

*Автореф.
Ф 21*

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

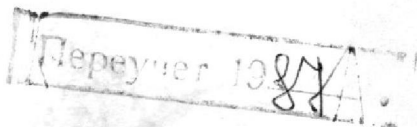
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ И ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Ф. ФАН-ЮНГ,
кандидат технических наук

**ПЛОДОВЫЕ СОКИ —
ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ**

(Специальность № 371 — Технология консервирования
пищевых продуктов)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук



ОДЕССА — 1969

W

исследование про-
ектирование
371-технология
пищевых продуктов:
д-ра техн. наук.
МВССО УССР. ОТИ пи-
й пром-сти/.

v 014409

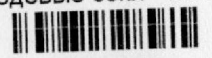
Автор: Фан-Юнг А.Ф.

Поверніть книгу не пізніше
заяченого терміну

Київська друкарня № 1. Зам. 13244—10 млн., 1979 р

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ И ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Ф. ФАН-ЮНГ,
кандидат технических наук

ОНАХТ Автореф
Плодовые соки - иссл

v014409

ПЛОДОВЫЕ СОКИ — ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ

(Специальность № 371 — Технология консервирования
пищевых продуктов)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

*Многочисленным
Владиславу Ренне
Зайковскому
на намер
Афанас*
ОДЕССА — 1969
6/11/69

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой и холодильной промышленности.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Доктор технических наук, профессор ГРЮНЕР В. С.

Засл. деятель науки и техники РСФСР, доктор химических наук,
профессор ХАРИН С. Е.

Засл. деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук,
профессор ГАТИЛИН Н. Ф.

Ведущее предприятие: Всесоюзный научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности.

Автореферат разослан « 6 » IX 1969 г.

Защита диссертации состоится « 20 » IX 1969 г. на заседании Совета Одесского технологического института пищевой и холодильной промышленности, г. Одесса, ул. Петра Великого, № 1/3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института. Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направить в Совет института по адресу: г. Одесса, ГСП-387, ул. Петра Великого, № 1/3.

Ученый секретарь Совета, доцент *Мсер* (В. З. ЖАДАН).

03-794

0 0 14409



ВВЕДЕНИЕ

В Советском Союзе создана мощная пищевая индустрия, в частности, консервная промышленность. По Директивам XXIII съезда КПСС в текущей пятилетке производство консервов намечено увеличить с 7 до 13—13,5 млрд. банок. Высокой пищевой ценностью обладают консервированные соки. С 1950 по 1965 год выработка всех видов консервов в СССР увеличилась в 4,5 раза, соков в 24 раза. Основными видами консервированных соков являются у нас томатный, яблочный и виноградный.

Увеличение производства и улучшение качества соков имеет народнохозяйственное значение. Решение этих вопросов неотделимо от теоретической разработки и промышленного внедрения новой, совершенной технологии и техники производства.

В диссертации суммированы выполненные автором с 1938 по 1968 год исследования в области технологии консервирования плодовых соков; изучены дисперсность взвесей и осадка, коллоиды и вязкость соков и влияние различных факторов на изменение этих показателей; разработаны теоретические положения и практические рекомендации по осветлению соков и предупреждению их помутнения; исследован процесс фильтрования соков и определены оптимальные условия эксплуатации фильтров; предложены меры по интенсификации процессов производства соков, улучшению их качества, расширению ассортимента, утилизации отходов производства. В диссертации отражены также разработанные автором вопросы проектирования консервных заводов, вырабатывающих соки, дан анализ планировки главных корпусов и генеральных планов ряда заводов и схем технологических линий производства соков.

КОНСЕРВИРОВАННЫЕ ФРУКТОВЫЕ, ЯГОДНЫЕ И ОВОЩНЫЕ СОКИ

Имеются разноречивые мнения по вопросу оценки соков с мякотью и без мякоти (осветленных и неосветленных). Анализ экспериментальных материалов автора и литературных данных позволяет высказать следующие соображения.

Достоинством соков с мякотью является сохранение в них всех ценных составных частей сырья, в частности каротина, полифенолов, азотистых и минеральных веществ. Кроме того, их производство сравнительно легко поддается механизации и автоматизации, а выход сока значителен.

К недостаткам соков с мякотью относится нередко наблюдающееся расслоение, резко ухудшающее их внешний вид. Измельченная плодовая масса по своей консистенции не соответствует требованиям, которые предъявляются к напиткам. Поэтому плодовые соки с мякотью, как правило, значительно разбавляют сиропом, что снижает их натуральные свойства. При получении томатного сока требуемая консистенция достигается искусственным снижением выхода сока при соответствующем увеличении количества отходов.

Соки без мякоти получают из непрогретой мезги, а для выработки соков с мякотью плоды интенсивно нагревают. Подогрев активизирует нежелательные процессы образования меланоидинов и отрицательно сказывается на пищевой ценности продукта. По некоторым схемам для подогрева сырья используют барботирующий пар, что приводит к разбавлению сока конденсатом. В случае подогрева в аппаратах с греющей камерой не исключено пригорание плодовой массы.

Соки без мякоти, особенно осветленные, имеют более привлекательный внешний вид, а также хороший вкус. Их выпускают натуральными (виноградный и яблочный соки).

Прозрачные соки, в отличие от соков с мякотью, поддаются концентрированию и пригодны для использования в безалкогольной и ликеро-водочной промышленности. Тепловую стерилизацию таких соков можно заменить обеспложивающим фильтрованием.

Целесообразно выпускать соки как с мякотью, так и осветленные.

Сроки сбора сырья для производства соков должны, как известно, устанавливаться для каждого вида и сорта плодов с учетом климатических условий. Поздний сбор томатов ведет к резкому снижению сахарокислотного индекса и ухудшению качества сока.

Химический состав сока из томатов Юга Украины, собранных в разные сроки.

Показатели	Сроки сбора урожая томатов							
	Сорт Маяк 12/20-4				Сорт Тамбовский			
	5.8	18.8	7.9	29.9	5.8	18.8	7.9	29.9
Сухие вещества (по рефрактометру), %	7,2	7,0	5,8	5,2	7,2	6,2	6,4	5,6
Сахар общий, %	4,3	3,3	3,0	2,2	4,9	4,6	3,9	2,46
Кислотность общая (по яблочной кислоте), %	0,6	0,56	0,7	0,6	0,6	0,49	0,8	0,59
Сахаро-кислотный индекс	7,2	5,9	4,3	3,8	8,2	9,4	5,0	4,2
Клетчатка, %	0,07	0,15	0,18	0,19	0,08	0,14	0,23	0,29

Широко распространена на практике доставка на завод полуфабриката, заготовленного в глубинных пунктах (дробленая томатная масса, виноградная мезга). Наши исследования показали, что этот метод оправдан, если от момента дробления томатов до их переработки на заводе прошло не более 1—2 часов. При более длительном хранении происходит сначала рост плесеней, а затем дрожжей и бактерий. В течение первых двух часов хранения содержание сухих веществ и сахаров уменьшается не более, чем на 0,5%, общая и активная кислотность не меняются, потери аскорбиновой кислоты, вследствие аэрации полуфабриката, доходят до 10%. Очень велики потери пектина (до 50%), что связано с деятельностью пектолитических ферментов сырья. Количество летучих кислот начинает заметно расти спустя 2 часа после заготовки полуфабриката. С удлинением сроков выдержки распад химических веществ сырья резко увеличивается. Наиболее активно он идет при температуре порядка 30°C, оптимальной для развития большинства плесеней.

Соки без мякоти получают, как известно, на прессах. Исследования показали, что производительность прессовой станции можно резко повысить путем предварительного отделения самопроизвольно вытекающего сока — самотека на фильтрующей центрифуге. При этом за 3 минуты извлекается, в среднем, 77,4% от общего выхода виноградного сока. Оставшийся сок отжимается на прессе.

Отпрессованный сок содержит частицы плодовой ткани, количество которых зависит от типа пресса и режима прессования.

Пресс	Влажный осадок в виноградном соке, %		
	самотек	I отжим	II отжим
Пневматический ГППД-1.7	2,6	0,6	0,9
Гидравлический пакпресс	2,3	2,2	0,9
Шнековый ПНД-5	2,0	1,5	3,5

С повышением давления в гидравлическом пакпрессе количество осадка в соке уменьшается благодаря фильтрующему действию мезги, а в шнековом прессе увеличивается вследствие ее перетирания. Наиболее чистый сок получается при отжиме на пневматическом прессе.

Исследования фильтрующих материалов показали, что фильтркартон марки Т тяжелее фильтркартона марки Ш, имеет меньшую зольность, обеспечивает более высокую прозрачность (на 25—30%), но дает менее прозрачный сок.

Показатели	Марка фильтрующих пластин			
	Т	Ш	СФ	ЭК
Плотность (удельный вес), $г/см^3$	2,19	1,54	1,92	1,91
Объемная масса, $г/см^3$	0,460	0,397	0,380	0,403
Плотность, %	21	26	20	21
Впитываемость пластин сока, %	324	317	310	340
Зольность, %	3,24	6,75	39,12	36,21

Одним из главных недостатков процесса производства соков является длительный контакт продукта с воздухом, вызывающим нежелательные изменения сока (окисление дубильных веществ, витаминов, выпадение осадка, потемнение сока и др.). Во избежание этого применяют тепловую или вакуумную деаэрацию сока.

Отличительные особенности имеет деаэрация виноградного сока, хранившегося в танках в атмосфере CO_2 . При таком хранении сок поглощает до 10% об. углекислого газа, который благоприятно действует на вкус продукта, препятствует окислению сока, задерживает выпадение осадка, подавляет активность ферментов и деятельность микроорганизмов.

Вместе с тем, при пастеризации сока в мелкой таре, углекислый газ, находящийся в продукте, создает дополнительное

давление, которое может сорвать крышку банки (бутылки). Компенсирующее противодействие, создаваемое в автоклавах, учитывая их прочность, не превышает обычно 290 кн/м^2 . Для того, чтобы давление в таре было в этих пределах, содержание CO_2 в соке, как показали наши эксперименты, не должно превышать 6% об. Дегазировать сок после хранения можно нагреванием.

Температура виноградного сока, °C	-2	0	20	40	60	80
Содержание газов, % об. после хранения в атмосфере CO_2	9,12	8,7	7,56	6,10	5,10	1,26

После обработки сока в промышленном деаэраторе APV содержание газов в нем составляет: при давлении 60—50 $кн/м^2$ (вакуум 400—300 мм рт. ст.) — 1,5—2,0%; 14—21 $кн/м^2$ (вакуум 650—600 мм рт. ст.) — 1,0—1,5%; 4,0—8,0 $кн/м^2$ (вакуум 730—700 мм рт. ст.) — 0,5—1,0%.

Снижение содержания CO_2 в соке до требуемой величины достигается путем его подогрева в открытом аппарате до температуры 40—50°C (без выдержки).

К недостаткам технологии консервированных соков относится необоснованный многократный подогрев продукта при относительно жестком режиме. Вместе с тем, не следует возражать против всякого подогрева сока вообще, так как в определенных пределах подогрев не только способствует проведению ряда производственных операций, но и улучшает качество продукции (деаэрация, инактивирование ферментов, уничтожение микроорганизмов).

Наибольшему температурному воздействию сок подвергается при пастеризации в таре или при консервировании методом горячего розлива. Для обеспложивания прозрачного сока вместо пастеризации можно применить стерилизующее фильтрование, не нашедшее широкого применения на наших заводах.

Наши исследования показали, что отечественные пластины СФ обеспечивают обеспложивание виноградного сока, не уступая импортным пластинам ЭК. Стерильно-фильтрованный сок лучше сохраняет природный аромат сырья и более прозрачен, чем сок пастеризованный, хотя и не отличается от него заметно по химическим показателям.

Значительное улучшение качества натуральных плодовых

соков может быть достигнуто насыщением их углекислым газом. Газированный сок имеет хороший вкус, обладает освежающими свойствами, более стоек против окислительных процессов и помутнения. Углекислый газ положительно влияет на желудочную секрецию и обменные процессы в человеческом организме, стимулирует работу дыхательного центра.

Нами исследовано влияние температуры, давления и времени насыщения на содержание CO_2 в соках виноградном, яблочном, абрикосовом и томатном.

Растворимость газов в жидкости, как известно, увеличивается с понижением температуры. В качестве примера приводим влияние температуры сока на поглощение CO_2 (г/л) при насыщении в сатураторе периодического действия под давлением 196 кн/м² в течение 2 часов.

Сок	Температура сока, °С			
	+10	+6	+4	+2
Томатный	0,890	1,476	2,487	3,343
Абрикосовый	0,811	1,669	2,674	—

Нашими исследованиями установлено, что температура газифицируемого сока должна быть 0—+2°С и не выше +4°С.

В соответствии с законом Генри, большое влияние на растворимость углекислого газа в соке оказывает давление. В абрикосовом соке после газирования в сатураторе периодического действия в течение 2 часов при температуре +4°С содержание CO_2 составляет:

давление, кн/м ²	78	156	196
содержание CO_2 , г/л	1,132	1,979	2,690

Скорость поглощения CO_2 соком в значительной мере зависит от техники сатурации. При насыщении в сатураторе периодического действия или акротофоре при давлении 196 кн/м² в течение 2 часов, виноградный и яблочный соки с температурой 0—2°С поглощают до 3,0 г/л CO_2 .

После насыщения тех же соков при 0°С в деаэраторе-сатураторе непрерывного действия (вакуумизация в потоке 15—30 сек, сатурация при давлении 588 кн/м² в потоке 15—30 сек) содержание CO_2 в них составило до 6 г/л.

Благодаря обилию коллоидов газированный сок легко вспенивается. Во избежание этого розлив его следует вести в изобарических условиях. Тара для газированного сока дол-

жна иметь укупорку достаточно прочную, чтобы противостоять внутреннему давлению углекислого газа, но не выдерживающую значительного давления, которое развивается в случае брожения сока и может вызвать опасный бой бутылки. Поэтому для газированного сока непригодна как консервная тара под непрочную укупорку СКО, так и шампанские бутылки, пробка которых обвязана скобой и выдерживает значительное давление. Для данной цели подходят бутылки под укупорку корсичатыми крышками СКК (кроун-корк).

Укупорка рассмотренных видов тары выдерживает следующее внутреннее давление (в кн/м²): крышки СКО — 68—78, крышки СКК — 245—294, пробки шампанских бутылок, обвязанные скобой, — 784—980. Стеклаянная тара, емкостью до 1,0 л, выдерживает внутреннее давление порядка 490 кн/м².

Проведенные нами анализы показали, что в результате газирования химические показатели сока меняются мало. Несколько повышается общая кислотность сока. В процессе длительного хранения аскорбиновая кислота и каротин в газированном соке сохраняются полнее, чем в соке негазированном. Так спустя 2 месяца хранения количество каротина (в мг%) составляло в негазированном абрикосовом соке 1,32, в газированном—1,70, а витамина С соответственно 0,74 и 1,78.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛОДОВЫХ СОКОВ

Соки представляют собой полидисперсную систему. Они содержат взвешенные частицы ткани, нередко выпадающие в осадок. Влажный осадок, образующийся после осветления, составляет, по нашим данным, в виноградном соке 3,3—4,2%, в яблочном 1,4—2,5%; количество сухого осадка, соответственно, 1,14—1,7% и 9,78—1,12%.

Седиментометрический анализ, выполненный нами при помощи весов Н. А. Фигуровского (1953 г.) и электронного анализатора микрообъектов АБ-3 (1964—1968 гг.), позволил установить зависимость дисперсности взвешенных частиц и осадка в соках и протертой томатной массе от сорта сырья, режима прессования (техники протирания), тепловой и механической обработки, методов осветления.

Для производства исследований на анализаторе АБ-3 осадок и взвеси отделяли центрифугированием, разводили водой, окрашивали кристаллическим индикатором нейтраль-рот

и наносили на предметное стекло так, чтобы отдельные частицы не соприкасались друг с другом.

Перед исследованием выбирали число частиц, подлежащих измерению. В наших опытах оно колебалось от 128 до 256. Степень увеличения микроскопа, обеспечивающую наилучшую видимость, регулировали подбором объектива и окуляра. После настройки прибора производили автоматическое измерение.

Прибор выдает результаты анализов по следующим вариантам:

а) в виде гистограммы, на оси абсцисс которой показаны номера 16 счетчиков, характеризующие размеры (площади) частиц в мкм^2 , а на оси ординат — количество частиц;

б) в виде ряда трехзначных цифр, из которых первая (красного цвета) означает номер счетчика, а последующие две (синего цвета) — число частиц в данном размерном диапазоне.

Среднюю статистическую характеристику распределения частиц мы определяли из выражения:

$$\bar{S} = \frac{n_1 l_1 + n_2 l_2 + \dots + n_{16} l_{16}}{l_1 + l_2 + \dots + l_{16}},$$

где n_1, n_2 и т. д. — номер интервала (от 1 до 16);

l_1, l_2 и т. д. — высота ординаты в мм в данном интервале.

В качестве примера приводим среднюю площадь взвесей в виноградном соке, отжатом на разных прессах.

Тип пресса	Среди. площадь взвесей, $\bar{S}$		
	самотек	I фракция	II фракция
Пневматический ГПД 1,7	5,1	4,3	3,8
Гидравлический пакпресс	4,8	4,1	3,6
Шнековый ПНД-5	4,0	4,4	7,4

Абсолютные размеры радиуса частиц в свежееотжатом и процеженном виноградном соке составляют от $2,87 \cdot 10^{-4}$ до $3,75 \cdot 10^{-4}$ см и лишь в единичных случаях доходят до $11 \cdot 10^{-4}$ см. В яблочном соке размеры частиц не превышают $17,5 \cdot 10^{-4}$ см.

Сорт сырья оказывает сравнительно небольшое влияние на дисперсность. Размеры частиц в яблочном соке, а также в томатной пульпе, полученных из разных помолологических сортов сырья, колеблются в пределах до 5%.

Тип пресса мало влияет на дисперсную фазу самотека и I фракции сока. С повышением давления в пневматических и гидравлических прессах размеры взвешенных в соке частиц уменьшаются, а на шнековом прессе заметно увеличиваются, вследствие перетирания мезги.

При освещении, а также подогреве сока происходит агрегация и седиментация взвешенных частиц, в связи с чем следовало ожидать увеличения их размеров.

Вместе с тем, анализы показали, что размеры частиц при этом уменьшаются. Данное кажущееся несоответствие можно объяснить тем, что наряду с седиментацией происходит укрупнение частиц коллоидной степени дисперсности, образующих тонкие взвеси, регистрируемые прибором.

Радиус частиц осадка, выпадающего при освещении виноградного сока, находится в пределах от $3,6 \cdot 10^{-4}$ до $32,2 \cdot 10^{-4}$ см; яблочного сока от $4,3 \cdot 10^{-4}$ до $27,3 \cdot 10^{-4}$ см. Найденные нами по способу средневзвешенных чисел сравнительные коэффициенты частиц осадка, показывающие их зависимость от метода освещения сока, дают сопоставимые результаты для разных вариантов освещения одного и того же сока.

Сок	Сравнительные размеры частиц осадка после:			
	самоосвещения	оклейки	ферментной обработки	обработки глиной
Виноградный Шасла	1,0	2,84	2,88	4,32
Яблочный Пармен	1,0	2,21	2,21	—

Дисперсность томатной пульпы, как показали наши исследования, зависит главным образом от перфорации сит протирающей машины. С повышением температуры подогрева дробленой массы размеры частиц несколько увеличиваются, достигают максимума при $80-85^\circ\text{C}$, а затем снова уменьшаются.

Оптимальные размеры взвесей и осадка зависят от дальнейшего назначения сока-полуфабриката. Если вырабатывают прозрачный сок, то его после освещения декантируют с осадка, центрифугируют и фильтруют. В этом случае желательно, чтобы размеры взвесей были крупные, так как, согласно закону Стокса, скорость оседания пропорциональна квадрату радиуса частиц. Аналогичное положение имеет ме-

сто при обработке сока в сепарирующей центрифуге. При фильтровании сравнительно крупный осадок располагается на фильтрующей перегородке, мелкий же, проникая в ее поры, вызывает закупорку фильтра. Поэтому, чем мельче осадок, тем ниже производительность фильтра и меньше срок службы фильтрующих пластин. Вместе с тем, при использовании намывных фильтров мелкий осадок быстрее, чем крупный, образует фильтрующий слой, обеспечивающий получение прозрачного сока. Однако, и в этом случае мелкий осадок быстрее закупоривает фильтр, чем крупный.

При отстаивании и фильтровании II фракции сока, полученного на шнековом прессе, отделение осадка весьма затруднено. Объясняется это тем, что хотя размеры частиц в таком соке примерно в 2 раза больше, но их количество в 4 раза выше, чем в соке соответствующей фракции, отжатом на пневматическом или гидравлическом прессе.

Если сок (неосветленный) является готовым продуктом, предназначенным для реализации, то желательно, чтобы размеры содержащихся в нем частиц были как можно меньше (не более 1,0 мкм). В соответствии с уравнение Релея, мутность сока пропорциональна радиусу частиц в третьей степени. В соках с мякотью стойкость против расслоения тем больше, чем мельче взвешенные частицы.

Чем выше дисперсность, тем интенсивнее конвекция массы при ее тепловой обработке, что имеет большое значение при проведении таких процессов как выпаривание и стерилизация.

Свежеотжатый сок представляет собой коллоидный раствор, образованный как частицами плодовой ткани дисперсностью 10^{-6} — 10^{-7} см, так и высокомолекулярными соединениями (пектин, белки, дубильные и красящие вещества). Анализы, проведенные методом «треугольника коагуляции» А. В. Думанского, показали, что общее содержание коллоидов в виноградном соке колеблется в пределах от 4 до 12 г на 1 л, в зависимости от сорта сырья. Нашими исследованиями установлено, что количество коллоидов в соке зависит от климатических условий. Так, в виноградном соке Шасла на протяжении 6 лет содержание коллоидов колебалось от 6,74 до 10,16 г на 1 л, а в 1958 г., из-за пониженной температуры воздуха в период созревания винограда, было только 4,27 г/л.

Количество стойких обратимых коллоидов в виноградном соке колеблется от 50 до 83% к общему количеству коллоидов.

Содержание коллоидов в яблочном соке составляет от 3,40 до 6,16 г/л, из них 75,0—83,5% обратимых коллоидов.

Знак заряда частиц, выпадающих после осветления сока, мы находили по знаку разности между pH_c сока прозрачно-

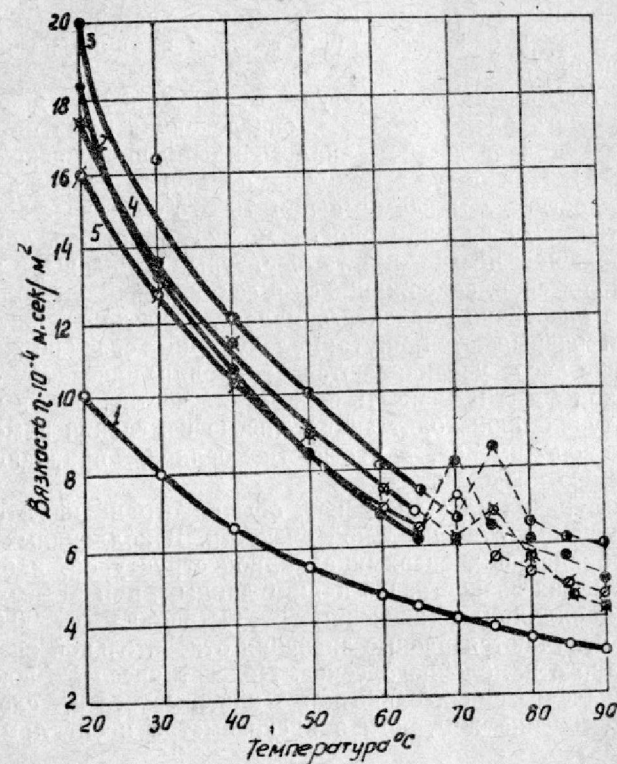


Рис. 1. Зависимость динамической вязкости от температуры: 1 — вода; 2 — осветленный виноградный сок; 3 — неосветленный яблочный сок; 4 — осветленный яблочный сок; 5 — вишневый сок.

го над осадком и pH_0 сока в зоне, в которой, скопился отстоявшийся осадок. Осадок, выпадающий при осветлении виноградного, яблочного и вишневого соков, имеет отрицательный заряд. Оставшиеся в соке коллоиды осаждали этиловым спиртом и серным эфиром, выпавший осадок отделяли декан-

тацией и определяли его заряд. Знак заряда коллоидов, оставшихся после осветления сока из белого винограда,—отрицательный, а из красного винограда — положительный, что, по-видимому, связано с содержанием в красном винограде высокополимеров красящих веществ. Электрический заряд является одним из факторов устойчивости коллоидов сока и оказывает существенное влияние на процесс осветления.

При повышении температуры от 20 до 60°C динамическая вязкость плодовых соков, определенная нами на вискозиметре Гепплера, падает, аналогично падению вязкости воды (рис. 1). При более высоких температурах вязкость повышается, достигает максимума при 70—75°C, а затем снова снижается. Эту закономерность можно объяснить тем, что при небольшом повышении температуры отдельные звенья высокополимеров, содержащихся в соках, начинают колебаться более энергично и вязкость падает. При дальнейшем нагревании разрываются внутримолекулярные связи полимеров, вследствие чего увеличиваются гидродинамический объем дисперсной фазы и вязкость сока. При достаточно высоких температурах происходят значительные изменения в молекулах высокополимеров, в частности белков, приводящие к уменьшению вязкости.

Характеризуя качество сока, обычно ограничиваются определением его относительной вязкости. В коллоидных растворах, обладающих сверхмицеллярной структурой, наблюдается аномалия вязкости. По нашим данным, при разных диаметрах капиллярного вискозиметра Оствальда (от 0,6 до 2,0 мм) получаются разные значения относительной вязкости виноградного и яблочного соков. Подсчет чисел *Re* показал, что их значение значительно ниже критического и, следовательно, движение жидкости в вискозиметре носит ламинарный характер.

Колебания в показаниях вискозиметров вызываются аномалией вязкости сока. При малых сечениях капилляра жидкость течет тонкой пленкой и заметного нарушения структуры сока не происходит. С увеличением площади сечения капилляра возрастает масса протекающей жидкости и непрочная структура сока нарушается. Для получения сопоставимых результатов при определении относительной вязкости натуральных виноградного и яблочного соков, нужно проводить испытания под давлением. Нами установлено, что псевдоламинарная область для этих соков лежит в пределах абсолютного давления 10,5—11,5 см водяного столба.

Вязкость сока зависит от общего содержания и вида коллоидов. Зависимость относительной вязкости сока от общего количества коллоидов графически выражается прямой линией, что позволяет определять количество коллоидов расчетным путем.

В результате исследования физико-химических свойств плодовых соков мы дали их характеристику как полидисперсной системы; установили количество и размеры взвесей и осадка в зависимости от режима операций получения и обработки сока; определили количество коллоидов и знак их заряда; изучили изменения вязкости сока с изменением температуры и выявили аномалию в диапазоне 65—80°C; определили границы псевдоламинарной области.

ОСВЕТЛЕНИЕ ПЛОДОВЫХ СОКОВ

Осветление соков связано с разрушением коллоидной системы. Нашими исследованиями установлено, что для получения прозрачного сока содержание в нем коллоидов должно быть снижено на 20—30%. Методы обработки, уменьшающие количество коллоидов в соке на 5—10%, не обеспечивают его прозрачности.

Изменение количества коллоидов в виноградном соке Шасла при осветлении различными методами показано в таблице.

Содержание коллоидов, г/л	Виноградный сок Шасла							
	Неосветленный	Самоосветлившийся	Осветленный				Замороженный и оттаянный	Центрифугированный
			оклейкой	ферментами препаратами	глиной	мгновенным подогревом		
Общее	9,8	7,6	7,2	7,8	9,2	7,6	9,6	9,8
Необратимых	3,9	1,8	1,6	2,0	3,3	1,85	3,7	3,9
Обратимых	5,9	5,8	5,6	5,8	5,9	5,75	5,9	5,9

Коллоиды яблочного сока образованы преимущественно пектином и поэтому более стойки, чем коллоиды виноградного сока, значительная часть которых состоит из дубильных и красящих веществ, а также белков. Осветление влияет в основном на необратимые коллоиды, уменьшая их количество на 40—60%. Потери обратимых коллоидов составляют 5—10% и не выше 16%.

Изменение коллоидов сока связано не только с осветлением. Нами установлено, что при выдержке на воздухе параллельно происходит разрушение и новообразование коллоидов, особенно значительное в виноградном соке и ведущее к ухудшению качества продукции. Подогрев до температуры 70°C и выше вызывает потери до 50% исходного содержания коллоидов в соке. Значительные изменения коллоидов наблюдались нами в процессе промышленной переработки соков.

Место, отбора пробы виноградного сока	Общее содержание коллоидов, г/л
Трубопровод после дробления винограда	7,39
Сборник для сока	6,39
Трубопровод после подогрева сока до 90°C	5,43
Трубопровод после охлаждения сока до -2°C	4,85
Танк после 10 дней хранения сока в атмосфере CO ₂	3,57

Методы осветления сока мы разделяем на физические, ферментативные, коллоидно-химические и химические. Некоторые методы носят комбинированный характер.

К физическим методам осветления относятся отстаивание и центрифугирование. Эти методы не влияют на коллоиды сока, остающегося после обработки мутным. Отстаивание является завершающим этапом всякого осветления. Выполненные нами расчеты, в соответствии с законом Стокса, и эксперименты показывают, что отстаиванием можно освободиться от взвесей дисперсностью не выше 10⁻⁴ см. При центрифугировании ускорение силы тяжести в уравнении Стокса заменяется ускорением центробежной силы и скорость отделения осадка резко возрастает. Однако, как показали наши опыты, вязкость сока и содержание в нем коллоидов при центрифугировании не меняются. Для удаления грубых взвесей желательно применять сепарирующие центрифуги перед пастеризацией свежееотжатого сока в потоке, перед фильтрованием осветленного сока и для обработки отстоя после декантации сока.

Осветление сока, как известно, может быть вызвано действием природных ферментов сырья (самоосветление) или искусственно введенных ферментных препаратов, полученных из плесневых грибов.

Самоосветление проходит активно (в течение суток) в свежееотжатом непрогретом соке, хранящемся на холоду. В то

же время самоосветление сока, прогретого перед закладкой на хранение, требует нескольких месяцев (виноградный сок). Объясняется это тем, что подогрев инактивирует ферменты сырья.

Потери коллоидов при самоосветлении виноградного сока составляют 25% от их исходного количества. Выпадающий осадок по объему примерно такой же, как при других методах осветления, но более мелкий, что усложняет фильтрование.

Ферментные препараты обеспечивают эффективное осветление соков, даже имеющих стойкий коллоидный раствор. Препараты содержат пектолитические и протеолитические ферменты, что подтверждается снижением, в процессе осветления сока, содержания в нем пектина и белков. В соке, осветленном ферментными препаратами, большая часть природных коллоидов сохраняется.

Наши исследования показали, что влажный осадок, образующийся в результате ферментативного осветления, по количеству такой как при обработке бентонитовой глиной, но несколько меньше, чем при осветлении оклейкой или мгновенным подогревом. После ферментативного осветления осадок крупнее, чем при самоосветлении, мельче, чем при обработке глиной и такой как после оклейки.

К коллоидно-химическим методам осветления сока относятся обработка различными оклеивающими материалами и термическим воздействием. Оклейка танином и желатином удаляет около 25% от исходного содержания коллоидов в соке, обеспечивая получение прозрачного продукта.

Хорошие результаты дает замена танина высушенными и измельченными семенами винограда, что сокращает время осветления от нескольких часов до 10—15 мин, обеспечивая высокое качество осветленного сока.

Наши исследования показали, что эффективное осветление яблочного сока достигается комбинированным воздействием очищенного ферментного препарата Asp. avamogi (0,02% к массе сока) и желатина (0,02%). Сок выдерживают 2 часа при температуре 20—25°C с ферментным препаратом, затем добавляют 5%-ный раствор желатина и оставляют еще на 0,5 часа. Ферментный препарат вызывает изменение коллоидов сока, а желатин способствует седиментации. Осветление эффективнее, чем под влиянием каждого из этих двух осветляющих факторов в отдельности.

Изменение показателей качества сока при таком осветлении приведено в таблице.

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. И. П. Давидова
БИБЛИОТЕКА

В. О. 14409

Яблочный сок	Пектинов. вещества, %	Коллоиды, г/100 мл	Относи- тельная вязкость	Кэффиц. светопро- пускания по ФЭК-М
Неосветленный	0,184	0,687	1,61	69,6
Осветленный фермент- ным препаратом и же- латином	0,135	0,495	1,25	97,0

При комбинированном осветлении остаются стабильными плотность сока, содержание в нем сухих веществ, общего и инвертного сахара, витамина С, а также общая кислотность и рН. Слегка уменьшается зольность (на 4%). Готовый продукт обладает привлекательным внешним видом, хорошим вкусом и сохраняет прозрачность в течение 0,5 года. Осветлению поддается как свежееотжатый сок, так и консервированный сок-полуфабрикат, обработка которого возможна в межсезонный период.

Быстро чередующийся подогрев и охлаждение вызывает изменение структуры белковой молекулы и коагуляцию белков. На этом основано осветление мгновенным подогревом, которое хотя и недостаточно, чтобы получить прозрачный яблочный сок, но облегчает фильтрование, обеспечивая удаление грубых взвесей и улучшение внешнего вида сока. Длительный подогрев и отсутствие быстрого охлаждения ведут к переходу протопектина взвешенных частиц мягкости в пектин и новообразованию коллоидов, что повышает мутность сока. Оптимальный режим данного метода следующий — подогрев за 10 сек до 76—80°C и немедленное охлаждение за 10 сек до комнатной температуры. Процесс ведется непрерывно в потоке.

Замораживание, как известно, может вызвать коагуляцию коллоидов за счет концентрирования кислот и солей, ведущего к изменению электрического заряда коллоидов. При оттаивании иногда наблюдается пептизация коагулированного зюля. Исследуя осветляющее действие замораживания при обработке виноградного и яблочного соков мы варьировали: температуру замораживания в пределах от —3 до —78°C; экспозицию замороженного сока от 2 до 30 суток; выдержку замороженного сока при колеблющихся температурах; повторное (двух- и трехкратное) замораживание. Оттаивание во всех случаях осуществляли на воздухе при комнатной температуре. В результате такой обработки общее ко-

личество коллоидов в соке уменьшается на 5—10%, а при повторном замораживании на 15%. Аналогично меняется вязкость сока.

В результате замораживания и оттаивания сока выпадает осадок, слегка снижается мутность и незначительно теряется окраска сока. Температура замораживания мало влияет на степень изменения коллоидов, так как значительная часть влаги кристаллизуется уже при температуре минус 3—минус 5°C. Наиболее эффективно повторяющееся чередование процессов замораживания и оттаивания.

Замораживание не влияет на основные показатели химического состава сока, обеспечивая сохранение высокого качества продукции.

Несмотря на некоторое снижение количества коллоидов и вязкости сока, во всех исследованных вариантах достаточный осветляющий эффект не был достигнут.

Бентонитовые глины обладают осветляющими свойствами, которые, как известно, объясняются: нейтрализацией глиной зарядов коллоидов сока; агрегатированием частиц глины в кислой среде и седиментацией; ионообменными свойствами глины; ее большой адсорбирующей способностью, связанной с гидрофильностью. Таким образом, воздействие глины на коллоиды сока носит комбинированный характер. Одесская зеленая глина обладает хорошими осветляющими свойствами, которые могут быть повышены путем обработки глины серной или соляной кислотами с последующим отмыванием либо путем ее прокаливании. Для виноградного сока осветление глиной можно совместить с фильтрованием, что обеспечивает непрерывность процесса. Количество глины в этом случае исчисляется, исходя из фильтрующей поверхности (125—155 г/м²), а не от количества осветляемого сока.

Из химических методов осветления сока мы исследовали обработку ионообменными смолами. Наши опыты показали, что анионит АВ-17 придает яблочному соку неприятный вкус и запах, и поэтому неприемлем. Катиониты КУ-1 и КУ-2, примененные в водородном, натриевом и натриево-водородном циклах, не изменяют вкус сока. В результате катионирования несколько падает относительная вязкость сока и увеличивается коэффициент светопропускания. Практически стабильным остаются плотность сока и содержание в нем сахара. При обработке в водородном цикле повышается общая кислотность и снижается рН. Значительно меняется минеральный состав сока — количество одних элементов уменьшается, а других увеличивается; характер этих изменений за-

висит от цикла катионирования. Искусственно инфицированный сок после катионирования хорошо сохраняется 3—4 недели.

Применение ионообменных смол для обработки соков, учитывая значительное влияние ионитов на минеральный состав, не может быть признано желательным.

Прозрачность плодовых соков, в соответствии с уравнением Релея, зависит от концентрации и дисперсности взвешенных частиц. Коэффициент светопропускания и оптическую плотность соков с различным содержанием осадка мы определяли при помощи приборов ФЭК-М и НФМ (рис. 2). Опыты показали, что хорошее качество осветленного яблочного сока достигается при I (по ФЭК-М) и 97—98, неосветленного — 89—90, виноградного сока светлоокрашенного — 86—87, темноокрашенного — 46—47.

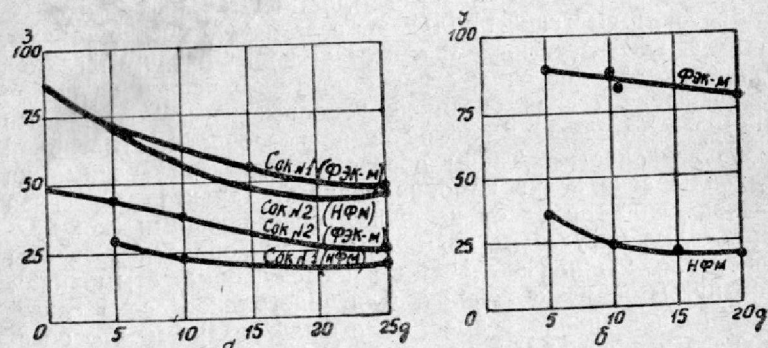


Рис. 2. Коэффициент светопропускания виноградного (а) и яблочного (б) соков при разном содержании осадка.

В процессе промышленной обработки прозрачность неосветленного яблочного сока I (по ФЭК-М) меняется следующим образом: сок отпрессованный 68,6; подогретый и охлажденный 61,7; centrifугированный 80,2; отфильтрованный 89,9.

В консервированных соках наблюдаются помутнения, связанные с изменением коллоидов, оставшихся в осветленном соке.

Нами было исследовано влияние температурных режимов обработки и хранения виноградного и яблочного соков, контакта их с воздухом, а также добавления стабилизаторов на помутнение продукции.

Сок, подогретый до различных температур, осветляли, фильтровали, расфасовывали в банки, которые герметически укупоривали и пастеризовали при 75—80°C. После пастеризации сок, отфильтрованный без предварительного подогрева, был очень мутным, сок, прогретый перед фильтрованием до температуры пастеризации, содержал незначительные взвеси, а сок, нагретый на 5—10°C выше температуры пастеризации, оставался прозрачным. Таким образом сок перед фильтрованием должен быть прогрет до температуры, превышающей температуру пастеризации, во избежание помутнения, связанного с выпадением нестойких к нагреванию веществ (белков).

Нашими опытами было также установлено, что температура сока в момент фильтрования в диапазоне 20—90°C на последующую седиментацию не влияет (сок предварительно был прогрет до температуры, превышающей температуру пастеризации в таре, а затем охлажден).

Пастеризацию в таре виноградного сока Шасла и яблочного из смеси сортов мы проводили, варьируя температуру от 70 до 90°C и время от 40 до 10 мин. В течение 6 месяцев вели наблюдение за соком, периодически проверяя количество содержащегося в нем осадка. Было установлено, что с точки зрения борьбы с седиментацией кратковременная пастеризация при повышенной температуре предпочтительнее, чем длительная пастеризация при более низкой температуре. Образцы виноградного и яблочного соков, выработанные в одинаковых условиях, мы выдерживали при температурах 15—20°C и 4—6°C в течение 6 месяцев, периодически проверяя прозрачность и количество выпавшего осадка. Резкого различия между партиями, хранившимися при разных температурах, не было, но все же при 4—6°C осадок был несколько больше, чем при 15—20°C. При понижении температуры, с одной стороны, увеличивается растворение в соке воздуха, находящегося в незаполненном пространстве банки, который активизирует окислительные процессы, вызывающие седиментацию. С другой стороны, низкие температуры замедляют химические реакции. По-видимому, первый процесс несколько превалирует над вторым.

Для определения влияния кислорода воздуха на прозрачность нами были заложены образцы виноградного и яблочного соков, заготовленных по следующим вариантам: а) без деаэрации и без вытеснения воздуха из банки; б) без деаэрации, но с вытеснением воздуха из незаполненного пространства банки углекислым газом; в) с деаэрацией путем выдерж-

ки под вакуумом в течение 10 мин и вытеснением воздуха из банки углекислым газом.

Образцы сока хранили при комнатной температуре в течение 11 месяцев, а затем определяли количество осадка и содержание коллоидов (общее, обратимых и необратимых). Исследования показали, что воздух значительно увеличивает количество выпавшего осадка. Установлено, что удаление воздуха из банки имеет большее значение для борьбы с помутнением сока, чем его деаэрация перед расфасовкой. В частности, это подтверждается нашими наблюдениями за газированным соком, который имеет повышенную стойкость против помутнения, так как пространство в таре над соком заполнено углекислым газом.

Для предупреждения помутнения прозрачных напитков к ним могут быть добавлены защитные коллоиды, в частности камедь. Мы исследовали действие таких высокополимеров как камедь сливовых и абрикосовых деревьев, агар, агароид, крахмал, декстрин и желатин, вводя их в сок в концентрации от 0 до 30 мг% (с интервалом 5 мг%). В этих дозах стабилизаторы не влияют на вкус и основные химические показатели качества сока.

Установлено, что камедь препятствует седиментации в виноградном соке, содержащем сравнительно нестойкие коллоиды, и не влияет на сок яблочный. Однако полной гарантии от выпадения осадка камедь не дает даже в концентрации до 500 мг%. Остальные испытанные нами высокополимеры увеличивают количество выпадающего в соке осадка. При этом агар и желатин, а особенно крахмал и декстрин вызывают сильное помутнение продукта.

Таким образом, нашими работами установлено влияние различных методов осветления, а также нагревания и окисления на изменение коллоидов плодовых соков. Разработаны объективные показатели качества осветления, изучены причины помутнения соков и разработаны меры, предупреждающие помутнение. По всем этим вопросам даны практические рекомендации, обеспечивающие улучшение качества продукции.

ФИЛЬТРОВАНИЕ ПЛОДОВЫХ СОКОВ

Литературные данные по теории и технике фильтрования плодовых соков крайне ограничены и примитивны. В то же время закономерности фильтрования жидкостей исследованы глубоко.

Мы применили теоретические положения, характеризующие процесс фильтрования жидкостей, к плодовым сокам, произвели дальнейшую разработку этих положений и дали ряд практических рекомендаций для промышленности.

В качестве исходного нами было принято известное уравнение фильтрования $(v+v_0)^2 = K(\tau+\tau_0)$, где $K = \frac{2S^2P}{\eta \mu x}$. Это уравнение учитывает разнообразные факторы, влияющие на процесс фильтрования, и дает теоретические результаты,

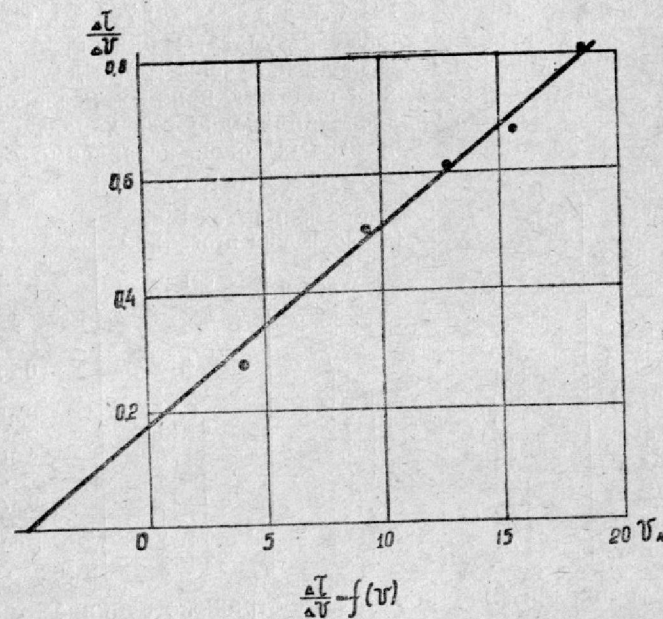


Рис. 3. Графическое определение констант уравнения фильтрования виноградного сока (перегородка-фильтркартон марки Т)

очень близкие к практическим. Константы данного уравнения легко поддаются определению. Уравнение выведено из формулы Пуазейля и соответствует другим уравнениям, предложенным для характеристики процесса фильтрования.

Нами исследовано фильтрование виноградного сока на промышленном камерном фильтрпрессе «Технохимия» через слой одесской зеленой глины и через фильтркартон марки Т,

а также на намывном фильтре «Геркулес» через волокнистый асбест марки ЯК-3.

В качестве примера приводим результаты фильтрования через фильтркартон марки Т при суммарной фильтрующей поверхности 13 м^2 . Константы уравнения, найденные графическим путем (рис. 3), были следующие: $v_0=5,4$; $\tau_0=0,486$; $K=60,0$. Подставляя эти константы в уравнение фильтрования и рассчитывая объем фильтрата за 1 ч. непрерывной работы, получаем $54,8 \text{ л}$ с 1 м^2 или $712,4 \text{ л}$ со всей фильтрующей поверхности. В контрольных опытах производительность составила $696,3$, $699,0$ и $721,4 \text{ л}$; а в среднем $705,6 \text{ л}$, т. е. расчетные и экспериментальные результаты близки. Аналогичные совпадающие данные были получены и при других вариантах фильтрования. Таким образом, нашими исследованиями установлено, что уравнение пригодно для характеристики процесса фильтрования плодовых соков, независимо от типа фильтра и характера фильтрующей перегородки.

Время от начала фильтрования, мин	Выход сока за интервал замера, л	Средний выход сока (нарастающим итогом), л		$\frac{\Delta \tau}{\Delta v}$
		во всей поверхности	с 1 м^2	
0	—	—	—	—
1	54,0	54,0	4,15	0,28
2	40,1	94,1	7,23	—
3	28,0	122,1	9,39	0,51
4	23,0	145,1	11,16	—
5	22,2	167,3	12,87	0,61
6	20,2	187,5	14,42	—
7	19,8	207,3	15,94	0,67
8	19,0	226,3	17,40	—
9	17,5	243,8	18,69	0,80
10	14,7	258,5	19,88	—

В уравнении фильтрования, не отражено влияние температуры фильтруемой жидкости на скорость процесса.

Наши исследования влияния подогрева на скорость фильтрования виноградного и яблочного соков выявили закономерность, представленную на рис. 4. В диапазоне от 20°C до 60°C зависимость продолжительности фильтрования τ от температуры сока, как это установлено нами (по аналогии с выражением, связывающим температуру и вязкость жидкости), определяется уравнением

$$\tau = \frac{b}{(a+t)^n},$$

где a , b и n — постоянные величины.

Найденные и рассчитанные продолжительности фильтрования увеличиваются, затем снова падает, что согласуется с изменением вязкости сока при нагревании.

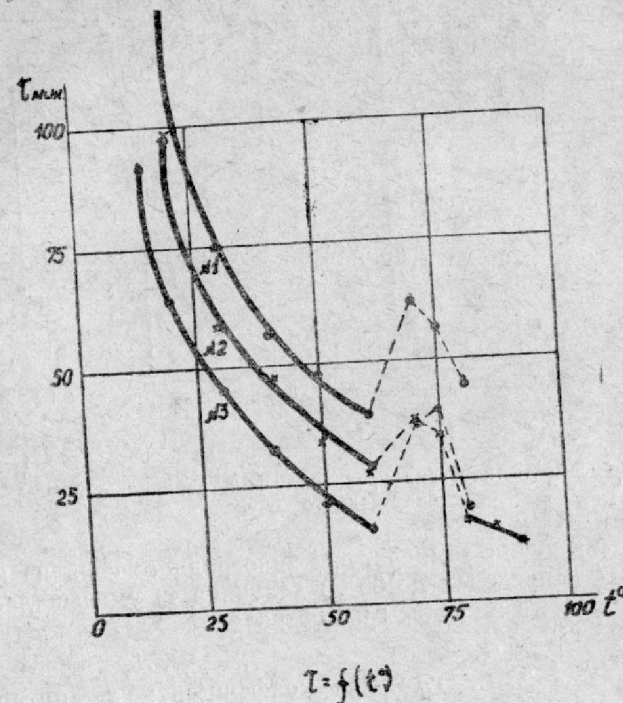


Рис. 4. Зависимость времени фильтрования от температуры сока:
№ 1 — виноградный сок Шасла; № 2 — яблочный сок;
№ 3 — виноградный сок Зайбель.

Нами выявлено, что с повышением температуры сока до 60°C продолжительность фильтрования падает интенсивнее, чем во время свободного истечения сока в капиллярном вискозиметре Оствальда, т. к. подогрев не только снижает вязкость, но и влияет на другие показатели, определяющие величину констант уравнения фильтрования. Для установления этого влияния мы находили константы уравнения фильтрования сока, подогретого до разных температур (рис. 5). Кривая $K=f(t)$ является параболой и может быть охарактеризована

выражением $t = K^m$, где m — постоянная. Значение v_0 не меняется при фильтровании сока любой температуры.

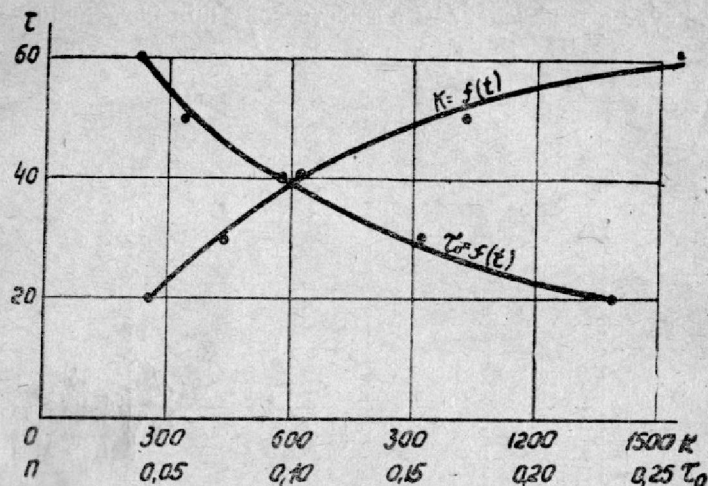


Рис. 5. Зависимость констант уравнения фильтрования от температуры виноградного сока.

При повышении температуры виноградного сока на каждые 10°C (в пределах до 60°C) величина τ_0 уменьшалась в 1,50—1,66 раза, а в среднем в 1,55 раза.

$$\frac{\tau_0(t_m)}{\tau_0(t_n)} = B^{\frac{t_n - t_m}{z}}$$
, где B — коэффициент; z — интервал температур, для которых установлена величина B .

Температура виноградного сока, $^\circ\text{C}$	v_0	K		τ_0	
		найденное	расчетное	найденное	расчетное
20	7,75	258	215	0,233	—
30	7,75	445	443	0,154	0,150
40	7,75	620	743	0,0968	0,0969
50	7,75	1033	1109	0,0581	0,0625
60	7,75	1550	1537	0,0387	0,0403

Исследования показали, что подогрев виноградного и яблочного соков перед фильтрованием до 50 — 60°C не влияет

на химический состав и вкусовые качества продукции. Для сока, хранившегося в атмосфере CO_2 , такой подогрев обеспечивает дегазацию в нужных пределах.

При данном качестве сока и стабильных условиях фильтрования S , P , η и ρ являются постоянными. В этом случае $K = \frac{a}{x}$, где a — константа, x — количество осадка. Полученное выражение является уравнением равнобочной гиперболы, отнесенной к ее асимптотам. Нами экспериментально

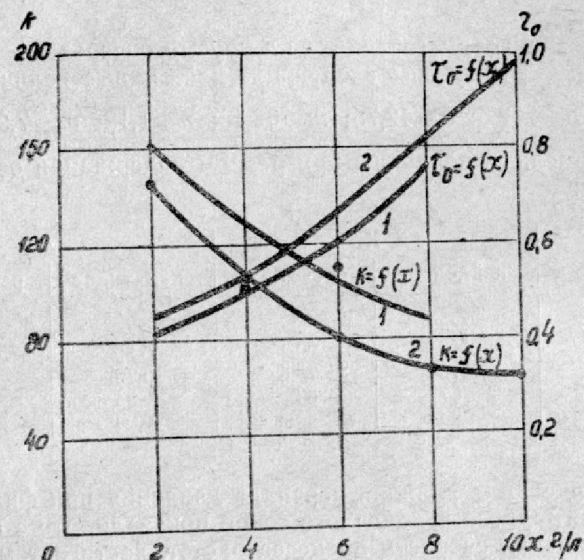


Рис. 6. Зависимость констант уравнения фильтрования от содержания осадка в виноградном соке: 1 — фильтрование на промышленном камерном фильтпрессе; 2 — фильтрование на лабораторном рамном фильтпрессе.

установлено, что кривая $\tau = f(x)$ носит для разных вариантов фильтрования сока однотипный характер. Зависимость величин K и τ_0 от x показана на рис. 6. Величина v_0 с изменением количества осадка в соке не меняется.

Проверка выражения, связывающего K и x , показала, что между истинными и расчетными значениями K имеются расхождения, особенно заметные при малых концентрациях x

(до 2 г/л сока). Учитывая это, нами предложена формула $K = \frac{a}{x} + b$. Постоянная a зависит от удельного сопротивления осадка, величина b дает поправку на сопротивление фильтрующей перегородки. Подставляя в уравнение фильтрования значение K и делая преобразования, получаем

$$\tau_0 = \frac{mx - n}{a + bx},$$

где $m = (v + v_0)^2 - b\tau$; $n = a\tau$.

Для виноградного сока, фильтруемого через фильтркартон Т, были получены следующие постоянные величины:

$$a = 202,5; b = 42,75; m = 62,48; n = 1,12; v_0 = 7,9.$$

Переменные величины при разном содержании осадка составили:

$x, \text{ г/л}$	K		τ_0	
	найденное	расчетное	найденное	расчетное
2	144	—	0,43	—
4	105	93,4	0,59	0,66
6	79	76,5	0,79	0,81
8	67	68	0,93	0,91
10	63	—	0,99	—

Исследования влияния перепада давления при фильтровании виноградного и яблочного соков показали, что с повышением давления скорость процесса растет, достигает максимума при 68—78 кН/м², а затем снижается. Последнее обстоятельство может быть объяснено значительной сжимаемостью осадка.

В производстве плодовых соков пользуются исключительно фильтрами периодического действия. Их сменная производительность Q зависит от режима перезарядки. $Q = nv$, где число циклов за смену $n = \frac{M}{\tau + A}$; M , τ , A — соответственно продолжительность смены, длительность непрерывной работы фильтра и его перезарядки в мин. Подставляя значения n и v (из уравнения фильтрования), получаем

$$Q = \frac{M}{\tau + A} [V K(\tau + \tau_0) - v_0].$$

Исследуя полученное выражение, находим, что величина Q будет максимальной при $\tau = A + \sqrt{4A \frac{v_0^2}{K}}$. Эксперимен-

тальная проверка этой формулы показала ее применимость при любой продолжительности зарядки фильтра.

Как видно из изложенных материалов, проведенные нами исследования позволили научно обосновать процесс фильтрования плодовых соков, вывести ряд математических зависимостей, выявить факторы, влияющие на работу фильтров, и рекомендовать оптимальные режимы работы. Эти режимы внедрены в производство и увеличили производительность фильтров в несколько раз.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СОКОВ

При производстве соков имеют место значительные отходы (гребни, выжимки, отстой), которые являются ценными продуктами утилизации.

После осветления и декантации виноградного сока остается значительный отстой, количество которого достигает 10% к массе сока полуфабриката или 6% к массе исходного сырья. Отстой состоит из осадка и сока, который, как показали наши исследования, можно извлечь одним из следующих методов: обработкой на сепарирующей центрифуге; осторожным медленным прессованием; фильтрованием через слой активированной бентонитовой глины.

Сок, полученный из отстоя, по вкусовым качествам, плотности и основным химическим показателям не отличается от остального сока.

Виноградный сок	Плотность, г/см ³	Сухие вещества (по рефрактометру), %	Общий сахар, %	Кислотность (по винной кислоте), %
Декантированный	1,0646	15,8	14,3	0,86
Отжатый из отстоя	1,0646	15,7	14,1	0,86

На основе наших работ и рекомендаций отходы виноградного сока в виде отстоя были снижены в промышленности с 8 до 2%.

Нами был исследован химический состав отходов производства виноградного сока — гребней, выжимок, отжатого отстоя. Изучена динамика экстрагирования растворимых веществ отходов водой и условия использования уваренного

экстракта. Установлено, что, по аналогии с практикой винодельческой промышленности, выработанный из экстракта концентрат пригоден для получения спирта, уксуса, виннокислой извести, а в случае переработки красного винограда, также для производства энокрасителя.

Винный камень, выпадающий в процессе самоосветления сока, может быть извлечен из отстоя отмучиванием. Выход его составляет, по нашим данным, 0,12% к массе сока.

Яблочные выжимки (Украина, Молдавия) содержат (в %): пектина 1—2; сахара 5,5—12, кислот 0,3—0,7; дубильных и красящих веществ 0,11—0,20; минеральных веществ 0,3—0,4; клетчатки 2,6—3,2. Состав выжимок подвержен следующим сезонным изменениям (Одесса, консервный завод им. В. И. Ленина):

Химический состав яблочных выжимок, %	Август	Сентябрь	Октябрь
Общий сахар	5,40	7,95	7,15
Инвертный сахар	4,85	7,45	6,30
Клетчатка	3,0	2,65	3,20
Пектин	0,90	1,31	1,14
Общая кислотность (по яблочной кислоте)	0,57	0,41	0,55
Дубильные и красящие вещества	0,18	0,11	0,20
Зола	0,322	0,391	0,381

Яблочные выжимки большей частью не утилизируют, иногда используют на корм скоту или для производства пюре, которое содержит много клетчатки и поэтому имеет низкое качество. Из яблок и яблочных выжимок можно получить сухой пектин.

Пектин, как известно, имеет значительную молекулярную массу и его водные растворы обладают рядом свойств, присущих коллоидным растворам. В присутствии сахара и при рН среды 3,2—3,4 полигалактуронозная кислота, входящая в основу молекулы пектина, образует пространственную сетку и золь переходит в гель. Благодаря этому пектин является ценным желирующим веществом для кондитерской и консервной промышленности.

Схема производства сухого пектина требует строительства специализированных цехов и заводов. Кроме того, при получении сухого пектина не используются сахара, органические кислоты, минеральные, ароматические и другие ценные вещества выжимок.

Нами разработана несложная схема получения из яблочных выжимок желирующего концентрата, содержащего помимо пектина все остальные ценные экстрактивные вещества выжимок. Схема основана на способности пектина образовывать водные растворы и включает 4 операции: экстрагирование выжимок горячей водой, прессование, уваривание экстракта и консервирование концентрата.

Устанавливая оптимальную продолжительность экстрагирования растворимых веществ яблочных выжимок водой, мы учитывали, что при нагревании параллельно протекают два процесса: увеличение количества растворимого пектина за счет гидролиза протопектина и необратимый распад пектина. Нами была выявлена следующая динамика изменения концентрации пектина в растворе по времени при соотношении выжимки: вода=1:2 и температуре экстрагирования 90°C

Время экстрагирования, мин	15	30	45	60	75	90
Содержание пектина в экстракте, %	0,721	0,970	1,088	1,323	0,822	0,626

Таким образом, максимальное содержание пектина в экстракте достигается после 60 мин экстрагирования.

Для отделения экстракта от отработанных выжимок нами были испытаны пакетный, корзиночный и пневматический прессы, а также протирочная машина. Исследования показали, что для этой цели пригоден только пакетный пресс. Из-за кашицеобразной консистенции массы на остальных типах испытанного оборудования отделить экстракт от шрота невозможно.

Экстракт содержит 4% сухих веществ и подлежит увариванию, которое должно, во избежание разрушения пектина и других ценных компонентов, проводиться в вакуум-аппаратах при возможно более низкой температуре кипения, не превышающей 60°C (давление 18,6 кН/м², вакуум 600 мм рт. ст.). При более высокой температуре кипения необратимый распад пектина резко возрастает. Концентрат промышленной выработки содержит 10—12% сухих веществ. Более желателен выпуск 16—18%-ного продукта, имеющего повышенные желирующие свойства. Дальнейшее повышение концентрации не-

целесообразно, так как приводит к образованию густой, вязкой массы, что затрудняет уваривание и расфасовку концентрата.

Длительное хранение концентрата обеспечивается путем его подогрева (без выдержек) и розлива в горячем виде в бутылки, которые герметизируются. Наши многолетние исследования показали, что спустя год и более концентрат полностью сохраняет желирующую способность и химический состав.

Мы изучили также возможности консервирования концентрата сорбиновой кислотой. При добавлении ее в количестве 0,06% концентрат при температуре не выше +20°C хорошо сохраняется в течение 0,5 года и более, что позволяет использовать для хранения неохлаждаемые танки большой емкости (15 000 л). Вместе с тем, нами было установлено, что в процессе хранения под воздействием кислорода воздуха концентрат темнеет. Во избежание этого его нужно хранить в атмосфере CO₂ или другого инертного газа.

Предложенный метод внедрен на одесском консервном заводе им. В. И. Ленина, где с нашим участием создана и освоена механизированная линия получения концентрата. На этой линии выработано в 1967 году 77,4 т, в 1968 г. — 100 т концентрата, а всего с 1964 по 1968 год — 256,7 тонны на сумму 82 тыс. руб.

Концентрат имеет приятный аромат свежих яблок, по содержанию сухих веществ равноценен яблочному пюре, но обладает значительно лучшими желирующими свойствами и дешевле, чем пюре. Концентрат используют в консервной и кондитерской промышленности для получения продукции, требующей желирования.

Химический состав концентрата из яблочных выжимок	Одесса, 1963	Кишинев, 1964	Мичуринск, 1966
Сухие вещества (по рефрактометру), %	11,9	10,0	12,4
Сахар общий, %	9,15	9,84	8,41
Сахар инвертный, %	8,00	7,22	7,04
Пектин, %	2,23	1,57	1,87
Кислотность общая (по яблочной кислоте), %	0,50	0,41	1,17
pH	3,6	4,0	—
Дубильные и красящие вещества, %	—	0,26	—

Нами разработана и проверена в производственных условиях новая технология производства желе на концентрате. В состав яблочного желе входят концентрат из яблочных выжимок, сахар и лимонная кислота. Для получения вишневого желе 30% концентрата заменяют вишневым соком. Аналогично может быть получено желе и из других плодов и ягод. Варка желе, вместо рекомендуемых инструкциями небольших открытых двутельных котлов, ведется в вакуум-аппаратах значительной емкости, а расфасовка в тару при помощи автоматического наполнителя, что ставит производство на промышленную основу. Уточнены также вопросы очистки сахара от взвесей, время введения в продукт кислоты и вид тары для желе.

Многочисленными дегустациями, в том числе во Всесоюзном постоянном павильоне образцов товаров народного потребления, а также химическими анализами установлено высокое качество желе на концентрате, которое не уступает лучшим иностранным образцам.

Наименование продукции	Сухие вещества (по рефрактометру), %	Общая кислотность (по яблочной кислоте), %	Пектин, %	pH	Зола, %
Желе яблочное на концентрате из яблочных выжимок (одесский консервный завод им. В. И. Ленина)	65	0,81	1,36	3,8	0,122
Желе вишневое на концентрате из яблочных выжимок (одесский консервный завод им. В. И. Ленина)	65,4	0,91	1,41	3,7	0,136
Желе яблочное (Köhler, Nather Co)	64,4	0,64	0,36	3,6	0,201
Желе ежевичное (Chivers)	69,0	0,38	0,67	3,7	0,122
Желе из красной смородины (Chivers)	69,8	0,45	1,50	3,8	0,136

При производстве кондитерских изделий нормальное желирование плодового пюре достигается при его относительной вязкости не ниже 2,8 и pH не выше 3,4. Колебания относительной вязкости пюре, по нашим данным, составляют: яблочное 2,6—3,3; сливовое 1,8—2,9; концентрат из выжимок

3,3—3,4. Величина pH соответственно 3,4—3,1; 3,0—3,7; 3,9—4,0. Для концентрата pH должно быть доведено до 3,2 путем добавления лимонной кислоты. Желирующие свойства плодового пюре могут быть повышены путем добавления концентрата. Это позволяет использовать плохо желирующее пюре в производстве формового мармелада, жележных корпусов шоколадных конфет и других кондитерских изделий.

Исследования, выполненные нами, показали значительную ценность отходов производства виноградного и яблочного соков и позволили разработать пути использования отстоя виноградного сока и яблочных выжимок. Эти работы нашли промышленное внедрение и дали значительный экономический эффект.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСЕРВНЫХ ЗАВОДОВ, ВЫРАБАТЫВАЮЩИХ СОКИ

Производство фруктовых, ягодных и овощных соков ведется в специализированных цехах консервных заводов, методика проектирования которых изложена в книге автора диссертации. Производительность, качество продукции и технико-экономические показатели работы зависят, в значительной мере, от рационального выполнения проектов. Исследования работы заводов, вырабатывающих соки, позволило выявить ряд достоинств и недостатков проектирования.

Одним из важных специфических моментов проектирования рассматриваемых предприятий является необходимость сочетания специализации производства с универсальностью работы заводов.

Механизация и автоматизация процесса выработки соков возможна при том условии, что производственные линии строго специализированы по сырью, таре и готовой продукции. В то же время заводы, вырабатывающие соки, из-за сезонного поступления сырья должны быть универсальными с тем, чтобы обеспечить их относительно равномерную загрузку в течение года.

Специализация линий производства соков далеко не всегда выдержана не только на действующих, но и на проектируемых предприятиях. Так новая универсальная технологическая линия Lu-3 (Венгрия, 1967 г.), устанавливаемая на наших заводах, предназначена как для производства соков с мякотью, так и осветленных фильтрованных соков. Отсутствие строгой специализации не дает возможности использовать одновременно все оборудование этой линии.

Принцип универсальности заводов, как правило, выдерживается. Однако, место соков в программе консервных предприятий подвержено значительным колебаниям, что следует отнести к недостаточно обоснованным заданиям на проектирование.

Из овощного сырья для производства сока в значительных количествах используют томаты. Имеют место резкие колебания удельного веса томатного сока в ассортименте томатной продукции по отдельным странам. В СССР тенденция направлена в сторону повышения количества томатного сока, который в 1967 г. составлял 30% от общей выработки томатных продуктов.

Вместе с тем, выпуск томатного сока неравномерен как по географическим районам, так и по отдельным заводам. В 1968 г. выработка томатного сока в процентах к общему количеству томатных консервов составила в Молдавской ССР — 36, в РСФСР — 34, в УССР — 31, в Республиках Средней Азии — 24, в БССР и Прибалтийских Республиках — 21, в Закавказских Республиках — 14.

По отдельным комбинатам и заводам в 1967 г. производство томатного сока в ассортименте томатных консервов равнялось (в %): в Мелитополе — 39, в Измаиле — 25, в Черкассах — 10 и т. д. В цехе при совхозе Заречный вырабатывают почти исключительно томатный сок (99%), а при совхозе Озерный только 10% сока. При наличии мощного томатного цеха совершенно не выпускает сок Одесский консервный комбинат, а также некоторые более мелкие заводы. Имеется и другая крайность. Одесский консервный завод им. В. И. Ленина, херсонский завод им. 8 марта и некоторые другие предприятия производят только томатный сок. Отсутствие в ассортименте концентрированных томатных продуктов нежелательно, так как не дает возможности комплексно использовать сырье.

Равномерная загрузка томатных цехов производством сока позволит резко увеличить выработку этого ценного продукта.

Аналогично томатному соку неравномерен выпуск плодовых и ягодных соков, количество которых в ассортименте фруктовой продукции в 1968 г. составило (в %): в РСФСР — 34, в УССР — 47, в Молдавской ССР — 63, в БССР и Прибалтийских Республиках — 44, в Закавказских Республиках — 44, в Республиках Средней Азии — 34, в среднем по СССР — 44.

Очень велики колебания удельного веса плодовых соков

на отдельных заводах. Так, если на Измайльском комбинате, одесском заводе им. В. И. Ленина, Бахчи-Сарайском заводе выпуск соков составляет 60—67%, то на Винницком и Черкасском комбинатах только 10—20% от выработки фруктовой продукции.

Проектом Новоташкентского завода в поселке Кибрей (1969 г.) из плодов и ягод предусматривается выработка исключительно соков различных видов, что нерационально, так как не дает возможности организовать комплексную переработку сырья, обеспечивающую его полное использование.

Целесообразно предусмотрен ассортимент в проекте Айрумского консервного завода Армянской ССР, в котором соки составляют 62% ко всем фруктовым консервам.

Выработку соков можно резко повысить, предусматривая необходимый ассортимент продукции при проектировании консервных заводов.

Технико-экономическое обоснование проекта строительства или реконструкции консервного завода, выпускающего соки, разрабатывается в обычном объеме. Очень важное значение имеет составление баланса сырья в зоне завода, а также определение сроков созревания плодов.

При подборе сырья необходимо учитывать, что не все помологические сорта плодов пригодны для производства соков. В натуральных соках (виноградный, яблочный, томатный) нормируется содержание сухих веществ и рекомендуется определенный сахаро-кислотный индекс. Наши исследования подтвердили, что эти показатели нельзя регулировать искусственно — они должны быть обеспечены переработкой сырья соответствующего качества. Так, например, повышение сахаристости высококислотного виноградного сока путем добавления к нему сахарозы или глюкозы не улучшает органолептических показателей качества сока.

Следует также принимать во внимание сезонные изменения химического состава сырья, нередко приводящие к ухудшению качества сока (например, для томатов — см. выше).

Рациональный сортотбор сырья, вегетационный период и время сбора определяют качество сока и продолжительность сезона переработки, а, следовательно, годовую программу завода.

Доля стоимости сырья в полной себестоимости готовой продукции зависит от вида сырья, отходов и потерь в производстве и степени использования основных фондов. Анализ работы ряда предприятий показал, что между мощностью завода и расходами на сырье определенная зависимость не

наблюдается. Так, если в 1967 г. на мощном Измайльском консервном комбинате расходы на сырье для виноградного сока составили 84% от полной себестоимости, а на сравнительно небольшом Кодымском заводе 75%, то для томатного сока на тех же предприятиях эти величины соответственно были равны 25 и 35%.

Одним из наиболее важных вопросов проектирования является рациональный выбор технологической схемы и оборудования.

Технологическая схема производства и оборудование должны, как известно, прежде всего обеспечивать получение продукции высокого качества. Например, экономически выгодное диффузионное извлечение плодовых соков для получения напитков не применяют, так как продукт при этом получается лишенным натуральных свойств. Вместо этого используют технически менее совершенный метод прессования, дающий высококачественный сок.

Как показали наши исследования, имеющая ряд преимуществ заготовка полуфабриката в глубинных пунктах, с последующей переработкой на заводе, может быть включена в технологическую схему при условии ограничения продолжительности хранения и транспортирования полуфабриката (см. выше). В противном случае резко ухудшается качество продукции и возрастают потери.

Технологическая схема должна обеспечить максимальный выход продукции и высокую интенсивность производственного процесса. Поэтому в схему обработки виноградного сока-полуфабриката целесообразно включить центрифугирование, которое, по нашим данным, значительно снижает отходы в виде отстоя.

В качестве примера интенсификации процесса можно привести рекомендованный нами подогрев сока от 20 до 60°C, который увеличивает производительность фильтра в 2—2,5 раза.

Технологическая схема должна, по возможности, быть непрерывной, простой и экономичной.

Поэтому в схему обработки плодовых соков целесообразно включать такие непрерывные процессы как мгновенный подогрев, комбинированное осветление и фильтрование с использованием бентонитовой глины и др. Вместе с тем, высокопроизводительные шнековые прессы непрерывного действия не могут быть рекомендованы для отжима сока, так как дают мутный продукт, плохо поддающийся осветлению и фильтрованию (см. выше).

Оборудование должно быть стойким против коррозии. Медная аппаратура непригодна для производства плодовых соков, хотя широко применяется при выработке высокосахаристых фруктовых изделий, так как сахар препятствует коррозии меди.

При выборе типов машин и аппаратов учитывают также их автоматичность и загрузку по времени и по мощности.

Технологические схемы производства фруктовых, ягодных и овощных соков и обоснование этих схем представлены в книгах автора по технологии, автоматизации и проектированию консервных заводов.

Производственный поток соковых цехов строится, как правило, по горизонтальной схеме, так как линия включает оборудование значительной длины. В случае надобности на отдельных участках применяют вертикальную схему, используя площадки (например, дробилка—пресс—сборник для сока).

К узловым вопросам проектирования относится объемно-планировочное решение производственных цехов.

При компоновке цехов необходимо учитывать: взаимосвязь отдельных линий (сиропная станция — смесители, моечные машины для тары — наполнители и др.), увязку линий с объектами генерального плана (склады, санитарный пропускник и пр.), а также вопросы научной организации и учета труда, техники безопасности, санитарной и противопожарной техники. Обеспечивается полное использование производственной площади и объема. Цех должен иметь рациональную конфигурацию и размеры, позволяющие применять стандартные строительные конструкции.

Проведенный нами анализ планировки главных корпусов ряда заводов позволил выявить следующие их основные недостатки.

1. Конфигурация главных корпусов некоторых заводов сложная, что не обеспечивает ведения строительства промышленными методами. Это относится к предприятиям старой постройки (одесский консервный завод им. В. И. Ленина, тираспольский консервный завод им. П. Ткаченко). На новых заводах здания имеют рациональную прямоугольную форму.

2. На многих предприятиях отсутствует взаимная увязка производственных цехов и обслуживающих их объектов: складов готовой продукции (тираспольский плодоперерабатывающий завод), танковых отделений (прутский консервный завод), заводского санитарного пропускника (тираспольский консервный завод им. 1 Мая).

3. Недостаточна специализация соковых цехов, в которых наряду с основным производством установлены линии выработки других консервов — из зеленого горошка, огурцов и др. В то же время практикуют выработку соков в разных цехах одного и того же завода (измаильский консервный комбинат, тираспольский плодоперерабатывающий завод).

4. На некоторых заводах заготовка сока производится в одном цехе, а расфасовка и консервирование в другом, значительно отдаленном от первого (измаильский консервный комбинат).

5. Встречаются решения, при которых производственные соковые линии расположены в середине цеха, а с обеих продольных сторон находятся танковое отделение и различные вспомогательные службы — моечное отделение, санитарный пропускник, различные пристройки (Айрумский консервный завод, Хачмасский консервный завод).

6. Подсобные цехи и вспомогательные помещения недостаточно сконцентрированы. На большинстве заводов каждый производственный цех имеет свой санитарный пропускник, сырьевую площадку, моечное отделение для тары, стерилизационное отделение, что удорожает строительство. Особенно следует подчеркнуть обилие не связанных между собой складов готовой продукции.

В качестве примера относительно удачной планировки из заводов старой постройки можно привести одесский опытно-экспериментальный консервный завод им. В. И. Ленина.

В цехах достигнута поточность и компактное расположение производственных линий. В одном здании производится параллельный выпуск соков и других консервов, причем соки составляют 60% от количества всей плодовой продукции. Имеются общие для всего завода отделения стерилизационное и моечное для стеклянной тары, а также санитарный пропускник. Удобно расположено танковое отделение, которое не затемняет другие производственные помещения, обеспечивает поточность процесса и наличие требуемых проходов. К прессовой станции примыкает механизированная линия утилизации яблочных выжимок (созданная с нашим участием). Санитарный пропускник соединен со всеми цехами.

Целесообразно составлен проект нового цеха по производству яблочного осветленного сока для Славянского консервного завода (Гипропищепром, Москва, 1968 г.). Проект обеспечивает поточность технологического процесса. Первичная заготовка сока увязана с отделениями танковым и сушки выжимок, танковое отделение с расфасовочно-укупорочным, а

последнее со складом готовой продукции. В цехе имеются все необходимые подсобные объекты.

Нами разработана специфика проектирования консервных заводов, вырабатывающих соки. В частности рассмотрены вопросы, связанные с ассортиментом продукции, специализацией производственных линий, выбором технологической схемы и оборудования, планировкой производственных цехов и генеральных планов. В диссертации дан критический анализ проектов ряда заводов, производящих соки, и разработаны рекомендации по устранению выявленных недостатков.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований, приведенных в диссертации, позволяют сделать следующие основные выводы.

1. Свежеотжатый сок представляет собой полидисперсную систему. Содержание влажного осадка и взвесей зависит от типа пресса и режима прессования и для виноградного сока колеблется в пределах от 0,6 до 3,5%. Частицы имеют радиус порядка 10^{-4} см. В соке, полученном на гидравлическом прессе с повышением давления, количество осадка и взвесей снижается и размеры частиц уменьшаются, а в соке, отжатом на шнековом прессе, возрастают. Это объясняется в первом случае фильтрующим действием мезги, а во втором ее перетиранием. Наиболее чистый сок дает пневматический пресс. В соке, полученном из сырья разных помолологических сортов, размеры частиц колеблются в пределах до 5%.

2. Количество влажного осадка, выпадающего при осветлении виноградного сока составляет 3,3—4,2%, яблочного — 1,4—2,5%, а сухого осадка соответственно 1,14—1,7% и 0,78—1,12%. Средний радиус частиц осадка зависит от метода осветления сока и имеет размеры порядка 10^{-3} — 10^{-4} см. Самоосветление сока дает мелкий осадок, ферментативное осветление и оклейка — более крупный, обработка бентонитовой глиной — наиболее крупный. При осветлении, а также подогреве сока средние размеры частиц уменьшаются, так как наряду с седиментацией происходит укрупнение частиц коллоидной степени дисперсности.

Крупный осадок желателен, если сок подлежит отстаиванию, сепарированию и фильтрованию. В неосветленных соках и соках с мякотью предпочтительны тонкие взвеси, образующие менее мутный продукт и препятствующие его расслоению.

3. Общее содержание коллоидов в соке зависит от вида

и сорта сырья и меняется в разные годы, составляя 4—12 г/л в виноградном соке и, в среднем, 4,5 г/л — в яблочном. Количество стойких обратимых коллоидов в этих соках колеблется от 56 до 80% от общего содержания коллоидов. Знак заряда коллоидов и выпадающего осадка зависит от вида сырья и не зависит от метода осветления сока. При эффективном осветлении сока общее количество содержащихся в нем коллоидов снижается на 20—30%, в том числе необратимых на 40—60% и обратимых на 5—10%. Сохранение в осветленном соке большей части стойких коллоидов положительно сказывается на качестве сока. Значительное изменение коллоидов сока происходит в результате окисления кислородом воздуха и нагревания.

4. Динамическая вязкость соков с повышением температуры сначала падает, а в диапазоне 65—80°C повышается, что объясняется изменением коллоидов соков от нагревания. Соки обладают слабо выраженной структурой. Граница псевдоламинарной области натуральных виноградного и яблочного соков лежит в пределах абсолютного давления 10,5—11,5 см вод. ст., что нужно учитывать при замерах времени истечения сока в вискозиметре Оствальда. Между вязкостью и количеством коллоидов в соке имеется линейная зависимость.

5. Физические методы осветления сока (отстаивание и центрифугирование) не влияют на коллоиды сока и его вязкость. Отстаиванием можно освободиться от взвесей дисперсностью не выше 10^{-4} см.

Самоосветление и осветление ферментными препаратами снижает количество коллоидов сока на 20—25%. В обоих случаях осадок получается примерно одинаковый по объему, но при самоосветлении более мелкий. Эффективное осветление и стабильную прозрачность яблочного сока дает комбинированное осветление очищенным препаратом «аваморин» и желатином.

6. Объективными показателями, характеризующими процесс осветления, являются изменение коэффициента светопропускания, вязкости сока и содержания в нем пектиновых веществ и коллоидов. Хорошее качество осветленного яблочного сока достигается при I (по ФЭК-М) 97—98, неосветленного 89—90, виноградного сока светлоокрашенного 86—87, темноокрашенного 46—47.

Во избежание коллоидных помутнений сок нужно перед фильтрованием подогревать до температуры, превышающей температуру пастеризации в таре, и избегать контакта сока

с воздухом. Предпочтительна быстрая пастеризация сока в таре при повышенной температуре и хранение консервированного сока при 15—20°C. Камедь косточковых деревьев в концентрации 30 мг% задерживает седиментацию в виноградном соке, но не влияет на яблочный сок. Агар, агароид, крахмал, декстрин, желатин увеличивают помутнение плодовых соков и в качестве стабилизаторов непригодны.

7. Плодовые соки содержат сжимаемый осадок и их фильтруют при постоянном давлении. Экспериментально доказано, что независимо от типа фильтра и фильтрующей перегородки процесс фильтрования характеризуется известным уравнением $(v+v_0)^2 = K(\tau+\tau_0)$. В уравнении фильтрования не находит прямого отражения влияние температуры жидкости на скорость процесса. Установлено, что с повышением температуры от 20°C до 60°C продолжительность фильтрования сока падает в 2—2,5 раза и подчиняется уравнению $\tau = \frac{b}{(a+t)^n}$. Дальнейшее повышение температуры удлиняет время фильтрования, что согласуется с изменением вязкости сока.

8. Установлена и экспериментально проверена следующая зависимость констант уравнения фильтрования от температуры сока (в пределах 20—60°C) и от количества содержащегося в нем осадка

$$t = K^m; \quad \frac{\tau_0(t_m)}{\tau_0(t_n)} = B^{\frac{t_n - t_m}{z}};$$

$$K = \frac{a}{x} + b; \quad \tau_0 = \frac{mx - n}{a + bx}.$$

Наибольшая скорость фильтрования сока достигается при перепаде давления 68—78 кн/м². Дальнейшее повышение давления из-за сжимаемости осадка замедляет фильтрование. Максимальная производительность фильтра зависит от режима перезарядки и определяется следующей формулой для нахождения оптимального времени работы фильтра

$$\tau = A + \sqrt{4A \frac{v_0^2}{K}}.$$

9. Виноградный сок-полуфабрикат при хранении на холоду в атмосфере углекислого газа поглощает до 10% об. CO₂. Экспериментально установлено, что во избежание срыва крышек при последующей пастеризации сока в таре он должен

содержать не более 6% об. CO₂, для чего сок достаточно подогреть без выдержки до 50—60°C. Деаэрация после хранения сока в танках вызывает излишние потери CO₂.

10. Газированный сок (до 5,0 г/л CO₂) имеет высокую пищевую ценность и отличный вкус. Температура сока при газировании должна быть 0+2°C (не выше +4°C), а давление не менее 196 кн/м². В сатураторе периодического действия или акратофоре процесс насыщения сока длится 2 часа, а в деаэраторе-сатураторе непрерывного действия — 15—30 сек. Во избежание вспенивания газированный сок нужно разливать в изобарических условиях, применяя тару под укупорку корончатыми крышками.

11. Сок из отстоя виноградного сока равноценен декантированному соку и может быть извлечен прессованием, сепарированием или фильтрованием. На основе наших работ отходы виноградного сока в виде отстоя были снижены в промышленности с 8 до 2%.

12. Исследование химического состава яблочных выжимок ряда районов в сезонном разрезе показало, что они богаты пектином, сахаром, органическими кислотами и другими ценными веществами. На основе предложенной нами несложной схемы, разработанной с учетом свойств химических веществ выжимок, на одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. В. И. Ленина, с нашим участием, создана и освоена механизированная линия получения железирующего концентрата из яблочных выжимок. Эксплуатация линии дала значительный экономический эффект. Разработаны методы и режимы использования концентрата в консервной и кондитерской промышленности для производства желе, джема, повидла, мармелада, некоторых видов конфет. Концентрат повышает железирующие свойства продукции и дает экономию полуфабрикатов (пюре, сок).

13. Соки вырабатывают в специализированных цехах консервных заводов, проектирование которых ведется аналогично проектированию других промышленных предприятий, но имеет разработанную автором специфику в области технико-экономического обоснования, выбора технологической схемы и оборудования, объемно-планировочных решений производственных цехов, составления генерального плана завода.

14. Для обеспечения максимальной механизации и автоматизации производства, линии выработки соков должны быть строго специализированы по сырью, готовой продукции и таре. Учитывая сезонный характер поступления растительного сырья, консервные заводы, вырабатывающие соки, сле-

Сборник Прогрессивная технология производства виноградного сока и фруктовых соков с мякотью. Госплан УССР, Украинский научно-исследовательский институт научно-технической информации, 1968.

Сборник Обмен опытом в области консервного производства СССР и стран народной демократии, сб. I, 1959.

Пищевая промышленность (консервная, овощесушильная, пищевоконцентратная), № 3, 1960; 6, 1962; 11, 1964.

Бюллетень технической информации. Пищепромиздат, № 5, 1951; 1, 1953.

Бюллетень технической информации, Одесса, № 2, 1956; 3, 1957; 1, 1959.

**Доклады по работам, охваченным диссертацией,
были представлены на следующих конференциях:**

1. «Фильтрация плодовых и ягодных соков». Международная конференция по обмену опытом в консервной промышленности, Одесса, 1957.

2. «Физико-химические изменения плодово-ягодных соков при консервировании». II Международный конгресс по вопросам науки и технологии пищевой промышленности, Варшава, 1966.

3. «Типовая схема и новое в технологии производства виноградного сока». Кишинев, 1961.

4. «Термические методы обработки фруктовых соков». Межвузовская конференция, Одесса, 1961.

5. «Применение анализатора микрообъектов АБ-3 для исследования процессов консервирования пищевых продуктов». Институт биофизики АН СССР, Пушино на Оке, 1966.

6. «Новое в производстве томатного сока». 2-я Всесоюзная конференция по проблемам товароведения продовольственных товаров. Донецк, 1967.

7. «Применение ферментных препаратов для осветления натурального яблочного сока». Межвузовская конференция, Воронеж, 1967.

8. «Автоматизация анализа микроскопических объектов консервированных пищевых продуктов». Институт биофизики АН СССР, Пушино на Оке, 1968.

9. «Производство газированного сока». Центральное НТО пищевой промышленности и Главконсерв МПП СССР, Ереван, 1968.

10. «Исследование влияния микрочастиц на процессы консервного производства». Межвузовская научная конференция по новым физическим методам обработки пищевых продуктов», Воронеж, 1968.

Отдельные разделы работы докладывались на республиканских и областных конференциях в Кишиневе, Одессе и Симферополе, на научных сессиях Одесского технологического института пищевой и холодильной промышленности в период с 1941 по 1968 гг. и на консервных заводах в Одессе, Херсоне, Симферополе, Измаиле, Тирасполе, Кишиневе.

БР 10218 Подписано к печати 13-8-1969 г. Формат бумаги 60×84¹/₁₆.

Печ. л. 3,0 Уч.-изд. л. 3,0 Заказ № 3453 Тираж 300

Одесская городская типография
Управления по печати Одесского облисполкома,
Чижикова, 17