

Автор едр,
ГЗЧ

Министерство высшего и среднего специального образования СССР
ОДЕССКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

Аспирант ГЕРЕЕВ Герей Ахмедович

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ
ПОДГОТОВКИ ЯБЛОЧНОЙ МЕЗГИ
ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ОТЖИМА
НА ШНЕКОВОМ ПРЕССЕ**

Специальность 05.18.13—технология консервирования
пищевых продуктов

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

ОДЕССА — 1974

Министерство высшего и среднего специального образования СССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант ГЕРБЕВ Герей Ахмедович

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ЯБЛОЧНОЙ
МЕЗГИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ОТЖИМА НА ШНЕКОВОМ
ПРЕССЕ

Специальность 05.18.13 – технология консервирования
пищевых продуктов.

Переучет 1987 г.

Автореферат
кандидата технических наук

V. 012273

Одесский технологический
институт пищевой промышленности
имени М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

Одесса - 1974

ОНАХТ

13.07.11
Исследование методов



v012273

Работа выполнена на кафедре технологии консервирования Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова.

Научные руководители :

Доктор технических наук профессор Б.Л. ФЛАУМЕНБАУМ

Кандидат технических наук доцент А.В. ИВАНЕНКО

Официальные оппоненты :

Доктор технических наук профессор А.А. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ

Кандидат технических наук

старший научный сотрудник А.Н. САМСОНОВА

Ведущее предприятие - Одесский опытный консервный завод имени В.И. Ленина.

Автореферат разослан " 22 " февраля 1974 г.

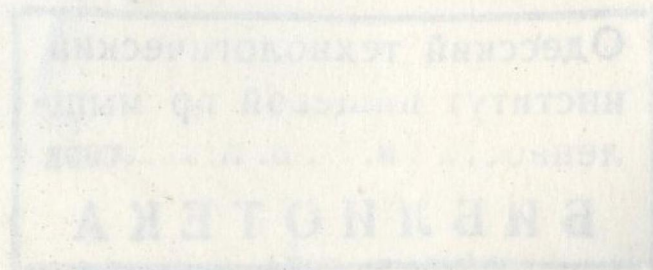
Защита диссертации состоится " 22 " марта 1974 г. на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять в Совет института по адресу:
г. Одесса, 270039, ул. Свердлова, 112.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук

Л.А. ЗАПОРОЖЕЦ



В В Е Д Е Н И Е

В Директивах XXIV съезда КПСС на 1971-1975 гг. указано, что главная задача пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа.

Девятым пятилетним планом на базе научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда предусматривается увеличение выпуска продукции пищевой промышленности, в том числе консервов, не менее чем на 33-35% с развитием опережающими темпами производства консервированных плодов и овощей. Объем выпуска консервов из плодов и овощей в 1975 г. определяется 11,3 млрд. условных банок, т.е. увеличится против 1970 г. на 56%. Из общего объема выработки плодоовощных консервов на долю натуральных соков будет приходиться 26-28%.

Такое увеличение объема сокового производства должно осуществляться в основном за счет максимальной механизации и автоматизации технологических процессов, повышения выхода продукции с единицы основных производственных фондов.

Применение таких специальных методов воздействия на измельченную мякоть перед прессованием, как замораживание, электроплазмолиз, вибрация, ферментативная обработка и др. дает возможность увеличить выход сока. Из перечисленных приемов наиболее эффективным считают обработку сырья пектолитическими ферментными препаратами.

Из измельченной и предварительно обработанной мякоти сок извлекают различными способами. Отжим на периодически действующих прессах различных конструкций получил наибольшее промышленное применение.

При создании поточных механизированных линий производства соков большую трудность представляет механизация именно этого про-

цесса. Вопрос непрерывного извлечения плодовых соков является проблемой, представляющей большой интерес и требующей разрешения как в теоретическом, так и в практическом отношении.

В последнее время в соковом производстве широкое распространение получают шнековые прессы непрерывного действия. Это связано с такими их достоинствами, как большая производительность, полная механизация процесса, простота и надежность конструкции.

В основном шнековые прессы применяют в винодельческой промышленности для извлечения сока из винограда. При отжиме на этих прессах дробленых яблок сок получается более низкого качества. Мезга в той или иной мере перетирается, сок насыщается мельчайшими частицами мякоти, другими нежелательными веществами кожицы и семян, что способствует образованию большого осадка и затрудняет последующее его осветление.

В области исследования виноградных шнековых прессов известны ценные работы А.В. Иваненко, И.В. Крючкова, Г.А. Ждановича, Л.Л. Гельгара, П.М. Яковлева, А.А. Дацко, в которых решены основные вопросы технологического и расчетно-конструктивного характера.

Вопросами прессования яблок и совершенствованием технологии извлечения яблочного сока занимались многие советские и зарубежные авторы: Б.Л. Флауменбаум, А.Ф. Фан-Юнг, А.Н. Самсонова, И.С. Каган, Г.Г. Микеладзе, Б.П. Бобраков, А.А. Богданова, А.П. Ольшевский, Ж. Кох, И. Карменди, Ф. Балла, А. Линке, Н. Люти, К. Нейберт, Н. Биелид, И. Ламбелин и др. Однако в настоящее время нет достаточно надежного способа непрерывного отжима яблочной мезги, удовлетворяющего промышленность по качеству получаемого сока и количеству перерабатываемого сырья.

Заслуживает внимания обширная работа, проведенная в Симферопольском филиале Севастопольского приборостроительного института по

изысканию новых конструкций шнековых прессов, пригодных для переработки яблок.

Всё же теоретических и экспериментальных данных в области исследования процесса получения яблочного сока на шнековом прессе накоплено ещё недостаточно. Не исследован весь комплекс факторов, от которых зависит решение проблемы непрерывного прессования яблочной мякоти на таких прессах, остается открытым вопрос наиболее рациональной предварительной подготовки для получения натурального сока.

Разработка непрерывного способа извлечения яблочного сока без истирания мякоти является одной из первостепенных задач механизации и автоматизации сокового производства с целью создания поточности технологического процесса.

В настоящей работе сделана попытка обобщить современные достижения в технике и технологии сокового производства, исследовать и выбрать наиболее эффективный способ подготовки мякоти до прессования, который дает возможность получить натуральный яблочный сок, удовлетворяющий техническим требованиям, на непрерывно действующих шнековых прессах.

Для решения этой задачи предстояло:

- изыскать экспрессный метод оценки клеточной проницаемости растительной ткани в процессе предварительной обработки;
- исследовать влияние методов обработки яблок до прессования на выход и качество сока, извлекаемого на шнековом прессе;
- изучить влияние различных инертных дренажных материалов на выход и качество сока;

- получить основные физико-механические характеристики яблочной мякоти и оценить их влияние на работу шнекового пресса;
- изучить влияние режима прессования на количество и размер частиц осадка свежеежатого яблочного сока;
- разработать предварительные рекомендации по работе шнековых прессов при отжиме яблочной мякоти;
- определить качество яблочных соков, полученных на шнековом прессе.

Диссертация изложена на 186 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (три главы) и выводов.

В работе имеются 19 таблиц, 54 рисунка. Список цитированной литературы включает 193 наименования - 165 на русском, 28 на иностранных языках.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Методы исследования

В соответствии с намеченными задачами была составлена программа экспериментальных исследований по прессованию яблок различных сортов на шнековом прессе. Для выполнения программы была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, позволяющая имитировать условия прессования на шнековом прессе непрерывного действия типа ВИНД-5.

Установка была оснащена всеми необходимыми контрольно-измерительными приборами и самопишущими устройствами, позволяющими непрерывно регистрировать и измерять противодавление конуса, число оборотов шнека, боковое давление мякоти на перфорированный цилиндр, а

также измерять выход, интенсивность выхода сока по длине пресса и скорость вытекания сока по фракциям. Скорость вытекания выражали в %/мин, а интенсивность выхода в %/мин.см.

Эффект обработки сырья до прессования (готовность мякоти) определяли осциллографически по степени повреждения клеток Ψ %.

Для сравнительной характеристики качества свежеежатых и консервированных соков, полученных на шнековом прессе непрерывного действия, исследовали различные химические и физико-химические показатели.

Сухие вещества, общую кислотность, pH, сахара, общий азот, витамины С, В₁, В₂, коллоиды, золу, плотность, олово, железо, спирт, число аромата определяли общепринятыми методами.

Количество осадка в соке в процентах по объему определяли центрифугированием в течение 20 мин при 1500 об/мин.

Определение размеров частиц осадка свежеежатых соков проводили на анализаторе микрообъектов АБ-5 Института биофизики АН СССР.

Содержание водорастворимых полифенолов определяли спектрофотометрически на СФ-4А при длине волны 280 нм с пересчетом на катехин чайного растения.

Количество пектиновых веществ определяли колориметрически карбазольным методом.

Свободные аминокислоты и сахара исследовали методом бумажной хроматографии. Количество свободных аминокислот определяли по В.Л. Кретовичу и Ж.В. Успенской.

Прозрачность сока устанавливали на ФЭК-М по коэффициенту светопропускания в процентах, а цветность в единицах оптической плотности.

Радиальное давление яблочной мякоти на стенку перфорированного

цилиндра пресса и противодействие регулировочного конуса определяли тензометрическими датчиками. В качестве вторичного прибора был использован прецизионный гальванометр МЮВ/І с усилителем ВАНЧ-7 м.

Предельное напряжение сдвига определяли в двухплоскостном сдвиговом приборе при различных нормальных усилиях, сжимающих мезгу.

При выявлении характера распределения опытных данных по прессованию было установлено, что в основе фактического распределения экспериментальной совокупности лежит закон нормального распределения.

Кратность опытов по прессованию, равная пяти, обеспечивает отклонение среднего значения экспериментальной выборки измеряемых величин от среднего значения генеральной совокупности в пределах $\pm 1,5\%$ с достоверностью 90%. Данные химического состава представляют собой средние арифметические значения двух повторностей при двух параллельно проводимых опытах.

Разработка осциллографического метода контроля изменения клеточной проницаемости плодовой ткани в процессе предварительной обработки

В процессе исследования нами были проведены эксперименты по изысканию экспрессного метода определения эффекта обработки мезги до прессования. Ацидиметрический метод определения доли поврежденных клеток несколько громоздок и длителен. Был предложен осциллографический метод определения степени повреждения, основанный на измерении тока, проходящего через образец растительного сырья.

Испытуемый образец плодовой ткани зажимали между электродами, на которые подавали напряжение 2-4 В. Такое напряжение не влияет

на клеточную проницаемость, а является индикатором степени повреждения клеток, достигнутой в процессе предварительной обработки. Величина тока, регистрируемого на экране осциллографа, зависит от сопротивления цитоплазменной оболочки клеток. Чем больше повреждено клеток, тем меньше электрическое сопротивление растительной ткани и тем, следовательно, больше величина регистрируемого на экране осциллографа сигнала.

Были проведены опыты определения степени повреждения растительной ткани (яблок) ацидиметрическим методом после различных приемов предварительной обработки (механическое измельчение на различных устройствах, электроплазмолиз, тепловая обработка). Параллельно на осциллографе регистрировались амплитуды выходного сигнала. Полученные данные внесены в таблицу I.

Таблица I

Способ предварительной обработки	Найденное методом	
	А мм	ацидиметрическим
	У _о , %	У _а , %
Резка дольками (25 x 25 мм)	5,0	6 - 10
Резка кубиками (5x5x5 мм)	6,5	20 - 25
Резка кусками (2x2x2 мм)	11,5	58
Измельчение на КРМ	15,0	67 - 69
Измельчение на КДП-Зм	23,0	76 - 78
Измельчение на терочной дробилке (з-д им. Ленина)	45,5	89
Измельчение на КРМ и последующая электрообработка	41,0	87
Измельчение на КДП-Зм и последующая электрообработка	70,0	94 - 95
Тепловая обработка	79,0	90 - 95

На рис. 1 показаны осциллограммы, соответствующие степени повреждения клеток яблок сорта Бойкен после различных приемов предварительной обработки.

По результатам опытов получен график зависимости амплитуды сигнала A на осциллографе от количества поврежденных клеток φ , определенного ацидиметрическим методом. Кривая математически описывается уравнением гиперболы

$$y = a_0 + a_1 \frac{1}{x}.$$

Методом наименьших квадратов для вычисления процента поврежденных клеток была получена формула

$$\varphi = \left(1 - \frac{A_n}{A_k}\right) \cdot 100\%,$$

где A_n и A_k — амплитуды выходного сигнала в контрольном опыте (без предварительной обработки) и после предварительной обработки плодовой ткани, мм.

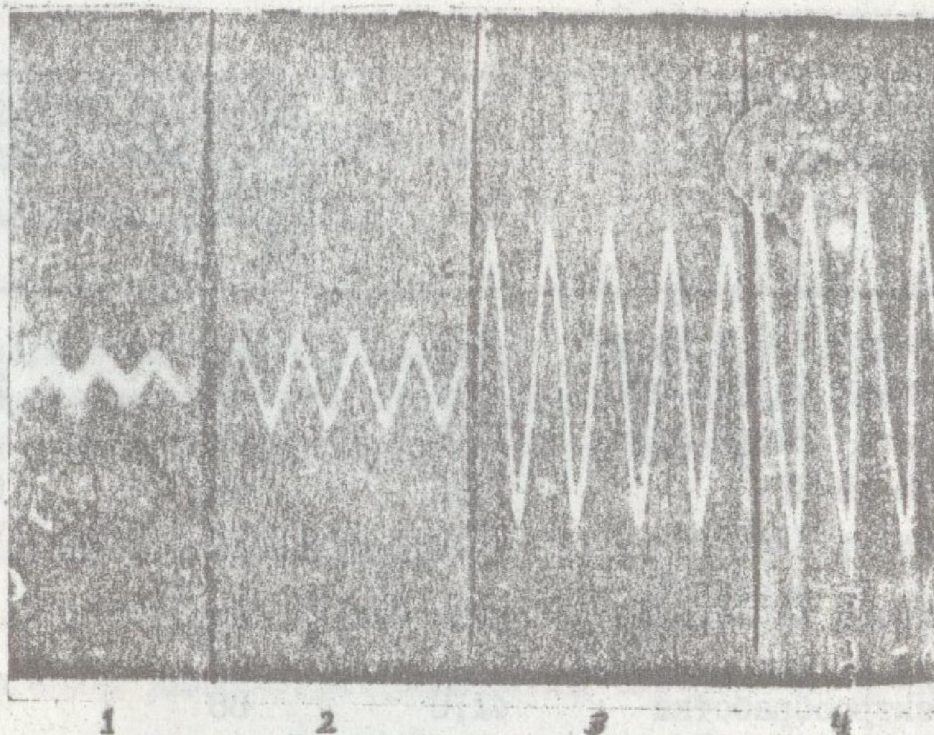


Рис. 1. Амплитуды: 1—контроль; 2, 3 — при измельчении соответственно на корнерезке КРМ и на терочной дробилке; 4 — при электрической обработке.

Как видно из таблицы I, найденные таким образом величины γ_0 совпадают с γ_a , полученными ацидиметрическим способом.

Опытами было установлено, что этот метод позволяет так же быстро контролировать необходимое время выдерживания плодовой мезги в процессе ферментативной обработки до прессования. После внесения ферментного препарата мезгу термостатируют и время от времени осциллографом определяют амплитуду выходного сигнала. По мере выдерживания мезги регистрируемый сигнал возрастает. Когда γ достигает 92-95%, т.е. амплитуда перестает заметно возрастать, обработку можно считать законченной.

Влияние методов подготовки яблочной мезги к прессованию на выход и прозрачность сока

В процессе исследования влияния способа предварительной подготовки на выход и качество сока при различной частоте вращения шнека нами были использованы, кроме механического измельчения яблок, и такие дополнительные приемы предварительной обработки мезги, как электроплазмолиз и ферментация. Электрическую обработку проводили в лабораторном валковом плазмолизаторе с зазором между валками 5 мм и частотой вращения валков 40 об/мин. При этих параметрах расчетное время обработки $\tau = 0,1$ сек, градиент потенциала $E_{gr} = 440$ в/см.

Ферментативную обработку проводили следующим образом. Яблоки измельчали на корнерезке КРМ, мезгу подогревали до 45°C , после чего в неё вносили суспензию пектолитического ферментного препарата Аваморин ШК в количестве 0,01-0,03% к массе мезги. В опытах использовали очищенный ферментный препарат активностью 15000 ед/г.

Кроме того, для улучшения условий прессования в яблочную мез-

гу перед отжимом на шнековом прессе добавляли различные инертные материалы. Предварительно мы исследовали шесть типов нейтральных наполнителей, применяемых для дренирования плодовой мякоти: целлюлозу, древесные опилки, рисовую лузгу, солому, кизельгур, кварцевый песок.

Опыты показали, что наиболее эффективными из исследованных нами инертных материалов как при периодическом, так и при непрерывном прессовании являются целлюлоза и рисовая лузга. В дальнейших опытах мы использовали в основном рисовую лузгу, которая является превосходным дренирующим материалом, очень дешева, не требует длительной предварительной подготовки, облегчает вытекание сока и способствует уменьшению количества осадка в нем.

Было установлено, что оптимальной дозой рисовой лузги при отжиме яблочной мякоти на шнековом прессе является 3-5% от массы мякоти. При исследовании процесса отжима яблочной мякоти на лабораторном шнековом прессе в каждом опыте использовали относительно небольшую массу мякоти, порядка одного килограмма. Эту порцию отжимали, меняя противодавление конуса и число оборотов шнека. В таких условиях заметно сокращался этап установившегося режима, но зато появлялась возможность сравнить скорость и интенсивность вытекания сока в различных опытах практически без ограничения их количества.

Результаты, полученные при изучении влияния способа предварительной обработки на выход, количество осадка и прозрачность сока при различной частоте вращения шнека, приведены в табл. 2. Как видно из таблицы, без дополнительной предварительной обработки, только за счет добавления инертных материалов, добиться удовлетворительных результатов процесса прессования невозможно. Выход невелик, сок содержит значительное количество взвешенных частиц.

Таблица 2

Опыты по прессованию яблочной мезги на шнековом прессе

Частота вращения шнека ос/мин	Показатели	Вид обработки мезги															
		Измельчение и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Ферментация без добавления кнёртого ма- тервала	Ферментация и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Электрослабствка без добавления кнёртого ма- тервала	Ферментация и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Электрослабствка и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Электрослабствка и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Электрослабствка и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Электрослабствка и добавление 3% кнёртого ма- тервала	Электрослабствка и добавление 3% кнёртого ма- тервала						
		0,20 0,25 0,30	0,20	0,25	0,30	0,20	0,26	0,30	0,20	0,26	0,30	0,20	0,26	0,30	0,20	0,26	0,30
0,5	В	52,5	55,0	57,5	72,5	75,0	76,0	65,0	66,0	66,5	81,0	81,5	82,5	75,0	76,0	78,0	
	О	1,7	2,0	3,0	1,1	1,5	1,8	1,5	2,2	3,5	0,5	0,6	0,8	0,5	2,0	2,9	
	П	15,9	12,0	10,2	33,2	28,8	29,0	16,0	11,8	10,8	36,2	34,2	34,0	19,0	16,3	11,7	
1,0	В	55,0	57,5	60,0	72,5	76,0	78,5	62,5	64,0	70,5	80,0	81,0	82,0	71,0	72,0	74,0	
	О	2,6	3,5	3,8	2,0	2,5	2,8	2,0	3,0	4,0	1,0	1,2	1,8	2,1	3,2	3,8	
	П	11,9	11,0	10,2	28,2	26,0	22,4	12,4	10,6	10,2	35,5	33,4	32,0	13,0	16,8	10,9	
2,0	В	54,5	57,0	60,0	70,0	73,0	76,5	60,0	63,5	65,0	77,5	80,5	81,0	65,0	68,0	70,0	
	О	4,0	4,5	5,0	2,8	3,8	4,4	4,0	4,6	5,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,6	5,1	
	П	10,1	9,1	8,9	22,8	21,0	20,0	10,1	9,1	8,2	33,0	30,5	29,6	10,6	9,9	9,8	
3,0	В	54,0	56,0	59,0	69,0	72,5	73,5	59,0	62,0	64,0	77,0	80,0	80,5	63,5	66,0	68,0	
	О	4,5	5,8	8,0	3,4	4,6	6,7	4,7	6,8	8,6	3,0	3,9	4,5	4,4	5,2	6,4	
	П	9,0	6,5	6,0	21,0	18,8	13,0	9,0	6,5	5,9	31,0	29,0	18,9	10,0	12,5	9,0	
4,0	В	52,0	54,5	58,5	64,0	67,0	70,0	54,0	56,0	58,0	76,0	78,0	75,5	60,0	63,0	66,0	
	О	5,9	7,0	9,0	5,0	6,0	7,5	5,8	7,8	10,0	3,5	4,0	4,7	5,6	6,7	8,8	
	П	6,8	6,2	5,5	18,5	16,0	11,5	6,7	6,2	5,6	30,0	22,0	18,2	8,9	8,8	8,0	
5,0	В	51,0	53,0	56,0	63,5	65,5	68,0	54,0	55,0	56,5	72,0	77,0	76,0	55,0	61,5	65,0	
	О	8,2	10,4	12,6	6,0	7,0	8,5	8,3	10,2	13,5	4,0	5,5	7,0	7,8	9,0	12,2	
	П	5,7	5,4	5,2	14,5	12,0	11,0	5,6	5,4	4,9	21,7	20,0	16,0	6,3	6,2	5,3	

Условные обозначения: В - выход сока в процентах; О - осадок в процентах по объёму; П - прозрачность в процентах светопропускания по 650μ;
0,20; 0,26; 0,30 - условное представление мезги в процентах.

При дополнительной предварительной обработке количество осадка в свежееотжатом соке снижается по сравнению с контрольными образцами без предварительной обработки.

Особенно хорошие результаты дает ферментативная обработка мезги. Количество осадка в свежееотжатом соке, полученном без ферментации, примерно в 1,5 раза превышает количество осадка в соке, изготовленном с применением ферментативной обработки. Этот же образец (без ферментации) более мутный.

Добавление инертного материала к мезге, подвергавшейся дополнительной обработке, дает заметный технологический эффект: увеличивается выход, количество осадка в свежееотжатом соке уменьшается почти в 2 раза, повышается прозрачность.

Для изучения динамики осветления при отстаивании образцы свежееотжатого сока выдерживали на холоду при температуре +2, +3°C в течение 48 часов. Во всех образцах сока, полученных после ферментации, прозрачность заметно улучшается примерно через 1 час выдерживания, а другие образцы, контрольные, остаются почти без изменения в течение всего времени хранения.

В пределах исследованных условий лучшие результаты по совокупности таких показателей, как выход, количество осадка, прозрачность сока и производительность аппарата получаются при обработке мезги пектолитическими ферментными препаратами с последующим добавлением инертных материалов и частоте вращения шнека 3 об/мин.

Исследование кинетики процесса прессования на шнековом прессе

Кинетика процесса прессования представлена на рисунках 2 - 9. На этих графиках скорость вытекания сока выражали в %/мин от мас-

сы мезги, взятой для прессования, а интенсивность выхода — как скорость вытекания с единицы длины перфорированного цилиндра в %/мин.см. В приведенных графиках для различных приемов прессования яблочной мезги приняты следующие условные обозначения:

И+Д — измельчение и добавление инертного материала;

И-Д — измельчение без добавления инертного материала;

Э+Д — предварительная электрообработка и добавление инертного материала;

Э-Д — предварительная электрообработка без добавления инертного материала;

Ф+Д — предварительная ферментация и добавление инертного материала;

Ф-Д — предварительная ферментация без добавления инертного материала.

Сопоставляя полученные кривые скорости вытекания, (рис. 2-7) можно заметить, что наиболее интенсивное вытекание сока происходит во время прессования ферментированной яблочной мезги с последующим добавлением инертного материала. Скорость вытекания в этом случае в 1,6 раза выше, чем при прессовании без дополнительной предварительной обработки с добавлением инертного материала.

Особенно резко увеличивается скорость вытекания сока — самотека.

Неплохие результаты получаются при предварительной электрообработке яблочной мезги с добавлением в неё до прессования инертного материала. Однако при ферментировании мезги сок вытекает легче, обильнее, чем при электрообработке.

Сравнивая кривые интенсивности выхода сока по длине пресса, приведенные на рис. 8-9, можно заметить, что наиболее интенсивно сок вытекает там, где заканчивается второй шнек и начинается

предконусная камера.

Однако после электрообработки мезги интенсивность выхода сока у загрузочного бункера возрастает в несколько раз, а после ферментативной обработки с добавлением инертного материала даже значительно превышает интенсивность выхода сока в конце второго шнека (интенсивность выхода соответственно 31 и 24 %/мин.см).

При электрической и ферментативной обработке мезги 55-60% сока извлекается из загрузочной зоны в виде самотека, где содержится минимальное количество осадка. В другом случае (без ферментации и электроплазмолиза) - наоборот, 60-70% сока извлекается в зоне окончательного прессования, где наиболее интенсивно происходят процессы перемешивания и перетиранья мезги.

Впервые было изучено влияние виброобработки мезги во время прессования на выход и качество сока. Были использованы электромагнитные вибраторы с частотой колебания 50 гц и амплитудой колебания в пределах 0,5 - 1,5 мм. Вибрацию мезги проводили в трех рабочих зонах шнекового пресса: в зоне загрузки, где отбирается самотек, в зоне предварительного прессования, где отбирается I фракция, и в зоне окончательного прессования, где отбирается II фракция. Опыты показали, что при прессовании с наложением вибрации общий выход сока увеличивается на 3%, скорость вытекания возрастает на 20% по сравнению с контрольным опытом без наложения вибрации. Особенно сильно возрастает интенсивность выхода (в 1,5 раза) и выход самотека (на 7,5%). Уменьшается также время прессования, что ведет к увеличению производительности пресса.

Таким образом, исследования показали, что сок удовлетворительного качества при прессовании яблок на шнековом прессе можно по-

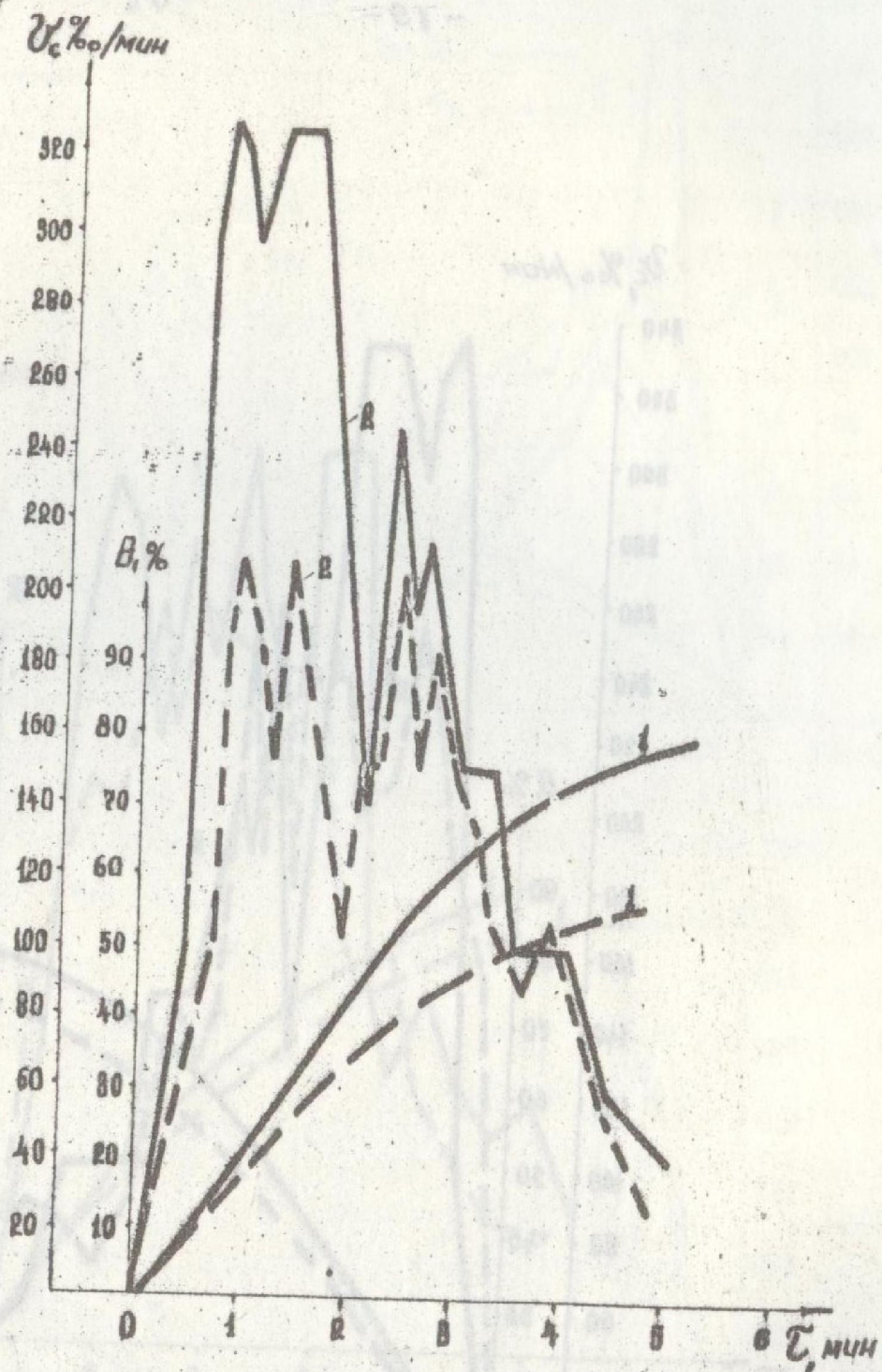


Рис. 8 Кривые выхода (1) и скорости вытекания (2) сока

$n = 300$ / мин ; $P_k = 0.66$ МПа

— $\Phi + Д$

- - - $U + Д$

22273
ОБЛАСТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
БЕЛОРУССКА

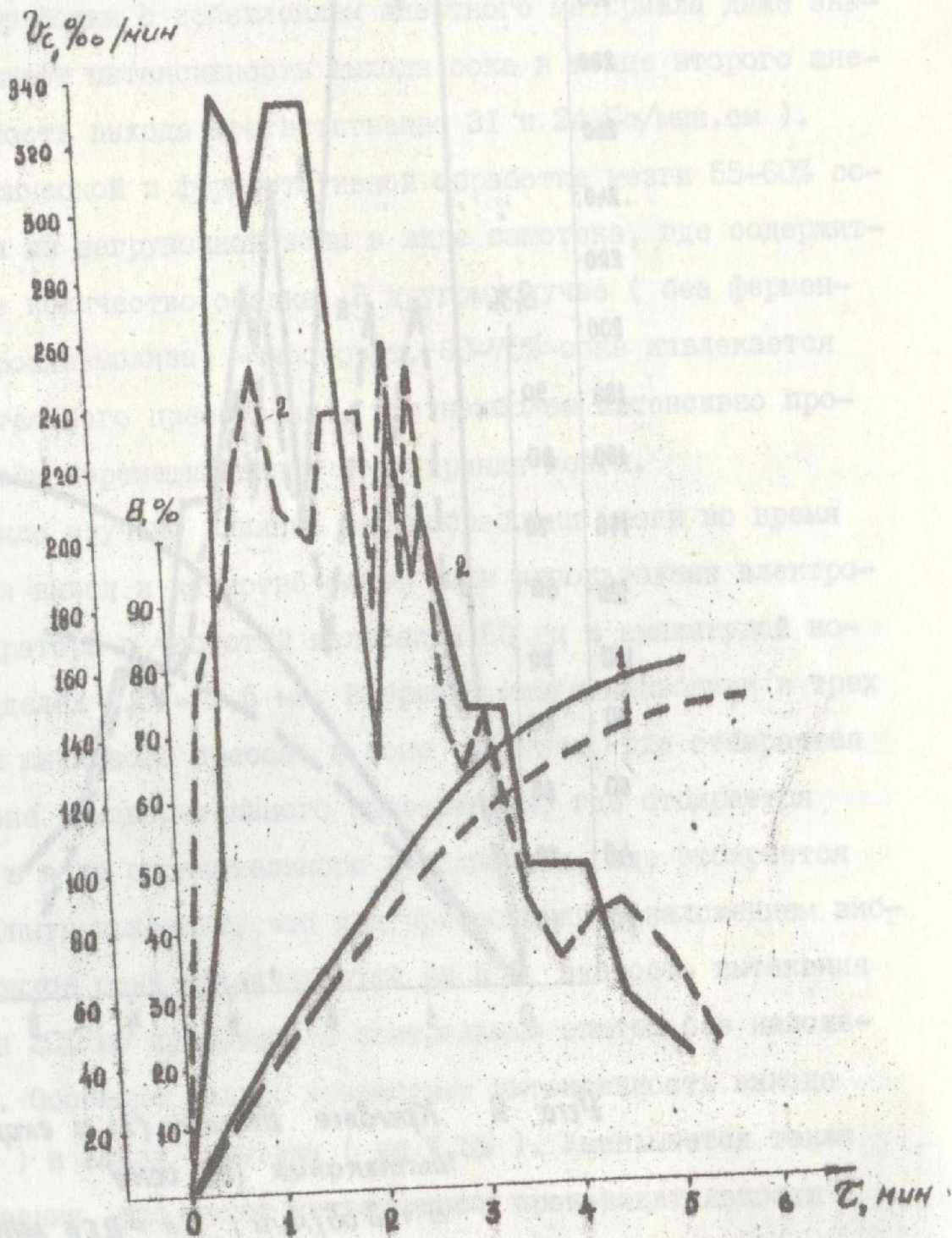


Рис. 3. Кривые выхода (1) и скорости вытекания (2) сока $n = 305/\text{мин}$
 $P_k = 0,16 \text{ МПа}$

— $\Phi + \Delta$
- - - $\Phi - \Delta$

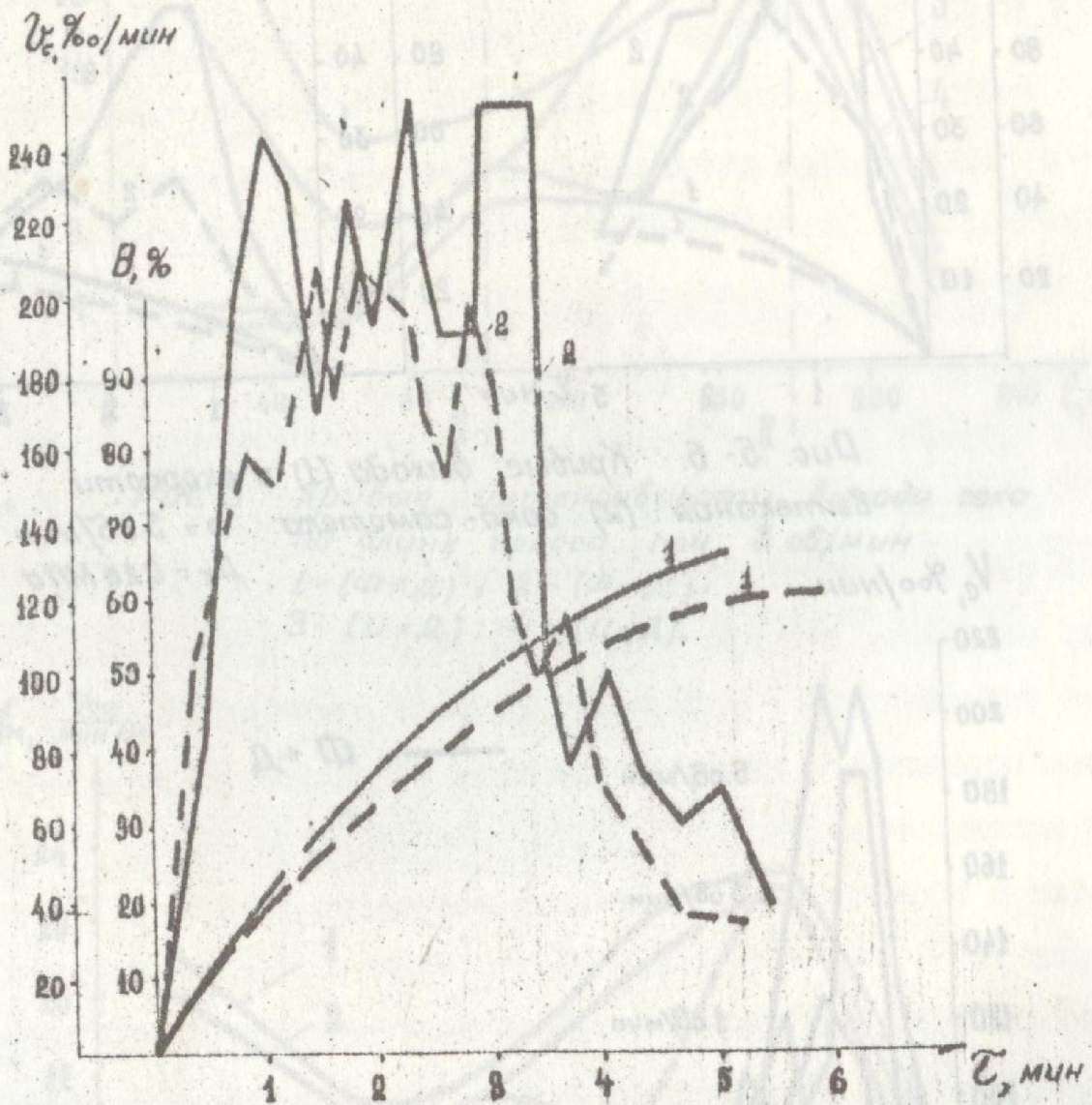


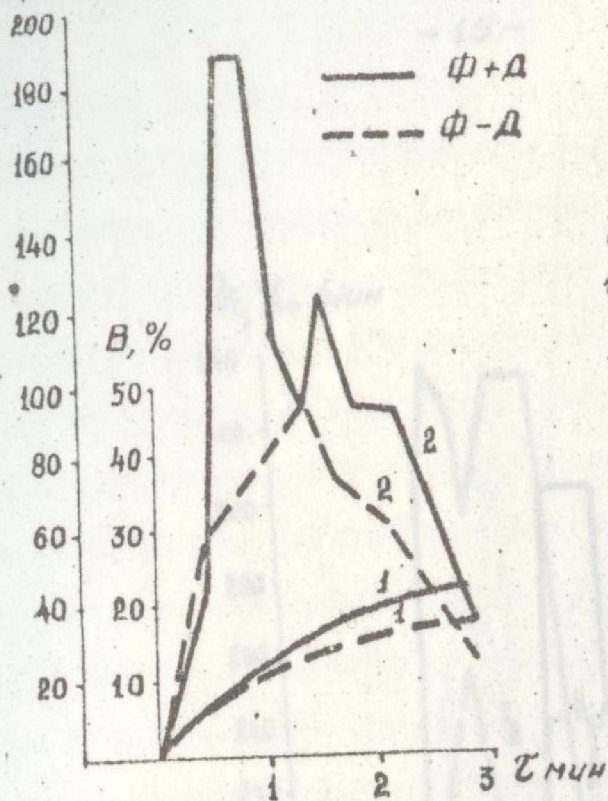
Рис. 4. Кривые выхода (1) и скорости вытекания (2) сока $n = 3000$ 1/мин
 $P_k = 0,26$ МПа

— Э + Д
--- Э - Д

В. В. 12273

Одесский технологический институт
инженерно-технический факультет
ден. м. 1973 г.
Библиотечка

$V_c, \%/мин$



$V_c, \%/мин$

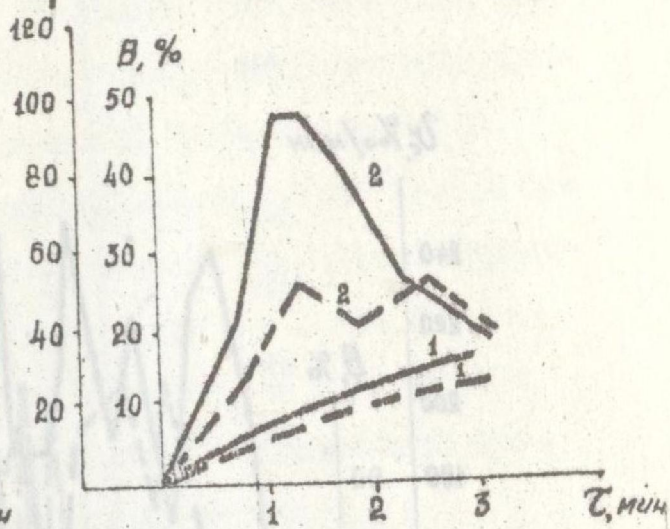
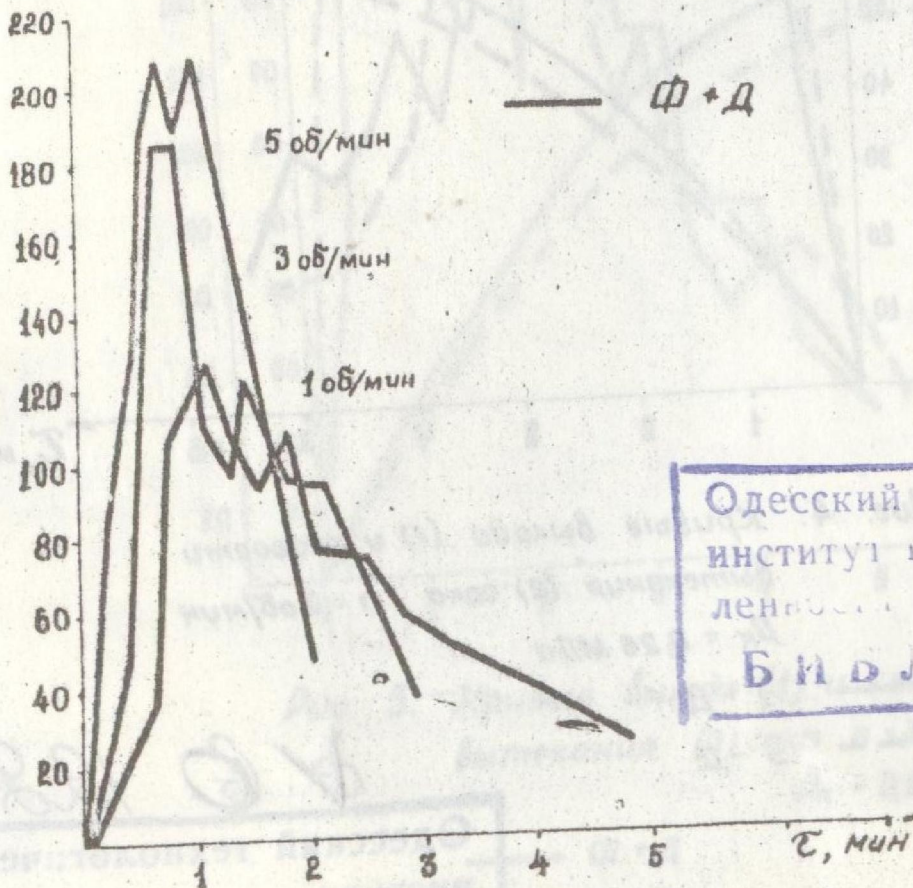


Рис. 5-6. Кривые выхода (1) и скорости вытекания (2) сока-самотека $n = 3 \text{ об/мин}$
 $P_k = 0,26 \text{ МПа}$

$V_c, \%/мин$



Одесский технологический институт пищевой промышленности
им. академика С. П. Кошова
БИБЛИОТЕКА

Рис. 7. Кривые скорости вытекания сока-самотека при различной частоте вращения шнека
 $P_k = 0,26 \text{ МПа}$

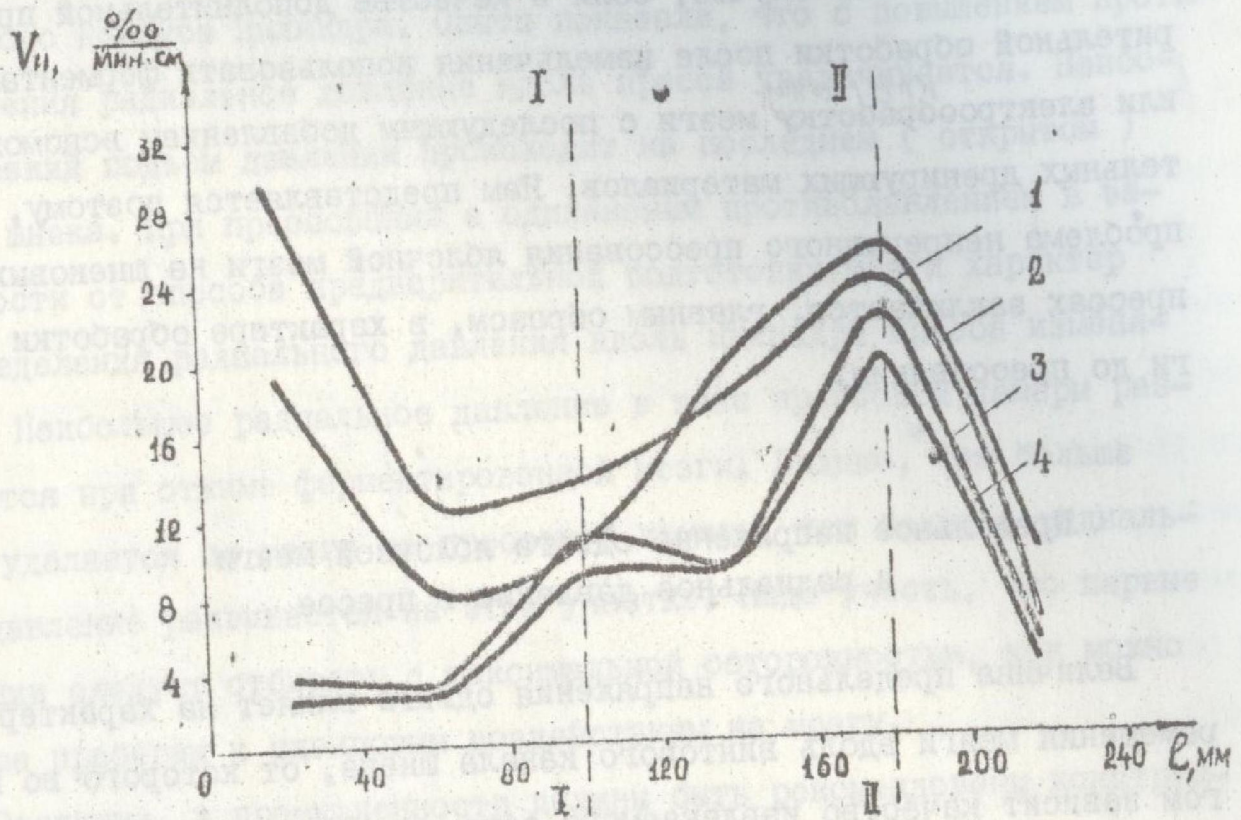


Рис 8 Кривые интенсивности выхода сока по длине пресса при 3 об/мин
1 - (Ф+Д); 2 - (Ф-Д);
3 - (У+Д); 4 - (У-Д).

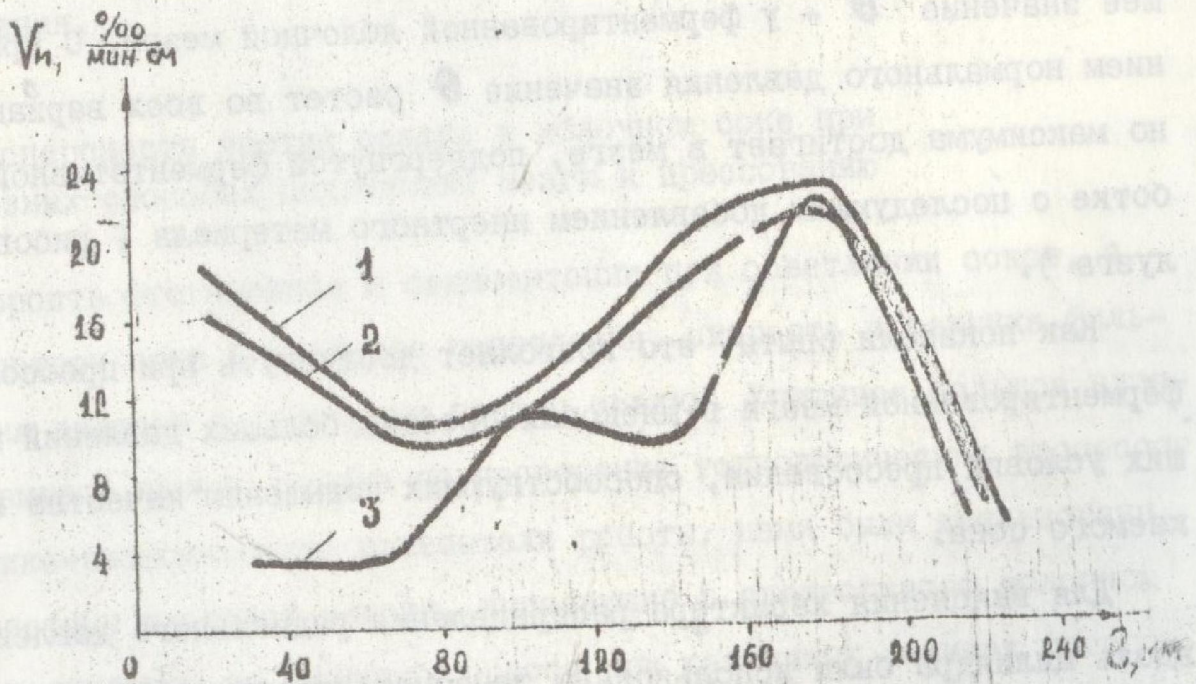


Рис 9 Кривые интенсивности выхода сока по длине пресса при 3 об/мин
1 - (Э+Д); 2 - (Э-Д); 3 - (У+Д).

лучить лишь в том случае, если в качестве дополнительной предварительной обработки после измельчения использовать ферментацию или электрообработку ^{и/или} мезги с последующим добавлением вспомогательных дренирующих материалов. Нам представляется поэтому, что проблема непрерывного прессования яблочной мезги на шнековых прессах заключается, главным образом, в характере обработки мезги до прессования.

Предельное напряжение сдвига яблочной мезги
и радиальное давление в прессе

Величина предельного напряжения сдвига влияет на характер перемещения мезги вдоль винтового канала шнека, от которого во многом зависит качество извлекаемого сока.

Определение величины предельного напряжения сдвига θ яблочной мезги, подвергнутой различным приемам предварительной обработки, показало, что при отсутствии вертикального давления наименьшее значение θ — у ферментированной яблочной мезги. С приложением нормального давления значение θ растет во всех вариантах, но максимума достигает в мезге, подвергнутой ферментативной обработке с последующим добавлением инертного материала (рисовая лузга).

Как показали опыты, это позволяет достигнуть при прессовании ферментированной мезги в шнековых прессах больших давлений и лучших условий прессования, способствующих повышению качества извлекаемого сока.

Для выяснения характера распределения радиального давления вдоль цилиндра были использованы тензометрические датчики, которые вставляли в установочные гнезда, расположенные вдоль перфори-

рованного корпуса цилиндра. Опыты показали, что с повышением противо-
давления радиальное давление вдоль пресса увеличивается. Наибо-
лее резкий подъем давления происходит на последнем (открытом)
витке шнека. При прессовании с одинаковым противодавлением в за-
висимости от способа предварительной подготовки мезги характер
распределения радиального давления вдоль цилиндра пресса изменя-
ется. Наибольшее радиальное давление в зоне прессовой камеры раз-
вивается при отжиге ферментированной мезги. Видимо, чем больше
сока удаляется из мезги до прессовой камеры, тем большее радиаль-
ное давление развивается на этом участке. Надо учесть, что первые
фракции следует отбирать с максимальной осторожностью, как можно
меньше прибегая к сдвиговым воздействиям на мезгу.

Очевидно, в промышленности должны быть рекомендованы конструк-
ции шнековых прессов с развитой дренажной поверхностью у зоны за-
грузки и предварительного отжима, позволяющие при небольшом сило-
вом воздействии отбирать основную часть сока в начале процесса
прессования.

Дисперсность частиц осадка в яблочном соке при
разных способах подготовки мезги к прессованию

Скорость отстаивания и седиментации при осветлении соков, а
также потери сока в процессе осветления, скорость и техника филь-
трования связаны с размерами частиц осадка. Учитывая большое влия-
ние размеров частиц осадка на проведение технологических процессов
и технико-экономические показатели работы, нами были исследованы
микрочастицы плодовой мякоти, выпадающие в свежотжатом яблочном
соке, полученном на шнековом прессе при различных режимах прессо-
вания. В осадке свежотжатого яблочного сока, полученного при раз-

ных технологических режимах, измеряли по 1000 частиц размером от 0,5 до 100 мкм. По полученным данным были составлены кривые распределения частиц осадка (рис. 10-12).

Как видно из рис. 10, при отжиме яблочной мякоти на шнековом прессе наибольшее количество мелких частиц (до 5 мкм) образуется во второй фракции. Количество мелких частиц в свежестжатом соке возрастает с увеличением частоты вращения шнека (рис. 11). Заметное улучшение качества сока при отжиме яблочной мякоти после ферментативной обработки видно из рис. 12. Количество очень мелких частиц в таком соке в 1,5 раза меньше, чем в контрольном, полученном без ферментативной обработки мякоти.

Данные лабораторных исследований возможности получения натурального яблочного сока на шнековом прессе явились основанием к проведению производственных испытаний. Производственные испытания проводились следующим образом. Четыре тонны яблок сорта Ренет Симиренко после мойки и инспекции измельчали на корнерезке КИИ-4 и подвергали обработке пектолитическим ферментным препаратом Аваморин ПШК активностью 15000 ед/г в количестве 0,03%. После обработки и тщательного перемешивания мякоть выдерживали при температуре 45°C в течение 2-х часов в стекателе ВСВ (системы Водянского). По окончании ферментации в мякоть вносили 3% рисовой лузги и отжимали на шнековом прессе ВИНД-10 при давлении в гидроцилиндрах автоматического регулятора давления 3 МПа и частоте вращения шнека 2,5 об/мин. Контрольным являлся яблочный сок, полученный по действующей на заводе технологической схеме, согласно которой яблоки после мойки и последующего измельчения на КИИ-4 смешивают с соломой, после чего отжимают на шнековом прессе. В процессе отжима опытной и контрольной партии яблок измеряли скорость истечения сока, выход его, количество осадка, размер частиц и ряд химических показателей.

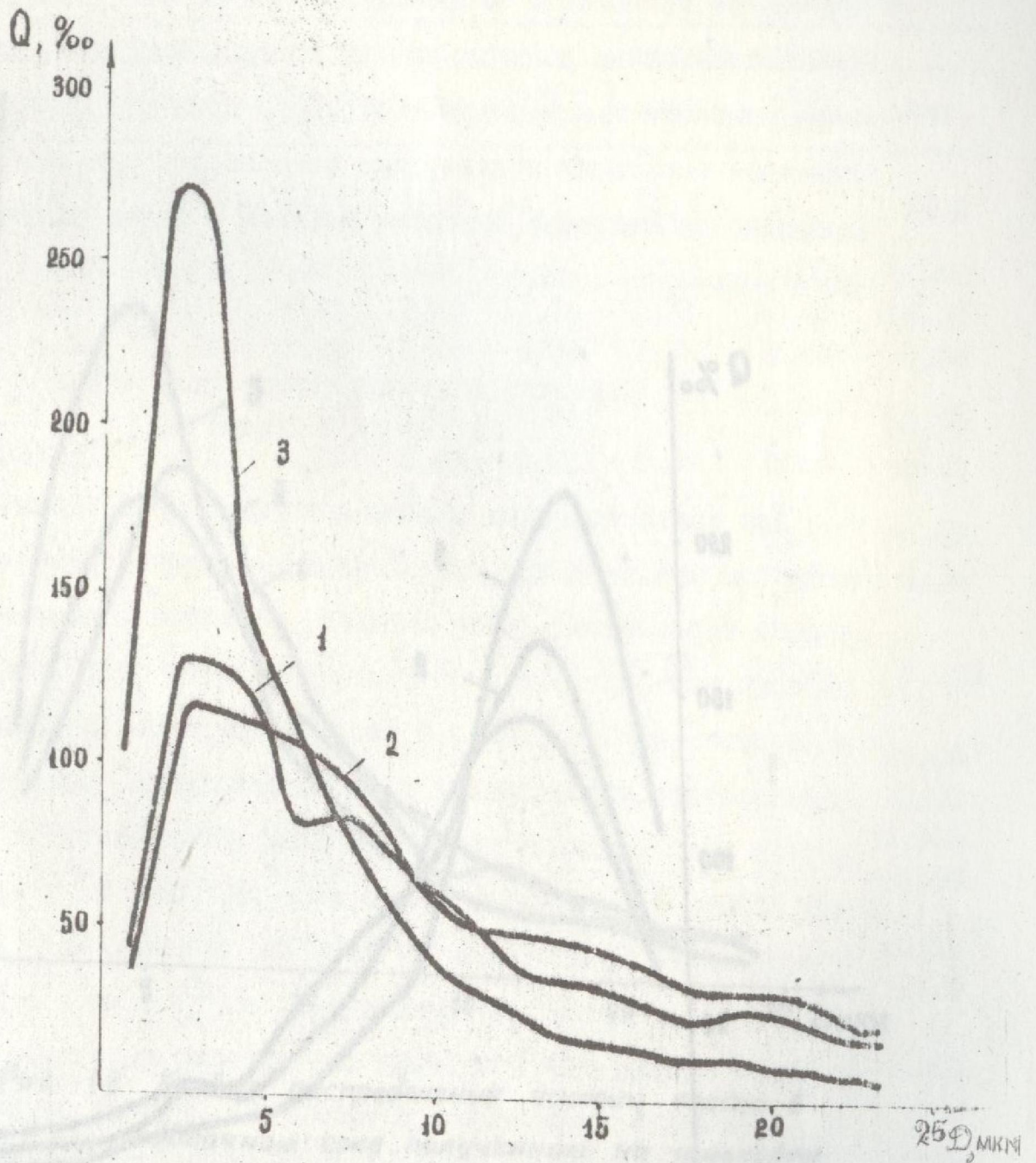


Рис. 10 Кривые распределения частиц овсянки
в яблочном соке, полученном на шне-
ковом прессе при 3 об/мин $P_k = 0,3 \text{ МПа}$
1 - самотек;
2 - I фракция;
3 - II фракция

их технологических режимов, а именно по 1140 частям размерами от 5 до 100 мкм. По результатам анализа были составлены карты распределения частиц образца (рис. 10, 11-12).

Как видно на рис. 10, при отжиме яблочной массы в шнековом прессе наибольшее количество мелких частиц (до 5 мкм) содержится во второй фракции. Количество мелких частиц у образцов, в свою очередь, возрастает с увеличением частоты вращения шнека (рис. 11).

Экспериментально установлено, что при отжиме яблочной массы после предварительной обработки яблок за двое суток количество мелких частиц в той же фракции увеличивается, чем в контрольном, до 1,5 раз.

Данные по количеству мелких частиц, полученные при отжиме яблочной массы в шнековом прессе, являются основанием к проведению исследований по определению оптимального режима отжима яблочной массы. В процессе исследования использовались аппаратура сорта Ротор Си-Эрвенко и др. В процессе исследования использовались аппаратура сорта Ротор Си-Эрвенко и др. В процессе исследования использовались аппаратура сорта Ротор Си-Эрвенко и др.

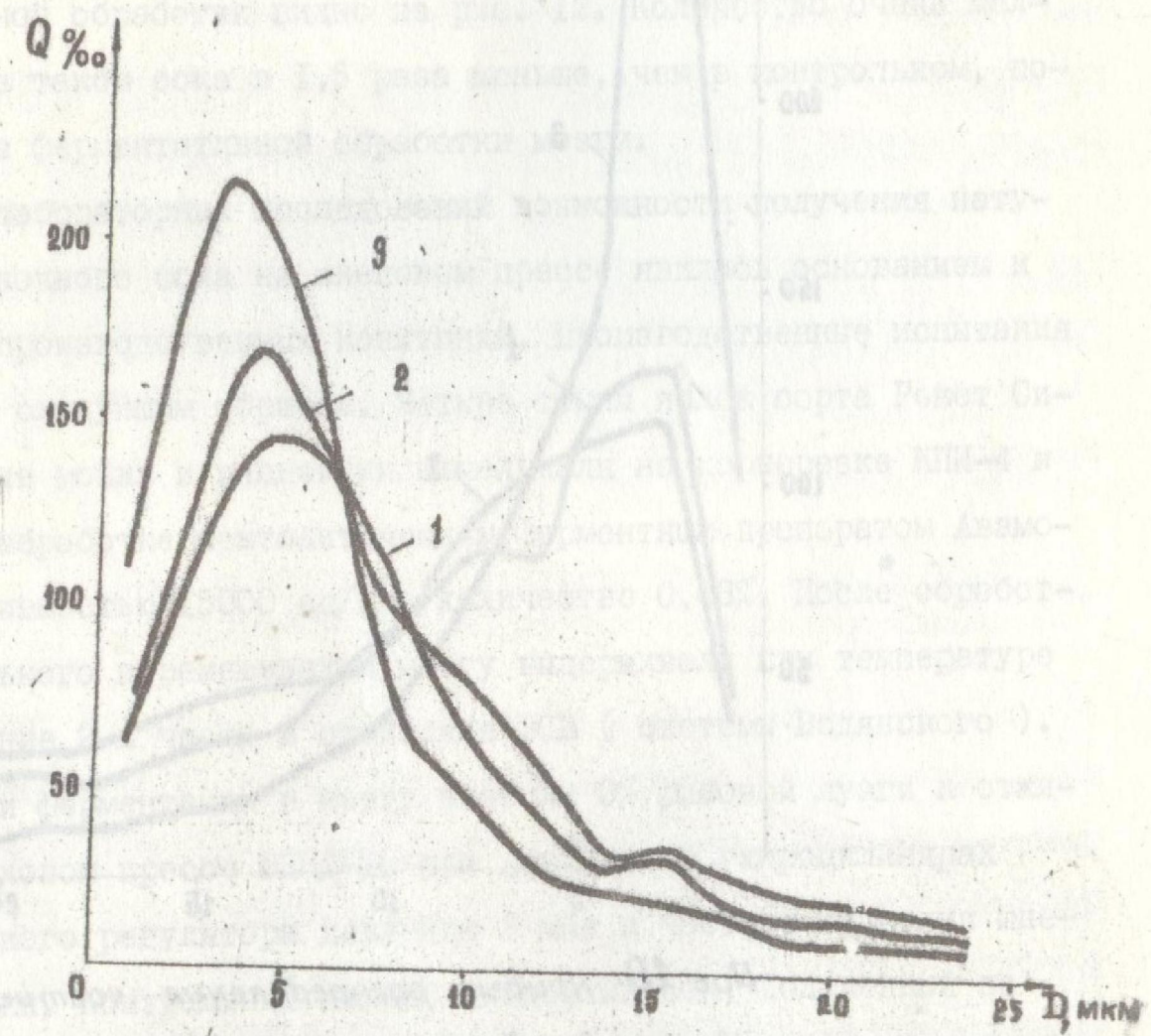


Рис. 11 Кривые распределения частиц осадка в яблочном соке, полученном на шнековом прессе при $P_k = 0,8 \text{ МПа}$
 1 - 100 об/мин
 2 - 300 об/мин
 3 - 500 об/мин

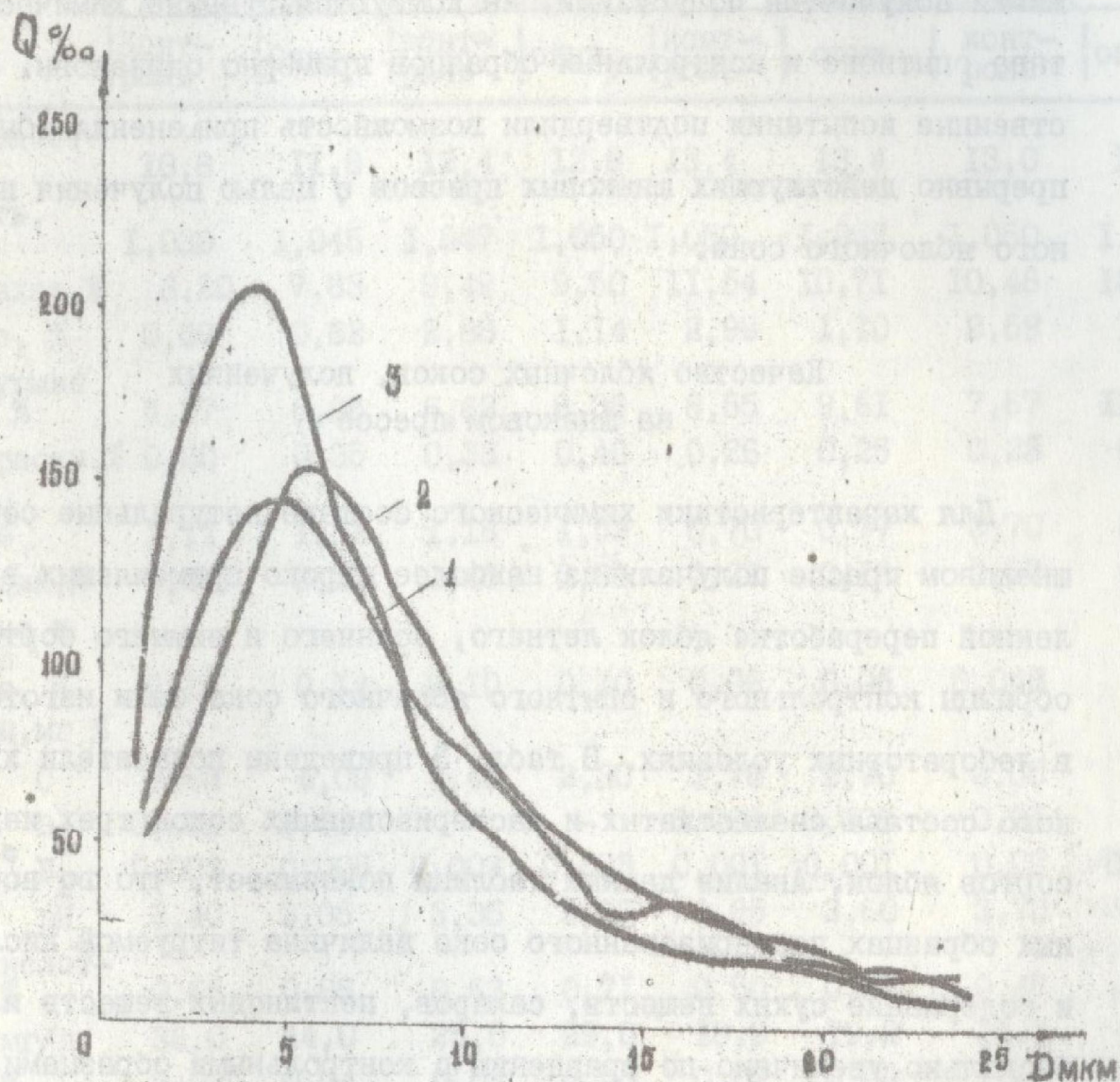


Рис. 12. Кривые распределения частиц осадка в яблочном соке, полученном на шнековом прессе при $n = 3$ об/мин, $P_k = 0,5$ МПа:
1- ферментация с добавлением ЦМ;
2- ферментация без добавления ЦМ;
3- измельчение и добавление ЦМ.

Выход сока составил 71% (в контроле 63%), а количество осадка соответственно 5,6 и 9,8%. Лучше, если в качестве инертного материала используется рисовая лузга, а не солома, так как в этом случае не происходит запрессовки, мезга перетирается меньше, выжимки получаются полусухими, не комкуются. Данные химического состава опытного и контрольных образцов примерно одинаковы. Производственные испытания подтвердили возможность применения обычных непрерывно действующих шнековых прессов с целью получения натурального яблочного сока.

Качество яблочных соков, полученных на шнековом прессе

Для характеристики химического состава натуральные соки на шнековом прессе получали из наиболее широко применяемых в промышленной переработке яблок летнего, осеннего и зимнего сорта. Все образцы контрольного и опытного яблочного сока были изготовлены в лабораторных условиях. В табл. 3 приведены показатели химического состава свежеежатых и пастеризованных соков трех изученных сортов яблок. Анализ данных таблицы показывает, что во всех опытных образцах пастеризованного сока величина титруемой кислотности и содержание сухих веществ, сахаров, пектиновых веществ и зол несколько увеличено по сравнению с контрольными образцами. Плотность и прозрачность опытных соков также выше, чем контрольных.

Количество аскорбиновой кислоты в опытных образцах несколько уменьшается, тиамин (B_1) и рибофлавин (B_2) остаются почти без изменения. Сумма дубильных и красящих веществ остается без изменения.

Свежеежатые соки характеризуются примерно таким же химическим составом, как и консервированные. Однако в свежеежатом соке

Химический состав яблочных соков, полученных на шнековом прессе

Таблица 3

Показатели	Пастеризованный				Свежеотжатый			
	Белый налив		Апорт		Кальвиль снежный			
	Конт- роль	Опыт	Конт- роль	Опыт	Конт- роль	Опыт	Конт- роль	Опыт
Сухие вещества, %	10,8	11,8	12,4	12,8	13,4	13,4	13,0	14,0
Плотность, г/см ³	1,039	1,045	1,047	1,050	1,050	1,052	1,050	1,056
Общий сахар, %	6,20	7,83	9,42	9,50	11,54	10,71	10,46	13,20
Сахароза, %	0,88	0,82	2,88	1,14	2,99	1,10	2,59	1,26
Редуцирующие сахара, %	5,27	6,96	6,62	8,36	8,55	9,61	7,87	11,94
Пектин раств. %	0,20	0,35	0,33	0,48	0,26	0,25	0,23	0,21
Коллоиды общие, %	1,11	1,32	1,18	1,52	0,70	0,77	0,70	0,83
Азот общий, %	0,25	0,22	0,46	0,36	0,22	0,18	0,27	0,28
Дубильные и красящие вещества, %	0,13	0,14	0,10	0,10	0,06	0,06	0,043	0,048
Витамины, мг %								
С	3,63	4,09	4,40	2,30	1,76	1,70	2,00	2,00
В ₁	0,001	0,001	-	-	0,008	0,001	0,01	0,01
В ₂	0,003	0,005	0,003	0,003	0,001	0,001	0,02	0,003
рН	3,40	3,05	3,35	3,30	3,65	3,60	3,70	3,60
Общая кислотность, %	0,65	0,85	0,63	0,71	0,50	0,55	0,47	0,50
Железо, мг/л	36,0	44,0	25,0	29,0	18,2	19,2	14,5	14,5
Спирт, %	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02	0,03	-	-
Зола, %	0,29	0,26	0,24	0,26	0,23	0,24	0,25	0,26
Число аромата / мл Na ₂ S ₂ O ₃ на 100 г сока/	13,6	5,5	13,5	6,2	11,8	10,8	13,8	10,8
Цветность /оптическая плотность по ФЭКу/	0,25	0,23	0,68	0,22	0,75	0,69	-	-
Прозрачность, %	69,7	85,9	80,00	82,0	73,4	82,1	19,2	29,0

количество азотистых веществ в опытном образце не уменьшается, а увеличивается по сравнению с контрольным.

Сравнительная характеристика свежеежатых и консервированных соков показывает, что в консервированных почти все показатели несколько ниже или остаются на уровне показателей свежеежатого сока.

Количественный анализ свободных аминокислот свежеежатого и консервированного сока яблок сорта Кальвиль снежный показал, что количество лизина, аргинина, гистидина, α -аланина в опытном соке выше, чем в контрольном. Серосодержащие аминокислоты цистин + цистеин, сумма аспарагиновой кислоты глицина и серина, а также глютаминовой кислоты + треснина в опытном образце несколько ниже. В свежеежатом соке количество отдельных аминокислот несколько выше, чем в консервированных.

Качественный анализ сахаров показал, что опытный и контрольный сок имеют примерно одинаковый углеводный состав.

В ы в о д ы

1. Разработан экспрессный метод определения эффекта обработки сырья до прессования, основанный на измерении доли поврежденных клеток осциллографическим методом.

Полученная зависимость количества поврежденных клеток от амплитуды сигнала на осциллографе $\varphi = (1 - \frac{\Delta n}{A_n}) \cdot 100\%$ позволяет с достаточной точностью контролировать также необходимое время выдерживания плодовой мякоти в процессе ферментативной обработки, которое зависит от ряда переменных факторов.

2. В результате теоретических и экспериментальных исследований выяснено, что решение проблемы непрерывного прессования яблочной мякоти на шнековых прессах заключается главным образом в выборе характера обработки до прессования. Добиваться надлежащих условий прессования и высокого выхода сока следует в основном не за счет повышения давления в аппарате, а путем максимального увеличения клеточной проницаемости плодовой ткани в процессе обработки сырья до прессования.

3. Применение электроплазмолиза и обработка мякоти пектолитическими препаратами в сочетании с инертными дренирующими материалами дает возможность осуществить непрерывное прессование яблочной мякоти на обычном шнековом прессе. Наиболее эффективное воздействие оказывает ферментация, при которой не только предельно повышается клеточная проницаемость, но и достигается лучшая для отжима структура мякоти, а вытекающий сок благодаря разрушению полимеров реакционно снижает свою вязкость.

4. Из таких нейтральных дренирующих материалов, как рисовая лузга, целлюлоза, солома, опилки, кизельгур, кварцевый песок, наилучшим является рисовая лузга. Этот материал дешев и не тре-

бует длительной предварительной подготовки. Оптимальной дозой рисовой лузги является 3-5% от массы яблочной мезги.

5. Установлены предварительные параметры прессования яблочной мезги на модели шнекового пресса, позволяющие получить натуральный яблочный сок хорошего качества; частота вращения шнека 2,5-3 об/мин; противодействие конуса $P_k = 0,26$ МПа. При этом режиме общий выход сока после ферментативной обработки достигает 80%, количество осадка в свежотжатом соке снижается соответственно в 1,5 - 2 раза по сравнению с соком, полученным без предварительного ферментирования.

6. Важными критериями эффективности различных технологических приемов обработки мезги перед отжимом на шнековом прессе является скорость и интенсивность вытекания сока. Так, в период прессования, после электрообработки яблочной мезги скорость вытекания сока повышается по сравнению с контрольным опытом на 30%, а интенсивность выхода самотека в 4-4,5 раза. Еще больше возрастают эти показатели после ферментативной обработки мезги: скорость вытекания возрастает на 60%, а интенсивность выхода самотека в 5-7,5 раза.

7. Определены изменения радиального давления яблочной мезги вдоль стенки перфорированного цилиндра. Найдено, что с увеличением противодействия конуса давление мезги на стенку цилиндра увеличивается. Наиболее резкий подъем давления происходит в последнем (открытом) витке шнека. В зависимости от способа предварительной подготовки мезги характер распределения радиальных давлений вдоль цилиндра пресса меняется.

8. Впервые получены экспериментальные значения величины предельного напряжения сдвига яблочной мезги после различных приемов обработки до прессования. Наименьшее значение величины предельного напряжения сдвига θ ферментированной мезги 0,004-0,005 МПа. С приложением нормального давления значение θ растет во всех ва-

риантах, но максимума достигает в мезге, подвергнутой ферментативной или электрической обработке с последующим добавлением инертного материала (0,082 - 0,085 мПа), что положительно сказывается на качестве извлекаемого на шнековом прессе сока.

9. Показано, что применение наложенных механических вибраций при отжиме ферментированной яблочной мезги на шнековом прессе интенсифицирует процесс отжима сока, улучшает его качество, хотя приводит к некоторому увеличению количества взвесей в местах установки вибраторов. Скорость вытекания сока возрастает в 1,2 раза, общий выход увеличивается на 3%. Интенсивность выхода самотека повышается в 1,5 раза по сравнению с контрольным опытом без наложения вибраций.

10. С помощью электронного анализатора микрообъектов АБ-5 дана характеристика дисперсности осадков и взвесей свежееотжатых соков в зависимости от способа подготовки мезги и режима прессования. Установлено, что наибольшее количество мелких частиц (до 5 мкм) образуется во второй пресоовой фракции. С увеличением частоты вращения шнека и противодействия количество мелких частиц во всех случаях возрастает. Способ предварительной обработки и тип применяемого для смешивания инертного материала заметно влияют на дисперсность частиц свежееотжатых соков. В соке, полученном при отжиме яблочной мезги после ферментативной обработки, содержание частиц размером до 5 мкм уменьшается в 1,5 раза.

11. Исследованиями в производственных условиях показана возможность применения обычных шнековых прессов с целью получения натурального яблочного сока. На прессе ВПНД-10 при давлении в гидроцилиндрах автоматического регулятора 3 мПа и частоте вращения шнека 2,5 об/мин после дополнительной ферментативной обработки мезги с добавлением 3 % рисовой лузги выход свежееотжатого сока с содержанием 5,6% по объему осадка составил 70,6%. Внедрение прессования

яблок на шнековом прессе дает возможность механизировать процесс, осуществить поточное производство яблочного сока.

12. Исследовано качество свежееотжатых и консервированных соков, полученных на шнековом прессе в лабораторных и производственных условиях. По прозрачности и содержанию сухих веществ, осадка, сахаров, кислот, золы, общего железа и пектиновых веществ опытные соки несколько лучше, чем контрольные образцы. Количество аскорбиновой кислоты, общего азота в опытном соке на 20-40% снижается, а тиамин, рибофлавин и сумма водорастворимых полифенолов остаются без изменения. Аминокислотный и углеводный состав опытных и контрольных образцов сока также примерно одинаков. В консервированных соках почти все показатели несколько ниже или остаются на уровне свежееотжатых.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Осциллографический метод определения степени повреждения плодовой ткани. - "Известия вузов СССР, Пищевая технология", 1972, №5.
2. Непрерывное прессование яблочной мякоти на шнековом прессе. - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1972, № 10.
3. Осциллографический метод контроля процесса ферментативной обработки плодовой мякоти перед прессованием. - "Консервная и овощесушильная промышленность", 1972, № 11.
4. Совершенствование технологии переработки яблок. - "Виноделие и виноградарство СССР", 1973, № 6.

Основные положения диссертации были доложены на:

1. VIII научно-технической конференции политехнического института имени С. Лазо, г. Кишинев, апрель, 1972.
2. Семинаре заведующих лабораторий и главных технологов Главупрконспрома МССР, г. Кишинев, июнь 1972 г.