (-) - эпикатехин, лейкоантоцианидины, гликозиды флавонолов, хлорогеновая кислота и ее изомер, п-кумарилхиновая кислота.

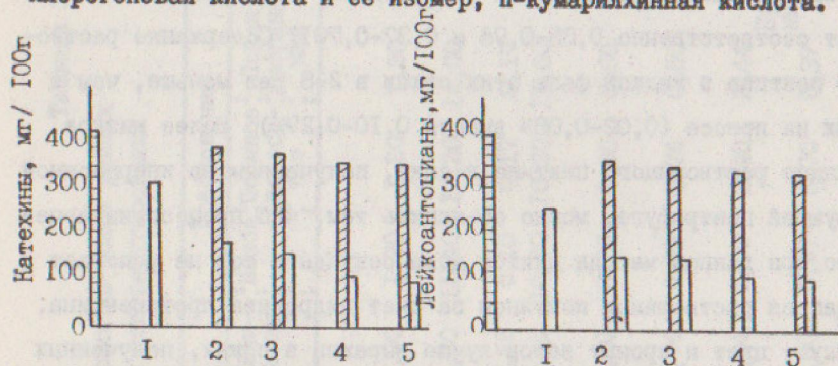


Рис. 3. Изменение содержания полифенольных веществ в процессе производства яблочного сока

Способ получения:

▨ - на центрифуге, ▭ - на прессе, ▤ - сырье.

Технологические процессы:

I - дробление сырья; 2 - извлечение сока; 3 - нагрев-охлаждение; 4 - удаление взвесей; 5 - готовый продукт.

Для полноты характеристики, впервые определен минеральный и аминокислотный состав яблочного сока, полученного на инерционной центрифуге. Количественно определены  $K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn$ . Показана зависимость содержания минеральных веществ сока от помологического сорта яблок. Преобладают  $K$  (30,3-78 мг/100 г),  $Ca$  (1,8 - 4,6 мг/100 г),  $Na$  (1,1-4,6 мг/100 г),  $Mg$  (2,1-2,5 мг/100 г). Установлено, что соки, извлеченные на инерционной центрифуге, по содержанию исследованных минеральных веществ не уступают отжатым на прессе.

В составе яблочного сока найдено 15 аминокислот, в том числе шесть незаменимых; доминирующими являются аспарагиновая и глутаминовая кислоты.

В процессе хранения. Некоторое уменьшение количества сахаров, кислот, растворимого пектина, полифенольных веществ в процессе хранения характерно для яблочных и других соков. Многократная термообработка последних при их получении и присутствие кислорода воздуха в закупоренных банках способствуют протеканию меланоидиновых реакций и окислению полифенольных веществ (А.Т.Марх, А.Ф.Фан-Юнг, Ю.Г.Скорикова). В соках, полученных с использованием инерционной центрифуги по разработанной технологии, при хранении в течение 24 месяцев при 20-25°C глубоких изменений не происходило, так как прозрачные соки более устойчивы при хранении (А.Ф.Фан-Юнг); в них уменьшилось содержание сухих растворимых веществ (на 0,2%) и общих сахаров (на 0,1%). Общая кислотность соков снизилась всего на 0,02 - 0,05%, выпал небольшой осадок (0,15-0,2%) и уменьшился коэффициент светопропускания. В соках сохранилось 78,7-87,0% лейкоантоцианов и 26,0% катехинов от исходного количества, органолептическая оценка осталась высокой (4,5 балла).

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ СОКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ФИЛЬТРУЮЩИХ ЦЕНТРИФУГАХ

Проведенные исследования позволили установить, что сепарированием из яблочного сока, извлеченного на инерционной центрифуге, удаляется около 95% взвесей; сок приобретает высокую степень прозрачности (табл. 4).

Учитывая, что в консервной промышленности эксплуатируются шнековые центрифуги, была проверена возможность использования их для получения яблочного сока без мякоти.

Сок, извлеченный на шнековой центрифуге, за счет перетирания сырья транспортирующим шнеком содержал в 1,1-1,3 раза больше взвесей и имел вязкость в 1,5-2,5 раза выше, чем полученный на инерционной центрифуге. Однако по сравнению с соком, отжатым на прессе, он

был в 1,6 раза менее вязкий.

Таблица 4

Влияние способа получения яблочного сока на полноту удаления взвесей сепарированием

Способ получения сока	Содержание взвесей в соке, %		Удаление взвесей, %	Вязкость сока, Па·с·10 <sup>-3</sup>	Коэффициент светопропускания
	до сепаратора	после сепаратора			
В шнековой центрифуге из мезги	4,9	1,9	61,2	3,6	0,60
В шнековой центрифуге с вмонтированным измельчителем	4,1	0,8	80,0	2,1	0,65
На прессе	1,5	0,9	40,0	5,0	0,55
На инерционной центрифуге с вмонтированным измельчителем	3,7	0,2	94,6	1,4	0,92

Когда сок получали на шнековой центрифуге с вмонтированным в ротор измельчителем, вязкость и содержание пектиновых веществ в нем снижалось соответственно в 1,7 и 1,2 раза.

При пропускании через сепаратор из сока, извлеченного на инерционной центрифуге, удалялось 94,6% взвесей (табл. 4), а из полученного на шнековой центрифуге - 61,2-80,0%; причем сок не становился прозрачным.

Из данных табл. 4 следует, что основное влияние на полноту удаления взвесей оказывает вязкость сока. Это подтверждает мнение А.Ф.Фан-Юнга о том, что скорость удаления взвешенных частиц при сепарировании подчиняется уравнению Стокса, в котором основным фактором, замедляющим оседание взвесей, является вязкость сока. Кроме того, в соке, извлеченном на шнековой центрифуге и отжатом на прессе, содержится большое количество мелкодиспергированных (до 0,5 мкм)

частиц, удаление которых затруднено. Для достижения нужной степени прозрачности сок после шнековой центрифуги необходимо дополнительно обрабатывать осветляющими и оклеивающими веществами. Изучена возможность осветления сока бентонитом в дозе 2,3 г/л в комплексе с желатином 50, 100 мг/л. Осветление бентонитом и желатином более быстрое и экономичное, чем ферментным препаратом и желатином и в предлагаемых дозах не оказывает отрицательного действия на химический состав и вкус сока.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЖИМОК ПОСЛЕ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЦЕНТРИФУГ

Выжимки при выходе из фильтрующих центрифуг имеют окраску свойственную плодам, рыхлые и содержат немногим меньше растворимых сухих (на 5-8%) и полифенольных веществ (на 20-23%), чем яблоки, из которых они получены, а пектиновых веществ - в 1,8-3,0 раза больше, т.е. не потеряли пищевой и биологической ценности.

Из выжимок, полученных после инерционной центрифуги, можно отпрессовать до 7,5% сока, а при обработке их ферментными препаратами - до 13,2%. Однако, сок из выжимок имеет повышенную вязкость и мутность. Более целесообразно оказалось перерабатывать выжимки на пюре, которое характеризуется повышенным содержанием пектиновых веществ. Экспериментальным путем было найдено оптимальное соотношение между выходом сока и качеством пюре. Для того, чтобы пюре из выжимок имело высокую пищевую ценность и хорошие реологические и органолептические свойства, целесообразно извлекать в центрифуге не более 50% сока.

На основании проведенных исследований была предложена технологическая линия комплексной переработки яблок с использованием фильтрующей центрифуги (предпочтительно инерционной), которая включает следующие процессы: мойка сырья, инспекция, ополаскивание, измельчение в роторе с одновременным извлечением сока (до 50%).

Сок после центрифуги быстро нагревают до 85-95°C, затем охлаждают до 20-30°C, сепарируют, фильтруют, вновь нагревают до 85-95°C и направляют на розлив. Выжимки нагревают острым паром до 97±2°C и протирают на пюре (выход до 35%), обогащенное пектиновыми веществами в 1,8-3 раза. Положительным фактом является также возможность получить 50% сока с вязкостью в 1,4-3 раза меньшей, чем сока, отжатого на прессе, что позволяет ускорить процесс последующего осветления продукта и сделать его непрерывным.

### ВЫВОДЫ

1. Выявлены преимущества инерционной фильтрующей центрифуги при получении яблочного сока (без мякоти) по сравнению со шнековой центрифугой. При использовании инерционной центрифуги вязкость сока и содержание в нем взвесей ниже соответственно в 1,5-1,8 и 1,3 раза.

2. Определены оптимальные условия работы инерционной центрифуги при извлечении сока (без мякоти); они предусматривают переработку яблок с твердостью ткани не ниже 15 град. по финомеру, измельчение сырья непосредственно в роторе центрифуги на частицы размером 0,5-3,5 мм, применение сит со целевидными отверстиями размером 0,2 x 2,0 мм при живом сечении около 27%, извлечение при факторе разделения 1100-1400.

3. Определено влияние срока хранения яблок на выход и качество сока. Плоды могут храниться на сырьевой площадке до извлечения сока на центрифуге не более четырех суток. Через пять суток хранения при нерегулируемой температуре твердость ткани яблок снижается в среднем на 40%, выход сока уменьшается на 3,5%, содержание взвесей повышается на 35-50%.

4. Впервые проведены сравнительные исследования физико-химических показателей качества соков, полученных на инерционной цент-

рифуге и прессе периодического действия. Установлено, что соки, извлеченные на инерционной центрифуге, по основным физико-химическим показателям не уступают отжатым на прессе, а по содержанию биологически активных веществ и органолептическим показателям - превосходят их. Сок, полученный на инерционной фильтрующей центрифуге, содержит в 2-3 раза больше полифенольных веществ, вязкость его в 1,7-3,0 раза меньше отжатого на прессе, что обеспечивает удаление до 95% взвесей при сепарировании и позволяет выработать практически прозрачный сок без применения осветляющих веществ.

5. Впервые установлен минеральный и аминокислотный состав яблочного сока, извлеченного на инерционной фильтрующей центрифуге. Количественно определены  $K, Na, Ca, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn$ ; показана зависимость содержания минеральных веществ сока от помологического сорта яблок. Преобладают  $K$  (30,3-78 мг/100 г),  $Ca$  (1,8-4,6 мг/100г),  $Na$  (1,1-4,6 мг/100 г),  $Mg$  (2,1-2,5 мг/100 г). Установлено, что соки, полученные на инерционной центрифуге, по содержанию исследованных макро-и микроэлементов не уступают отжатым на прессе.

В составе яблочного сока, извлеченного на центрифуге, найдено 15 аминокислот, в том числе шесть незаменимых; доминирующими аминокислотами являются аспарагиновая и глутаминовая.

6. Изучено изменение качества соков, полученных на инерционной центрифуге, в процессе хранения в течение двух лет. Глубоких изменений в химическом составе не отмечено. В соках сохранилось 78,7-87,0% лейкоантоцианов, 26,0% катехинов от исходного количества. Содержание экстрактивных веществ и коэффициент светопропускания изменились незначительно.

7. Изучен химический состав выжимок, полученных при извлечении 50-65% сока из плодов на фильтрующих центрифугах. Показано, что выжимки после инерционной центрифуги содержат в 1,7-2,5 раза

больше пектиновых веществ, а растворимых сухих веществ и кислот - на 5-8%, полифенольных веществ на 20-23% меньше, чем яблоки, из которых они выработаны. Эти выжимки сохраняют свойственный плодам цвет, пищевая ценность их выше, чем выжимок, полученных после прес-сов периодического действия, что облегчает их дальнейшее использование для пищевых целей. Доказана возможность переработки выжимок на пюре хорошего качества при извлечении на центрифуге до 50% сока от массы сырья.

8. Внесены предложения по усовершенствованию конструкции ротора инерционной центрифуги, на что получены авторские свидетельства № 476901 от 15.07.75 г. и № 628956 от 25.10.78 г.

9. Составлены исходные требования на установку для комплексной переработки яблок на сок и пюре на базе инерционной фильтрующей центрифуги. Исходные требования согласованы с изготовителем - Пензенским ордена В.И.Ленина заводом химического машиностроения (Пензхиммаш) и утверждены заместителем министра пищевой промышленности СССР.

На основании исходных требований Пензхиммаш в 1979 г. изготовил и поставил установку Белгородскому консервному комбинату. Испытание будет проведено в 1980 г.

10. На базе установки разработана технологическая схема и подобрано оборудование линии комплексной переработки яблок. Опытная промышленная линия производительностью 10 т/ч по сырью внедряется на Белгородском консервном комбинате.

На способ переработки плодов с получением сока и пюре и линию для осуществления этого способа (с использованием инерционной центрифуги) получено положительное решение Всесоюзного научно-исследовательского института государственной патентной экспертизы Государственного комитета по делам изобретений.

II. При внедрении линии на 10-15% повышается использование яблок для получения полноценных продуктов питания; в 6,5 раза возрастает производительность труда на операции извлечения сока, в 4 раза сокращается численность обслуживающего персонала. Экономический эффект от внедрения одной линии составляет 378,3 тыс.руб. в год.

Основные материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Самсонова А.Н., Полякова М.М. Получение яблочного сока с использованием центрифуги. - Тр.ВНИИКОП, 1974, вып. 20, с. 62-65.
2. Самсонова А.Н., Полякова М.М., Саховская В.И. Влияние некоторых факторов на выход сока при непрерывном центрифугировании. - Тр. ВНИИКОП, 1976, вып. 24, с. 50-53.
3. Центрифуга ФГШ-40К-4. - Консервная и овощесушильная пром-сть, 1976, № 1, с. 20-22. Авт.: Волощук И.А., Полякова М.М., Харченкова О.В., Кузьмин А.Г.
4. Полякова М.М., Самсонова А.Н., Саховская В.И. Качество яблочного сока, полученного на фильтрующей центрифуге. - Тр. ВНИИКОП и СПТ, 1976, вып. 25, с. 65-71.
5. А.с. 476901 (СССР). Ротор инерционной центрифуги./Авт.изобрет. Полякова М.М., Каневский Б.И., Ильин М.И., Княжицкий А.И., Поляков В.И. - Заявл. 9.02.73, № 1880948/28-13. Опубл. в Б.И. 1975, № 26, МКИ В046 7/18.
6. А.с. 628956 (СССР). Центрифуга для извлечения сока из овощей и семечковых плодов. /Авт.изобрет. Полякова М.М., Ильин М.И., Голобородько Д.И. - Заявл. 20.12.76, № 2432643/28-13. Опубл. в Б.И. 1978, № 39, МКИ В04В 7/16; В04В 11/02.
7. Положительное решение. Способ переработки яблок с получением сока и пюре и линия для осуществления данного способа. /Авт.изобрет. Полякова М.М. - Заявл. 13.05.77, № 2488287/28-13. МКИ А23 1/06; А23 2/16.