

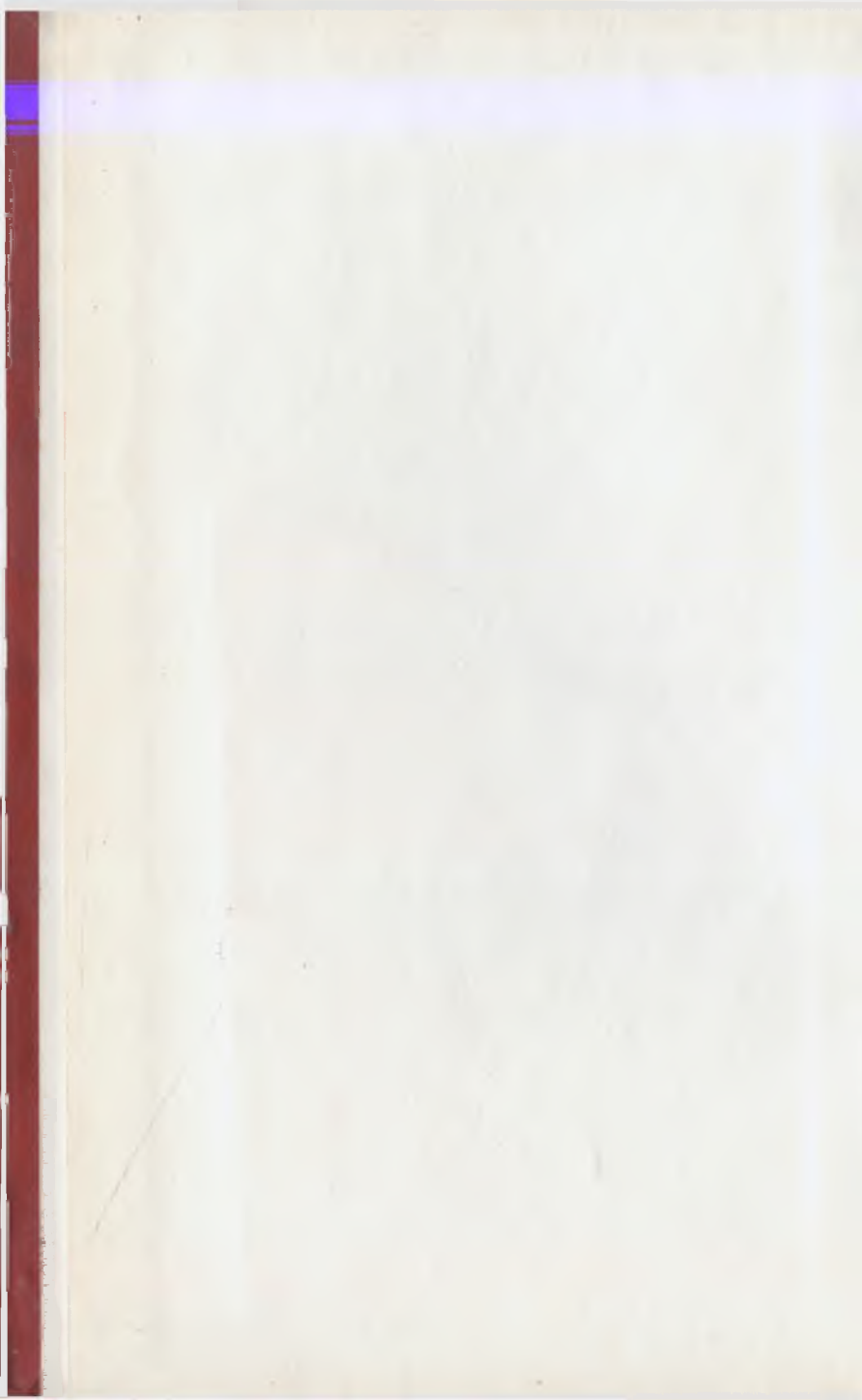
№ 107

ФРУКТОВЫЕ И ОВОЩНЫЕ СОКИ

А.Н.Самсонова, В.Б.Ушева

ФРУКТОВЫЕ И ОВОЩНЫЕ СОКИ



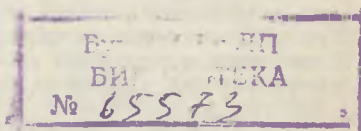


с-77
А.Н.Самсонова, В.Б.Ушева

ФРУКТОВЫЕ И ОВОЩНЫЕ СОКИ

Техника и технология

Издание второе,
переработанное и дополненное



МОСКВА
ВО «АГРОПРОМИЗДАТ»
1990

ББК 36.91

С 17

УДК 663.81+664.841

Редактор А. П. Серик

Самсонова А. Н., Ушева В. Б.

С 17 Фруктовые и овощные соки (Техника и технология) — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1990. — 287 с.: ил.

ISBN 5—10—000126—7

Книга является вторым совместным изданием авторов СССР (А. Н. Самсонова) и НРБ (В. Б. Ушева).

В настоящем издании (первое вышло в 1976 г.) более полно освещена пищевая ценность соков, указаны объемы их потребления в разных странах, требования к их качеству. Больше внимания обращено на теоретические вопросы извлечения и осветления соков и современную технику концентрирования. Приведены новые материалы по применению мембран и производству фруктовых и овощных соков-напитков, в том числе газированных.

Для инженерно-технических работников плодоовощных перерабатывающих предприятий.

С 4001090000—117 137—90
035(01)—90

ББК 36.91

ISBN 5—10—000126—7

© «Пищевая промышленность», 1976

© ВО «Агропромиздат», 1990, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Соки являются важным продуктом питания, так как наряду со свежими фруктами и овощами обеспечивают человеческий организм набором всех физиологически активных веществ — витаминов, макро- и микроэлементов, полифенолов и многих других, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека.

Потребление соков во всем мире постоянно увеличивается. Это объясняется как высокой пищевой ценностью соков, так и рентабельностью их производства. Высокая технологичность процессов получения соков обеспечивает возможность быстрого и эффективного внедрения достижений науки и техники в промышленность. Применение современных высокомеханизированных и автоматизированных линий производства натуральных и концентрированных соков создает возможности для концентрации производства на крупных предприятиях, обеспечивающих быструю переработку больших масс плодов при минимальных трудовых затратах.

На крупных предприятиях создаются условия для организации выработки полуфабрикатов, которые могут быть использованы в несезонное время для изготовления продукции высокого качества. Это направление получило развитие в последние годы.

Наибольшее количество соков производят США, СССР, Италия, ФРГ, НРБ, Франция и Швейцария. Максимальный уровень потребления фруктовых соков на душу населения в США составил 27 л в год, в Швейцарии — 24, в Швеции и Нидерландах — по 19 л. По потреблению соков ФРГ незначительно отстает от Швейцарии, но с 1975 г. здесь наблюдается постоянное увеличение потребления соков. Значительно меньший уровень потребления соков и незначительный его рост характерен для Франции и Италии.

Потребление соков обеспечивается как собственным производством отдельных стран, так и импортом их из других стран. Особенно в больших количествах

импортируются цитрусовые соки, на основе которых готовят разные купажированные соки и напитки.

Советский Союз занимает одно из ведущих мест в производстве соков. Ассортимент вырабатываемых в СССР соков весьма разнообразен, так как соки получают практически из всех видов плодов и ягод и основных видов овощей. Наряду с осветленными прозрачными соками, которые имеют привлекательный внешний вид, но лишены при освещении многих коллоидных питательных веществ, в широком ассортименте производятся неосветленные соки, сохранившие все коллоидные вещества, и соки с мякотью, или нектары. В нектарах сохранены все составные части плодов, за исключением неусвояемых отходов, почему они получили название жидкие плоды. Соки выпускают одного вида и многокомпонентные, состоящие из смеси разных видов фруктовых или фруктовых и овощных соков.

В последние годы в СССР получило развитие производство напитков на основе натуральных фруктовых и овощных соков, в том числе газированных, в которых доля фруктовой части колеблется от 35 до 50 %. Эти напитки содержат биологически активные и питательные вещества натуральных соков и по органолептическим свойствам и пищевой ценности превосходят обычные безалкогольные напитки, в которых доля фруктовой части не превышает 15 %, а остальные 85 % приходится на воду, синтетические ароматизаторы и красители.

Однако быстро растущий спрос на соки опережает их производство. По потреблению соков на душу населения СССР еще отстает от некоторых промышленно развитых стран.

Практически все страны с развитым плодоводством и овощеводством вырабатывают соки или напитки на их основе.

В НРБ производство отдельных видов соков по годам несколько колеблется в зависимости от урожая, однако выпуск овощных и концентрированных соков стабильно повышается из года в год. Часть концентрированного яблочного сока Болгария экспортирует в ФРГ и другие страны. Так, в 1990 г. в НРБ намечено произвести 156 тыс. т различных соков (фруктовых, овощных, нектаров и т. п.). Годовое потребление в

НРБ соков и нектаров на душу населения в 1990 г. составит 3,55 кг.

В США наибольшее количество соков и концентратов, преимущественно охлажденных и замороженных, выпускается из цитрусовых плодов. Однако в последние годы увеличился и выпуск пастеризованных соков, в том числе яблочного. Ежегодный объем выпускаемых соков довольно стабилен и подвержен только небольшим колебаниям в зависимости от урожайности тех или иных плодов.

ФРГ является крупным производителем, импортером и потребителем фруктовых и овощных соков. Часть готовых соков идет на экспорт. Соки в ФРГ вырабатываются как из собственного сырья, так и из концентратов, импортируемых из других стран. В основном импортируются цитрусовые концентраты. Выработка соков из собственного сырья ввиду ограниченных ресурсов его остается примерно на уровне 250—300 тыс. т в год, остальное количество выпускается из концентратов. Общая годовая выработка соков в ФРГ составляет 970 тыс. т.

Мощность промышленности Италии по производству концентрированного апельсинового сока составляет 45 тыс. т, из них 30 тыс. т экспортируются, остальное количество используется внутри страны. Кроме цитрусовых, в Италии производятся осветленные яблочный и виноградный натуральные и концентрированные соки, которые экспортируются, а также нектары.

Во Франции производятся соки и нектары из разных плодов как для внутреннего потребления, так и для экспорта. Предприятия Франции специализируются на производстве одного вида сока, преимущественно виноградного. Потребление соков внутри страны в течение последних лет сохраняется на уровне 4,1—4,3 л на душу населения в год, что объясняется наличием большого количества свежих плодов.

Соковая промышленность Швейцарии начала развиваться раньше, чем в других европейских странах. Для обеспечения сокового производства необходимой технической базой была создана машиностроительная промышленность для изготовления оборудования для производства соков, которое заслужило признание во многих странах мира. Для бесперебойного снабжения населения фруктовыми соками независимо от урожай-

ности в отдельные годы создаются запасы концентрированных соков. Соки вырабатываются в основном из яблок и груш и в небольших количествах из винограда и ягод.

Расширение производства соков и улучшение их качества возможно только на основе внедрения новой высокопроизводительной техники и передовой технологии. Настоящее издание знакомит с направлением развития и современным состоянием соковой промышленности в СССР, НРБ и передовых зарубежных странах.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СОКОВ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ КАЧЕСТВУ

Организм человека может существовать лишь при условии постоянного обмена питательных веществ и воды. Обмен воды и связанные с ним физиологические и биохимические процессы имеют исключительно важное значение для жизни человека. Известно, что без пищи человек может прожить более месяца, а без воды — только несколько суток.

Согласно концепции сбалансированного питания, сформулированной акад. А. А. Покровским, дневная потребность взрослого человека в воде составляет 1750—2200 г. Примерно половина этой потребности покрывается за счет разных напитков (вода, соки, напитки, чай и т. п.), вторая часть — за счет других продуктов питания.

Фруктовые соки и натуральные напитки на их основе, покрывая потребность организма в воде, в то же время имеют и пищевую ценность.

В целях удовлетворения потребности организма в воде и утоления чувства жажды соки и напитки должны оказывать определенное физиологическое воздействие на организм, которое зависит от их освежающей способности, питательности, стимулирующего действия, гармоничного вкуса и запаха и других свойств. Фруктовые и овощные соки, содержащие в своем составе вкусовые и питательные вещества, в полной мере отвечают этим требованиям.

С физиологической точки зрения фруктовые и овощные соки могут быть отнесены к группе питательных напитков. Они содержат разные пищевые и биологически активные вещества и являются хорошим источником воды. Соки с мякотью содержат большинство питательных веществ, входящих в состав исходного сырья.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СОКОВ

Пищевая ценность соков обусловлена содержанием в них белков, углеводов, органических кислот, поли-

фенолов, минеральных веществ, витаминов и других соединений. Белковые вещества соков представлены прежде всего аминокислотами, которые содержатся в соках в небольших количествах, но в широком ассортименте. В виноградном соке было найдено 18 аминокислот, в том числе 8 незаменимых. Аминокислоты придают сокам более полный гармоничный вкус.

Углеводы содержатся в соках в виде моно- и дисахаридов, а также некоторых полисахаридов (пектина, крахмала, декстринов), которые находятся в соках с мякотью и неосветленных соках. Многие фруктовые соки содержат значительные количества сахаров, особенно глюкозы и фруктозы, которые легко усваиваются организмом человека. В некоторых соках содержатся также сахароза и в небольших количествах другие сахара. В яблочном соке были найдены наряду с глюкозой, фруктозой и сахарозой также мальтоза, раффиноза, целобиоза, галактоза.

Сахара и другие углеводы поставляют основную часть энергии, необходимой для нормальной жизнедеятельности организма.

В состав органических кислот фруктовых соков входят яблочная, винная, лимонная, в незначительных количествах — янтарная, салициловая, бензойная и некоторые другие. Органические кислоты в большей степени, чем другие органические соединения, определяют характерный вкус, присущий многим плодам и сокам, освежающе действуют на организм.

В овощных соках, за исключением томатного, содержание органических кислот незначительно, преобладают яблочная и лимонная кислоты, а в некоторых соках (щавелевом, свекольном) обнаружена щавелевая кислота. Томатный сок по содержанию органических кислот приближается к фруктовым сокам.

Полифенолы (дубильные вещества, танины), обладающие горьким вяжущим вкусом, входят в состав плодовых соков в тех или иных количествах и в сочетании с сахарами и кислотами формируют их вкус. В обмене веществ организма полифенолы играют важную роль, являясь активными участниками многих биохимических процессов, связанных с дыханием и развитием организма. Ряд полифенольных веществ обладает Р-витаминной активностью.

По современным воззрениям к Р-витаминным ве-

ществам относится группа веществ полифенольной природы, оказывающих определенное физиологическое воздействие на организм. По химической природе — это биофлавоноиды, объединенные общим структурным составом $C_6 - C_3 - C_6$. В настоящее время известно около 150 разных флавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью. К их числу относят флаваноны (гесперидин, эридиктин), флавонолы (рутин, кверцетин и др.), халконы (метилхалкон), катехины, лейкоантоцианы. Катехины, флавонолы и антоцианы способны предотвращать или снижать отрицательные последствия лучевых поражений. Многие виноградные и яблочные соки благодаря содержанию полифенолов обладают значительной Р-витаминной активностью.

Установлена роль флавоноидов и как естественных стабилизаторов витамина С. Объясняется это тем, что аскорбиновая кислота образует с флавоноидами (танином и галловой кислотой) соединения, которые более стабильны, чем аскорбиновая кислота.

Витамины, содержащиеся в соках, играют важную роль в физиологии питания и восстановлении организма. Из витаминов наиболее важное значение имеет витамин С (аскорбиновая кислота), содержание которого в отдельных видах фруктовых соков может быть очень высоким. Так, 100 г сока черной смородины содержат 150 мг и более аскорбиновой кислоты, 100 г натурального сока шиповника сразу после изготовления — 350—450 мг.

Аскорбиновая кислота важна для жизнедеятельности человеческого организма. Основное физиологическое значение ее состоит в участии в окислительно-восстановительных процессах, где она выполняет роль промежуточного катализатора. Аскорбиновая кислота также влияет на углеводный и азотистый обмен в организме, повышает его работоспособность и устойчивость к инфекциям и другим неблагоприятным условиям внешней среды. При недостаточном содержании в организме аскорбиновой кислоты нарушается С-витаминный обмен, приводящий к тяжелому заболеванию — цинге. В организме человека витамин С не синтезируется и не аккумулируется и поэтому должен регулярно поступать с пищей.

Другим важным витамином является витамин А, который в плодах и овощах встречается в виде прови-

тамина А — каротина, превращающегося в организме человека в витамин А. Отсутствие в пище витамина А вызывает задержку роста, ослабление зрения, поражение дыхательных и мочеполовых путей. Каротин в воде нерастворим, находится в плодовой мякоти в моркови, томатах, абрикосах, цитрусовых плодах, облепихе, рябине. Заметные количества его содержатся в соках с мякотью из этих плодов и овощей.

Из других витаминов в фруктовых и овощных соках содержатся витамины группы В, небольшие количества витаминов Р и РР.

Витамин В₁ (тиамин) содержится в большинстве фруктовых и овощных соков почти в таких же количествах, как и в свежих плодах и овощах. Как и другие витамины группы В, он стоек к термической обработке, выдерживает нагревание до 140°С. Отсутствие или недостаток его в пище вызывает расстройство нервной системы (полиневрит или бери-бери).

Витамин В₂ (рибофлавин) содержится в морковном, капустном и томатном соках. Отсутствие или недостаток его в пище вызывает расстройство азотистого и минерального обмена, общую слабость и падение веса.

Витамин В₆ (пиридоксин) обеспечивает нормальный белковый обмен и синтез жиров в организме; содержится в тыквенном, свекольном и некоторых других соках.

Витамин В₉ (фолиевая кислота) — фактор роста, предупреждает развитие анемии, стимулирует кроветворение, участвует в синтезе аминокислот, содержится в соке земляники и листовых овощей.

Витамин РР (никотиновая кислота) содержится в соке многих фруктов и овощей. Отсутствие его в пище вызывает заболевание пеллагрой, при которой поражаются кожа и желудочно-кишечный тракт.

Витамин Р (цитрин) встречается в соке большинства фруктов: в значительных количествах в соке черной смородины, цитрусовых плодов, некоторых сортов яблок. Находясь в соках вместе с витамином С, усиливает биологическое действие последнего. При недостаточности витамина Р нарушается прочность и увеличивается проницаемость капилляров кровеносных сосудов. Установлено, что Р-витаминной активностью обладают полифенолы и некоторые другие вещества.

Пантотеновая кислота — фактор углеводного обмена в организме человека; действует совместно с витамином В₂; находится во многих семечковых и косточковых плодах и овощах и их соках.

Фруктовые и овощные соки богаты минеральными веществами, которые вошли в состав структурных элементов всех живых клеток и тканей. Некоторые из них являются важной составной частью многих ферментов. Общее содержание минеральных веществ в плодах и овощах находится в пределах 0,2—1,5 % к сырой массе. В соках содержание минеральных веществ несколько ниже. Особенно богат минеральными веществами сок капусты, причем в соках минеральные вещества находятся в легкоусвояемой форме и представлены солями основного характера, что необходимо для поддержания щелочности крови. Общее содержание минеральных веществ в соках определяется как количество золы. При этом макроэлементы (калий, кальций, фосфор, натрий, магний, кремний, хлор, марганец) содержатся в золе в количествах не менее сотых долей процента, микроэлементы (железо, медь, цинк, иод, барий и др.) — от тысячных долей процента и менее.

Из макроэлементов в плодах, овощах и их соках больше всего калия. Калий входит в состав клеток мышечной ткани, повышая водоудерживающую способность протоплазмы; наряду с железом входит в состав крови. Особенно богаты калием соки яблочный, абрикосовый, виноградный, грушевый, персиковый, сливовый.

В заметных количествах в соках содержатся также соединения фосфора, магния, кальция, серы. Фосфор и сера входят в состав белков и играют важную роль в энергетическом обмене клетки. Фосфор придает химическим соединениям повышенную способность к реакциям, входит в состав костей.

Кальций, содержащийся почти во всех фруктовых соках, принимает участие в обмене веществ и процессах свертывания крови; наряду с фосфором входит в состав костной ткани, регулирует активность мышц и состав лимфы крови, снижает возбудимость нервной системы.

Магний, содержащийся во многих соках, необходим для поддержания жизнедеятельности организма, обеспечивает когезию молекул белка, является компонен-

том костей и мягких тканей. В организме между содержанием кальция и магния должно поддерживаться определенное соотношение.

Железо, а также медь и молибден входят в состав многих ферментов, содержащихся в плодах и овощах. Железо является переносчиком кислорода в клеточном дыхании; содержится в соках абрикосов, ежевики, малины.

Остальные минеральные вещества содержатся в соках в незначительных количествах.

Химический состав основных видов фруктовых соков осветленных и с мякотью (нектаров) представлен в табл. 1—3.

1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОВОЩНЫХ И ОВОЩЕФРУКТОВЫХ СОКОВ

Показатели	Томатный	Свекольный	Морковный	Тыквенный	Морковно-яблочный	Морковно-виноградный
<i>Химический состав, г/100 г</i>						
Вода	93,9	86,9	88,4	85,4	88,9	87,5
Белки	0,8	0,7	0,7	0,5	0,7	0,8
Моно- и дисахариды	3,0	11,1	9,8	12,1	8,0	10,3
Клетчатка	0,3	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4
Органические кислоты (по яблочной кислоте)	0,5	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4
Зола	0,7	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4
<i>Минеральные вещества, мг/100 г</i>						
Na	4	43	2	153	11	16
K	290	144	130	104	155	181
Ca	14	19	19	13	21	26
Mg	20	11	7	7	8	13
P	26	21	18	12	20	22
Fe	0,9	0,7	0,4	0,2	0,7	0,5
<i>Витамины, мг/100 г</i>						
β-Каротин	0,5	Следы	4,5	0,7	3,5	3,5
B ₁	0,01	Следы	0,01	0,02	0,02	0,02
B ₂	0,03	0,04	0,07	0,02	0,04	0,04
PP	0,30	0,20	0,10	0,02	0,20	0,20
C	7,9	3,8	3,0	1,2	4,0	3,7

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОСВЕТЛЕННЫХ СОКОВ

Показатели	Виноградный		Яблочный
	из смеси сортов	марочный	
Химический состав, г/100 г			
Вода	83,9	83,6	88,4
Белки	0,5	0,4	0,4
Моно- и дисахариды	14,5	14,9	10,3
Клетчатка	0	0	0
Органические кислоты	0,6*	0,6*	0,5**
Зола	0,5	0,5	0,5
Минеральные вещества, мг/100 г			
Na	26	26	2,6
K	255	255	124
Ca	30	30	12
Mg	17	17	6
P	22	22	11
Fe	0,6	0,6	1,5
Витамины, мг/100 г			
β-Каротин	0	0	Следы
B ₁	0,02	0,02	0,01
B ₂	0,01	0,01	0,01
PP	0,10	0,10	0,10
C	1,0	1,0	1,0

* В пересчете на винную кислоту.

** В пересчете на яблочную кислоту.

Ценность соков с мякотью значительно выше, чем осветленных, что объясняется наличием в первых всех компонентов плодов, в том числе нерастворимых, и добавлением сахарозы (сиропа). В то же время осветленные соки, содержащие меньше сухих растворимых веществ, оказывают лучшее освежающее и жаждоутоляющее действие.

Соки с мякотью содержат белки клеточной протоплазмы, высокомолекулярные пектиновые и другие коллоидные вещества, которые являются ценными питательными веществами, придающими сокам более полный вкус и аромат.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ФРУКТОВЫХ СОКОВ С МЯКОТЬЮ

Показатели	Айвовый	Абрико- совый	Вишне- вый	Сливо- вый	Яблочный
<i>Химический состав, г/100 г</i>					
Вода	85,4	90,9	86,6	88,0	87,5
Белки	0,4	0,7	0,8	0,3	0,4
Моно- и дисахариды	13,2	6,9	11,4	10,9	11,3
Клетчатка	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
Органические кислоты (по яблочной кислоте)	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3
Зола	0,4	0,7	0,3	0,3	0,5
<i>Минеральные вещества, мг/100 г</i>					
Na	7	1,5	13	1,3	2,6
K	72	153	167	150	124
Ca	12	14	24	14	12
Mg	7	4	17	6	6
P	12	13	20	14	11
Fe	1,5	1,0	0,4	0,4	1,5
<i>Витамины, мг/100 г</i>					
β-Каротин	0,09	1,3	0,05	0,1	Следы
B ₁	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
B ₂	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01
PP	0,10	0,25	0,20	0,29	0,30
C	5,0	4,0	5,0	1,2	2,0

По содержанию витаминов предпочтительны соки с мякотью, в которых сохраняются водорастворимые каротиноиды и связанные формы некоторых витаминов группы В в большей степени, чем в осветленных соках. По содержанию водорастворимого витамина С преимущество находится на стороне осветленных соков натуральных, которые не смешиваются с сахаром или сахарным сиропом.

Пектиновые вещества, которые удаляются при осветлении, но сохраняются в соках с мякотью, обладают лучезащитным и антитоксическим действием и способны связывать и выводить из организма тяжелые металлы, токсины и радиоактивные элементы. Пектиновыми веществами богаты соки с мякотью из яблок, айвы, черной смородины и крыжовника.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СОКОВ ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ

Широкое развитие производства и растущий экспорт и импорт соков в международном масштабе вызвали необходимость в разработке стандартов, которые бы регулировали качество соков.

Разработкой международных стандартов на соки занимается Комиссия ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства при Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ). Уже приняты международные стандарты на яблочный, виноградный, цитрусовые и некоторые ягодные соки и нектары.

Международные стандарты включают определение сока, основной химический состав, органолептические показатели, границы допусков по содержанию тяжелых металлов, минеральных загрязнений, микробиологические требования и некоторые другие показатели. Деления на сорта нет.

Сок допускается получать из свежих плодов и концентрированных соков путем их восстановления с возвратом отогнанных летучих ароматических веществ. В сок из свежих плодов допускается добавлять концентрированный. Соки могут быть прозрачными или мутными. Допускается добавление во все соки для корректирования их кислотности органических кислот или лимонного сока и аскорбиновой кислоты в качестве антиоксиданта, а также диоксида углерода. Соки, содержащие диоксида углерода более 2 г/кг, относятся к газированным, и это должно быть указано на этикетке.

Показатели яблочного и виноградного соков по международным стандартам приведены в табл. 4.

В международном стандарте на нектары (САС/Rs 44—1971) из абрикосов, персиков и груш предусмотрено минимальное содержание фруктовой части, которое должно составлять (в %): для персиков и груш 40, для абрикосов 35. Сироп может готовиться из сахарозы, декстрозы, глюкозного сиропа и меда. Содержание растворимых сухих веществ во всех нектарах — не менее 13 %, кислотность не нормируется. Консистенция нектаров нормируется по вязкости, определяемой по времени истечения, которое для капилляра диаметром 3 мм не должно превышать 30 с. Допустимое со-

4

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОКОВ
ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ**

Показатели	Яблочный сок Cod. Ст 48—1981	Виноградный сок CAC/Rs82—1976
Массовая доля сухих растворимых веществ, %, не менее		
сок натуральный	10	15
сок из концентрата	10	16
Массовая концентрация спирта, г/кг, не более	3	5
Массовая концентрация летучих кислот (по уксусной кислоте), г/кг, не более	0,4	0,4
Массовая концентрация сернистого ангидрида, мг/кг, не более	10	10
Массовая концентрация тяжелых металлов, мг/кг, не более		
мышьяк	0,2	0,2
свинец	0,3	0,3
медь	5	5
цинк	5	5
железо	10	15
олово	150	150
Общее содержание меди, цинка и железа, мг/кг	20	17
Минеральные примеси, нерастворимые в 10%-ной HCl, мг/кг, не более	20	20

держание спирта для нектаров — не выше 3 г/кг, оксиметилфурфурола — 10 мг/кг.

Постоянная Комиссия СЭВ по стандартизации (ПКС) разрабатывает стандарты на соки для стран — членов СЭВ. В настоящее время приняты стандарты СЭВ на «Яблочный осветленный пастеризованный сок», «Виноградный осветленный пастеризованный сок» и «Грейпфрутовый натуральный сок»; заканчивается разработка стандарта на «Нектар из фруктов».

Стандарты СЭВ допускают изготовление яблочного и виноградного соков из свежих плодов, соков-полуфабрикатов и концентрированных соков. В яблочный сок допускается добавлять аскорбиновую и лимонную кислоты, в сок I сорта — ссрбиновую и метавинную кислоты. В сок, восстановленный из концентрата, предусмотрено добавление натуральных ароматических веществ. Соки должны быть прозрачными, в соке I сор-

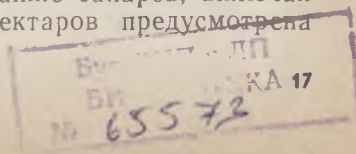
ТРЕБОВАНИЯ К ПОКАЗАТЕЛЯМ СОКОВ ПО СТАНДАРТАМ СЭВ

Показатели	Яблочный сок (Ст СЭВ 5218—85) сорта		Виноградный сок (Ст СЭВ 5217—85) сорта		
	высшего	первого	марочного	высшего	первого
Массовая доля сухих веществ (по рефрактометру), %, не менее	10	10	16	15	14
Общая кислотность (в пересчете на винную кислоту), %	От 0,025 до 0,80	до	От 0,2 до 1,0	0,2—1,2	
Массовая концентрация этилового спирта, г/дм ³ , не более	3	5	3	5	5
Массовая концентрация сорбиновой кислоты, г/дм ³ , не более	—	—	Не допускается		0,2
Массовая концентрация тяжелых металлов, мг/дм ³ , не более					
олова в жестяной таре	100	100	100	100	100
олова в стеклянной таре	50	50	50	50	50
меди	5	5	5	5	5
свинца	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Наличие мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, шт/см ³ , не более	10	10	10	10	10
Наличие неспорообразующих микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей	Не допускается				

та допускается легкая опалесценция, в виноградном соке — единичные кристаллы винного камня.

Яблочный и виноградный соки по стандартам СЭВ должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 5.

В проекте стандарта СЭВ на нектары фруктовые предусмотрено изготовление одно- и многокомпонентных нектаров из свежих и замороженных фруктов и полуфабрикатов с добавлением натуральных или идентичных натуральным ароматических веществ, лимонной и аскорбиновой кислот, а также сахаров, включая глюкозный сироп. Для всех нектаров предусмотрена



одна норма массовой доли растворимых сухих веществ — 12 % и один интервал кислотности от 0,3 до 1 %. Массовая доля мякоти не нормируется.

Стандарты НРБ. В стандарте НРБ на плодово-ягодные осветленные пастеризованные соки БДС 2250—83 предусмотрена выработка одно- и многокомпонентных соков. Минимальное содержание растворимых сухих веществ в натуральных соках — 7 %, титруемая кислотность (по винной кислоте) от 0,25 до 3,4 %, содержание спирта не более 0,5 %.

Требования к яблочному и виноградному натуральным сокам аналогичны стандартам СЭВ. Стандарт НРБ на нектары БДС 5162—81 совпадает с проектом стандарта СЭВ на нектары.

ГОСТы СССР. В ГОСТ 25892—83 на виноградный натуральный сок и ГОСТ 656—79 на соки плодовые и ягодные натуральные предусмотрена возможность изготовления соков из свежего сырья и полуфабрикатов; возможность использования концентрированных соков не оговорена. В зависимости от качественных показателей яблочный сок выпускается двух сортов, виноградный — трех. Минимальное содержание растворимых сухих веществ в яблочном соке 9 %, в виноградном — 14, в яблочном соке высшего сорта — 10, виноградном высшего сорта — 16 %. Верхний предел содержания кислоты в яблочном соке выше, чем в стандарте СЭВ (1,4 %), нормы по кислотности виноградного сока совпадают с указанными в стандарте СЭВ. В соках, изготовленных из полуфабрикатов, допускается до 0,06 % сорбиновой кислоты.

В ГОСТ 16366—78 на соки с мякотью (нектары) предусмотрены дифференцированные нормы содержания растворимых сухих веществ и кислотности в зависимости от кислотности сырья, нормировано содержание мякоти, массовая доля спирта (не более 0,3 %), содержание тяжелых металлов соответствует нормам ФАО/ВОЗ.

Массовая доля фруктовой части в нектарах должна быть не менее 50 %, что определяется рецептурой; сироп готовится только на сахарозе.

ОБЩИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА СОКОВ

Соки представляют собой жидкую фазу плодов, состоящую из воды с растворенными в ней веществами. Содержание сока в плодах и ягодах составляет 80—90 % в зависимости от вида. Сок в плодах находится в клеточных вакуолях, протоплазме и отчасти в межклеточных пространствах и прочно удерживается живой тканью.

Чтобы извлечь сок из плодов, необходимо нарушить целостность ткани, разрушить клеточные оболочки. Для некоторых плодов в этих целях достаточно механического измельчения, для других — требуются дополнительные методы воздействия: обработка ферментами, электрическим током, нагревание, замораживание и т. п., что объясняется особенностями их строения и физиологическими свойствами клеточной ткани.

Исследованиями Б. Л. Флауменбаума установлено, что способность плодовой ткани к выделению сока (сокоотдача) зависит от устойчивости цитоплазматических мембран к механическим воздействиям, их вязкости и эластичности. Имеет значение также цитолого-анатомическая структура клеточной ткани и содержание в плодах пектиновых веществ.

При малой вязкости и эластичности цитоплазматических мембран плодов, что характерно для яблок, винограда, вишни, достаточно механического измельчения, чтобы извлечь из них сок. Для плодов, цитоплазматические мембраны которых эластичны и имеют высокую вязкость (сливы, абрикосы, черная смородина и т. п.), механического измельчения недостаточно. Эффективность механического воздействия тем ниже, чем больше толщина клеточных стенок, выше доля цитоплазмы и проводящих пучков.

Количество и форма пектиновых веществ, находящихся в плодах, также оказывают влияние на способность плодов к выделению сока, однако полной ясности о механизме действия пектиновых веществ на сокоотдачу еще нет.

Учитывая структуру и свойства ткани отдельных видов плодов, перед извлечением сока их подвергают разным воздействиям.

ПОДГОТОВКА ПЛОДОВ ПЕРЕД ИЗВЛЕЧЕНИЕМ СОКА

ДРОБЛЕНИЕ

Основным методом воздействия на растительную ткань при производстве соков является дробление. Это первая и обязательная операция в подготовке плодов и овощей к извлечению сока.

Измельченная масса (мезга) должна иметь зернистую структуру, чтобы обеспечить каналы для вытекания сока между отдельными частицами. При чрезмерно мелком измельчении мезга будет представлять собой сплошную массу, что затруднит вытекание сока, при крупном измельчении большая часть клеток останется целой и выход сока будет низким.

Особенно важное значение процесс измельчения имеет для яблок и других плодов с твердой тканью. При правильном измельчении, когда целостность клеток нарушена, выход сока из свежих яблок получается достаточно высоким независимо от величины максимального давления при прессовании. При крупном измельчении для извлечения сока необходимо приложить значительное давление. Лучшие результаты обеспечиваются в том случае, когда давление повышается ступенчато.

Яблоки, айва и другие плоды с плотной тканью должны быть раздроблены на частицы размером 3—6 мм (не менее 50 % частиц), другие плоды могут измельчаться на более крупные частицы. Косточковые плоды с мягкой тканью (сливы, абрикосы) достаточно размять.

В зависимости от вида перерабатываемых плодов для измельчения применяют те или иные типы дробилок. В СССР дробление яблок, айвы и корнеплодов осуществляют на дробилке Д1-7,5 с режущими устройствами ножевого и терочного типов.

Корпус дробилки представляет собой жесткую коробчатую конструкцию, на которой монтируются все остальные части дробилки. К верхней части корпуса

приварен загрузочный бункер. В режущем устройстве ножи пилообразной формы укрепляются в специальных обоймах с щелями для удаления измельченного продукта. Сменный плоский нож измельчает продукт на пластины.

Ротор представляет собой вал, установленный в двух подшипниках, на котором размещены подающий винт и четыре рабочих бича. Вращение ротора осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу посредством сменных в зависимости от продукта шкивов, что позволяет изменять частоту вращения ротора с 16,5 до 24,2 с⁻¹.

Сырье поступает в дробилку через бункер и подающим винтом забрасывается в рабочую полость ее. Здесь оно подхватывается бичами ротора и, вращаясь, прижимается центробежной силой к режущему устройству и измельчается ножами или терочной поверхностью. Измельченная масса свободно выпадает через щели режущего устройства или терку вниз в приемный бункер.

В СССР для этих целей также используют дисковые, молотковые и валковые дробилки.

Молотковая дробилка РЗ-ВДМ состоит из корпуса, прикрепленного к фланцу электродвигателя, и загрузочного бункера. Внутри корпуса на валу электродвигателя расположен кольцевой ротор, на котором жестко закреплена вращающаяся вместе с ним заградительная решетка. На роторе размещены свободно подвешенные молотки. Плоды (без косточек) поступают в бункер и продвигаются в центральную часть кольцевого ротора. Под действием центробежной силы они продвигаются к заградительной решетке и измельчаются вращающимися молотками. Измельченная масса выбрасывается через отверстия решетки и удаляется из дробилки лопатками через патрубок, расположенный под корпусом. Крупные частицы, не прошедшие через отверстия решетки, снимаются с ее внутренней поверхности неподвижными пластинами и возвращаются в зону вращения молотков.

Хорошие результаты получены при измельчении в молотковых дробилках семечковых плодов с плотной тканью. Для дробления яблок зрелых или лежалых с более мягкой тканью молотковые дробилки менее пригодны, так как дают сильно измельченный продукт.

Для измельчения косточковых плодов и винограда применяют валковые дробилки. Специализированная, валковая дробилка ВДВ-5 для ягод и косточковых плодов успешно прошла межведомственные испытания. Она состоит из двух валков, соединенных между собой синхронизирующей зубчатой передачей и помещенных в корпус с загрузочным бункером. Вращательное движение от электродвигателя передается на ведущий валок через червячный редуктор. Степень измельчения регулируется изменением зазора между валками, которые имеют треугольный профиль. Плоды поступают на валки через приемный бункер, мезга выгружается в нижней части дробилки.

Производительность дробилки 5 т/ч, диаметр валков 165 мм, длина 450 мм, угловая скорость 12 рад/с, регулируемая ширина зазора между валками 1—10 мм.

Валковая дробилка фирмы «Бухер-Гуйер АГ» (Швейцария) имеет рифленые валки, которые вращаются встречно; расстояние между валками можно регулировать от 1 до 12 мм. Валки изготовляют из нержавеющей стали или металлической основы с резиновым покрытием. Производительность дробилок 8 и 20 т/ч с диаметром валков соответственно 320 и 800 мм.

Для раздавливания ягод предназначены валки с резиновым покрытием, для дробления косточковых плодов — валки из нержавеющей стали с учетом того, что часть косточек при дроблении должна быть разрушена в целях обеспечения лучшего запаха сока.

Для дробления винограда применяют специализированные дробилки-гребнеотделители или фулопомпы, на которых осуществляется раздавливание ягод винограда, отделение гребней и перекачивание мезги на дальнейшую обработку.

Виноград из приемного бункера, установленного над дробилкой, попадает между двумя валками с волнообразной поверхностью, покрытыми резиной, где происходит раздавливание гроздей. Раздавленные грозди по лотку направляются в перфорированный барабан с лопастным устройством для отделения гребней. Если нет необходимости в отделении гребней для белых сортов винограда, виноградная мезга сразу направляется в насос. Для равномерного питания насоса в питательном бункере дробилки смонтирован шнек.

Расстояние между валками машины регулируется в зависимости от сортов винограда.

Завод винодельческого машиностроения в Плевене (НРБ) выпускает три типа дробилок для винограда производительною 8, 10 и 20 т/ч.

В СССР работают валковые дробилки-гребнеотделители марок ВДГ-10 и ВДГ-20, отличающиеся только производительностью.

Дробилка-гребнеотделитель ВДГ-20 (рис. 1) состоит из бункера, восьмилопастных дробильных валков, гребнеотделителя, в состав которого входят перфорированный цилиндр, вал с лопастями и витком внутреннего шнека, шнека для выгрузки мезги, поворотной заслон-

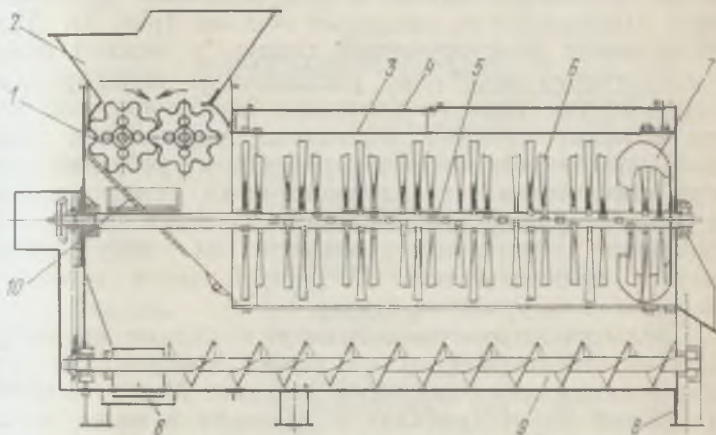


Рис. 1. Дробилка-гребнеотделитель ВДГ-20:

1 — восьмилопастные дробильные валки; 2 — бункер; 3 — цилиндрический корпус; 4 — кожух; 5 — вал; 6 — лопасти; 7 — виток внутреннего шнека; 8 — рамы; 9 — шнек для выгрузки мезги; 10 — поворотная заслонка

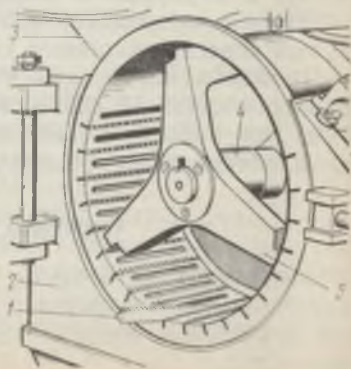


Рис. 2. Дробилка-насос «Централь»:

1 — пилообразные ножи; 2 — цилиндрический корпус; 3 — загрузочный бункер; 4 — многолопастный ротор; 5 — трехконечная звезда

ки и рамы, на которой смонтированы все механизмы дробилки.

Поворотная заслонка позволяет направлять раздавленные ягоды винограда с гребнями в гребнеотделитель или непосредственно в мезгонасос, если нет необходимости удалять гребни.

Производительность дробилки ВДГ-20 по винограду 20 т/ч, диаметр валков 317 мм, длина 750 мм, частота вращения валков 65 мин⁻¹. Производительность дробилки-гребнеотделителя ВДГ-10 по винограду 10 т/ч, диаметр валков 317 мм, длина 500 мм. Зазор между валками у обеих дробилок 3—8 мм.

Фирма «Бухер-Гуйер АГ» (Швейцария) для дробления семечковых плодов и ягод выпускает дробилку-насос «Централь» со смешными ножами (рис. 2). Дробилка имеет цилиндрический корпус, в нижней половине которого аксиально расположены пилообразные ножи. Внутри корпуса размещен многолопастный ротор, в конце которого закреплена трехконечная звезда. В зависимости от вида продукта и требуемой степени измельчения устанавливают ножи разного размера и конфигурации. Во избежание поломки ножей при попадании посторонних предметов на валу ротора имеется предохранитель. В верхней части дробилки расположен загрузочный бункер.

Плоды из загрузочного бункера попадают на ротор, который отбрасывает их на стенки корпуса, где они измельчаются пилообразными ножами. Мезга выходит из нижней части дробилки и попадает в насос, который перекачивает ее к месту переработки. Насос типа МОНО с корпусом и ротором из нержавеющей стали и статором из пищевой резины соединен с дробилкой в единый агрегат загрузочного типа.

Дробилки выпускаются трех типоразмеров производительностью 12, 25 и 40 т/ч. Дробилки предназначены для работы совместно с прессами этой же фирмы и обеспечивают быструю загрузку прессов.

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА

В процессе нагревания растительного сырья коагулируют и обезвоживаются белковые вещества, входящие в состав клеток, и клеточная проницаемость увеличивается.

Нагревание плодов горячей водой, паром или горячим воздухом повышает клеточную проницаемость для ионов и неэлектролитов. Причем при быстром повышении температуры клеточная проницаемость наиболее резко увеличивается в зоне температур 60—80 °С. Клеточную проницаемость можно повысить нагреванием и при более низких температурах (40—50 °С), но для этого требуется более продолжительное время.

Осциллографическим методом определения клеточной проницаемости была получена зависимость летального времени для плодовых клеток от температуры и выведен коэффициент эффективности тепловой обработки для разных групп плодов с точки зрения повышения выхода сока. Так, тепловая обработка наиболее эффективна для плодов с низкой сокоотдачей (табл. 6).

6
ВЫХОД СОКА ИЗ ПЛОДОВ

Плоды	Способ обработки	Выход сока, %
Абрикосы	Без обработки	6
	Нагрев горячим воздухом	70
Черешня черная	Без обработки	52,5
	Бланширование при 70 °С	75
	5 мин	
Черная смородина	Без обработки	30,1
	Бланширование при 70 °С	58,8
	5 мин	
Кизил	Без обработки	0
	Бланширование при 80 °С	69,4
	5 мин	
Сливы	Без обработки	19,5
	Нагрев горячим воздухом	73,5
	Бланширование паром	73,5

Такой же эффект достигается при обработке теплом других ягод (ежевика, брусника, облепиха) и плодов (рябина, шиповник), трудно отдающих сок, что делает нагревание необходимым приемом при подготовке к прессованию этих видов сырья.

Нагревание не только повышает выход сока, но и инактивирует ферменты, снижает характерные для сока сырых ягод слизистость и вязкость, способствует переходу красящих веществ из кожицы и мякоти плодов в сок, повышая качество готового продукта. Од-

нако режим нагревания должен быть тщательно подобран для каждого вида сырья. При чрезмерно высоких температурах и большой продолжительности нагревания в сок будут переходить полифенольные и другие вещества, ухудшающие его вкус, увеличится также содержание растворимого пектина вследствие гидролиза протопектина, что затруднит прессование и фильтрование. Нагревание обычно ведут при производстве соков без мякоти до температуры 60—75°C, при производстве соков с мякотью — до 75—90°C.

В СССР в производстве соков без мякоти применяют нагревание для слив, кизила, облепихи, шиповника, ежевики и брусники. Нагревание целых плодов или мезги сразу после дробления осуществляют в воде или острым паром с использованием для этой цели разных тепловых аппаратов.

Сливы и кизил нагревают в целом виде в воде в двустенных варочных котлах. К плодам, загруженным в варочный котел, добавляют 10—25 % воды и нагревают до 70—72°C до появления на коже плодов сетки мелких трещин. В одной и той же воде нагревают три-четыре партии плодов, после чего эту воду в количестве не более 10 % добавляют к соку.

Дробленные плоды и ягоды нагревают в аппаратах непрерывного действия.

Мезгоподогреватель ВПМ-20 трубчатого типа представляет собой изолированный кожухом корпус из четырех concentрически расположенных цилиндров, образующих поочередно пространства для мезги и пара. Мезга проходит по полости внутреннего цилиндра и в пространстве между стенками второго и третьего цилиндров. В первом мезговом пространстве установлена двухлопастная мешалка, во втором — четырехлопастная. Мезга насосом подается во внутреннее мезговое пространство и частично нагревается, затем переходит в наружное мезговое пространство, где нагревается до конечной температуры. В процессе нагревания мезга перемешивается мешалками, что улучшает условия теплообмена между стенками парового пространства и мезгой и исключает налипание ее на стенки и пригорание.

Производительность мезгоподогревателя ВПМ-20 20 т/ч, температура нагревания мезги 75°C, продолжи-

Рис. 3. Спиральный теплообменник фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция):

1 — канал для мезги; 2 — канал для воды

тельность нагревания 7 мин, рабочее давление греющего пара 0,17 МПа.

Фирма «Бухер-Гуйер АГ» для нагревания ягодной мезги с 15 до 85 °С использует трубчатый нагреватель-охладитель, который включает двухтрубный нагреватель и двухтрубный охладитель. Температура охлаждения 50 °С. В качестве греющей и охлаждающей среды применяется вода.

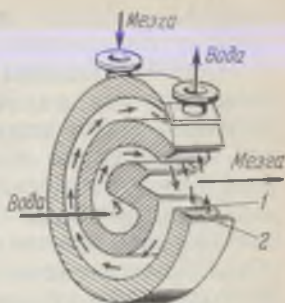
В последнее время широкое распространение получил спиральный теплообменник фирмы «Альфа-Лаваль» для нагревания виноградной мезги. Спиральный теплообменник (рис. 3) представляет собой два листа из нержавеющей стали, обернутых вокруг стержня, имеющего форму спирали, благодаря чему между листами образуются два отдельных канала. Греющая среда, чаще всего горячая вода, подается в центр и отводится снаружи; мезга подается тангенциально, а отводится в центре.

Нагревание применяют для темноокрашенных сортов винограда с целью нарушить целостность кожицы, повысить выход сока и экстракцию красящих веществ из кожицы в сок. Однако при нагревании необходимо обеспечить минимальный переход дубильных веществ, поэтому виноград нагревают до температуры не более 60—65 °С с последующим охлаждением до 20—25 °С.

Ежевике и бруснику нагревают с добавлением 15 % воды до температуры 60—75 °С, затем прессуют вместе с добавленной водой.

К дробленным плодам дикорастущего шиповника добавляют до 10 % воды и нагревают до 55—70 °С, после чего прессуют. Затем к выжимкам добавляют еще 25—30 % воды и после непродолжительной выдержки вторично прессуют. Соки первого и второго отжимов сливают вместе.

Выход сока можно повысить не только нагреванием, но и действием низких температур — замораживанием.



ЗАМОРАЖИВАНИЕ

При охлаждении растительной ткани клеточная проницаемость равномерно понижается вплоть до достижения точки замерзания. При дальнейшем понижении температуры в клетках и межклеточных пространствах растительной ткани образуются кристаллы льда, рост которых приводит к механическому нарушению целостности клеток и обезвоживанию цитоплазмы, что обуславливает денатурацию ее и отмирание клеток. Благодаря этому достаточно незначительного механического давления для выделения сока.

В замороженных плодах и овощах происходят некоторые изменения химических веществ: частично инвертируется сахароза, повышается кислотность, снижается содержание дубильных веществ, однако ферменты не инактивируются. Поэтому при оттаивании, особенно медленном, ферменты в разрушенных клетках быстро восстанавливают свою активность, что приводит к окислению полифенолов и других органических веществ и потемнению тканей, отрицательно влияющих на качество сока.

Поэтому замороженные плоды следует дробить и прессовать, не допуская полного оттаивания их, что сопряжено с большими потерями сока. Ввиду возникающих трудностей с оттаиванием и прессованием замороженных плодов этот способ не нашел широкого применения в соковом производстве.

ОБРАБОТКА ИОНИЗИРУЮЩИМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ

Исследования, проведенные в СССР и США, показали, что действие ионизирующих излучений повышает клеточную проницаемость и выход сока, что связано с действием облучения на пектиновые вещества плодов и физиологическим повреждением клеток.

Под влиянием ионизирующих излучений распадаются связанные формы пектиновых веществ (пектин срединных пластинок и протопектин) и увеличивается содержание растворимого пектина. Физиологические повреждения клеток также могут вызвать размягчение тканей. Размягчение тканей плодов при низких дозах ионизирующих излучений связано с «выбиванием» ионов кальция из комплексов, которые он образует со

многими компонентами клетки, в том числе с пектином.

С увеличением дозы облучения влияние его на пектиновые вещества и выход сока возрастает.

Повышение выхода сока из различных плодов и ягод отмечалось при облучении дозами 400 и 600 рад. Применение более высоких доз часто вызывает значительное размягчение ткани, а у винограда темнеет сок, и вкус его ухудшается. Отмечено также разрушение витаминов и антоцианов при дозах свыше 600 рад.

Ввиду возможного ухудшения качества сока способ этот не нашел применения в промышленности.

ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Наличие в плодовой ткани электрически заряженных частиц коллоидов и ионов делает растительную клетку чувствительной к действию электрического тока. На этом свойстве растительной ткани основан способ обработки мякоти электрическим током в целях повышения выхода сока.

Б. Л. Флауменбаумом был предложен способ контактной обработки электрическим током низкой частоты напряжением 220 В — электроплазмолиз — для повышения выхода сока из фруктов и овощей. Было установлено, что электрическая обработка повышает клеточную проницаемость. Эффект электрической обработки зависит от градиента потенциала (приложенного напряжения и расстояния между электродами) и продолжительности обработки.

Биофизический эффект электроплазмолиза может быть определен по изменению силы проходящего через клетку тока, поскольку прохождению электрического тока через растительную ткань препятствуют цитоплазменные оболочки. Под влиянием тока цитоплазменные оболочки разрушаются, сила проходящего тока увеличивается и достигает максимального значения при полном разрушении цитоплазмы. Изменение силы тока, которое происходит очень быстро, может быть измерено осциллографом.

Разные виды плодов и ягод обладают неодинаковой токоустойчивостью. Семечковые плоды более устойчивы к воздействию тока, чем косточковые.

Обработку плодов электрическим током осуществляют в электроплазмолизаторах. Электроплазмолиза-

тор, разработанный Б. Л. Флауменбаумом, представляет собой горизонтальные вращающиеся встречно цилиндрические валики-электроды, смонтированные на металлической станине. Валики закрыты кожухом с бункером и приводятся в движение электромотором. Электроплазмоллизатор включают в сеть переменного тока напряжением 220 В.

Институт прикладной физики АН Молдавской ССР разработал новые схемы электрической обработки мезги и новые конструкции электроплазмоллизаторов, наиболее эффективным из которых является проточный «Плазмоллиз-2М». Он представляет собой диэлектрическую трубу с встроеными в нее кольцевыми электродами. Мезга насосом подается внутрь трубы и, двигаясь вдоль нее между электродами, подвергается действию электрического переменного тока одно- или трехфазного.

«Плазмоллиз-2М» обеспечивает повышение выхода сока из яблок в среднем на 5 %.

На предприятиях агрофирмы «Варница» установки «Плазмоллиз-2М» используют в линиях производства соков из яблок, томатов и винограда. Установки «Плазмоллиз» включают в технологическую линию после дробилки. Мезга подается на электроды установки насосом через трубопровод диаметром 100—150 мм. Электроплазмоллизатор работает при напряжении 380/220 В и силе тока 25—60 А в зависимости от обрабатываемого сырья.

Эксплуатация установок «Плазмоллиз-2М» в течение нескольких лет показала, что обработка электротоком не только повышает выход сока, но и облегчает его выделение из мезги и последующее осветление и уваривание благодаря тому, что сок после электрообработки содержит меньше тонкодисперсных взвесей и вязкость его ниже. Так, выход сока из яблок при эксплуатации прессов ПОК-200 (ПНР) после обработки электротоком повысился на 1,5—4,5 %, производительность пресса увеличилась на 25—35 %, осветление сока стало возможным без предварительного сепарирования.

Выход сусла из винограда увеличился на 0,5—2 % при одновременном повышении доли первой и второй фракций, используемых для производства натурального сока, на 3—5 %.

Применение электроплазмоллиза при производстве томатного сока и томатов концентрированных повысило выход сока и пульпы и снизило влажность отходов на 6 %, при этом экономия томатов составила 3,5 %.

Валковый электроплазмоллизатор А9-КЭД состоит из корпуса, приемного и разгрузочного бункеров, приводного устройства и электродной камеры, содержащей два изолированных от корпуса валковых электрода, соединенных с приводом. Электроды получают питание от сети трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В.

Зазор между электродами и частота их вращения регулируются в зависимости от перерабатываемого сырья. Электроплазмоллизатор снабжен пластинчатыми скребками для очистки электродов и съемной ножевой приставкой для разрыхления комкующегося сырья.

Сырье загружается элеватором в загрузочный бункер и попадает на валки-электроды, которые вращаются встречно. Проходя через зазор между валками, сырье подвергается действию электрического тока. После обработки мезгу насосом подают в пресс.

Применение электроплазмоллизатора позволило увеличить выход сока из красной смородины с 55 до 71 % по отношению к сырью.

Производительность электроплазмоллизатора А9-КЭД по яблокам 7 т/ч, по ягодам 2—3 т/ч. Частота вращения электродов 18—35 мин⁻¹, зазор между электродами изменяется от 2 до 20 мм.

Наиболее эффективна обработка сырья в том случае, когда из мезги до электрообработки отбирается часть жидкой фазы на стекателе или центрифуге. Возможна также обработка выжимок после пресса для извлечения дополнительного количества сока.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВ, ОБЛЕГЧАЮЩИХ ПРЕССОВАНИЕ

Прессование можно облегчить, а выход сока повысить путем добавления к мезге инертных веществ, которые улучшают структуру мезги и увеличивают поверхность прессования.

К таким облегчающим прессование веществам (ОПВ) относятся древесная стружка, волокна целлюлозы, рисовая лузга, кизельгур, перлит.

В США продолжительное время при прессовании яблок и винограда с высоким содержанием пектина применяют ОПВ, в Европе к помощи ОПВ прибегают редко (при прессовании богатых пектином ягод). В СССР при прессовании летних сортов яблок иногда применяют рисовую лузгу, обработанную кипящей водой и паром и промытую холодной водой.

В США волокна целлюлозы, перлит или рисовую лузгу добавляют в мезгу непрерывно при помощи специальных устройств. ОПВ пневматически загружают в сборник, а оттуда они через дозировочное устройство попадают в поток мезги в смеситель, где равномерно смешиваются с мезгой при помощи мешалок. Хорошее распределение ОПВ в мезге имеет важное значение для успешного прессования.

Количество добавляемых ОПВ составляет 0,5—1 % к массе мезги в зависимости от вида плодов, степени их зрелости и типа пресса.

ОБРАБОТКА ФЕРМЕНТАМИ

Большинство плодов и ягод содержат пектиновые вещества в тех или иных количествах, которые затрудняют выделение сока и снижают его выход.

Пектиновые вещества, представляющие собой высокомолекулярные производные углеводов, находятся в плодах в виде нерастворимого в воде протопектина и растворимого пектина. Растворимый пектин содержит в своей основе полигалактуроновую кислоту, образованную молекулами моногалактуроновых кислот, соединенных между собой в виде цепочки.

Полигалактуроновая кислота имеет в молекуле большее или меньшее число метоксильных групп, соединенных эфирными связями. От числа метоксильных групп (степени этерификации) зависят многие свойства пектина. Степень этерификации пектина плодов и ягод составляет 65—98 %, степень полимеризации колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен молекул галактуроновой кислоты.

Нерастворимый в воде протопектин имеет сложное строение, еще точно не установленное. Предполагают, что протопектин состоит из метоксилированных цепей поли-Д-галактуроновой кислоты, которые образуют поперечные связи через ионы металлов (кальция, маг-

ния) и фосфорнокислые мостики. В состав молекулы протопектина могут входить остатки целлюлозы, сахаров, уксусной кислоты и других веществ. Растворимый пектин находится в жидкой фазе плодов, протопектин входит в состав клеточных оболочек и срединных пластинок.

Основное влияние на отдачу сока оказывает растворимый пектин, который обладает водоудерживающей способностью и повышает вязкость сока, препятствуя его вытеканию. Поэтому при обработке мезги ферментами в целях повышения выхода сока необходимо разрушить растворимый пектин. Дегридированный пектин утрачивает способность связывать воду и вязкость сока снижается. Протопектин должен быть гидролизован только частично, так чтобы отделить клетки одну от другой и частично разрушить их стенки. Глубокого расщепления протопектина нельзя допускать, так как при этом высвободится растворимый пектин и вязкость сока вновь повысится.

Для разрушения пектиновых веществ используют пектолитические ферментные препараты, которые делятся на группы в зависимости от механизма их действия на пектиновые вещества: деэтерифицирующие (пектинметилэстеразы, пектиназы), вызывающие гидролитический распад эфирной связи в молекуле метоксилированных пектинов, и деполимеризующие (полигалактуроназы), расщепляющие гликозидные связи между остатками галактуроновых кислот. Эти группы делятся еще на подгруппы в зависимости от вида разрушаемых связей в молекуле пектина: внутренних (эндо) или концевых (экзо).

Пектинметилэстераза (пектиназа ПЭ, ПкС) отщепляет эфирные группы от этерифицированных карбоксильных групп. Деэтерификация пектина при этом может достигать 90 %, затем прекращается. Оптимальное значение pH для действия этого фермента изменяется в зависимости от вида плодов от 4,5 до 8.

Пектинтрансэлиминаза (ПТЭ) расщепляет гликозидные связи негидролитическим путем: протон из пятого атома углерода переносится в кислород гликозидной группы, причем одновременно происходит расщепление гликозидного соединения.

Полигалактуроназа (ПГ) вызывает гидролитичес-

кое расщепление гликозидных соединений пектиновой кислоты и деполимеризацию пектиновой молекулы.

Ферментные препараты изготовляют в виде жидкости или порошка из культур плесневых грибов, выращенных поверхностным способом на твердой питательной среде или глубинным способом.

Оптимальная температура для действия пектолитических ферментных препаратов 35—45°C. При понижении температуры активность препаратов понижается, повышение температуры сверх 55°C приводит к инаktivированию ферментов.

В СССР используют пектолитический ферментный препарат Пектофоетидин П10х, который представляет собой комплекс ферментов, обладающих следующей активностью (в ед/г):

Пектиназа (ПкС)	27
Полигалактуроназа (ПГ)	467
Пектинметилэстераза (ПЭ)	39
Целлюлаза (С ₁)	80
Амилаза	60

Препарат применяют как для обработки мезги в целях повышения выхода, так и для осветления соков.

В НРБ выпускают пектолитический ферментный препарат Бистрин, в ПНР — Пектипол, в ВР — Фи-лазим. В Швейцарии фирма «Швейцарские ферменты» выпускает препарат Пектинекс, фирма «Сиба Гейги» — Ультразим. Все эти препараты в основном пектолитического действия, используются для обработки мезги и осветления соков. Кроме того, фирмы «Сиба Гейги» и «Ром Хемише Фабрик» (ФРГ) вырабатывают ферментные препараты (Ургазим и Рогамент) мацерирующего действия, которые содержат активную полигалактуроназу и очень мало активную пектинэстеразу и способны вызывать разрушение пектина срединных пластинок и разделение клеток мякоти без их разрушения и дезертификации пектина.

Для осветления соков, содержащих крахмал, применяют пектолитические ферменты в комбинации с амилазами, разрушающими крахмал. В ФРГ такой комплекс ферментов выпускают под названием Панзим.

В СССР для осветления соков, содержащих крахмал, применяют смесь препаратов Пектофоетидин и Амилаза.

7

ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА СОКА (в %) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ПЕКТОФОЕТИДИНА

Плоды	Без обработки	С обработкой	Плоды	Без обработки	С обработкой
Айва	53	58	Слива	62	67
Голубика	72	79	Ткемали	58	65
Клюква	74	79	Черная смородина	62	71
Кизил	58	62	Яблоки	64	69

Обработка мезги ферментными препаратами не только повышает выход сока (табл. 7), но и улучшает его качество, так как при разрушении структуры клеточной ткани высвобождаются и переходят в сок красящие, ароматические и все растворимые вещества. Из плодов и ягод с высоким содержанием пектина без применения ферментных препаратов сок получить не удастся.

Ферментные препараты наиболее широко применяют для обработки мезги ягод (земляники, малины, черной смородины, клюквы, крыжовника) и косточковых плодов (слив, абрикосов). В США пектолитическими ферментными препаратами обрабатывают дробленый виноград сорта Конкорд для лучшей экстракции красящих веществ.

Применение ферментов дает возможность получать высокий выход сока из яблок хранившихся и с мучнистой мякотью.

Яблочная мезга может обрабатываться ферментами при комнатной температуре (холодная ферментация), при которой для расщепления пектина требуется 4—6 ч; при температуре 35°C — в течение 2 ч и при 50°C (горячая ферментация) — в течение 0,5—1 ч.

Мезгу обрабатывают пектолитическими препаратами в сборниках-ферментаторах, оснащенных медленно вращающимися мешалками (20—40 мин⁻¹) во избежание измельчения частиц мезги, благодаря чему сок не обогащается взвесями.

Новым видом ферментов, которые могут применяться для обработки мезги в целях повышения выхода сока, являются «разжижающие» ферменты, которые состоят из смеси пектинметилэстеразы и целлюлазы. Они могут использоваться для разжижения мезги как ово-

щей, так и фруктов. Если к мезге добавить 0,01 % пектинметилэстеразы и 0,1 % целлюлазы и выдержать ее при температуре 30—50 °С в течение 30—120 мин в зависимости от вида плодов, то плодовая масса благодаря разрушению клеточных стенок под действием целлюлазы полностью разжижается. В нерастворенном состоянии остаются только грубые, одревеневшие части. Содержание сухих растворимых веществ в плодовой массе при этом повышается благодаря гидролизу пектиновых веществ, полисахаридов и других соединений. Одновременно с этим понижается значение рН, что объясняется накоплением галактуроновой кислоты вследствие распада пектина.

Применение разжижающих ферментов позволяет повысить выход сока до 95 %.

Разжижающие ферменты могут применяться при производстве яблочного концентрированного сока. При этом яблоки моют, инспектируют и направляют в дробилку. При дроблении в мезгу непрерывно дозируют разжижающие ферменты. Мезгу с ферментами загружают в резервуар и выдерживают там при непрерывном помешивании до полного растворения мезги. При выдержке большое значение имеет интенсивное перемешивание, которое, однако, не должно нарушать целостность плодоножек и семян во избежание ухудшения вкуса сока. Для размешивания применяют многоступенчатую импульсную мешалку (рис. 4, а), которая обеспечивает движение мезги в разных направлениях, или дисковую (рис. 4, б).

Разжижение продолжают до тех пор, пока твердая фаза начнет легко отделяться от жидкой. При температуре 25 °С на это необходимо затратить около 2 ч. Продолжительность разжижения может быть сокращена при повышении температуры мезги до 40—50 °С, однако при этом могут теряться ароматические вещества и ухудшиться вкус сока.

При разжижении яблочной мезги содержание сухих растворимых веществ в зависимости от сорта яблок повышается на 1—2 %, значение рН снижается на 0,20—0,25.

После разжижения мезгу разделяют на твердую и жидкую фазы на вибросите. Твердый остаток составляет 4—6 % массы мезги, выход сока—93—96 % по массе. Сок включает остаток мелких взвесей, которые

обычными методами осветления трудно удаляются. Наиболее эффективно проводить осветление при помощи ультрафильтрации через трубчатые мембранные установки.

Соки, полученные при помощи разжижающих ферментов, имеют более высокое содержание галактуроновой кислоты и более высокую титруемую кислотность по сравнению с соками, отжатыми на прессах.

Лучший по качеству, менее окисленный сок можно получить в том случае, если для разделения твердой и жидкой фаз использовать не вибросито, а горизонтальную шнековую центрифугу — декантер и окислительные ферменты предварительно инактивировать (рис. 5).

Яблоки из хранилища транспортером и вертикальным элеватором с моющим устройством моются и подаются в дробилку. Измельченная масса

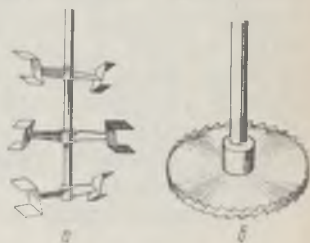


Рис. 4. Мешалки для мезги:
а — многоступенчатая; б — дисковая

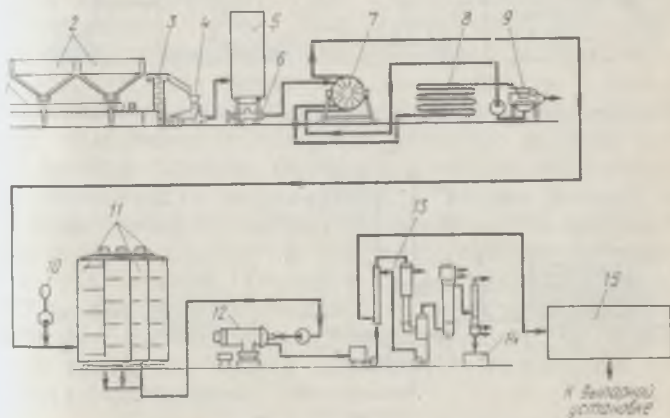


Рис. 5. Технологическая схема получения яблочного сока с применением разжижающих ферментов и декантера:

1 — транспортер; 2 — бункера-хранилища для плодов; 3 — вертикальный элеватор с камнеуловителем; 4 — дробилка-насос; 5 — буферный сборник; 6 — насос; 7 — спиральный теплообменник; 8 — трубчатый теплообменник; 9 — прогнечная машина; 10 — насос-дозатор ферментов; 11 — ферментаторы; 12 — декантер; 13 — установка для улавливания ароматических веществ; 14 — сборник концентрата ароматических веществ; 15 — участок осветления

мезгонасосом загружается в буферный резервуар, из которого затем подается в спиральный теплообменник, а из него — в трубчатый подогреватель, где нагревается до 90°C для инактивирования окислительных ферментов и уничтожения микроорганизмов, а также размягчения плодовой ткани. Нагретая мезга протирается на противочной машине для удаления семян, кожицы и других несъедобных частей. Протертая масса охлаждается примерно до 50°C и в нее непрерывно дозируются разжижающие ферменты. Смесь пюре с ферментами перемешивается и выдерживается в реакторе, после чего направляется в декантер. Здесь происходит отделение жидкой фазы от твердой. Полученный сок направляется в установку для улавливания ароматических веществ, затем осветляется, фильтруется и концентрируется по обычным режимам, принятым для яблочного осветленного сока.

По аналогичной технологии получают соки из ово-

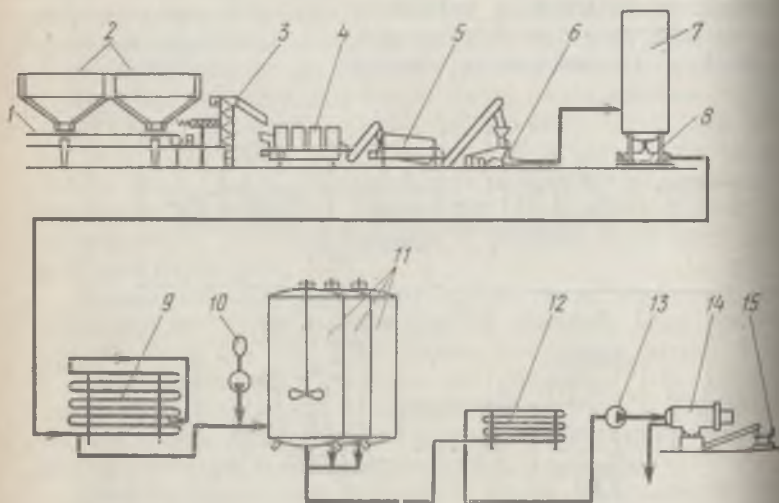


Рис. 6. Технологическая схема получения овощных соков с применением разжижающих ферментов и декантера:

1 — транспортер; 2 — бункера-хранилища для овощей; 3 — вертикальный элемент с ополаскивающим устройством; 4 — машина для щелочно-паровой очистки под высоким давлением; 5 — моечная машина; 6 — дробилка; 7 — буферный сборник; 8 — насос; 9 — подогреватель-охладитель; 10 — насос-дозатор ферментов; 11 — ферментаторы; 12 — трубчатый подогреватель; 13 — гомогенизатор; 14 — декантер; 15 — транспортер отходов

шей с применением разжижающих ферментов и декантера. Однако при этом дополнительно вводят процессы по щелочной или паровой очистке овощей от кожицы и гомогенизацию жидкой фазы, отделенной на декантере (рис. 6).

Выход сока из яблок составляет 85—90 %, из моркови — 75—85 %. Процесс производства непрерывный и обеспечивает получение соков хорошего качества с интенсивным цветом.

По описанной технологии могут быть получены и соки с мякотью путем регулирования процесса разделения фаз на декантере таким образом, чтобы часть мякоти оставалась в жидкой фазе. Неосветленные соки, полученные по этой технологии на декантере, обладают стабильной мутностью; при хранении в них может образоваться только небольшое количество осадка.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОКА

Для извлечения сока из подготовленной мякоти плодов применяют разные способы: прессование, центрифугирование, диффузию и др. Наиболее распространено прессование.

Основные требования, которые предъявляются ко всем способам извлечения сока, заключаются в максимальном выходе сока с минимальным содержанием взвесей, сохранении в соке натуральных свойств, присутствующих в свежих плодах, быстроте и непрерывности процесса, возможности механизации и автоматизации, высокой экономичности работы. С этой целью проводятся много исследований и разрабатываются аппараты разных конструкций. Большое число видов и сортов плодов и овощей с разнообразной структурой и технологическими свойствами делают практически невозможным создание единых аппарата и технологии для получения сока из них.

ПРЕССОВАНИЕ

Многими авторами прессование рассматривается как процесс разделения, при котором из пространства между движущимися противоточно прессующими поверхностями вытесняются твердые, жидкие или газо-

образные вещества. Однако особенности строения живой ткани нарушают эти теоретические положения.

Установлено, что при прессовании мезги не происходит равномерного перемещения твердых и жидких частиц между сближающимися прессующими поверхностями, условия текучести и обезвоживания в разных зонах прессуемого слоя неодинаковы и в крайних зонах и нижней части зависят от ширины и высоты прессуемого слоя. Кроме того, в процессе прессования происходит дополнительное разрушение клеточной структуры, неодинаковое для плодов разного вида. Б. Л. Флауменбаумом показано, что при давлении 1 МПа количество поврежденных клеток тканей винограда составляет 52 %, а яблок — только 10 %. Изучение факторов, влияющих на выход сока при прессовании, позволило оценить роль каждого.

Повышение давления способствует увеличению выхода сока, но до определенного предела. При давлении свыше 3—4 МПа количество поврежденных клеток и выход сока остаются примерно на одном уровне. К тому же при высоком давлении нарушается губчатая структура мезги, в сок переходит много мелких взвесей, и он становится мутным, трудно осветляется. Характер повышения давления также имеет значение. При чрезмерно быстром росте давления сок не успевает вытекать, «запрессовывается» в мезгу и выход его снижается. Лучшие результаты дает ступенчатое повышение давления, когда мезгу выдерживают при достигнутом давлении несколько минут, а затем ступенчато увеличивают давление.

Правильное измельчение является «половиной прессования». Степень измельчения должна быть такой, чтобы обеспечивалось максимальное разрушение клеток при сохранении губчатой структуры «скелета» мезги с каналами для вытекания сока.

При высоком слое мезги увеличиваются зона прессования и продолжительность вытеснения сока. Так, при уменьшении высоты слоя мезги с 12,5 до 5 см выход сока из яблок увеличивается на 4 %, из груш — на 6 % (табл. 8). Поэтому прессование необходимо вести в тонком слое. Этот принцип учтен во всех прессах современных конструкций.

Отделение свободно выделяющегося сока (сок-самотек) перед прессованием улучшает структуру мез-

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ СЛОЯ МЕЗГИ НА ВЫХОД СОКА (данные У. Шобингера)

Показатели	Яблоки	Груши
Давление прессования, кгс/см ²	20	30
Выход сока (в %) при высоте слоя мезги, см		
12,5	73,8	78,6
8,5	76,1	82,6
5,0	77,8	84,6

ги, укрепляет «скелет» прессуемого слоя и облегчает дренаж, что способствует более полному вытеканию оставшегося сока и повышает его выход. Количество сока-самотека из винограда составляет 30—45 %, из яблок — 15—25 %. Для извлечения сока-самотека перед прессами устанавливают стекатели. Они должны обеспечивать быстрое вытекание сока-самотека с минимальными аэрацией и давлением на мезгу. Мезга не должна перетираться, но желательно ее разрыхление. Стекатели применяют во всех линиях производства виноградного сока и довольно часто при извлечении сока из яблок. На консервных предприятиях применяют в основном шнековые стекатели.

Преимуществом шнековых стекателей перед другими типами является их высокая производительность, непрерывность работы, малые габариты, незначительная затрата ручного труда и простота обслуживания. В СССР выпускают шнековые стекатели типа ВССШ производительностью 10, 20, 30 и 50 т/ч по винограду и др.

Стекатель ВССШ (рис. 7) состоит из бункера с перфорированными боковыми стенками, заключенными в кожух. Под бункером располагается цилиндрический корпус, боковые и нижняя поверхности которого перфорированы. К передней части корпуса прикреплен перфорированный цилиндр. Внутри корпуса на валу установлен шнек, который вращается от электродвигателя через систему передач. На витках части шнека, расположенной под бункером, укреплены лопатки-рыхлители.

Мезгу из дробилки подают насосом в бункер, являющийся первой зоной стекания. Здесь отделяется

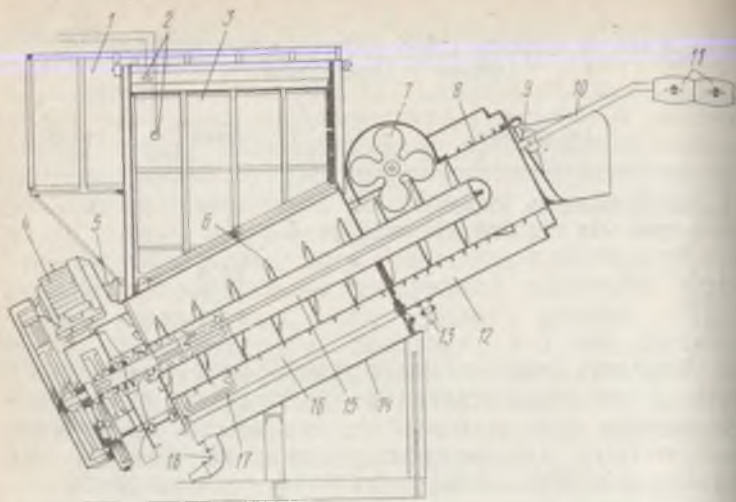


Рис. 7. Стекатель ВССШ-20:

1 — бункер; 2 — датчики уровня; 3 — дренажная перегородка; 4 — электродвигатель; 5, 13, 18 — патрубки; 6 — лопатки-рыхлители; 7 — звездочка; 8 — перфорированный цилиндр; 9 — заслонка; 10 — рычаг; 11 — грузы; 12, 14 — кожу-хи-суслоприемники; 15 — шнек; 16 — корпус; 17 — люк

свободно вытекающий сок и происходит легкое перемешивание мезги. Затем мезга переходит во вторую зону стекания, расположенную под бункером в корпусе стекателя. В этой зоне мезга подвергается небольшому рыхлению, что интенсифицирует отделение сока. Содержание сула в мезге в конце второй зоны уменьшается, и процесс отделения сока замедляется. В третьей зоне, расположенной в перфорированном цилиндре, для дальнейшей интенсификации сокоотделения на мезгу шнеком оказывают небольшое (0,16—0,20 МПа) давление, поддерживаемое и регулируемое заслонкой с рычагом.

Ось стекателя наклонена под углом 50° к горизонту, что облегчает стекание сока-самотека и позволяет выгружать мезгу из стекателя непосредственно в приемный бункер пресса.

Для отбора сока-самотека из яблок более пригодны стекатели РЗ-ВСП, которые устанавливают перед шнековыми прессами. Стекатель РЗ-ВСП-10 состоит из двух установленных параллельно перфорированных цилиндров, внутри которых проходят шнеки. Привод

стекаателя включает электродвигатель и цилиндрический многоступенчатый редуктор. Цилиндры смонтированы на общей раме с поддоном.

Мезга подается из дробилки в приемную часть стекаателя, образованную стенками поддона. Здесь она подхватывается вращающимися в противоположные стороны шнеками и подается в перфорированные цилиндры. Необходимое давление на мезгу создается подпружиненными лепестками диафрагмы. Сок проходит через перфорированные стенки приемной части и цилиндров и собирается в поддоне, а оттуда отводится в сокосборник.

Производительность стекаателя по яблокам 10 т/ч, выход сока-самотека из яблок технической зрелости 35—45 %, содержание взвесей 1,5—2,5 %. Наружный диаметр шнеков 536 мм, шаг шнеков 190 мм, угловая скорость 0,10—0,25 рад/с.

После отбора сока-самотека мезга поступает на прессование, для которого применяют прессы. По конструкции и принципу действия прессы могут быть классифицированы на прессы периодического и прессы непрерывного действия.

Прессы периодического действия. Эти прессы обеспечивают получение сока хорошего качества с низким содержанием взвесей, но в современных поточных высокопроизводительных линиях их все чаще заменяют прессами непрерывного действия.

Основные типы прессов периодического действия — гидравлические пакетные и корзиночные.

Гидравлические пакетные прессы могут быть с горизонтально или вертикально поставленными пакетами. Наибольшее распространение получили прессы первого типа. Вертикальные пакетные прессы не нашли широкого распространения.

Пакетные прессы (рис. 8) универсальны и применяются для прессования разных видов плодов. Выход и качество сока высокие. Недостатками прессов являются периодичность работы и большой расход рабочей силы.

В трехплатформенном пакетном прессе (НРБ) осуществляется равномерная загрузка шнековым дозатором. Давление прессования может быть поднято до 30 МПа. Производительность пресса 4 т/ч; рабочее давление прессующих механизмов (в МПа): первого

Рис. 8. Пакетный гидравлический пресс:

1 — бункер; 2 — пакеты; 3 — передвижная платформа; 4 — рама

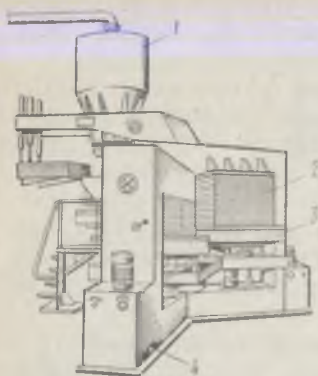
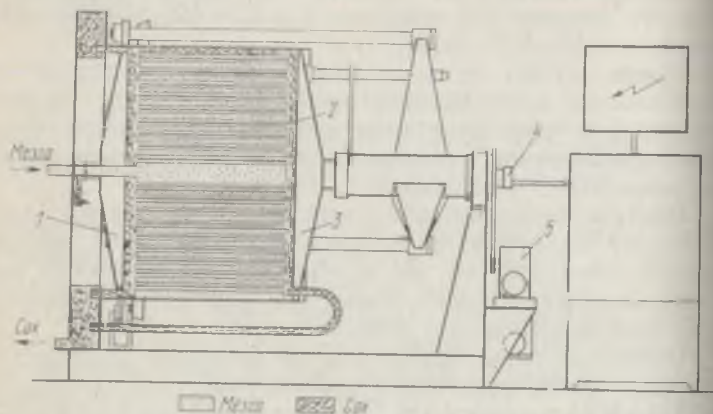


Рис. 9. Пресс «Бухер НР»:

1 — неподвижный диск; 2 — дренажные стержни; 3 — подвижный диск; 4 — вал; 5 — привод



5, второго 20; число пакетов 15—24; высота слоя мезги в пакете 15—24 см; продолжительность прессования 15—18 мин.

В СССР в производстве яблочного и ягодного соков используют гидравлические пакетные прессы производства НРБ и ПНР. В них мезгу формируют в виде отдельных слоев, которые перекладывают салфетками из прочной ткани и дренажными решетками. Хорошие результаты дает применение лавсановой ткани марки ТЛФ артикулов 76056 и 76065, которые имеют поры, достаточные для прохождения сока. Толщина слоя мезги в пакете составляет 60—80 мм в зависимости от вида и степени зрелости плодов.

В пакетном прессе ПОК-200 (ПНР) рабочим органом является гидроцилиндр, взаимодействующий с плунжером, на котором расположена платформа. Прессующая плита неподвижно укреплена на стойках. Пресс имеет три платформы, из которых на одной производится прессование, а две другие находятся подзагрузкой и разгрузкой. Платформа, загруженная пакетами с мезгой, поворотом карусели устанавливается под прессующую плиту; одновременно вторая платформа, где прессование окончено, отводится под разгрузку. Угол поворота карусели регулируется фиксатором.

Пресс снабжен гидравлическим подъемником, расположенным под местом формирования пакетов. В начале загрузки подъемник находится в крайнем верхнем положении, а по мере формирования пакетов опускается. Работа пресса автоматизирована. Продолжительность и давление прессования можно регулировать. Производительность пресса по яблочной мезге 3,3 т/ч, удельное давление прессования 2,5 МПа. В процессе прессования давление повышают постепенно и регулируют в зависимости от скорости выделения сока.

На пакетных прессах получают довольно высокий выход сока — 70—72 % при небольшом содержании взвесей (1,0—1,8 %). Однако ввиду большой затраты рабочей силы для загрузки и разгрузки пакетов и периодичности работы эти прессы заменяются прессами непрерывного действия.

Горизонтальный корзиночный пресс «Бухер НР» (Швейцария) пригоден для прессования разных фруктов и ягод.

Пресс (рис. 9) представляет собой сплошной цилиндр (корзину), закрытый с двух сторон дисками, один из которых приводится в движение гидравлической системой; а второй закреплен неподвижно. Между дисками размещена дренажная система из гибких желобчатых стержней, покрытых снаружи синтетической фильтрующей тканью и служащих для сбора и отвода сока в сборный резервуар. Через центр неподвижного диска проходит трубопровод для подачи мезги в пресс. Под прессом расположен шнек для удаления выжимок. Основой гидравлической системы является насос, состоящий из низкой и высокой ступеней давления.

Прессование осуществляется без вращения цилиндра. Мезга подается насосом через трубопровод внутрь цилиндра между подвижным и неподвижным дисками и заполняет пространство между дренажными стержнями, которые при прессовании сгибаются.

Во время прессования подвижный диск вдвигается внутрь корзины и создает давление на мезгу. Под влиянием давления сок отделяется от мезги, проходит через фильтрующую ткань и по желобкам дренажных стержней стекает в свободное пространство между дисками, а оттуда в общий трубопровод. При загрузке пресса на мезгу создается некоторое давление, которое позволяет еще при заполнении пресса отделить около 50 % сока.

Величину давления в прессе на мезгу в процессе заполнения и прессования регулируют по манометру автоматически или вручную. По окончании одного цикла прессования подвижный диск отодвигается назад, при этом стержни распрямляются и разрыхляют мезгу. Каждая партия загруженной мезги прессуется за 4—5 циклов. По окончании прессования корзина пресса отодвигается от неподвижного диска и в образовавшееся пустое пространство выжимки выпадают из пресса в бункер, а из него удаляются шнековым транспортером. При удалении выжимок корзина пресса вращается.

При необходимости повысить выход сока в прессе «Бухер НР» возможно экстрагировать выжимки водой для извлечения остатков растворимых веществ. При этом по окончании прессования выжимки оставляют в прессе и в закрытый пресс подают воду. Для улучшения условий экстрагирования выжимки разрыхляют, для чего цилиндр пресса приводят во вращательное движение. После этого выжимки прессуют обычным способом. Для повышения содержания сухих веществ в экстракционной воде последнюю можно использовать несколько раз.

Пресс выпускается двух моделей: НР-3000 и НР-5000 производительностью соответственно 3000 и 5000 кг/ч по яблокам. При прессовании ягод производительность увеличивается до 10 т/ч. Максимальное давление прессования 12 МПа, продолжительность прессования одной загрузки пресса 70—75 мин, продолжительность загрузки мезгой 10—18 мин.

В СССР для прессования яблок применяется пресс «Бухер НР-3000» в сочетании с дробилкой-насосом, при этом выход сока составляет в среднем 80 % при содержании взвесей 0,7—1,3 % и влажности выжимок 66,8 %. Управление прессом полностью автоматизировано, один человек может управлять работой двух прессов. Технологическая схема получения сока с использованием пресса «Бухер НР-3000» показана на рис. 10.

Горизонтальный корзиночный пресс ГЛО 3-1 (ЧССР) — универсальный; предназначен для прессования разных семечковых и косточковых плодов и ягод; имеет программное управление, которое обеспечивает величину необходимого давления на мезгу на разных этапах прессования; регулирует продолжительность движения поршня, скорость перемещения движущегося диска и другие параметры процесса. Корзина пресса изготовлена из стали с внутренним покрытием из белого хлоркаучука, дренажные рукава — из пищевой резины. Производительность пресса 4—5 т/ч в зависимости от вида плодов; выход сока 75—80 %.

В универсальном «Мультипрессе» (ФРГ) сок отжимается из мезги с помощью пневматической мембраны через дренажные устройства внутри кожуха. В отличие от гидравлических систем для создания давления здесь используется не масло, а сжатый воздух. Все клапаны — пневматические и имеют автоматическое дистанционное управление.

Продукт загружается насосом через загрузочное отверстие в торцевой стенке резервуара непосредственно из дробилки или через промежуточный накопительный резервуар для мезги. Во время заполнения камеры пресса происходит предварительное отделение сока. Дальнейшее выделение сока с помощью давления осуществляется в три фазы. Первая фаза протекает при давлении 0,02 МПа, которое постепенно увеличивается и во время последней фазы достигает максимума (0,2 МПа). Каждая фаза делится на определенное число циклов, во время которых происходит прессование (при остановке корзины пресса) и разрыхление мезги (при вращении корзины). Сок через специальную дренажную систему стекает в сокосборные каналы, а по ним — в соковую ванну.

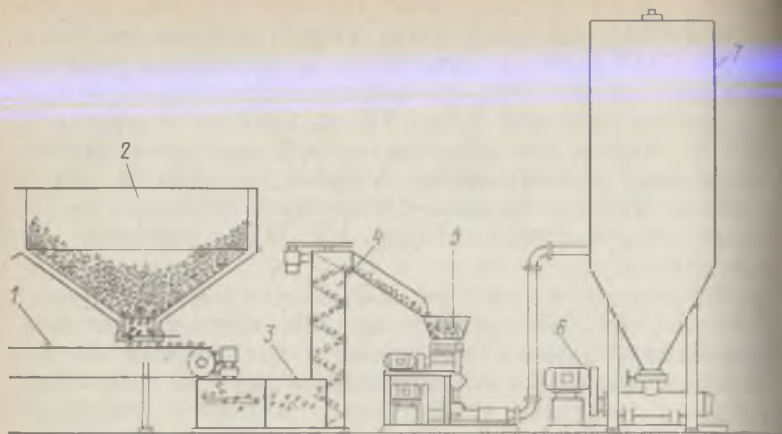


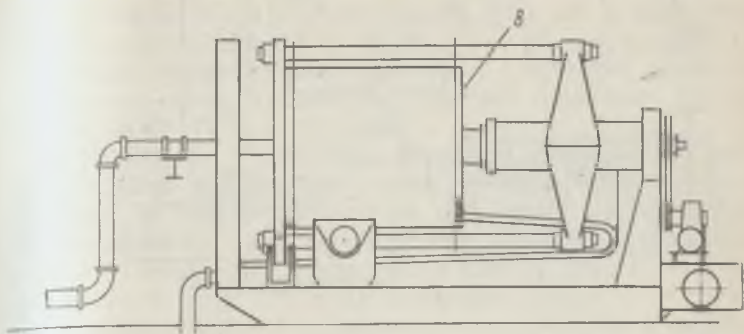
Рис. 10. Линия производства соков
1 — ленточный транспортер; 2 — загрузочный бункер; 3 — моечная машина;
4 — мезги; 5 — пресс

Спиралевидные устройства подают к загрузочному отверстию выжимки, которые удаляются с помощью шнекового или ленточного транспортера.

Закрытая конструкция пресса обеспечивает минимальные соприкосновение продукта с воздухом и пенообразование, предотвращает разбрызгивание сока во время прессования. В конце рабочего дня резервуар заполняют водой и очищают при вращении корзины. После продолжительной работы (около 4 нед) или в конце сезона осуществляют автоматическую химическую очистку пресса. Каналы для слива сока при санитарной обработке могут быть демонтированы, что облегчает мойку.

На прессе может быть получен сок из семечковых и косточковых плодов и ягод. Пресс выпускается трех моделей. При испытании прессов моделей МР-45, МР-100 средняя производительность составила 2 и 4,8 т/ч, выход сока для каждой модели — 81 %, при содержании взвесей — 0,8—1,3 %.

Пресс «Аппль ПФ» (Италия) является новым типом пресса периодического действия. По конструкции он подобен пластинчатому фильтрпрессу. Мезга загружается в сетки из полимерной ткани, расположенные между эластичными элементами и пластинами. Давле-



с использованием пресса «Бухер НР-5000»:

4 — вертикальный элеватор; 5 — дробилка-насос; 6 — мезгонасос; 7 — сборник «Бухер НР-5000»

ние на пластины создается гидравлической и пневматической системами. В процессе прессования пластины сближаются и давят на эластичные элементы и мезгу. После окончания прессования пластины расходятся и выжимки выпадают из сеток. Весь процесс прессования проходит в закрытой системе без доступа воздуха и окисления продукта.

Пресс выпускается трех моделей производительностью 5; 7,5 и 10 т/ч. Продолжительность одного цикла работы, включая загрузку и разгрузку, 30—40 мин, в том числе собственно прессование 12—15 мин. Благодаря применению тканей с мелкими порами содержание взвесей в соке находится в пределах 2—3 %.

Пресс «Аппль ПФ» может применяться для получения сока из косточковых плодов с обработкой мезги теплом или ферментами (рис. 11).

Сырье загружают в сборник со шнековым транспортером на дне, который подает плоды в ковшовый элеватор, загружающий сырье в дробилку. Измельченная в дробилке масса подается в протирачную машину, где из нее удаляются косточки. Освобожденная от косточек масса насосом подается через подогреватель в сборник-смеситель. Из сборника-смесителя масса винтовым насосом подается в дозатор, а из него шнековым насо-

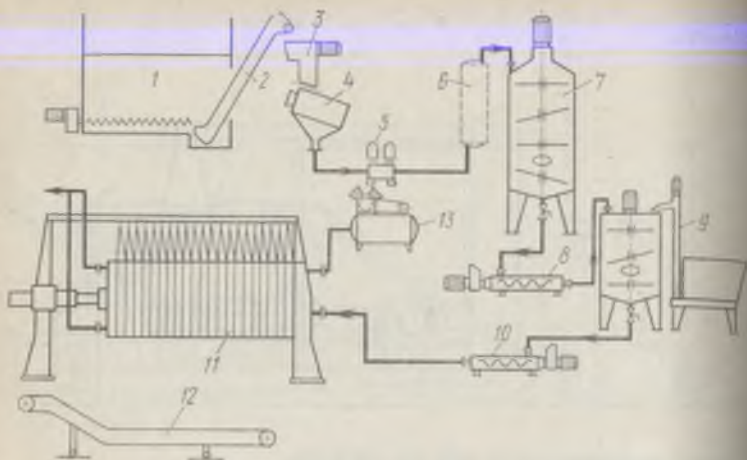


Рис. 11. Технологическая схема получения соков из косточковых плодов с использованием пресса «Аппль ПФ»:

1 — сборник с элеватором; 2 — ковшовый элеватор; 3 — дробилка; 4 — машина для удаления косточек; 5 — мезгонасос; 6 — подогреватель; 7 — сборник-смеситель; 8 — загрузочный винтовой насос; 9 — дозатор; 10 — шнековый насос для мезги; 11 — пресс «Аппль ПФ»; 12 — конвейер для отходов; 13 — воздушный компрессор



Рис. 12. Шнековый пресс со стекателем:

1 — корпус; 2 — бункер; 3 — стекатель; 4 — платформа

сом перекачивается в пресс с пневматической установкой. Выжимки удаляются из пресса конвейером.

В прессе предусмотрена возможность экстрагирования выжимок водой в соотношении 1 : 1 для извлечения остатков экстрактивных веществ.

Прессы непрерывного действия. Из этих прессов наибольшее распространение получили шнековые и ленточные.

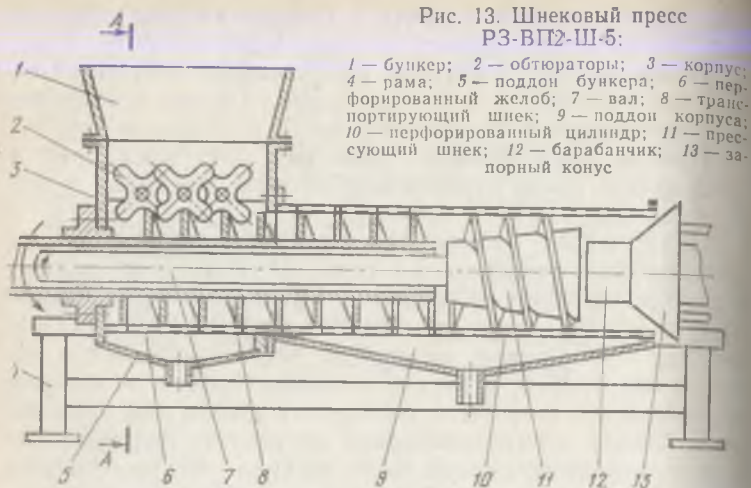
Шнековые прессы широко применяются при производстве виноградного сока, а также для получения сока из яблок и гранатов. Шнековый пресс машиностроительного завода «Винмаш» (НРБ) предназначен для прессования винограда. Мезга попадает в загрузочный бункер, а оттуда в корпус пресса, в котором перемещается шнеком к выходному концу, где установлены клапан и гидравлический регулятор. Клапан регулирует величину зазора для выхода отпрессованной массы, а гидравлический регулятор автоматически поддерживает оптимальное давление в камере прессования. При подходе к клапану мезга уплотняется и образует «пробку», создающую дополнительное давление на мезгу.

Пресс работает в комбинации с непрерывно действующим стекателем статично-динамичного типа (рис. 12). Пресс выпускается двух типов производительностью 4—8 и 8—12 т/ч.

Шнековый пресс ВПНД-10 используется в СССР для отжима сока из винограда. Пресс состоит из редуктора, вала с двумя шнеками, загрузочного бункера, перфорированного барабана, запорного конуса, гидрорегулятора, ванны для сока и кожуха. Мезга подается в загрузочный бункер, где отделяется первая фракция — свободно вытекающая часть сока (самотек). Затем мезга захватывается транспортным шнеком и перемещается вперед к прессующему шнеку.

При транспортировании мезга незначительно сжимается, в результате чего отделяется вторая фракция сока, содержащая больше взвесей, чем сок-самотек. В третьей зоне диаметр вала увеличивается, шаг шнека уменьшается, в результате объем свободного пространства также уменьшается, а давление увеличивается. Здесь отделяется третья фракция сока с высоким содержанием взвесей. Третью фракцию в производстве натурального сока обычно не используют.

Рис. 13. Шнековый пресс
РЗ-ВП2-Ш-5:



Для получения яблочного сока в СССР применяют шнековые прессы несколько модернизированной конструкции. Пресс РЗ-ВП2-Ш-5 (рис. 13) для прессования яблочной мезги имеет фильтрующий проволочный цилиндр с мелкими отверстиями и обтюрирующие устройства (направляющие звездочки) в корпусе прессы, что дало возможность равномерно подавать яблоки в пресс и еще в зоне бункера удалять значительную часть сока-самотека. Установка дополнительной опоры для вала шнека позволила получить гарантированный зазор между шнеком и стенками прессы, снизила опасность перетиранья и запрессовки мезги. В результате этого количество взвесей в соке снизилось до 2,7 % при выходе сока 71 %.

При использовании шнековых прессов для получения яблочного сока их комплектуют в линию, включающую дисковую дробилку ВДР-5, стекатель ВСР-10, пресс шнековый и отделитель грубых примесей. Однако качество яблочного сока, полученного на шнековых прессах, ниже качества сока, отжатого на пакпрессе или прессах ленточного типа или корзиночных. Сок, отжатый на шнековом прессе, включает значительное количество мелких взвесей, трудноудаляемых обычными способами. Этот пресс малоприменим для прессования мезги яблок летних сортов или хранившихся с размят- ченной или рыхлой тканью.

Фирмы «Валлей» (США) и «Сернаджиотто» (Италия) изготавливают шнековые прессы с двумя и более параллельно расположенными шнеками, которые обеспечивают получение сока более высокого качества за счет снижения удельной нагрузки мезги на дренажную поверхность пресса. Шнеки заключены в самостоятельные цилиндры с индивидуальными конусами регулирования давления в прессуемой массе. Выходные части шнеков выходят в общий загрузочный бункер.

В последние годы получили распространение импульсные шнековые прессы с периодическим вращением шнека и его последующим продольным перемещением, что позволяет проводить прессование с минимальным истиранием мезги. За рубежом выпускают импульсные прессы с диаметрами шнеков от 500 до 1000 мм.

Конструкция импульсного пресса разработана в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова. Пресс состоит из гидравлического и механического приводов, приемного бункера, шнека, перфорированного цилиндра, корпуса со щитками и конуса с гидрорегулятором. Количество взвесей в виноградном соке, полученном на таком прессе, составляет 28—30 г/дм³.

Анализ конструкции и работы отечественных и зарубежных шнековых прессов показывает, что для улучшения качества сока необходимо снизить удельное давление на мезгу за счет уменьшения частоты вращения шнеков до 0,5—1,0 мин⁻¹.

Ленточные прессы получили в последние годы наибольшее распространение благодаря возможности на них прессования в тонком слое и высокой производительности.

Пресс ленточный ПЛ производства НРБ (рис. 14) состоит из бесконечного фильтрующего полотна, которое проходит между двумя вертикально поставленными металлическими пластинчатыми лентами и двумя рядами вертикально поставленных пластмассовых вальцов. Ленты движутся в противоположных направлениях под углом одна к другой.

Мезга загружается насосом в корытообразно согнутое фильтрующее полотно и вначале проходит между вальцами, где от нее отделяется большая часть сока, затем поступает в пространство между прессующими

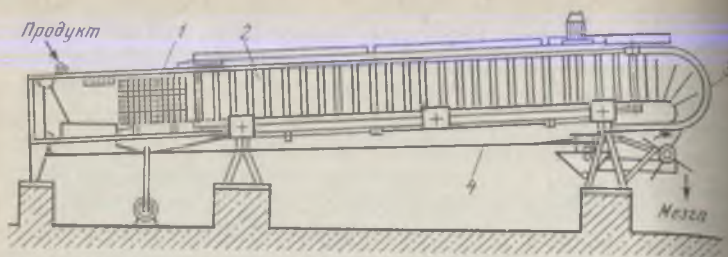


Рис. 14. Пресс ленточный (НРБ):

1 — пластмассовые валцы; 2 — металлическая пластинчатая лента; 3 — фильтрующее полотно; 4 — поддон

пластинчатыми лентами, где подвергается воздействию увеличивающегося давления. Сок стекает через фильтрующее полотно вниз по поверхности обеих лент и собирается в коллекторе из нержавеющей стали.

Планки, поддерживающие фильтрующее полотно, расходятся на выходе его из пресса, и полотно раскрывается, выжимки выбрасываются, после чего полотно опять поступает в зону загрузки пресса и принимает корытообразную форму при помощи направляющих планок. Для лучшей очистки полотна от остатков выжимок предусмотрено встряхивающее устройство, а также возможность мойки полотна водой из смонтированных под полотном сопел.

Пресс выпускается двух типоразмеров: ПЛ-2,5 и ПЛ-5 производительностью по яблокам соответственно 2,5 и 5 т/ч. Скорость движения ленты может регулироваться в пределах от 0,55 до 2,57 м/мин.

Пресс ПЛ-2,5 (ПЛ 1120) (НРБ) был испытан при прессовании яблок. На прессование подавалась мезга яблок, в которой было 42 % частиц размером 3—5 мм, 31,4 % частиц размером более 5 мм и 26,6 % частиц размером менее 3 мм. Выход сока составил 70 % с содержанием 2,3 % взвесей, влажность выжимок 71 %. Пресс поставляется в СССР с линией производства яблочного осветленного сока.

Ленточный пресс ПВК-12 (СФРЮ) (рис. 15) состоит из несущей рамы, приемного бункера для мезги, двух бесконечных сетчатых лент из полиэфира, которые движутся вокруг 16 роликов специальной конструкции, сборной ванны для сока, привода с вариато-

ром, натяжного устройства, механическо-пневматического устройства для натяжения ленты и системы мойки лент.

Мезга поступает из бункера на ленту, которая вначале движется горизонтально. На этом участке (зона стекания) отделяется свободно вытекающий сок (сок-самотек), и мезга уплотняется в «лепешку». «Лепешка» движется дальше между натянутыми лентами и расположенными каскадом роликами, которые создают давление на мезгу и отжимают сок. В конце пресса ленты расходятся, «лепешка» выпадает на транспортер для отходов, ленты возвращаются к месту загрузки, по пути промываясь водой. Сок из зоны стекания и зоны прессования собирается в расположенный внизу сборник. Скорость движения лент и толщина слоя мезги на ленте регулируются.

Производительность пресса по яблокам 12 т/ч; установленная мощность 3 кВт; расход воды 2 м³/ч. Все части пресса, соприкасающиеся с продуктом, изготовлены из нержавеющей стали; ролики — из нержавеющей стали, четыре из них покрыты пищевой резиной.

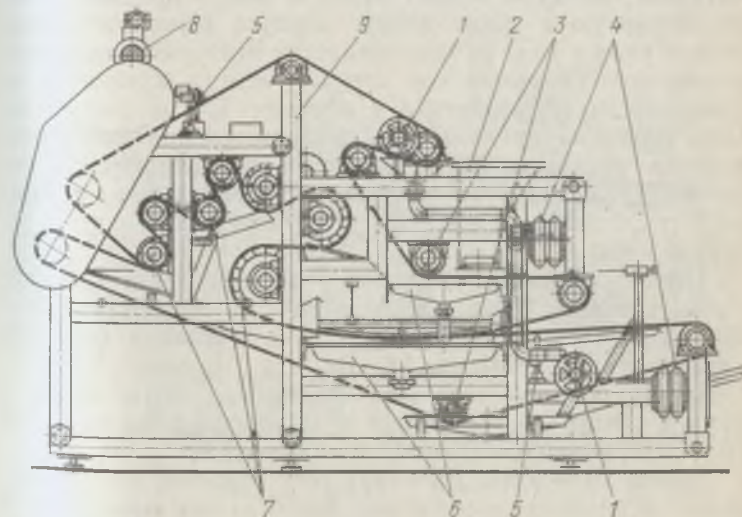


Рис. 15. Пресс ленточный ПВК-12:

1 — система мойки лент; 2 — приемный бункер; 3 — сетчатые ленты из полиэфира; 4 — натяжные устройства; 5 — механическо-пневматическое устройство для натяжения лент; 6 — ролики; 7 — сборные ванны; 8 — привод с вариатором; 9 — несущая рама

Продолжительность прессования примерно 4 мин. Управление прессом автоматизировано.

Пресс ленточный Ш10-КПЕ (объединения «Грузпищемаш») состоит из прессующих транспортеров, питателя, отклоняющих барабанов, рамы, натяжного барабана, механизма для чистки и мойки прижимного устройства, ленты из прочной ткани.

Прессующие транспортеры связаны между собой опорами, сваренными из швеллеров. На транспортерах снизу расположены направляющие, по которым скользит цепь. Прессующие транспортеры смонтированы один над другим таким образом, что зазор между ними постоянно уменьшается, что повышает давление на мезгу и способствует повышению выхода сока. Питатель двухшнековый с перфорированным корпусом в поперечном сечении имеет овальную форму и подает мезгу в ленту.

Отклоняющие барабаны служат опорами ленты. Механизм для очистки и мойки ленты выполнен в виде вращающейся щетки и устройства для подачи воды.

Масса из дробилки попадает в бункер шнекового питателя, который подает мезгу в ленту, предварительно свернутую в рукав вокруг корпуса шнекового питателя. Рукав с мезгой захватывается прессующими транспортерами. Отжатый сок стекает между планками по поверхности транспортера в сборник. После выхода из зоны прессования лента при помощи специального устройства раскрывается, и выжимки выгружаются. Лента, имеющая на этом участке плоскую форму, очищается и обмывается и опять поступает на участок загрузки мезги.

Производительность пресса по яблокам 5 т/ч; скорость транспортеров регулируется в пределах 0,04—0,12 м/с; частота вращения шнека питателя 0,45 с⁻¹; установленная мощность 28 кВт.

Пресс предназначен для отжима сока из яблок и других семечковых плодов и ягод. Выход сока из яблок 70—71 %; содержание взвесей в соке 2,5 %.

Пресс Ш10-КПЕ (рис. 16) был испытан на Тбилиском экспериментальном заводе пищевых продуктов в качестве первого пресса для получения сусла из винограда сорта Ркацители с содержанием 19—21 % сухих веществ. На прессе отжимали первую фракцию сока, а дожим мезги осуществляли на шнековом прессе. Ви-

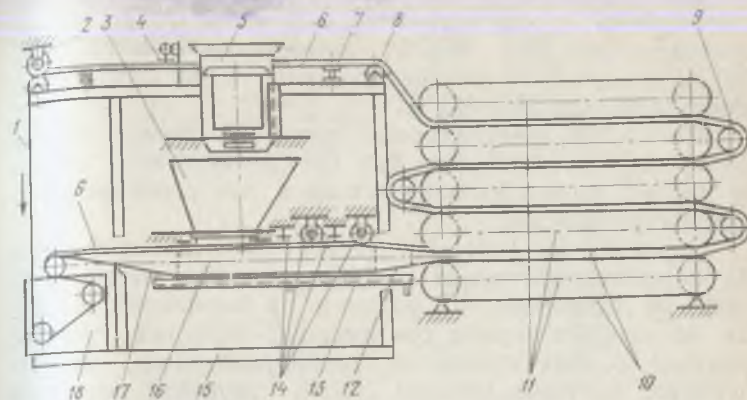


Рис. 16. Пресс Ш10-КПЕ:

1, 6, 17 — фильтрующие ленты; 2 — прижимное устройство; 3 — бункер; 4, 7 — ролики для раскрытия ленты; 5 — привод; 8 — отклоняющий барабан; 9 — барабан; 10 — транспортное полотно; 11 — прессующие механизмы; 12 — коническая насадка; 13 — лоток для сока; 14 — ролики заворачивания фильтрующей ленты; 15 — станина; 16 — питатель; 18 — устройство для мойки ленты

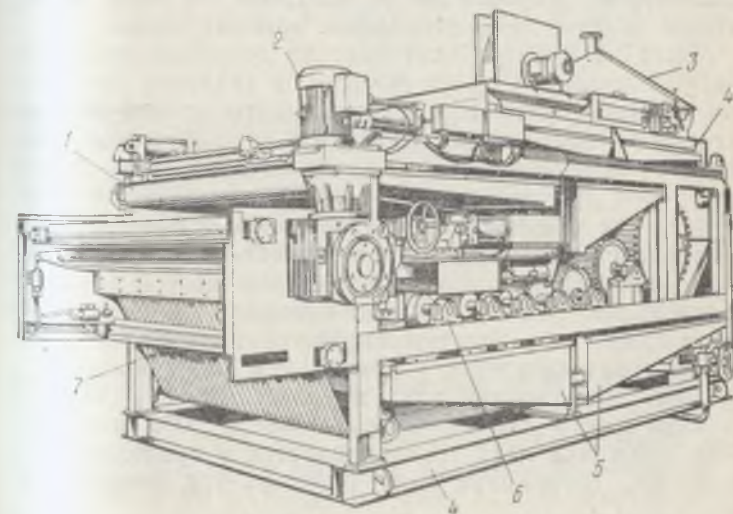


Рис. 17. Экстракторный пресс ХР-20:

1 — верхняя лента; 2 — привод; 3 — бункер; 4 — рама; 5 — сборник сока; 6 — валик; 7 — нижняя лента

ноград подавали на прессование с гроздьями. Производительность пресса составила 5,25—5,34 т/ч по сырью; выход сусла 59,4—60,4 %; содержание взвесей 3,2—3,5 %; содержание полифенолов 0,02—0,034 г/дм³; влажность выжимок 68,4—72 %.

Ленточный экстракторный пресс ХР фирмы «Бухер-Гуйер АГ» предназначен для предварительного прессования, но может использоваться и как основное прессующее устройство.

Пресс ХР-20 (рис. 17) состоит из массивной рамы из нержавеющей стали с бункером для мезги; двух лент из полиэфира; 12 валиков из нержавеющей стали, из которых первые три имеют Т-образный профиль: привода с бесступенчатым регулированием; трехступенчатой системы очистки ленты, которая включает скребки для удаления основной массы выжимок, вращающиеся щетки для снятия оставшихся мелких частиц, самоочищающиеся сопла для промывания ленты водой под высоким давлением; сборника для сока, расположенного так, что предотвращается образование пены; пульта с программным управлением и микропроцессором. Управление и контроль на всех этапах работы пресса осуществляются автоматически.

Мезга из бункера поступает на верхнюю ленту, где сок под влиянием силы тяжести и давления профильных валиков отделяется. Длина ленты в зоне предварительного прессования равна 2,5 м. Затем мезга попадает в зону прессования, длина которой 10 м. В этой зоне ленты проходят через валики уменьшающегося диаметра, что обеспечивает интенсивное отделение сока.

Производительность пресса зависит от высоты и ширины слоя мезги на ленте, натяжения лент и скорости их движения. Эти же факторы оказывают влияние и на выход сока, но в противоположном направлении: чем выше производительность пресса, тем ниже выход.

Пресс выпускается двух моделей: ХР-15 и ХР-20 с шириной ленты соответственно 1500 и 2000 мм. Скорость движения лент устанавливается в пределах 4,5—18 м/мин. Натяжение лент регулируется пневматически.

В 1985 г. прессы ХР были испытаны при прессовании яблок, ягод и груш. При выходе сока 76 % средняя производительность пресса ХР-16 составила 7,2 т/ч, а у пресса ХР-20 — 10,5 т/ч, при выходе сока 64 % макси-

Рис. 18. Пресс Амос
АР 1500/1000 (ФРГ):

1 — бункер для загрузки мезги; 2 — зона предварительного прессования; 3 — устройство для очистки ленты; 4 — сборник для сока; 5 — труба для выхода выжимок; 6 — натяжное устройство; 7 — лотки для стекания сока; 8 — основная зона сжатия; 9 — направляющий ролик; 10 — станина

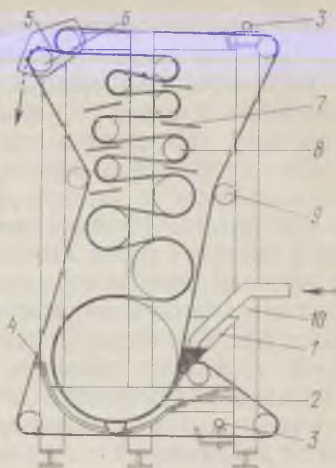
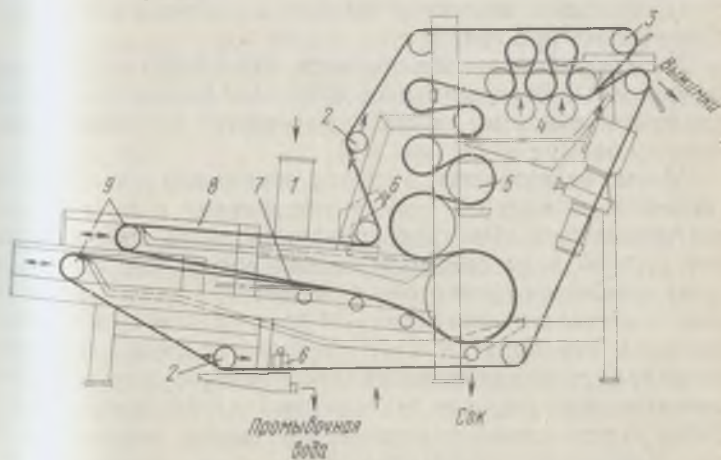


Рис. 19. Пресс Кляйн типа ФП:

1 — загрузочный бункер; 2 — барабаны-контроллеры; 3 — приводные ролики; 4 — зона высокого давления; 5 — зона срезания; 6 — устройства для мойки ленты; 7 — зона среднего давления; 8 — зона стекания; 9 — натяжные ролики



мальная производительность прессов составила соответственно 30 и 42 т/ч. При такой производительности пресс используется для предварительного отжима как стекатель. Давление сжатого воздуха, подаваемого в пресс, 0,8—1 МПа, давление воды 2 МПа, расход воды соответственно 10,3 и 13,4 м³/ч, потребляемая мощность 9,1 и 11,1 кВт для прессов ХР-15 и ХР-20.

Ленточный пресс Амос АР 1500/1000 (рис. 18) по конструкции отличается от других ленточных прессов:

прессующие валики его расположены в вертикальной плоскости; для предварительного отжима служит валик особенно большого диаметра из нержавеющей стали; рама пресса из нержавеющей стали обеспечивает возможность быстрой очистки.

Мезга поступает в пресс снизу на ленту, затем лента движется вверх, проходя вокруг различных прессующих валиков к месту разгрузки выжимок в верхней части пресса. Машина имеет только один сборник для сока, который легко вынимается.

Ленты очищаются с помощью очень эффективной системы «мойки на месте» (CIP), требующей небольшого расхода воды. Ременной привод проходит вблизи двух последних валиков, а не у зоны разгрузки, что обеспечивает хороший контакт лент с продуктом. Все провода и шланги размещены в раме, что предохраняет их от загрязнений.

Пресс легко транспортируется. Выход сока соответствует средней величине выхода на ленточных и гидравлических прессах.

Ленточный пресс Кляйн типа ФП (ФРГ) — наиболее совершенный из ленточных прессов. Он снабжен более длинными лентами, на рабочем участке которых расположены четыре зоны (рис. 19).

Мезга загружается в пресс шнековым загрузочным устройством, которое регулирует ширину и высоту слоя мезги на ленте. Распределенная на ленте мезга проходит первую зону стекания, где из мезги под действием силы тяжести отделяется сок-самотек, количество которого составляет примерно 20 % к массе мезги. Зона стекания переходит в зону среднего давления, где мезга попадает в клиновидное пространство между двумя лентами, переходящее в изогнутый дугой отрезок пути. Здесь мезга сдавливается между двумя лентами и из нее выделяется примерно 30 % сока. Частично отпрессованная мезга входит затем в зону срезания, где проходит вокруг 11 прессующих роликов с последовательно уменьшающимся диаметром, из которых три первых перфорированы. При движении по роликам слои мезги, прилегающие к верхней и нижней лентам, сдвигаются («срезаются») один относительно другого, поэтому сок выделяется как из верхнего, так и из нижнего слоев мезги. Комбинирование давления и «срезания» обеспечивает выделение в этой зоне 40 % сока.

Из зоны срезания мезга поступает в зону высокого давления, где линейно проходит через узкий зазор между двумя парами прессующих роликов высокого давления. Здесь отделяются последние 10 % сока. Отпрессованные выжимки с помощью самоуправляющегося опрокидывающегося скребка из полимерного материала удаляются с верхней и нижней лент, которые расходятся и на обратном пути промываются струями воды из плоскоструйных сопел. Автоматическое управление движением обеих лент осуществляется при помощи резиновых управляющих роликов, работа которых регулируется пневматическими цилиндрами управления.

Прессы выпускаются трех типов: ФП-1, ФП-1,5 и ФП-2 производительностью соответственно 4—7, 6—14 и 8—20 т/ч, ширина ленты — 1; 1,5 и 2 м. Продолжительность процесса выделения сока благодаря прессованию в тонком слое не превышает 3 мин, сок содержит мало взвесей (до 2 %). Управление прессом автоматизировано; обслуживает пресс один человек.

Выход сока из яблок составляет 75—82 % в зависимости от качества сырья и производительности прессы: при повышении скорости движения лент выход сока снижается, а производительность соответственно увеличивается.

Фильтрующие ленты прессы изготовлены из плотного полимерного материала с мелкими порами, поэтому в сок не попадают крупные взвеси и в грубом фильтровании отжатого сока нет необходимости.

Все типы прессов ФП имеют одинаковые длину и высоту (4,2 и 2,5 м); ширина прессов соответственно 1,6; 2,5 и 2,8 м.

Двухступенчатая система прессования, применяемая в последние годы, позволяет повысить производительность линии и получить высокий выход сока (80 % и более) с низким содержанием взвесей. В первой стадии прессования обычно используют ленточные или другие типы непрерывнодействующих прессов, которые для яблок дают выход сока в пределах 60—70 %. Частично отжатую мезгу затем дожимают на корзиночном прессе. В качестве дожимочного может также использоваться пакпресс с автоматическим управлением производительностью 6 т/ч.

Остатки сока из выжимок и отстоя извлекают на камерном фильтрпрессе или барабанном вакуум-филт-

ре. На заводах средней мощности, где собирается примерно 5 т отстоя в день, целесообразно использовать рамный фильтр-пресс, на крупных заводах, где собирают 20 т и более выжимок и отстоя в день, — барабанный вакуум-фильтр.

Сок, извлеченный из выжимок и отстоя на камерном или барабанном вакуум-филт্রে, фильтруют через фильтркартон на пластинчатом филт্রে и присоединяют к отпрессованному соку.

ДИФфуЗИОННЫЙ СПОСОБ

Этот способ получения соков известен давно. В СССР еще в тридцатые годы этим способом получали соки из замороженных клюквы и брусники; в ограниченных масштабах он использовался и в других странах. Сущность способа заключается в выщелачивании водой экстрактивных веществ из плодовой мезги. При этом в сок переходят сахара, органические кислоты и другие растворимые вещества, а большинство коллоидов (белки, часть пектиновых нерастворимых в воде, красящих и других веществ) практически не переходят в диффузионный сок, поэтому состав диффузионного сока отличается от состава клеточного сока, получаемого прессованием.

Содержание растворимых сухих веществ в диффузионном соке всегда ниже, чем в соке, полученном прессованием, благодаря наличию растворителя в диффузионном соке. К тому же растворитель беспрепятственно смешивается с экстрактивными веществами тех клеток, стенки и цитоплазматические мембраны которых разрушены при подготовке мезги. При экстрагировании нагретым растворителем часть клеточных стенок дополнительно повреждается под действием тепла, однако полного повреждения стенок всех клеток все же не достигается. Не происходит и полного выравнивания концентраций между мезгой и экстракционной водой, так как этот процесс со снижением разности концентраций значительно замедляется.

Несмотря на эти недостатки, экстракционный метод получения соков в последние годы получает широкое распространение в связи с тем, что обеспечивает более высокий выход сухих веществ из плодов, чем при прессовании, и поточное производство с небольшой затра-

той рабочей силы. Диффузионный способ нашел применение при производстве концентрированных соков как полуфабрикатов для производства напитков и других изделий. Особенно успешно диффузионный способ применяется для извлечения остатков сока из выжимок.

В СССР в Кишиневском совхозе-училище виноделия, на Калининском и Унгенском консервных заводах проведены испытания шнеково-лопастного экстрактора для извлечения из яблочных и виноградных выжимок остатков сока путем экстрагирования горячей водой. Разработанный совхозом-училищем экстрактор представляет собой четырехсекционный аппарат, каждая секция которого состоит из двух камер: экстракционной и прессующей. Выжимки проходят последовательно через все секции, подвергаясь четырехкратному комбинированному экстрагированию. Такое экстрагирование с промежуточным прессованием выжимок и отделением экстракта в каждой секции позволяет получить диффузионный сок с небольшим содержанием взвесей.

В 1986 г. на винзаводе Кишиневского совхоза-училища на экстракторе экстрагировали виноградные выжимки, полученные после отжатия на шнековом прессе 60—65 % сока. Экстрагирование проводили водой при температуре 65—50 °С при соотношении выжимок и воды 1:0,4—0,6. При содержании в выжимках 10,6—17,8 % сахара в диффузионном соке его находится 7,8—15,4 %. Выход сока по сухим веществам достигал при этом 91 %. Результаты опытов по экстрагированию виноградных выжимок приведены ниже:

Температура экстракции, °С	50—60
Содержание сахара, %	
в выжимках	10,6—17,8
в диффузионном соке	7,8—15,24
Содержание винной кислоты, %	
в выжимках	0,62—1,23
в диффузионном соке	0,44—0,96
Содержание взвесей в диффузионном соке, %	2—5

На Унгенском и Калининском консервных заводах испытания экстрактора проводились на яблочных выжимках. Яблочные выжимки экстрагировали водой температурой 40—45 °С при гидромодуле 1:0,8—0,6. Полученный диффузионный сок содержал 5,6—8,5 % сухих веществ.

Получение диффузионного сока из яблок связано с определенными трудностями, так как яблочная мезга характеризуется слабой механической прочностью и склонностью к слеживанию, что препятствует прохождению экстракционной жидкости и снижает величину эффективной поверхности массообмена. Поэтому для диффузии яблочной мезги целесообразно применять оборудование, в котором учтены эти свойства яблочной мезги. С этой целью исследовалась возможность применения экстракционной батареи, ленточного и шнековых экстракторов.

В ФРГ проверена возможность использования ленточного экстрактора производительностью 4,3 т/ч яблок. Экстракцию проводили при температуре 60°C. Выход сока составил 87 %. Недостатком ленточного экстрактора является то, что в нем не обеспечивается достаточный контакт мезги с экстракционной жидкостью, твердая фаза мезги скапливается с одной стороны ленты и движение диффузионной жидкости затрудняется.

Хорошие результаты получены при применении шнекового экстрактора с двумя шнеками, которые смонтированы параллельно один другому, так что витки шнеков частично заходят один в другой. Это препятствует скоплению мезги в витках шнека и обеспечивает хороший контакт мезги с экстракционной жидкостью.

Получение яблочного сока на двухшнековом экстракторе ДДС (Дания) (рис. 20) осуществляют по следующей схеме. Измельченные яблоки подают транспортером с автоматическими весами к загрузочному отверстию в нижней части аппарата. Отсюда плодовая масса продвигается вверх сдвоенным шнеком, а противотоком к ней проходит горячая вода, подаваемая в верхнюю часть аппарата. Количество подаваемой воды регулируется автоматически по массе: соотношение воды и мезги зависит от состояния плодов. Выжимки выгружаются черпаковым колесом и передаются в непрерывнодействующий пресс для отжатия остатков диффузионной воды. Отжатая жидкость возвращается в диффузор и смешивается с подаваемой чистой водой.

Диффузионный сок стекает из нижнего конца аппарата на сито, установленное на сборнике. Аппарат обогревается через наружную паровую рубашку. Экстраги-

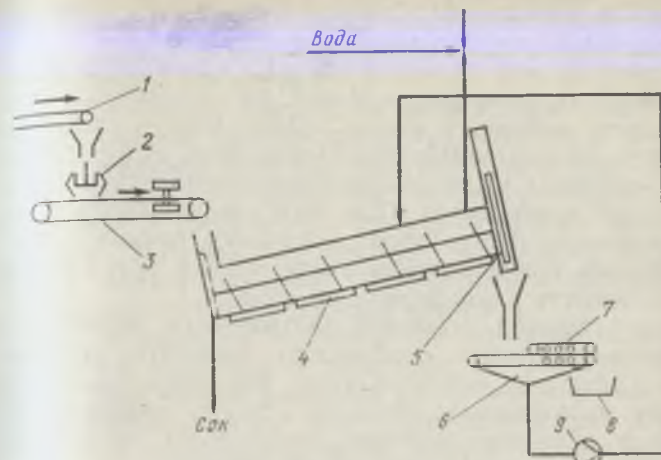


Рис. 20. Схема получения яблочного сока диффузионным способом на аппарате ДДС:

1 — транспортер; 2 — дробилка; 3 — транспортер с автоматическими весами; 4 — диффузор ДДС; 5 — черпаковое колесо; 6 — сборник сока; 7 — пресс непрерывного действия; 8 — сборник выжимок; 9 — насос

рование осуществляют при температуре от 40 до 65°C при средней продолжительности процесса 1 ч.

Для диффузии используют питьевую воду, расход которой составляет от 0,6 до 0,8 т на 1 т яблок. Выход сока по экстрактивным веществам достигает в среднем 92 %.

В целях предотвращения слеживания кусочков яблок в процессе диффузии яблоки перед подачей в диффузор измельчают на специальной резке на кусочки волнистой формы размером 2—4 мм.

Для получения выхода экстрактивных веществ выше 90 % необходимо проводить экстракцию при температуре 60°C в течение примерно 2 ч при соотношении массы измельченных яблок и воды 1:1,2. Повышение температуры экстракции до 75°C позволило сократить продолжительность экстрагирования до 60 мин.

Выход экстрактивных веществ может быть значительно повышен путем периодического изменения направления движения шнека. Скопившаяся яблочная масса разрыхляется при этом, что способствует лучшему прохождению жидкости между частицами. Благодаря изменению направления вращения шнека можно

применять диффузоры с одним шнеком, что значительно удешевляет и упрощает их конструкцию.

Другой способ интенсификации массообмена в одношнековых экстракторах основан на обеспечении пульсирующего движения массы. Для этого применяют плунжерный или мембранный пульсатор, который сообщает частицам мезги поступательно-возвратное движение по винтовой линии. При этом увеличивается производительность экстрактора, снижается расход воды и достигается более высокая концентрация сухих растворимых веществ в диффузионном соке.

Для успешной диффузии растворимых веществ из растительной ткани необходимо повысить проницаемость клеточных мембран. Если при прессовании применяют механическую энергию, то в диффузионном процессе основное значение приобретает денатурация мембран в результате тепловой обработки.

При измельчении яблок на кусочки размером 3 мм температура денатурации лежит в пределах 60—65°C при продолжительности воздействия 10 мин. Повышение температуры сокращает продолжительность экстракции, но одновременно вызывает ухудшение структуры дробленой массы. При температурах выше 80°C масса разваривается, что нарушает технологический процесс. К тому же качество диффузионного сока значительно ухудшается ввиду высокой степени экстрагирования полифенолов и других веществ, отрицательно влияющих на вкус и приводящих к потере ароматических веществ.

Наиболее эффективным способом, позволяющим извлечь максимальное количество растворимых экстрактивных веществ и получить сок хорошего качества, является комбинированный, включающий отжим мезги на прессах и последующее экстрагирование выжимок.

На практике применяют два способа экстракции яблочных выжимок: экстракция вне прессов в экстракторах и экстракция непосредственно в прессе после окончания прессования. Последний способ разработан фирмой «Бухер-Гуйер». По этому способу 70—80 % общего количества сока с содержанием 13 % сухих веществ получают прессованием, затем выжимки в этом же прессе экстрагируют холодной или горячей водой и получают диффузионный сок с содержанием 7 % сухих веществ. Общий выход экстрактивных веществ составляет

при этом около 92 %. Недостатком метода является значительное (на 67—70 %) снижение производительности прессов. Более рационально проводить экстракцию выжимок вне прессов.

В этом случае экстракция выжимок проходит легче, чем экстракция свежей мезги, так как в них большая часть клеточных мембран уже разрушена при прессовании. Нагревание выжимок состоит в интенсификации процесса диффузии, а не в денатурации клеточных мембран. Поэтому температура экстракции выжимок меньше влияет на выход экстрактивных веществ, чем это наблюдается при экстракции мезги.

Для экстракции выжимок вне прессов чаще всего применяют ленточные и шнековые экстракторы. В ленточном экстракторе выжимки после отжима сока транспортируются в виде слоя соответствующей толщины ленточным транспортером и экстрагируются потоком воды, поступающей противотоком. Выход экстрактивных веществ составляет около 93 %. Продолжительность пребывания выжимок в экстракторе может регулироваться в пределах 1,2—6 ч. При содержании в исходном соке 12 % сухих веществ экстракционный сок содержит 8,2 % сухих веществ.

Недостатком ленточного транспортера является возможное скопление твердой части выжимок на нем.

В НРБ внедрена технология, включающая отжим 60 % сока из яблок на прессе и экстракцию выжимок с извлечением свыше 90 % сухих веществ. После экстракции выжимки отжимают на шнековом прессе для извлечения остатков диффузионного сока. Отжатые выжимки сушат и затем используют для производства пектина. Диффузионный сок передают в производство вина.

Сравнение химического состава яблочного сока, полученного прессованием и диффузией (по данным фирмы «Унипектин АГ», Швейцария), показало (табл. 9), что в диффузионных соках содержится меньше сухих веществ и сахара, чем в прессованном соке. Сок из выжимок содержит еще много экстрактивных веществ и сахара, что свидетельствует о целесообразности его использования для получения вторичных продуктов.

Диффузионные соки содержат больше ароматических веществ, чем соки, полученные прессованием, однако при применении растворителя высокой темпера-

ЗАВИСИМОСТЬ СОСТАВА СОКА ОТ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ

Показатели	Прессование	Диффузия	
		из мезги	из выжимок
Сухие вещества (по рефрактометру), %	12,0	10,4	6,4
Относительная плотность	1,0556	1,0494	1,0260
Экстрактивные вещества, г/дм ³	144,5	128,3	65,4
Сахара (общие), г/дм ³	111,6	99,2	46,4
pH	3,4	3,4	3,5
Кислоты (по яблочной кислоте), г/дм ³	9,9	9,0	3,9

туры возможно появление «вареного» тона. Некоторое ухудшение вкуса возможно также при скоплении в диффузоре семечек яблок, длительное экстрагирование которых может привести к образованию бензальдегида.

На качество диффузионного сока может оказывать влияние также жесткость воды. При использовании воды высокой жесткости или высоком содержании минеральных веществ в воде эти вещества переходят в сок, повышают содержание золы и ухудшают его вкус. Поэтому для экстрагирования должна применяться очищенная умягченная вода. Для снижения расхода воды необходимо в системе диффузии применять рециркуляцию. При правильно организованном процессе диффузия более экономична, чем прессование.

Фирма «Биоквип» (Австралия) выпускает противоточный непрерывнодействующий экстрактор для получения диффузионного сока из цитрусовых плодов. Экстрактор состоит из наклонного, заключенного в кожух желоба, в котором вращается шнек, приводимый в движение гидравлической системой. Шнек имеет направление движения прямое — вперед и обратное; продолжительность каждого движения устанавливается в зависимости от сырья и регулируется автоматически. Обратное движение шнека позволяет разрыхлять мезгу и задерживать ее в экстракторе.

Мезга загружается в нижнюю часть экстрактора и движется вверх к разгрузочному концу. Нагретая вода подается из сопел струями, орошающими мезгу, что способствует лучшему контакту растворителя с плодовой массой.

Перед загрузкой в экстрактор цитрусовые плоды моют и подают в машину для извлечения масла из кожуры, затем промывают струями воды под высоким давлением и режут на мелкие ломтики. Экстрактор снаружи обогревается горячей водой, которая подается в греющую рубашку.

Мезга продвигается к верхнему концу экстрактора и выгружается в обезвоживающий аппарат, где жидкая фаза отделяется от мезги. Выжимки затем собирают в бункере и отправляют на производство пектина, а жидкость процеживают на вибросите и возвращают обратно в диффузор для орошения мезги.

Экстракторы «Биоквип» выпускают нескольких моделей ССЕ производительностью от 24 до 360 т/ч по сырью, длиной от 8,5 до 22,5 м. При среднем содержании сухих веществ в апельсинах 12 % выход экстракта с 10 % сухих веществ составил 71 % по сухим веществам. Для лимонов с содержанием сухих веществ 8 % выход экстракта с 7 % сухих веществ составляет 90 % по сухим веществам.

Фирма «Альфа-Лаваль» (Швеция) предложила новые способы и установку для получения сока из яблок («Контиджус») с использованием центрифуги-декантера, который может применяться и для переработки хранившихся яблок с рыхлой тканью. По этому способу (рис. 21) яблоки гидравлическим транспортером подаются в бункер вертикального элеватора, который загружает их в бункер над дробилкой. При подъеме яблоки промываются чистой водой. Из бункера яблоки попадают в дробилку, где достаточно тонко измельчаются. Дробленая масса мезгонасосом загружается в первый декантер, где отжимается примерно 60—70 % сока. Сок отводится в сборник, а выжимки, выходящие из декантера, смешиваются с водой в соотношении 1:0,7 и поступают в уравнильный резервуар, из которого перекачиваются во второй декантер. Во втором декантере получают еще 10—15 % сока (по сухим веществам). Общий выход сока составляет 80—88 %, в среднем 82 %.

В соке первого отжима содержится 10—15 % сухих растворимых веществ, второго — 8—9 %; содержание взвесей в соке из свежих яблок составляет 0,6—1,6 %, из хранившихся — 9 %. После отжима на декантере сок

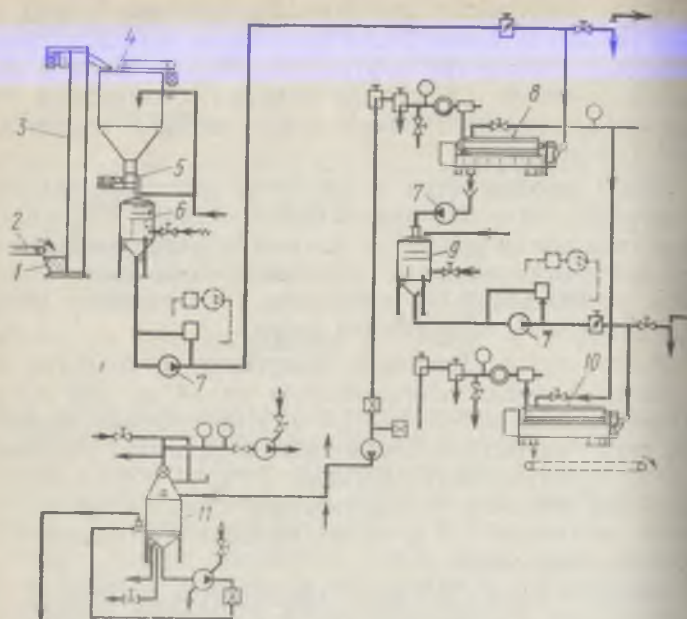


Рис. 21. Схема получения яблочного сока с использованием декантера:

1 — моечная ванна; 2 — гидравлический транспортер; 3 — вертикальный элеватор; 4 — бункер; 5 — дробилка; 6 — сборник мезги; 7 — мезгонасос; 8 — первый декантер; 9 — уравнильный резервуар; 10 — второй декантер; 11 — сборник сока

деаэрируют для удаления воздуха, затем обрабатывают обычными методами.

В Швеции на установке «Контиджус» производят 3,5 т/ч перерабатывают яблоки и ягоды. Процесс извлечения сока непрерывный продолжительностью около 60 с, поэтому сок не окисляется, цвет его светлый. Благодаря сочетанию во втором декантере процессов диффузии и отжима потери экстрактивных веществ с выжимками незначительны.

В установке используется закрытый декантер фирмы «Альфа-Лаваль» типа NX непрерывного действия, имеющий диаметр ротора 353 мм, частоту вращения ротора 4000 мин^{-1} . Все части, соприкасающиеся с продуктом, изготовлены из нержавеющей стали.

МЕМБРАННО-УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫЙ СПОСОБ

В США была создана новая мембранно-ультрафильтрационная система получения и осветления соков на одном и том же оборудовании. Система испытана на яблоках, но считается пригодной также для переработки груш, ананасов, персиков, моркови, свеклы и других плодов и овощей. В системе отсутствуют многие операции традиционного процесса производства сока — прессование, грубое фильтрование, осветление.

Сдвоенный ультрапресс, используемый в системе, состоит из пористой трубы из нержавеющей стали с металлической оксидированной мембраной. Пористая труба помещена в другую трубу из нержавеющей стали большего диаметра. Раствор окиси металла прогоняется под большим давлением через трубы для образования мембраны, которая налипает на металлические стенки. Мембраны могут быть изготовлены с разным диаметром пор.

Система обеспечивает переработку больших количеств яблок. Яблоки измельчают в дробилке; полученную мезгу обрабатывают пектолитическими ферментами для снижения вязкости и разрушения пектина. Затем депектинизированную мезгу перекачивают под давлением 2,2—2,8 МПа в мембранную металлическую ультрафильтрационную систему.

Эта система двухступенчатая, однопроходная. Она включает четыре модуля, каждый из которых состоит из ультрапористой трубы диаметром 31,8 мм и длиной 60 м. Когда мезга протекает через трубу, сок из мезги проникает через стенки пористых мембран и собирается с наружной стороны трубы, откуда и отводится. Внутри трубы остается концентрированная мезга, содержащая пектин, коллоиды, крахмал, фенолы и твердые части плода, которые задерживаются мембраной. Вязкость этой мезги очень высокая, объем ее доходит до $\frac{2}{3}$ трубы каждого модуля. Давление при этом снижается до 0,35—0,42 МПа и концентрированная мезга перетекает в сборник, где вторично подвергается давлению 1,4 МПа и перекачивается во вторую ступень, где от нее дополнительно отделяется сок.

Производительность четырехмодульной системы около 1136 л/ч осветленного сока. Выход сока составляет

85—86 % к массе мезги. Общая продолжительность процесса от дробления яблок до выхода сока — 2 ч вместо 8 ч по традиционной схеме. Полученный сок кристально прозрачный с полным ароматом. Система рассчитана на безразборную санитарную обработку раствором каустической соды с последующей промывкой раствором кислоты, но может также стерилизоваться паром.

ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ

Этот способ получения осветленных натуральных соков в последние годы не получил развития ввиду низкого выхода сока. Такой способ с использованием шнековой центрифуги «Шарплс» распространен в Австралии, где для повышения выхода сока предложено выжимки экстрагировать водой.

В СССР в течение нескольких лет проводились исследования по использованию шнековых центрифуг НВШ-350 и ФГШ-401К-4 для получения соков с мякотью и без мякоти. Наиболее эффективным оказалось использование шнековых фильтрующих центрифуг для отбора первой (до 50 %) части сока. Оставшиеся выжимки, содержащие значительное количество сока, рекомендуется перерабатывать на пюреобразные продукты.

Хорошие результаты получены при использовании шнековых центрифуг для производства натуральных соков с мякотью из разных плодов и ягод. Разработаны технология и режимы работы центрифуг при производстве соков с мякотью из различных плодов, ягод и овощей (см. главу 5).

Глава 3

ОЧИСТКА И ОСВЕЩЕНИЕ СОКОВ

Фруктовые соки представляют собой сложную полидисперсную систему, содержащую крупные и мелкие взвешенные частицы, коллоидно-, молекулярно- и ионно-растворимые вещества.

Крупные взвешенные частицы состоят чаще всего из обрывков плодовой мякоти и кожицы, каменных клеток, целых и дробленых семян и т. п. Эти частицы непрочны связаны с жидкой фазой, быстро оседают и легко могут быть удалены сепарированием, грубым фильтрованием, отстаиванием и т. п. Крупные взвешенные частицы портят внешний вид сока и затрудняют его дальнейшую обработку, поэтому их удаляют при производстве всех видов соков без мякоти.

Мелкие частицы мякоти и коллоидно-растворимые вещества (пектин, белки, дубильные и красящие вещества и др.) длительное время находятся во взвешенном состоянии, обуславливая мутность сока. Для их удаления недостаточно одних механических воздействий, а требуются специальные методы осветления, разрушающие или осаждающие коллоидные вещества. Ферментативный метод применяют для осветления соков, богатых пектиновыми веществами (яблочные, черные и красносмородиновые и др.). Под действием пектолитических ферментов пектиновая молекула разрушается до растворимых в воде галактуроновых кислот. Пектин, обладая сильными гидрофильными свойствами, задерживает мелкие частицы во взвешенном состоянии, поэтому разрушение молекулы пектина способствует отделению и оседанию этих частиц.

Если мутность сока обусловлена наличием молекул крахмала или белков, то для их разрушения применяют соответственно амилалитические и протеолитические ферментные препараты.

Коллоидные вещества удаляют при изготовлении прозрачных (осветленных) соков. При получении неосветленных (опалесцирующих) соков применяют только очистку, а коллоидные вещества не удаляют.

Физико-химические методы осветления очень разнообразны. К ним относятся методы, основанные на нейтрализации электрических зарядов коллоидных частиц путем прибавления веществ с противоположным зарядом (оклеивание желатином и танином, обработка бентонитом и др.), термические воздействия (нагревание и замораживание), электрообработка, использование разных осветляющих веществ и др. Физико-химические методы применяют при осветлении соков, содержащих заметные количества дубильных веществ, белковые вещества и сравнительно небольшие количества пектина.

Ионно-растворимые вещества (сахара, органические кислоты, минеральные соли, витамины и др.) являются составной частью сока, определяющей его органолептические показатели, пищевую и биологическую ценность, и при всех методах осветления должны наиболее полно сохраняться.

Для соков неосветленных и с мякотью должны применяться такие методы обработки, которые бы стабилизировали сохранение коллоидов и частиц мякоти во взвешенном состоянии. Средства, применяемые для обработки соков, не должны содержать каких-либо токсических веществ, которые бы переходили в сок, и должны по возможности полностью удаляться из соков.

Действие и доза осветляющих веществ зависят от рН сока и температуры. Оптимальный температурный интервал зависит от вида используемых осветляющих веществ. В процессе осветления должна по возможности поддерживаться постоянная температура, так как колебания ее способствуют завихрению и препятствуют осаждению взвесей. Более высокая кислотность сока повышает эффект осветления при одних и тех же дозах осветляющих веществ.

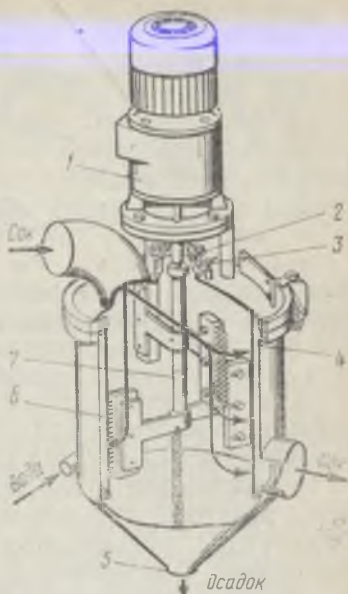
В некоторых случаях, когда необходимо удалить какую-либо составную часть сока, при осветлении могут использоваться и химические методы.

ОЧИСТКА

Грубую очистку сока от взвесей осуществляют сразу после отжима сока, так как длительное нахождение частиц мякоти в соке способствует его окислению и ухудшению вкуса и цвета. Для грубого фильтрования

Рис. 22. Ситовый щеточный фильтр фирмы «Бухер»:

1 — привод; 2 — сальник; 3 — винт деаэратора; 4 — цилиндрическое сито; 5 — конусообразный бункер для осадка; 6 — щетки; 7 — вал



используют разные ситовые устройства, различающиеся по конструкции и форме, и гидроциклоны. В НРБ и других странах для этой цели применяют щеточные ситовые фильтры непрерывного действия, которые встраиваются в сокопровод.

Фильтры. Ситовый щеточный фильтр фирмы «Бухер» (Швейцария) представляет собой цилиндрическое сито, заключенное в кожух, внутри которого расположен ротор со щетками (рис. 22).

Сок поступает через входной штуцер, расположенный на крышке, и попадает внутрь цилиндрического сита. Здесь под действием центробежной силы, создаваемой ротором, сок отбрасывается на стенки цилиндра и проходит через отверстия сита в наружную камеру, откуда затем выводится из аппарата. Взвеси оседают на стенках сита и сбрасываются щетками ротора в нижний конусообразный бункер, откуда выводятся из аппарата. Сито дополнительно промывается ополаскивающим устройством. Аппарат выпускается двух типов производительностью по воде 300 и 100 м³/ч, имеет сменные сита с перфорацией (в мм): 0,9; 1,1; 1,6; 2,0. Максимальное давление сока на входе 0,23 и 0,5 МПа, на выходе 0,15 МПа. Части, соприкасающиеся с соком, изготовлены из нержавеющей стали, скребки — из резины или тефлона, щетки — из синтетических материалов.

В линию часто устанавливают последовательно два фильтра с перфорацией сит 1,6 и 0,9 мм.

Для очистки виноградного сусла от взвесей ВНИИВиПП «Магарач» и СКТБ «Дезинтегратор» предложен метод механоимпульсной обработки. Метод ос-

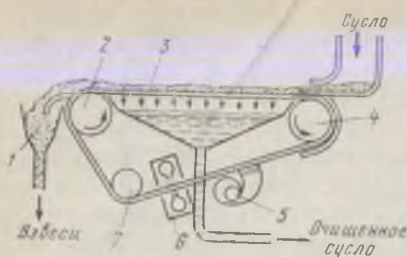


Рис. 23. Ленточный фильтр «Филько»:

1 — бункер взвесей; 2 — приводной валик; 3 — перфорированная лента; 4 — натяжной валик; 5 — вентилятор для подсушки ленты; 6 — устройство для промывки ленты; 7 — устройство для центровки полотна

нован на том, что в результате такой обработки сока происходит разрыв гидрофильных связей между жидкой фазой сусла и ее коллоидными частицами и появляется четкая граница раздела фаз.

Для механоимпульсной обработки сусла разработчиками совместно с Таллиннским СКТБ изготовлен механоимпульсный реактор производительностью 5500 л/ч.

Неосветленное сусло поступает в центр рабочей камеры реактора, где взвеси, ударяясь о пальцы особой конструкции, подвергаются механоимпульсному диспергированию. Одновременно в жидкости, интенсивно перемешиваемой ротором, образуются круговые потоки, которые способствуют засасыванию атмосферного воздуха через специальный ввод и образованию пузырьков газа. Взвеси сорбируются на пузырьках газа и легко, и быстро флотируются из дезинтегратора в виде мелкодисперсной пены.

Метод испытан в Старотитаровском винсовхозе и бахчисарайском ПОХ ВНИИВ и ПП «Магарач». В зависимости от сорта винограда в течение 1,5—2 ч было получено 84—88 % осветленной части к общей массе сусла, при традиционном способе выход осветленной фракции 63—65 % достигается не ранее чем через 18 ч. Наиболее эффективно механоимпульсный реактор работает в течение первого часа после запуска.

Объем осадков снижается на 17—20 %, а их влажность — на 1,6—2,2 %. Хорошие результаты получены при сочетании способа механоимпульсной обработки с осветлением ферментами.

Фирма «Сернаджиотто» (Италия) для грубой очистки соков от взвесей выпускает горизонтальный фильтр ленточного типа «Филько», позволяющий отделять до 80 % взвесей. Фильтр «Филько» (рис. 23) представляет собой бесконечную перфорированную ленту, огибающую

два ролика. Сусло через загрузочный патрубок подается тонким слоем на ленту. При движении ленты сок через перфорацию ленты стекает в сборник, укрепленный под лентой, а взвеси, оставаясь на ленте, продвигаются до ее выгрузочного конца, где специальное устройство отделяет их от ленты. Лента, освобожденная от взвесей, промывается ополаскивающим устройством и подсушивается вентилятором, затем снова подходит к загрузочному патрубку. Натяжение и центровка ленты осуществляются устройством для центровки полотна.

Фильтры «Филько» выпускаются двух моделей: 1300 и 2000 производительностью соответственно 5—11 и 9—20 м³/ч. Длина фильтров 3590 и 3620 мм.

Гидроциклоны. По устройству гидроциклон несложен. Он состоит из цилиндрического корпуса диаметром от 20 до 150 мм с коническим днищем, выполненным под углом 15—20° к вертикали. Сок подводится к цилиндрической части корпуса тангенциально через патрубок под углом около 4° к горизонтали. При вращении сока под действием центробежной силы более крупные частицы отбрасываются к стенкам устройства и, двигаясь по спирали, отводятся через патрубок в нижней части циклона в виде сконцентрированной массы взвесей. Осветленный сок с уменьшенным содержанием взвешенных частиц выводится через патрубок в верхней части устройства.

В Венгрии гидроциклоны устанавливают в линии производства соков с мякотью для удаления более крупных взвесей и попавших в сок частиц песка.

Фирма «Нивоба» (Нидерланды) выпускает разные модели гидроциклонов, которые используются в пищевой и фармацевтической промышленности. Они пригодны для отделения взвешенных частиц размером от 5 до 1000 мкм.

В производстве соков с мякотью применение гидроциклона обеспечивает наличие частиц одного размера в готовом продукте, поскольку более крупные частицы удаляются. Для повышения эффективности очистки целесообразно устанавливать последовательно несколько гидроциклонов.

В группе гидроциклонов «Нивоба» имеются микрогидроциклоны, объединенные в многоступенчатую систему, которые обеспечивают удаление мелких взвесей.

Сепарирование основано на разделении веществ под действием центробежной силы, развивающейся внутри быстро вращающегося барабана и во много раз превышающей силу тяжести. Различают центрифуги, применяемые для разделения твердых частиц и жидкой фазы, и скоростные фильтрующие сепараторы для разделения жидкостей или удаления небольших количеств мелких взвесей. В соковой промышленности применяют сепараторы с высокой частотой вращения ротора.

Отношение развиваемой центробежной силы к ускорению свободного падения называют фактором разделения:

$$Z = \frac{r_m (2\pi n)^2}{g} = \frac{r_m \omega^2}{g},$$

где r_m — средний радиус барабана; n — частота вращения ротора (барабана); g — ускорение свободного падения; ω — угловая скорость.

Из формулы следует, что изменение частоты вращения барабана сильнее влияет на величину фактора разделения, чем изменение диаметра барабана.

Центробежная сила, действующая на взвеси, также зависит от частоты вращения барабана центрифуги:

$$C = \frac{3}{4} \pi r^3 (\gamma_{\text{ч}} - \gamma_{\text{с}}) \omega R,$$

где r — радиус частицы; $\gamma_{\text{с}}$ — плотность сока; $\gamma_{\text{ч}}$ — плотность частицы; ω — угловая скорость вращения барабана центрифуги; R — расстояние частицы от оси вращения.

Из анализа этих формул следует, что эффект разделения будет тем выше, чем больше размер частиц и разность плотностей сока и взвесей, чем больше частота вращения барабана.

Поскольку величина частиц взвесей мала и их плотность незначительно отличается от плотности сока, при конструировании сепараторов для соковой промышленности основное внимание обращают на повышение частоты вращения ротора. В современных сепараторах барабан вращается с частотой 6500—7000 мин⁻¹.

В зависимости от конструкции сепаратора его можно применять как для выделения твердых взвешенных частиц из сока, так и для разделения смеси жидкостей на два компонента.

Для очистки осветленных и неосветленных соков с

содержанием взвесей до 10 % применяют осветляющие сепараторы тарельчатого типа саморазгружающиеся. Центрифуги для разделения жидкостей используют только при получении масла из кожуры citrusовых плодов. Наибольшее распространение в соковой промышленности получили сепараторы фирм «Альфа-Лаваль» (Швеция), «Вестфалия» (ФРГ), производства государственного предприятия ГДР и др. В СССР выпускают аналогичные сепараторы марок Г9-КОВ, А1-ВСЗ производительностью 10 т/ч и др.

Сепаратор Г9-КОВ полузакрытого типа с пульсирующим центробежным выходом осадка. В барабане сепаратора расположен тарелкодержатель с пакетом тарелок, в средней части основания имеется 12 диаметрально расположенных разгрузочных щелей, перекрываемых верхней кромкой поршня перед подачей продукта в барабан. Производительность сепаратора до 10 м³/ч, диаметр барабана 0,6 м, зазор между тарелками 0,5 мм, частота вращения ротора 5000 мин⁻¹, мощность электродвигателя 13 кВт.

В саморазгружающихся тарельчатых сепараторах сок входит в сепаратор через отверстие вблизи нижнего конца диска и под действием перепада давлений течет в каналы, образованные между тарелками, наклонно снизу вверх к внутреннему краю тарелки. Тарелки (40—150 шт.) с тонкими стенками (0,35—0,75 мм) выполнены в виде боковой поверхности конуса (угол наклона 35—45°) и отделены одна от другой ребрами высотой 0,4—2 мм. Под действием центробежной силы взвешенные частицы, имеющие большую плотность, чем сок, прижимаются к коническим тарелкам и непрерывно соскальзывают с нижней части тарелок в сборник осадка, а очищенный сок выходит из верхней части канала между тарелками.

В саморазгружающихся тарельчатых сепараторах, работающих периодически, взвешенные частицы собираются в камеру для осадка с двойным конусом и через определенные промежутки времени без остановки сепаратора автоматически выбрасываются.

Новым типом центрифуг являются декантеры (рис. 24). Они представляют собой горизонтально расположенные шнековые центрифуги с конусным барабаном, предназначенные для непрерывного осветления жидкостей с высоким содержанием взвесей.

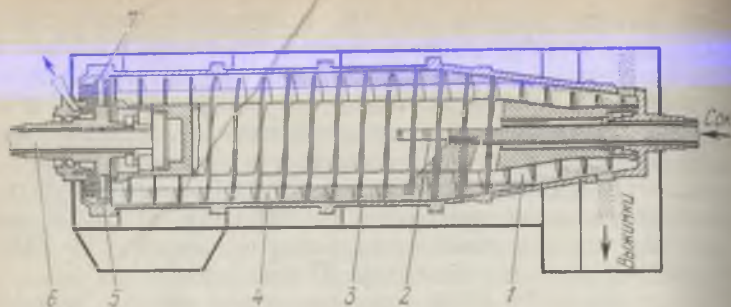


Рис. 24. Декантер фирмы «Альфа-Лаваль»:

1 — конусная секция ротора; 2 — шнек; 3 — осадок твердых частиц на стенках; 4 — секция осветленного сока; 5 — регулируемая шайба на выходе осветленного сока; 6 — привод; 7 — насос

Сок входит в декантер через трубу, находящуюся в центре шнека. Степень осветления сока регулируется временем пребывания сока в декантере, которое изменяется передвижением трубы к передней или задней части шнека. Сок попадает в пространство между шнеком и барабаном; под действием центробежной силы твердые частицы быстро оседают на стенках барабана. Шнек вращается с несколько большей, чем барабан, частотой (около 40 мин^{-1}) и непрерывно продвигает осевшие твердые частицы к узкому концу барабана, откуда они удаляются через выходной патрубок.

Разница в частотах вращения барабана и шнека может изменяться в зависимости от требуемого времени пребывания продукта в декантере. При быстром вращении шнека твердые частицы остаются на короткое время в декантере, что снижает выход осветленного сока. Требуемая разница в частотах вращения устанавливается опытным путем в зависимости от вида сырья, способа предварительной обработки и степени осветления сока.

Очищенный сок течет в обратном направлении по виткам шнека и выходит из декантера через регулируемую шайбу под давлением или свободно.

Оптимальную степень очистки сока и влажность выжимок устанавливают путем изменения положения регулировочной шайбы, обеспечивающей удлинение или укорачивание разделительной и осушающей зон. Через передвижную входную трубу сок может подаваться в любую точку зоны.

Декантеры выпускают фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция), «Вестфалия» (ФРГ) и др. Производительность декантеров NX фирмы «Альфа-Лаваль» 18 000 л/ч, фирмы «Вестфалия» — от 8000 до 20 000 л/ч при частоте вращения барабана 5500—4000 мин⁻¹, ротора 3000 мин⁻¹. Производительность декантеров зависит от вязкости жидкой фазы, характера разделяемых компонентов, желаемой степени осветления и влажности удаляемой твердой фазы (выжимок).

ОСВЕТЛЕНИЕ

ОБРАБОТКА ФЕРМЕНТАМИ

В состав коллоидных веществ, обуславливающих мутность соков, входят пектиновые вещества, крахмал, полифенольные соединения, белки и некоторые другие. Пектиновые вещества, действующие как защитные коллоиды для взвешенных частиц, задерживают их выпадение в осадок и увеличивают вязкость соков. Поэтому при ферментативном осветлении соков необходимо применение пектолитических ферментов, которые оказывают на пектин деполимеризирующее действие; для расщепления крахмала применяют амилолитические ферменты.

Для осветления соков пектолитические ферменты применяют как самостоятельное осветляющее средство или в смеси с другими видами ферментов или осветляющих веществ.

Осветление сока ферментами можно проводить периодическим или непрерывным способами. В соковой промышленности в настоящее время еще преобладает периодический способ. При этом к соку добавляют определенное количество пектолитического ферментного препарата в виде суспензии концентрацией 5—10 %. Количество добавляемого препарата зависит от содержания пектина в соке, величины рН и температуры. Однако максимальная доза не должна превышать предельной, разрешенной органами здравоохранения. В СССР допустимое количество добавляемого пектолитического препарата не более 0,03 % к массе сока.

Для обработки мезги и осветления соков в СССР применяют следующие ферментные препараты:

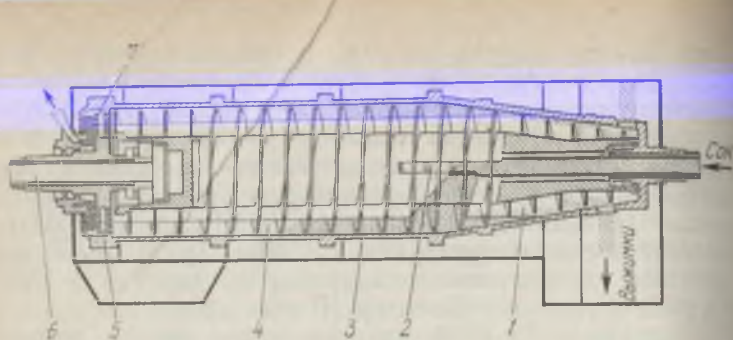


Рис. 24. Декантер фирмы «Альфа-Лаваль»:

1 — конусная секция ротора; 2 — шнек; 3 — осадок твердых частиц на стенках; 4 — секция осветленного сока; 5 — регулируемая шайба на выходе осветленного сока; 6 — привод; 7 — насос

Сок входит в декантер через трубу, находящуюся в центре шнека. Степень осветления сока регулируется временем пребывания сока в декантере, которое изменяется передвижением трубы к передней или задней части шнека. Сок попадает в пространство между шнеком и барабаном; под действием центробежной силы твердые частицы быстро оседают на стенках барабана. Шнек вращается с несколько большей, чем барабан, частотой (около 40 мин^{-1}) и непрерывно продвигает осевшие твердые частицы к узкому концу барабана, откуда они удаляются через выходной патрубок.

Разница в частотах вращения барабана и шнека может изменяться в зависимости от требуемого времени пребывания продукта в декантере. При быстром вращении шнека твердые частицы остаются на короткое время в декантере, что снижает выход осветленного сока. Требуемая разница в частотах вращения устанавливается опытным путем в зависимости от вида сырья, способа предварительной обработки и степени осветления сока.

Очищенный сок течет в обратном направлении по виткам шнека и выходит из декантера через регулируемую шайбу под давлением или свободно.

Оптимальную степень очистки сока и влажность выжимок устанавливают путем изменения положения регулировочной шайбы, обеспечивающей удлинение или укорачивание разделительной и осушающей зон. Через передвижную входную трубу сок может подаваться в любую точку зоны.

Декантеры выпускают фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция), «Вестфалия» (ФРГ) и др. Производительность декантеров NX фирмы «Альфа-Лаваль» 18 000 л/ч, фирмы «Вестфалия» — от 8000 до 20 000 л/ч при частоте вращения барабана 5500—4000 мин⁻¹, ротора 3000 мин⁻¹. Производительность декантеров зависит от вязкости жидкой фазы, характера разделяемых компонентов, желаемой степени осветления и влажности удаляемой твердой фазы (выжимок).

ОСВЕТЛЕНИЕ

ОБРАБОТКА ФЕРМЕНТАМИ

В состав коллоидных веществ, обуславливающих мутность соков, входят пектиновые вещества, крахмал, полифенольные соединения, белки и некоторые другие. Пектиновые вещества, действующие как защитные коллоиды для взвешенных частиц, задерживают их выпадение в осадок и увеличивают вязкость соков. Поэтому при ферментативном осветлении соков необходимо применение пектолитических ферментов, которые оказывают на пектин деполимеризирующее действие; для расщепления крахмала применяют амилолитические ферменты.

Для осветления соков пектолитические ферменты применяют как самостоятельное осветляющее средство или в смеси с другими видами ферментов или осветляющих веществ.

Осветление сока ферментами можно проводить периодическим или непрерывным способами. В соковой промышленности в настоящее время еще преобладает периодический способ. При этом к соку добавляют определенное количество пектолитического ферментного препарата в виде суспензии концентрацией 5—10 %. Количество добавляемого препарата зависит от содержания пектина в соке, величины pH и температуры. Однако максимальная доза не должна превышать предельной, разрешенной органами здравоохранения. В СССР допустимое количество добавляемого пектолитического препарата не более 0,03 % к массе сока.

Для обработки мезги и осветления соков в СССР применяют следующие ферментные препараты:

ментами, а требуется применение дополнительных осветляющих веществ. Поэтому на практике обычно не ограничиваются обработкой соков, особенно яблочного, только ферментными препаратами, а применяют комбинированные методы осветления.

Недостатком ферментативного метода осветления является его периодичность, необходимость выдержки сока с ферментами не менее 1—2 ч. Поэтому разрабатываются различные устройства и применяются разные методы для перевода этой обработки на непрерывный поток.

В Польше разработан метод непрерывного осветления сока в потоке с использованием несложного устройства, которое включает резервуар вместимостью 3500 л, смеситель сока с суспензией ферментного препарата, автоматический дозатор ферментного препарата, насос, подогреватель и сборники для сока, подлежащего осветлению и осветленного.

Сок, подлежащий осветлению, перекачивается насосом из сборника в теплообменник, где нагревается до 55°C и подается в смеситель, куда насосом-дозатором вводится необходимое количество пектолитического ферментного препарата «Пектопол». Сок смешивается с ферментным препаратом и поступает в верхнюю часть резервуара и медленно, за 60 мин, проходит к нижнему концу резервуара, откуда вытекает уже осветленным. Поступление смеси сока с ферментом и вытекание осветленного сока регулируется так, чтобы уровень сока в резервуаре оставался все время постоянным.

Такой способ позволил сократить продолжительность процесса обработки ферментами со 120 до 60 мин и вести процесс непрерывно. Сок, осветленный по непрерывному способу, сразу после осветления более мутный, чем сок, осветленный периодическим способом, однако после фильтрования прозрачность соков выравнивалась.

Применение иммобилизованных ферментов. Новым методом, который может решить проблему непрерывной обработки соков ферментами, является фиксация ферментов на твердых носителях (иммобилизация). Отличие иммобилизованных ферментов от ферментов, вносимых в продукт, заключается в том, что они не смешиваются с продуктом, могут многократно использоваться и характеризуются высокой стабильностью.

Иммобилизация состоит в получении прочных не-
растворимых комплексов «фермент — носитель», кото-
рые стабильны и сохраняют каталитические свойства
ферментов, из которых получены. Существует много
методов иммобилизации ферментов — адсорбция, хими-
ческая связь, ковалентная связь, включение в гель и др.

В качестве носителей используют неорганические и
органические вещества. Связывание фермента с носи-
телем происходит за счет взаимодействия реактивных
белковых молекул фермента (α -аминогруппы, β -, γ -кар-
боксильные группы и др.) и реактивных групп носителя
(кислоты, альдегиды и др.).

Обработку жидких продуктов иммобилизованными
ферментами производят в специальных аппаратах (ре-
акторах) разных типов.

В СССР и ряде зарубежных стран получены раз-
ные виды иммобилизованных ферментов, однако для
пектиназы, используемой для осветления фруктовых со-
ков, оказалось довольно сложно подобрать носитель,
который был бы стабилен при кислотности среды, ха-
рактерной для соков. Определенных успехов в этом на-
правлении добились в Италии, где использование гам-
ма-оксида алюминия в качестве носителя обеспечивало
устойчивую иммобилизацию эндополигалактуроназы,
полученной из гриба *Asp. niger*.

В реакторах с эндополигалактуроназой, иммобили-
зованной на гамма-оксиде алюминия, получены хоро-
шие результаты при осветлении фруктовых и цитру-
совых соков с рН около 3 и при температуре 25 °С. При
рН 4 стабильность процесса не нарушалась, но при
дальнейшем повышении рН активность препарата сни-
жалась. Активность иммобилизованной полигалакту-
роназы по сравнению с препаратом пектиназы, вноси-
мым в сок, была вдвое выше.

Флотация. Новым способом непрерывной очистки и
осветления соков является осветление ферментами в
сочетании с флотацией. Образующиеся при флотации
пузырьки газа позволяют быстро и непрерывно удалять
из сока взвеси и скоагулировавшие коллоиды. Поток
газа может быть получен за счет электролиза или под-
веден извне.

В Институте прикладной физики АН Молдавской
ССР в процессе исследований по электрофлотации раз-
работан новый электрофлотационный аппарат ЭФА-2,

который прошел испытание на Оргеевском консервном заводе.

Аппарат ЭФА-2 представляет собой корпус с блоком электродов, кареткой, вакуумным пеносъемником и пеногасителем. Блок электродов, состоящий из плоскопараллельных пластин из нержавеющей стали, расположен под углом 45° к плоскости. Внутренний объем аппарата разделен перегородкой на две камеры: рабочую и отстойную. В верхней части рабочей камеры установлена передвижная каретка с пеносъемником.

Свежеотжатый сок подогревают до $50\text{--}55^\circ\text{C}$ и вносят в него ферментный препарат и желатин в количествах, определенных пробным осветлением, при непрерывном размешивании. Смесь подают в напорный резервуар перед электрофлотационной установкой, откуда сок через распределитель потока и блок электродов попадает в камеру электрофлотатора. На электроды через выпрямитель подают постоянный электрический ток, вызывающий процесс электролиза. При этом на поверхности электродов выделяются водород и кислород, пузырьки которых, проходя через сок, присоединяются к взвешенным частицам и выносят их на поверхность, образуя пену.

Электрофлотационная пена содержит относительно большое количество взвешенных частиц и представляет собой рыхлую, почти нетекучую массу, удаление которой с поверхности представляет определенные трудности. Поэтому для уменьшения объема пены ее вначале разрушают в пеногасителе, работающем на основе магнитооживленного слоя.

Пеногаситель представляет собой соленоид, внутри которого установлена цилиндрическая камера с перфорированным днищем, частично заполненная ферромагнитными шариками, покрытыми полиэтиленом. Шарiki приводятся в хаотическое движение переменным магнитным полем, создаваемым соленоидом. В результате движения пена разрушается, а выделившийся при этом газ отсасывается вакуумом. Разрушенная пена представляет собой сплошную массу, которая перекачивается с помощью поршневого насоса. Очищенный от взвесей сок из первой камеры переливается во вторую, а оттуда в накопительный резервуар и подается на фильтрацию.

Производительность аппарата до $5\text{ м}^3/\text{ч}$, потребляе-

мая мощность 3 кВт, содержание взвешенных частиц в исходном соке 2—6 %, после электрофлотации — не более 1 %. Химические показатели сока при электрофлотации не изменяются.

В ФРГ введена в действие флотационная установка «Кларифрут» производительностью 5000 л/ч осветленного яблочного сока. Установка включает изолированный буферный резервуар, трубопровод с вмонтированным в него соплом Вентури, мембранный насос-дозатор, напорную и флотационную емкости.

Свежеотжатый сок нагревают до 55 °С, обрабатывают ферментами и резервируют в буферном изолированном резервуаре. Из резервуара сок подается в трубопровод с соплом Вентури, который представляет собой трубу с поперечным сужением сечения в центре и конусообразным расширением на выходе. В суженном отрезке трубы скорость течения сока значительно увеличивается. При последующем расширении потока сока на выходе в расширенную часть в соке возникают завихрения, которые приводят к интенсивному перемешиванию всех слоев жидкости.

В узкую часть сопла Вентури дозируют суспензии осветляющих веществ — желатина, кизельзоля и бентонита с помощью регулируемого мембранного насоса. Благодаря образовавшимся завихрениям на выходе из суженной части осветляющие вещества хорошо смешиваются с потоком сока. После этого сок попадает в напорный резервуар, в который подают азот. Сок, насыщенный газом под давлением, выходит из нижней части напорного резервуара и попадает во флотационную емкость через конусное устройство, которое большим диаметром направлено внутрь емкости. В конусном устройстве давление на сок уменьшается, газ расширяется и поднимается вверх через слой сока в виде пузырьков. По пути пузырьки прилипают к частичкам взвеси и выносят их наверх. Таким образом осадок накапливается в верхнем слое, а осветленный сок остается внизу и выводится через кольцевой канал в переливную емкость. От высоты слоя сока в переливной емкости зависит толщина слоя осадка на поверхности флотационной емкости. Осадок выгружают из верхней части флотационной емкости при помощи скребка.

Объем осадка при флотации вдвое меньше, чем при седиментации при одних и тех же затратах осветляю-

щих веществ и степени осветления. Для упрощения процесса азот может быть заменен сжатым воздухом, что не отражается на качестве сока.

Осветление флотацией можно проводить при содержании в соке не более 16 % растворимых сухих веществ. При более высокой концентрации сухих веществ осветление необходимо проводить при более высокой температуре (60°C) и больших затратах газа и осветляющих веществ, что нерентабельно.

ОБРАБОТКА ЖЕЛАТИНОМ

Желатин получают путем кислотного (желатин А) или щелочного (желатин Б) гидролиза животных продуктов (хрящи, кости, кожа), содержащих коллагены. Показателями качества желатина являются его желирующая способность и вязкость его растворов. Желирующую способность определяют путем приготовления при определенных условиях желе и измерения его твердости.

В СССР для определения желирующей способности готовят 10%-ный раствор желатина и выдерживают его при определенных температуре и времени до образования желе. Крепость полученного желе определяют прибором Валента (принцип Липовица) и выражают в граммах. Для желе I сорта крепость желе должна быть 1000 г, для II — 800 и для III — 600 г.

В НРБ и ряде других стран твердость желе определяют методом Блома и выражают ее в числах Блома. При числе Блома 200—280 желатин оценивают как высокобломный, а при 50—100 — как низкобломный. Обычно бломное число коррелируется с вязкостью 10%-ного раствора желатина, однако при одном и том же бломном числе желатин А имеет более низкую вязкость, чем желатин Б.

Для осветления соков применяют желатин А, полученный кислотным гидролизом; лучшие результаты дает низкобломный желатин. Для хорошего осветления яблочного сока достаточно добавить 20—30 г/гл желатина А с бломным числом 60—100, для высокобломного желатина требуются большие дозы (90—100 г/гл). При использовании низкобломного желатина обеспечивается осаждение большего количества взвесей и образование более плотного и небольшого по объему осад-

ка, снижается опасность передозировки желатина и связанного с этим вторичного помутнения сока.

Осветление желатином (оклеивание) по существующим воззрениям основано на том, что желатин имеет положительный заряд, а многие коллоиды сока (пектин, клетчатка, пентозаны) — отрицательный и при столкновении противоположно заряженных частиц возможны их нейтрализация и осаждение. Однако основное действие желатина оказывает на полифенольные вещества, с которыми образует комплексы путем создания водородных мостиков между фенольными, гидроксильными и пептидными группами в молекуле желатина. Возникшие комплексы полифенол — желатин укрупняются и осаждаются.

Желатин может связываться не только с полифенолами, но и с высокомолекулярными пектиновыми веществами. При малых дозах желатина присутствие пектина препятствует укрупнению комплексов полифенол — желатин, а при больших дозах возникают комплексы пектина с желатином и полифенолами, что затрудняет осветление сока. Поэтому перед внесением желатина в сок дозу его устанавливают пробным оклеиванием.

В ряд пробирок с одинаковым количеством сока добавляют разные количества 1%-ного раствора желатина, перемешивают и выдерживают 15 мин, после чего фильтруют. В фильтрат вносят несколько капель раствора желатина. Если при этом фильтрат мутнеет, значит, в эти пробы было добавлено мало желатина. Возможную передозировку желатина определяют, добавляя в фильтрат несколько капель 1%-ного раствора таннина. По той пробирке, в которой не было вторичного помутнения, устанавливают оптимальную дозу желатина.

Желатин добавляют в сок в виде одно- или пяти-процентного раствора, который готовят на умягченной или деминерализованной воде, нагретой до 40 °С. Если для приготовления раствора желатина используют жесткую воду с высоким содержанием карбоната кальция, то раствор желатина становится вязким и трудно фильтруется. Большой эффект осветления достигается в том случае, если используется не свежеприготовленный раствор, а выдержанный в течение 5 ч после изготовления.

На эффект осветления также влияет температура. При низкой температуре (10—15°C) эффект осветления значительно выше, чем при высокой. Однако при осветлении желатином в комбинации с другими осветляющими средствами температура может быть повышена до 45—47°C, но не более 50°C, при этом должен применяться желатин А с низкобломным числом.

Коагуляция коллоидных веществ под действием желатина возможна только при наличии достаточного количества дубильных веществ, поэтому желатин применяют преимущественно в сочетании с другими осветляющими веществами: ферментными препаратами, таннином, кизельзолом и др.

При осветлении яблочного сока пектолитические препараты добавляют в сок за 0,5—1 ч до внесения желатина, чтобы разрушить пектин и предотвратить образование его комплексов с желатином.

ОБРАБОТКА КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ

Водный коллоидный раствор кремниевой кислоты мутно-молочно-опалового цвета называется кизельзолом. Его частицы размером от 0,1 до 10 мкм состоят из аморфного диоксида кремния и являются поверхностно-гидроксильными. Кизельзол готовят из жидкого силикатного стекла или из тетраоксида кремния. От способа приготовления зависят размер зерен, знак заряда, удельная поверхность и другие характеристики препарата.

Адсорбционные свойства диоксида кремния объясняются физическими факторами и химической природой. Наличие на поверхности кремнеземов силанольной группы —Si—OH создает возможность образования водородных связей.

Адсорбция белков из сока основана на электростатическом притяжении положительно заряженных молекул белка отрицательно заряженной поверхностью адсорбента. Кроме того, адсорбция белков осуществляется посредством водородной связи между гидроксильными группами диоксида кремния с дегидроксильрованной карбоксильной группой полиуронидов.

За рубежом кизельзол используют как вспомогательное средство при осветлении желатином взамен бентонита. При этом кизельзол удваивает эффект ко-

агуляции полифенольных веществ и позволяет проводить **осветление желатином** при более высокой температуре.

Кизельзоль применяют высокой степени технической чистоты с размером частиц не более 0,5 мкм в виде раствора концентрацией 15 %, преимущественно с отрицательным зарядом.

Дозу кизельзоля и желатина определяют пробным оклеиванием. Кизельзоль чаще всего добавляют перед внесением желатина, причем количество его в 10—15 раз больше количества желатина. При осветлении соков на 10 г желатина берут 150 мл 15%-ного раствора кизельзоля.

В СССР применяют препараты диоксида кремния для осветления виноградного сока и стабилизации вин.

Основные работы по созданию и применению отечественного препарата диоксида кремния проводит ВНИИВ и ПП «Магарач». Предложенный институтом препарат высококонцентрированного диоксида кремния «Продукт АК» разрешен Минздравом СССР для осветления натурального и концентрированного виноградного сока. Применяют препарат совместно с обработкой ферментными пектолитическими препаратами и желатином.

При поточном способе обработки в виноградное сусло, очищенное от взвесей и нагретое до $45 \pm 5^\circ\text{C}$, насосом-дозатором вводят суспензию ферментного препарата в количестве, определенном пробным осветлением и выдерживают несколько часов для осветления. Затем сусло охлаждают до 15°C и дозируют в него при непрерывном перемешивании 1%-ный раствор желатина, а через минуту, не прекращая перемешивание, — 10—15%-ный раствор препарата АК. После перемешивания в течение 1—2 мин сусло направляют на сепарирование и дальнейшую обработку.

Исследования, проведенные Одесским технологическим институтом холодильной промышленности и Украинским НИИВиВ им. В. Е. Таирова, показали, что осветление препаратом АК можно сочетать с обработкой сусла холодом, при этом интенсифицируются процессы кристаллизации виннокислых солей и отделения коллоидных веществ.

ОБРАБОТКА ТАННИНОМ И ЖЕЛАТИНОМ

Таннин относится к группе дубильных веществ. В зависимости от происхождения он может иметь разный химический состав, легко растворяется в воде. Применяется наряду с кизельзолом как вспомогательное средство при осветлении желатинном. Оптимальные дозы желатина и таннина устанавливаются пробным оклеиванием. В среднем для осветления соков требуется от 5 до 15 г/гл.

Таннин добавляют в виде 1 %-ного раствора обязательно перед введением раствора желатина. Оптимальная температура осветления желатином и таннином 10—12 °С.

ОБРАБОТКА ПОЛИВИНИЛПОЛИПИРРОЛИДОНОМ (ПВПП)

ПВПП — полимерный материал с трехмерными сетчатыми молекулами, нерастворимый в воде, кислотах и большей части органических растворителей. ПВПП фирмы «Филтрокс» (Швейцария) представляет собой порошок из синтетической смолы с относительно большими размерами зерен (1—450 мкм), хорошо адсорбирует полифенолы через образование водородных связей, применяется в дозах от 50 до 200 г/гл; может использоваться как кизельгур в роторных вакуум-фильтрах.

ПВПП ввиду высокой и очень специфической адсорбционной способности к полифенолам может применяться только после предварительного удаления из сока белковых и пектиновых веществ.

В промышленности ПВПП нашел применение для предотвращения помутнения яблочного сока после ультрафильтрации, не обеспечивающей полного удаления полифенолов, при этом доза ПВПП снижается до 20 г/гл.

ОБРАБОТКА БЕНТОНИТОМ

Бентонит — природное минеральное вещество из класса глин, активным компонентом которого является коллоидный гидрат силиката алюминия слоистой структуры. Благодаря своему слоистому строению бентонит сильно набухает.

Способность отдельных бентонитов к набуханию зависит от их происхождения и химического состава. У натриевых бентонитов способность к набуханию более высокая (более 20 мл воды на 1 г), а у кальциевых — более низкая (5—10 мл на 1 г). Натриевые бентониты более эффективны, но образуют больше осадка и часть натрия из них может переходить в сок. По этой причине в соковой промышленности можно применять только отдельные сорта бентонитов, пригодность которых для осветления проверена экспериментальным путем.

Высокое содержание тонкодисперсных веществ обуславливает высокие адсорбционные свойства бентонитов и способность образовывать тонкие суспензии в жидкостях. Высокой адсорбционной способностью бентониты обладают по отношению к низкомолекулярным протеинам; степень их адсорбции зависит от температуры и величины pH.

В СССР и НРБ бентонит используют для осветления виноградного и яблочного соков. В СССР применяют бентониты Асканского, Огландинского, Акзамарского, Пыжевского, Шемахинского и Казахского месторождений.

Химический состав бентонитов (в %): SiO_2 —50—65; Al_2O_3 —15—20; CaO — до 3,5; K_2O —0,5—1,0; Na_2O —2—3.

По внешнему виду бентонит представляет собой мелкую крупку с размером частиц не более 10 мм или порошок с серовато-желтым или другим оттенком, без запаха и вкуса; набухаемость его не менее 80 %.

Бентонит перед употреблением размалывают до получения тонкодисперсного порошка. Порошок заливают четырехкратным количеством горячей (70—80 °C) воды и тщательно размешивают, затем смесь обрабатывают острым паром 2—4 ч без перемешивания и оставляют на 8—12 ч для набухания. После набухания смесь опять перемешивают и готовят из нее 5—10 %-ную суспензию на соке, подлежащем осветлению. Суспензию фильтруют через сетку с диаметром отверстий 2—3 мм, после чего она готова к употреблению. Дозу бентонита устанавливают пробным осветлением небольших количеств сока: для виноградного сока расход бентонита должен быть не более 5 г/дм³, для яблочного — доза должна быть значительно ниже.

Осветление бентонитом — простой и надежный способ удаления белковых помутнений, однако при этом возможно ослабление цвета сока и некоторое изменение минерального состава. При осветлении яблочного сока образуется большой объем осадка, с которым теряется значительное количество сока.

КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ

В связи с тем что осветляющие вещества преимущественно воздействуют на один из компонентов соков, для получения осветленных соков, стойких в хранении, кристальной прозрачности необходимо проводить осветление с применением нескольких осветляющих веществ. Такое комбинирование особенно необходимо при обработке яблочных соков, в состав которых входят пектин, белки, крахмал и другие придающие мутность вещества.

Применяют различные сочетания осветляющих веществ: пектолитические ферментные препараты и желатин; то же с добавлением бентонита; желатин; кизельзоль и бентонит и др. В последние годы к способам осветления добавился метод осветления с помощью мембран. При всех способах осветления большое значение имеет способ внесения осветляющих веществ и их смешивания с соком.

Осветляющие вещества лучше всего вносить в поток сока при загрузке его в резервуары для осветления. Равномерная и непрерывная подача осветляющих веществ в виде сильной струи в текущий сок может быть обеспечена при использовании автоматической установки с насосом-дозатором.

После загрузки сока с осветляющими веществами в резервуары необходимо дополнительно провести перемешивание их при помощи мешалки или центробежного насоса, чтобы обеспечить лучший контакт частиц осветляющего вещества с компонентами сока.

Размешивание мешалками значительно эффективнее, чем насосом, так как насос подает жидкость только одной тонкой струей, а ширина струи мешалки может быть значительно больше. Наиболее эффективны пропеллерные мешалки, установленные эксцентрически и вращающиеся с частотой около 500 мин⁻¹. Ширина струи пропеллера равна диаметру его винта (пример-

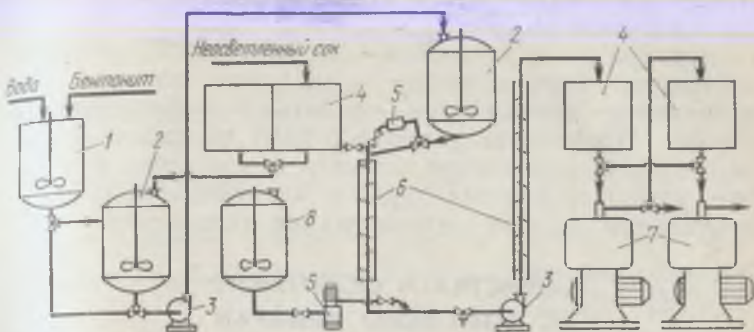


Рис. 25. Установка АОП для осветления сока в потоке:

1 — реактор для приготовления суспензии бентонита; 2 — промежуточные реакторы; 3 — центробежные насосы; 4 — сборники сока; 5 — насосы-дозаторы; 6 — смешительные колонны; 7 — осадительные сепараторы; 8 — реактор для введения флокулянта

но 25—30 см). За минуту такая мешалка обеспечивает полное размешивание содержимого резервуара, на что насосу в зависимости от его подачи требуется 60 мин и более.

Для осветления бентонитом в непрерывном потоке Кишиневским политехническим институтом им. С. Лазо разработана и внедрена установка марки АОП (рис. 25). Конструкция установки позволяет вести обработку сока как одним бентонитом, так и в сочетании с другими осветляющими материалами, например желатином.

Перед включением установки заранее готовят суспензию бентонита и раствор желатина и определяют их дозу пробным оклеиванием. Готовую суспензию бентонита перекачивают насосом в напорный реактор. Затем насосом-дозатором ее подают в поток неосветленного сока, поступающего из сборника. Смесь сока с бентонитом перемешивают в первой смешительной колонне, после которой в поток насосом-дозатором подают раствор желатина. Далее смесь центробежным насосом перекачивают через вторую смешительную колонну в сборники, откуда она поступает на центрифугирование, где производится отделение отработанных осветлителей с осадком.

Производительность установки и степень осветления в значительной степени лимитируются производи-

тельностью осадительных центрифуг, которые используются в установке.

Все три узла установки — подготовка осветляющих материалов, перемешивание и отделение осадка и отработанных осветлителей — работают в непрерывном режиме. Применение установки АОП позволяет сократить процесс осветления, снизить потери сока с осадком, улучшить условия труда и повысить его производительность за счет автоматизации управления.

ОЧИСТКА И ОСВЕТЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ МЕМБРАН

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ

Ультрафильтрация является одним из видов мембранной технологии, применяемой в пищевой промышленности. Различные виды мембранной технологии различаются между собой в зависимости от величины пор применяемых мембран (табл. 10).

Микрофильтрация — процесс отделения взвешенных частиц, частей клеток и др. от жидкой или газообразной среды путем пропуска через мембраны.

Ультрафильтрация — процесс разделения жидкой среды на высоко- и низкомолекулярные соединения с помощью мембран, которые пропускают низкомолекулярные соединения и задерживают высокомолекулярные, в том числе коллоидно-растворимые микромолекулы, такие, как полисахариды и протены.

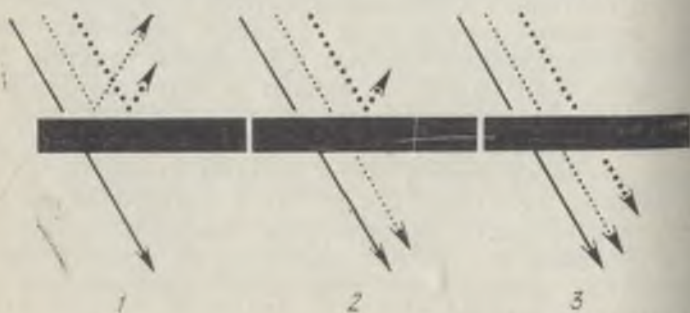


Рис. 26. Схема действия мембран:

1 — при обратном осмосе; 2 — при ультрафильтрации; 3 — при микрофильтрации

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕМБРАН

Показатели	Микро- филтра- ция (МФ)	Ультра- филтра- ция (УФ)	Обратный осмос (ОО)	Электро- лиз (ЭД)
Размер пор мемб- ран, мкм	0,02—8,0	0,002—0,2	—	—
Граница разделения по молекулярной массе	—	500	150	—
Рабочее давление, МПа	0,01—0,5	0,1—1,5	1—10	—
Механизм раздели- ния	Эффект просеивания		Диффузия (молеку- лярное сито)	Различные электрические элементы
Структура	Симмет- ричная	Асимметричная		Ионообмен- ная
Применение	Фильтро- вание, стерили- зация (воздуха, воды)	Концент- рирова- ние, освет- ление, стерили- зация, фракцио- нирование	Концент- рирова- ние	Деминерали- зация, вос- становление

Обратный осмос — процесс отделения растворителя от растворенного в нем вещества с помощью мембран, которые пропускают молекулы растворителя, а частицы, молекулы и ионы растворенных веществ задерживают. Около 99,5 % солей и низкомолекулярных веществ (молекулярная масса 100) остается в концентрате.

Электролиз — процесс, при котором ионные вещества разделяются при прохождении через ионообменные мембраны под действием разницы в электрических потенциалах.

На рис. 26 схематично показано действие мембран при обратном осмосе, ультрафилтрации и микрофилтрации.

Мембраны. По форме мембраны могут быть плоские, трубчатые и из полых волокон. Мембраны изготовляют из ацетата целлюлозы, синтетических полимеров (полисульфиды, поликарбонаты, полиакрилаты и др.), керамики и металла. Ацетатцеллюлозные мембраны имеют меньшую долговечность и химическую устойчивость по сравнению с мембранами из синтетических полимеров, менее устойчивы к повышенным температурам.

В последние годы стали изготавливать и использовать интерполимерные, минеральные (керамические) и металлические мембраны. Керамические мембраны имеют хорошую химическую, термическую и механическую устойчивость (20 МПа) и длительный срок эксплуатации. Наиболее перспективными являются металлические мембраны. Их изготавливают из металлического порошка или тонкого металлического (α -алюминий) листа, перфорированного лазером.

Мембраны характеризуют по двум основным показателям: производительности (пропускной способности) и селективности (избирательности). Производительность мембраны Q равна количеству фильтрата V , прошедшего за единицу времени t через единицу рабочей поверхности F мембраны:

$$Q = V / (Ft).$$

Селективность характеризует разделяющую способность мембраны и выражается в процентном соотношении концентрации вещества в растворе с обеих сторон мембраны. Селективность мембран определяют чаще всего по растворам хлорида натрия и сахара.

При традиционном способе поток жидкости, подлежащей фильтрованию, подают вертикально в верхнюю часть фильтра. Фильтрование происходит в глубине слоя, а сверху на фильтрующую поверхность наслаивается толстый слой осадка, затрудняющий фильтрование. При мембранном фильтровании поток фильтруемой жидкости подают горизонтально и вдоль мембраны, и вследствие турбулентного движения жидкости на эффективный фильтрационный слой мембраны почти не оседает осадок, который мог бы засорять поры. Этот способ фильтрования известен под названием тангенциальное фильтрование (рис. 27).

При тангенциальном фильтровании вещества, не прошедшие через мембрану, захватываются тангенциальным движением потока жидкости и в круговороте фильтруемой среды непрерывно концентрируются.

Мембраны изготавливают с определенными, однородными по величине порами, от чего зависит их разделяющая способность. Разделяющую способность мембран для ультрафильтрации характеризуют молекулярной массой (ММ) веществ, которые проходят через их

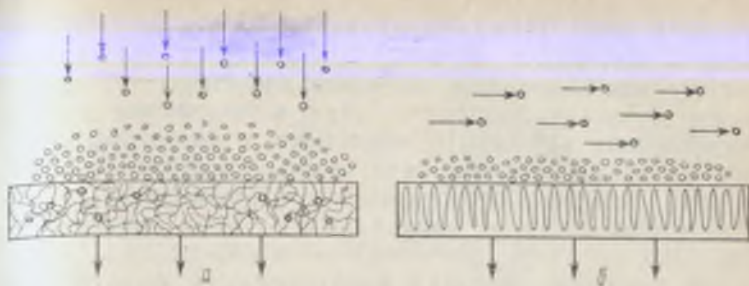


Рис. 27. Схема потока фильтруемой жидкости при фильтрации:
а — традиционным способом; б — тангенциальном

поры. В настоящее время изготавливают мембраны для ультрафильтрации, разделяющая способность которых находится в границах между 500 и 1 000 000 ММ.

Модули. Мембраны монтируют в разные по конструкции фильтровальные устройства «модули». В настоящее время создано четыре типа модулей: пластинчатые, трубчатые, рулонные и из полых волокон.

Пластинчатые рамные модули построены по принципу пластинчатых аппаратов; изготавливаются прямоугольной, круглой или эллипсовидной формы с горизонтально или вертикально поставленными пластинами. Основной их недостаток — длительное время для замены поврежденных мембран и высокие потери давления; движение жидкости преимущественно ламинарное.

Трубчатые модули построены по принципу трубчатых аппаратов; имеют трубы с внутренним диаметром 12,5—25,4 мм, длиной 5 м. Мембрана находится с внутренней стороны трубы, через которую течет фильтруемая жидкость. Модуль может состоять из одной или нескольких (2—18) труб. Преимущества трубчатого модуля — удобная и простая форма, интенсивное турбулентное движение жидкости, невысокая степень забивания пор мембраны, легкие контроль процесса и очистка; недостатки — большой расход электроэнергии и низкая компактность.

Рулонные модули состоят из так называемых мембранных карманов, в которых находятся слои пористого материала для подвода фильтрата к отводной

трубе модуля. Между мембранами размещен слой сетчатого материала, который увеличивает расстояние между мембранами и вызывает известную турбулентность текущей жидкости. При изготовлении модуля мембранные карманы с пористыми и сетчатыми слоями в них навивают в виде рулона вокруг отводной трубы, которая перфорирована. Полученный рулон диаметром 12 см и длиной 90 см затем помещают в цилиндр.

В рулонных модулях турбулентность фильтруемой жидкости хорошая, они компактны и расходуют мало энергии, при повреждении мембраны легко заменить. Недостатки модулей — в значительной потере давления.

Модули из полых волокон состоят из полимерных полых волокон, собранных в пучки, уложенных в цилиндр и закрепленных с обеих сторон пластинами. Внутренний диаметр полых волокон от 0,6 до 2 мм. Активный фильтрующий слой может быть с внутренней или внешней стороны полого волокна, в связи с чем фильтрование может проходить двумя способами: изнутри — наружу через подачу жидкости для фильтрования в полые волокна или снаружи — внутрь путем подачи жидкости для фильтрования в цилиндр между пучками волокон, при этом фильтрат отводится из внутренних полостей волокон. Эти модули имеют хорошую компактность; движение жидкости в них ламинарное; волокна быстро загрязняются и их очень трудно очищать; при замене одного волокна необходимо сменить весь модуль; не подходят для обработки жидкостей, содержащих твердые частицы.

Модули выпускают с разной фильтрующей поверхностью, они могут иметь одну, две, три и более секций, включенных параллельно, последовательно или смешанно.

Установка для ультрафильтрации или обратного осмоса включает приемный резервуар для продукта, подлежащего фильтрованию, питающий насос, циркуляционный насос, систему модулей, теплообменник и контрольно-измерительные приборы (давления и температуры).

Фильтрование через мембраны (УФ, ОО) может осуществляться тремя способами: периодическим, полупрерывным и непрерывным.

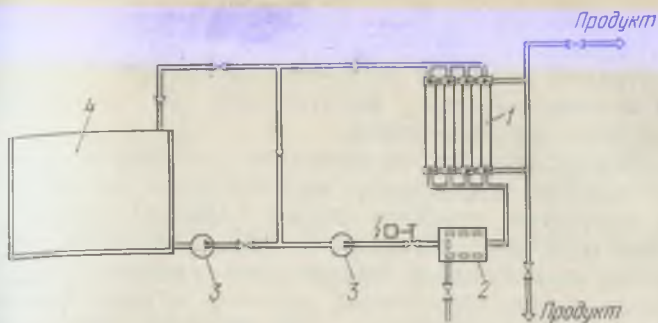


Рис. 28. Схема периодического способа ультрафильтрации:
1 — фильтрующие патроны; 2 — фильтр; 3 — насосы; 4 — резервуар

Периодический способ (рис. 28), несмотря на высокую производительность, простоту и низкую стоимость установки, имеет ограниченное применение ввиду продолжительной рециркуляции и задержки продукта в течение всего времени фильтрования, что может привести к физико-химическим и микробиологическим изменениям. Кроме того, при этом способе необходимо иметь крупный резервуар.

Полунепрерывный способ менее продолжительный; продукт непрерывно подается в резервуар для рециркуляции, и это снижает время нахождения продукта в ультрафильтрационной установке. Производительность способа несколько ниже периодического, но несколько выше непрерывного. Установка дешевая и несложная. Установки по ультрафильтрации соков и напитков работают по этому способу.

Непрерывный способ осуществляется чаще всего при двух и более установках для УФ. Продукт находится в установке всего несколько минут. Производительность способа ниже первых двух, а стоимость более высокая.

В соковой промышленности мембранная технология нашла применение для разных целей: ультрафильтрация — для осветления соков, обратный осмос — для концентрирования соков, электродиализ — для снижения кислотности, микрофильтрация — для фильтрования соков. Наиболее широко внедряется ультрафильтрация, для которой промышленные установки выпускаются многими фирмами. Наиболее часто ультрафильт-

рация применяется при производстве осветленных концентрированных яблочных соков. При этом ультрафильтрация заменяет не только сепаратор, кизельгуровый и пластинчатый фильтрпресс, но и обработку осветляющими веществами.

Низкая граница пропускания ультрафильтрационных мембран (например, молекулярная масса 18 000 для трубчатых мембран фирмы «Абкор») гарантирует полное отделение нативных белков, даже если они находятся в состоянии коллоидного раствора. Полисахариды, такие, как пектин, крахмал и некоторые танины, также отделяются, если размеры их молекул больше значения границы пропускания мембраны. Но некоторые олигосахариды, прошедшие через ультрафильтрационную мембрану, могут полимеризоваться во время хранения, вызывая образование вторичного помутнения, что можно предупредить путем предварительной обработки сока.

Полифенолы, неполимеризованные или не соединенные в макромолекулы, проходят через мембрану. В соке неустойчивые фенольные соединения могут полимеризоваться, образуя танины, которые, взаимодействуя с белками, способствуют появлению вторичного помутнения. При традиционных способах фильтрации эти соединения обычно удаляют путем обработки бентонитом. При ультрафильтрации эту проблему решают удалением одного из компонентов реакции — белка. Поэтому при выборе мембран для осветления соков необходимо обеспечить удаление белков.

Кроме растворенных и взвешенных в растворе макромолекул, при ультрафильтрации полностью удаляют бактерии, дрожжи, плесневые грибы и их споры. Поэтому фильтрат, полученный при ультрафильтрации, является стерильным. Однако при розливе такого сока возможно вторичное инфицирование сока при прохождении через разливочно-укупорочное оборудование, поэтому процесс пастеризации исключать нельзя, если не обеспечены асептические условия розлива.

Ультрафильтрационные мембраны, задерживая коллоиды, пропускают все ценные компоненты соков — сахара, органические кислоты, минеральные вещества, растворимые витамины и аминокислоты, поэтому пищевая и биологическая ценность сока не снижается (табл. 11).

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯБЛОЧНОГО СОКА, ОСВЕЩЕННОГО РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ

Показатели	Исходный сок	Осветленный сок	
		ультра- фильтрация	традици- онный способ*
Сухие растворимые вещества, г/дм ³	152,3	150,61	147,42
Экстрактивные вещества без сахара, г/дм ³	29,01	30,99	33,38
Общее содержание сахаров, г/дм ³	123,29	119,62	114,04
В том числе:			
сахароза	35,62	31,35	30,36
глюкоза	20,90	22,02	19,69
фруктоза	66,77	66,25	63,99
Кислоты (по яблочной кислоте), г/дм ³	7,7	7,6	7,0
Аскорбиновая кислота, мг/дм ³	39	33	23
pH	3,25	3,26	3,39
Общие полифенолы, мг/дм ³	—	583,5	554,0
Фосфор, мг/дм ³	68	66	65
Калий, г/дм ³	1,29	1,26	1,26
Кальций, мг/дм ³	67,5	67,5	117,5
Магний, мг/дм ³	53,6	54,0	118,4
Натрий, мг/дм ³	5,3	22,8	22,3
Зола, г/дм ³	2,66	2,65	2,99
Пролин, мг/дм ³	46	45	42
Цвет (420 нм)	—	0,244	0,287

* Традиционный способ включал обработку пектолитическими и амилотическими ферментами и желатином и фильтрование с кизельгуром. Содержание кальция и магния в соке повысилось после фильтрования с кизельгуром.

В НРБ исследовали возможность производства полимерных мембран для ультрафильтрации и диализа. Разработаны мембраны типов ПАН-А и ПАН-Б с диаметром пор соответственно 0,0144 и 0,0130 мкм, производительностью по воде 109 и 65 л/м²/ч при давлении 0,3 МПа.

В СССР изготавливают более 20 типов и марок полимерных мембран. Наиболее широко используются мембраны «Владипор», которые представляют собой пористый (65—85 %) полимерный материал толщиной 200—50 мкм с размером пор 10⁻⁶—10⁻¹⁰ м; масса 1 м² составляет 40—80 г. Выпускается три марки мембран: МГА — обратноосмотические, УАМ — ультрафильтрационные и МФН-МА — микрофильтрационные. Обрат-

ноосмотические (гиперфльтрационные) ацетатцеллюлозные мембраны марки МГА используются во многих отраслях народного хозяйства. Наиболее распространенная мембрана марки МГА-95 работает при pH 5—8 и температуре 10—50 °C.

Ультрафльтрационные мембраны марки УАМ изготовлены на основе ацетатов целлюлозы.

В последние годы созданы обратноосмотические мембраны марки МГП и ультрафльтрационные марки УПМ на основе ароматического полиамида, характеризующегося высокой термической и химической стойкостью. Эти мембраны пригодны для работы в средах с широким диапазоном pH и при высоких температурах. В пищевой промышленности применяются мембраны из ароматических полиамидов марки УПМ-П на подложке из нетканого лавсанового полотна.

Основными изготовителями мембран в СССР являются НПО «Полимерсинтез» и ПО «Тасма». На основе выпускаемых мембран созданы установки мембранного разделения. Хорошо зарекомендовала себя отечественная установка «Родник-3» производительностью около 25 м³ в сутки и установки ЭДУ-50 и ЭДУ-100 производительностью соответственно 50 и 100 м³ в сутки.

В настоящее время на пищевых предприятиях СССР эксплуатируется 17 промышленных и опытно-промышленных установок для водоподготовки, осветления и стабилизации соков и напитков и концентрирования молочной сыворотки. На консервном заводе в г. Абинске Краснодарского края эксплуатируется мембранная ультрафльтрационная установка производительностью 1,5—2 т/ч для осветления и стабилизации фруктовых соков.

В Московском технологическом институте пищевой промышленности исследовалась зависимость степени осветления яблочного сока (после процеживания и сепарирования) на ультрафльтрационных мембранах «Владипор» от диаметра пор мембран. Полученные данные свидетельствуют о том, что мембраны с порами диаметром 0,025—0,045 мкм обеспечивают высокую степень удаления коллоидных веществ при сохранении в соке исходных количеств сахаров, витаминов и других ценных растворимых веществ. Мембраны с более крупными порами не обеспечивают необходимой сте-

пени осветления, с более мелкими — обладают низкой пропускной способностью.

В 1984 г. фирмой «Алби» (ФРГ) была смонтирована двухступенчатая установка для ультрафильтрации, в которой использованы трубчатые модули длиной 3 м, с внутренним диаметром 25 мм и площадью общей мембранной фильтрующей поверхности 0,2 м². В каждой ступени установлено 252 однотрубных модуля, расположенных в 12 вертикальных рядов по 21 трубе в каждом с площадью общей фильтрующей поверхности 100,8 м².

Процесс осуществляют по следующей технологической схеме. Свежеотжатый сок подвергают грубому фильтрованию на ситовом фильтре, затем отгоняют из него ароматические вещества, охлаждают до 55°C и собирают в сборнике объемом 40 м³ с системой рециркуляции. Этот сборник одновременно служит для приемки сока после охладителя и питания ультрафильтрационной установки. Таких сборников установлено три, в них же производят обработку сока пектолитическими и амилалитическими (при необходимости) ферментами. Из последних двух сборников сок декантируют с осадка и подают в резервуар для рециркуляции, питающий ультрафильтрационную установку. В фильтрационной установке сок проходит последовательно первую и вторую ступени и собирается в сборном резервуаре, из которого подается в испарительную вакуум-установку, где концентрируется до содержания 70—72 % сухих веществ.

Ультрафильтрационная установка работает непрерывно 10 ч со средней производительностью 14 м³/ч. Затем производят безразборную мойку установки водным раствором, содержащим 0,06—0,12 % едкого натра и 0,3 % гипохлорида натрия. Продолжительность мойки 1 ч, после чего установка вступает в новый цикл работы. Количество концентрированного осадка (ретенат) после каждого цикла составляет 2000 л, или 1,4 % от массы сока, и зависит от правильности подобранного диаметра трубчатых мембран и качества сока.

В процессе ультрафильтрации наблюдается изменение цвета яблочного сока от светло-желтого до золотисто-желтого; покоричневения сока вследствие окислительных процессов не обнаружено. Концентрат, полученный из сока, подвергавшегося ультрафильтрации,

при хранении темнеет значительно меньше, чем сок, осветленный традиционными способами.

Проведенные исследования и имеющийся опыт показывают, что ультрафильтрация является экономичным эффективным способом осветления, имеющим значительные преимущества перед традиционными способами. Однако соки должны быть хорошо подготовлены. Специальные исследования по определению влияния предварительной подготовки сока на скорость и фильтрующую способность мембранных ультрафильтрационных установок при обработке яблочного сока показали, что наиболее эффективна обработка ферментами с последующей сепарацией. Дополнительное осветление яблочного сока желатином и кизельзолом перед ультрафильтрацией практически неэффективно.

На практике яблочный сок чаще всего перед ультрафильтрацией обрабатывают ферментами и сепарируют или фильтруют в зависимости от используемого типа ультрафильтрационной установки.

МИКРОФИЛЬТРАЦИЯ

Этот способ занимает среднее положение между ультрафильтрацией и традиционным фильтрованием через асбестоцеоллюлозные пластины. Мембраны для микрофильтрации пропускают все растворенные вещества и растворитель, удерживая частицы размером 0,1—20 мкм. Процесс проходит без изменения состояния продукта, при низкой температуре и повышенной скорости движения потока.

В течение последних 10—15 лет мембранные фильтры для микрофильтрации начали применять в разных отраслях пищевой промышленности.

При микрофильтрации преобладает поверхностное (типа сита) разделение, т. е. все вещества, размер частиц которых больше пор мембраны, задерживаются на фильтрующей поверхности, как и при фильтровании на пластинчатом фильтре преобладают разделение и адсорбция в глубинных слоях. Микрофильтрация меньше зависит от влияния разных неполадок (неожиданное повышение давления, увеличение скорости движения потока, попадание воздуха и т. п.) и гарантирует высокую надежность процесса.

Мембранные фильтры для микрофильтрации разли-

чаются по конструкции и производительности. В пищевой промышленности преимущественно используют фильтры свечного типа с размером пор от 0,02 до 8 мкм. Свечные фильтры просты по устройству и состоят из следующих фильтрующих и опорных пластин (снаружи — внутри свечи): предохранительная и опорная пластмассовая сетка; слой пористого материала (бумага и др.) для опоры и грубого фильтрования; мембрана (гетерогенная, двойная); опорный слой. Для увеличения фильтрующей поверхности последовательно установленные слои сильно плиссированы. Полученный слоистый материал сворачивают в цилиндр, в верхней части которого устанавливают внутреннее отводное сетчатое ядро свечи. Длина таких свечей равна 250 мм, но могут быть свечи длиной 500 и 750 мм, 1 м с площадью фильтрующей поверхности 0,2; 0,4; 0,6 и 0,8 м² соответственно. Из свечей готовят модули. Одну или более фильтрующих свечей ставят в цилиндр из нержавеющей стали, который герметично закрывают.

В последние годы предложено заменить фильтрование через фильтркартон микрофильтрацией, для чего применяют мембраны с более крупными порами. Микрофильтрацию применяют и для стерилизации воздуха при асептическом консервировании. Размер пор в таких фильтрах не превышает 0,5 мкм. Для резервуаров объемом 25 м³ применяют свечной фильтр «Миллипор», установленный в тубус из нержавеющей стали длиной 80 см. Производительность фильтра 1,5 м³/мин воздуха при разнице в давлении 0,01 МПа.

ФИЛЬТРОВАНИЕ

Фильтрация является механическим процессом выделения взвешенных частиц из сока путем пропуска его через пористый слой. Различают три вида фильтрации: поверхностное, глубокое и адсорбционное. При поверхностном фильтровании задерживаются те взвешенные частицы, которые не проходят через самое узкое поперечное сечение капиллярообразных каналов фильтрующего слоя. При этом большая часть взвешенных частиц задерживается на поверхности в том месте, где сок поступает в фильтр. Под глубоким фильтрованием понимают процесс оседания частиц, которые проходят в фильтрующий слой внутри капилляр-

ных каналов и закупоривают проход путем образования мостиков. При адсорбционном фильтровании взвешенные частицы задерживаются под действием электростатических сил на стенках капилляров.

При освещении соков возникают комбинированные виды фильтрования; преобладание того или иного фактора зависит от применяемого вспомогательного фильтрующего материала. В качестве фильтрующих материалов в основном применяют следующие:

асбест — минерал, прошедший специальную очистку; главная его составная часть — хризотиловый асбест; применяется в виде фильтроволокна в смеси с сульфитной целлюлозой;

целлюлоза, получаемая из буковой или сосновой древесины;

кизельгур, представляющий собой остатки панцирей и тел разных форм одноклеточных диатомовых кремниевых водорослей. Благодаря особой форме частиц (панцирей) имеет большую поверхность на единицу массы. Степень чистоты, цвет, форма и осветляющий эффект зависят от происхождения и обработки. В зависимости от степени измельчения различают грубый, средний и мелкий кизельгур;

перлит, изготавливаемый из вулканической горной породы (силиката алюминия) путем размола с последующим нагреванием, при котором объем его увеличивается в 20 раз и более. Сырой размолотый перлит применяют для предварительного фильтрования.

Фильтрующий слой, образованный из одного или нескольких фильтрующих материалов, можно применять в приготовленном заранее виде или готовить перед и во время фильтрования. В готовом виде применяют фильтркартон, представляющий собой пластины из сульфитной целлюлозы, облагороженной и мерсеризованной с добавлением хризотилового асбеста. Фильтркартон применяют в пластинчатых фильтрах. Для приготовления фильтрующего слоя перед или во время фильтрования служат намывные фильтры.

Фильтрующие материалы не только задерживают взвешенные частицы и коллоидные вещества при прохождении сока через их поры, но и обладают способностью адсорбировать частицы взвесей и коллоиды.

При использовании асбеста и целлюлозы фильтрующий слой образуется из опорной решетки, построенной

из волокон целлюлозы, полое пространство которых заполнено асбестом. Адсорбционная способность и фильтрующая поверхность такого фильтра зависят от количества применяемого хризотила, так как фильтрующая способность целлюлозы очень незначительна.

Адсорбирующее действие асбеста основывается на противоположном заряде его волокон по отношению к частицам мути. Хризотиловый асбест обладает положительным электрическим потенциалом, в то время как частицы сока, как правило, заряжены отрицательно. Между частицами и фильтрующим слоем действуют электростатические силы притяжения. Способность фильтрующих слоев адсорбировать коллоиды позволяет получать более прозрачные соки и снижает опасность их помутнения в процессе хранения, так как при освещении не все коллоиды удаляются из сока, часть их остается в соке и может проникать через поры фильтра.

Изучение влияния разных коллоидов на скорость фильтрования показало, что растворимые крахмалы, декстран, арабиногалактан и ламинарин не влияют на фильтрование, тогда как пектин, галактоманнан, карбоксиметилцеллюлоза и ксилан оказывают на него значительный эффект. Особенно значительное снижение скорости фильтрования вызывают пектин и галактоманнан, что объясняется нитеобразной структурой их молекул. Ните- или цепеобразные молекулы могут соединяться с помощью ионного мостика в агрегаты. Следовательно, не количество, а химическая структура коллоидно-растворимых веществ оказывает влияние на скорость фильтрования соков.

Существует взаимосвязь не только между коллоидами и производительностью фильтра, но и между фильтрующим материалом и коллоидами.

Для фильтрования соков используют разные типы фильтров: пластинчатые (фильтрпрессы), намывные (камерные) и барабанные. В пластинчатых фильтровании ведется через фильтркартон; в намывных и барабанных используют асбестоцеллюлозную массу и кизельгур.

Фильтрование соков обычно проводят в два этапа: первое (предварительное) с использованием кизельгура, второе (окончательное) — через фильтркартон.

Пластинчатые фильтры. На несущем основании вертикально расположены квадратные фильтрующие плас-

тины из металлов, покрытых лаком горячей сушки, или из полимерных материалов. Фильтрующие пластины выполнены ребристыми с желобками или в виде пустотелых рам с перфорированными листами жести. В зависимости от расположения мест подачи и выгрузки сока предусмотрены сменяемые камеры для осадка или осветленного сока. В зависимости от размера основания фильтра может быть установлено разное число пластин. Давление создается механически или гидравлически с помощью центрального поршня.

Пластинчатые фильтры могут применяться и для фильтрования с кизельгуром. Пластинчатые кизельгуровые фильтры могут быть с горизонтально или вертикально поставленными пластинами, по форме — прямоугольными или цилиндрическими. Кизельгур наносится сверху на салфетку из синтетического материала или на специальные листы из целлюлозы с отверстиями (порами) диаметром 4—6 мкм. Широко распространены целлюлозные пластины «Фильтрокс» (Швейцария).

Пластины «Фильтрокс» пропитаны синтетической смолой, которая делает их устойчивыми против деформации и давления. Пластины используют многократно и только примерно после 20-го прессования заменяют новыми.

Применяя для фильтрования раму с кизельгуром и многократно используемые опорные пластины, можно с помощью пластинчатого фильтра проводить намывное фильтрование. При использовании переходной камеры в одном аппарате можно проводить предварительное и дополнительное фильтрование.

Скорость потока фильтруемой жидкости в пластинчатом фильтре должна быть строго определенной, так как при превышении этой нормы сила адсорбции может быть недостаточной для обеспечения надлежащего эффекта осветления.

К пластинчатым относятся фильтрпрессы, в которых для фильтрования применяют асбестоцеллюлозные пластины или фильтркартон марки Т или КТФ.

В СССР эксплуатируется несколько типов фильтрпрессов с числом рам 45 и 60 производительностью соответственно 3000 и 9000 дм³/ч. Конструкция фильтрпрессов примерно одинакова.

Фильтрпресс марки В9-ВФС представляет собой ап-

парат периодического действия, состоящий из станины, неподвижной упорной плиты, нажимной плиты, подвижных плит, двух параллельных металлических стержней для поддержания плит, насоса, электродвигателя, нажимного винта, штурвала, рукоятки и траверсы. Упорная плита и траверса стянуты стержнями. Подвижные плиты и нажимная плита опираются на стержни боковыми приливами. Кроме того, имеются приливы с отверстиями, расположенные в верхней и нижней частях плит. При стяжке плит из этих отверстий образуются сквозные каналы, по которым проходят нефильтрованный сок и фильтрат. Соединения плит уплотняются резиновыми прокладками.

Нефильтрованный сок поступает в сквозной канал для нефильтрованного сока и через радиальное внутреннее отверстие в приливе попадает в полость между подвижными плитами. Полости образованы ребрами на поверхности плиты и разделяются фильтрующими перегородками на две камеры. Нефильтрованный сок входит под давлением до 0,3 МПа в одну из камер и фильтруется через перегородку. Фильтрат собирается за перегородкой и через радиальное отверстие в другом приливе поступает в канал для фильтрата, откуда выводится из фильтрпресса.

Такой процесс проходит одновременно во всех полостях между плитами. Сжатие плит производится винтовым механизмом (гайка закреплена на траверсе). На упорной плите установлены воздушные и пробно-спускные краны, манометры.

Замену фильтрующих перегородок в зависимости от мутности сока производят через 2—4 ч работы. Для обеспечения прозрачности сока устанавливают два фильтрпресса, соединенных последовательно, или применяют сдвоенные фильтры, состоящие из двух секций (рис. 29).

Недостатками фильтрпрессов являются периодичность их действия и большие затраты ручного труда на очистку и перезарядку.

Намывные фильтры. У намывных фильтров фильтрующие слои образуются путем намывания вспомогательных фильтрующих материалов на влагопроницаемый фильтрующий элемент. Фильтрующими материалами в намывных фильтрах служат фильтроволокно (смесь асбеста с сульфитной целлюлозой) и кизельгур

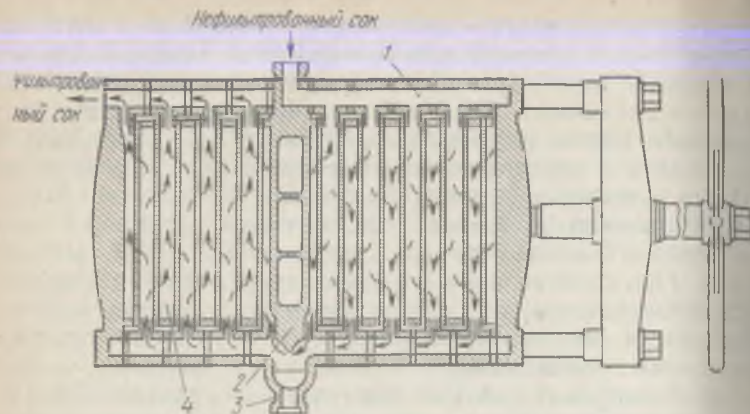


Рис. 29. Сдвоенный фильтр фирмы «Зейтц»:

1 — секция первого фильтрования; 2 — переходная камера; 3 — кран для промежуточного отбора продукта; 4 — секция второго фильтрования

или перлит. Для предварительного фильтрования чаще используют фильтры с кизельгуром.

При фильтровании с кизельгуром взвешенные частицы задерживаются в первую очередь ситами и глупобоким фильтрованием; адсорбцией связывается лишь незначительное их количество. В зависимости от вида сока применяют кизельгур разной зернистости: для яблочных соков со средней величиной зерен, для окрашенных соков — крупнозернистый.

Перед фильтрованием определенное количество кизельгура намыывают на фильтрующий элемент для получения опорного слоя, затем в процессе фильтрования кизельгур непрерывно добавляют при помощи дозирующих насосов.

Фильтры с кизельгуром делают горизонтальными или вертикальными в виде камер (камерные фильтры) в зависимости от расположения фильтрующих элементов. По виду фильтрующих элементов различают два основных типа вертикальных фильтров: фильтры с сетчатыми металлическими дисками и фильтры с фильтрующими свечами, находящимися в висячем положении. Максимальный размер отверстий в металлических ситах составляет 60—80 мкм, а в свечах — около 180 мкм. Фильтры с вертикально поставленными элементами имеют более совершенную систему очистки;

процесс удаления слоя кизельгура и мойки их автоматизирован.

Современные фильтры с вертикально поставленными элементами имеют высокую производительность и работают при высоком давлении.

Фильтр «Олимпик» фирмы «Джиганазза» (Италия) выпускается четырех моделей производительностью 5000—12 000, 8500—20 000, 11 500—28 000 и 14 500—34 000 л/ч. Это самоочищающийся, закрытый фильтр с механизированным устройством для дозирования кизельгура, насосом для подачи сока и смесителем сока с кизельгуром. Работает фильтр при давлении до 1 МПа. Все механизмы фильтра смонтированы на одной тележке.

Пластинчатые и камерные кизельгуровые фильтры в настоящее время дополнены непрерывнодействующим кизельгуровым барабанным вакуум-фильтром. Наибольшее применение вакуум-фильтры нашли для фильтрования осадков или влажных выжимок в целях извлечения остатков сока.

Барабанные фильтры. Эти фильтры выпускают многие западноевропейские фирмы («Зейтц», «Падован» и др.).

Барабанный вакуум-фильтр «Тайло Падован» (рис. 30) представляет собой вращающийся барабан,

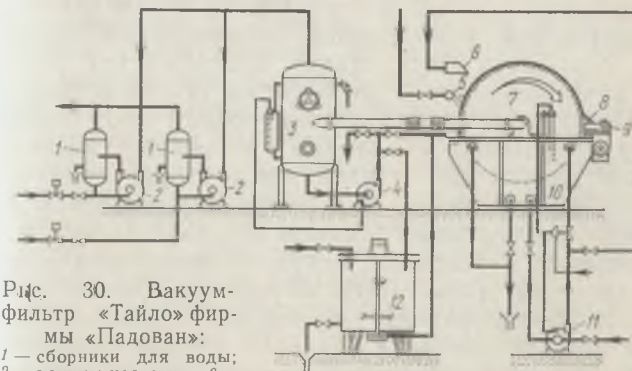


Рис. 30. Вакуум-фильтр «Тайло» фирмы «Падован»:

1 — сборники для воды; 2 — вакуум-насосы; 3 — сборник для фильтрата; 4 — насос для фильтрата; 5 — разбрызгивающее промывное устройство; 6 — устройство для возвращения остатков сока; 7 — вращающийся барабан; 8 — нож для срезания осадка; 9 — штек для выгрузки осадка; 10 — ванна с мешалкой; 11 — насос для подачи сока; 12 — сборник с мешалкой для кизельгура

разделенный на сегменты и частично погруженный в ванну с качающейся мешалкой. Снаружи поверхность барабана имеет дренажные решетки из полипропилена, на которые натянуто фильтрующее полотно из полипропилена. В сегментах создается вакуум в результате подсоединения их к сборнику фильтрованного сока и вакуум-насосам. Барабан вращается в ванне с частотой $0,2—0,6 \text{ мин}^{-1}$. Около выходного конца ванны установлен нож, который срезает верхнюю часть фильтрующего слоя. При помощи всасывающей трубы отдельные сегменты связаны с центральной сборной трубой для осветленного сока. Частота вращения барабана и скорость движения ножа регулируются бесступенчато.

Первая стадия фильтрования заключается в формировании слоя кизельгура или перлита по всей поверхности барабана. Для этого готовят суспензию воды с кизельгуром вне фильтра, готовую суспензию подают в ванну под барабаном. Частицы кизельгура должны все время находиться во взвешенном состоянии, что обеспечивается смесительным устройством и мешалкой в ванне.

Барабан, в котором создается вакуум, вращается в ванне, частично погружаясь в суспензию. При этом на полипропиленовое полотно по всей поверхности фильтра осаждается кизельгур в виде однородного слоя толщиной $5—10 \text{ см}$. Воду, которая отсасывается вакуумом из суспензии, опять возвращают в ванну фильтра для поддержания равномерной концентрации кизельгуровой суспензии. Наслаивание продолжается около 1 ч . На 1 м^2 поверхности расходуется $14—18 \text{ кг}$ кизельгура.

После образования фильтрующего слоя остаточную воду отсасывают и удаляют из ванны, после чего в ванну подают сок и начинается вторая стадия собственно фильтрования. Сок проходит через слой кизельгура и фильтрующее полотно под действием вакуума и собирается в сборнике, откуда отсасывается насосом и подается на дальнейшую обработку. Осадок задерживается на поверхности кизельгура с внешней стороны. При каждом повороте барабана сформировавшийся таким образом слой осадка срезается с внешней стороны ножом, очищая слой кизельгура. В зависимости от величины удерживаемого осадка толщина пласта кизельгура, который срезается вместе с осадком, составляет $0,1—0,3 \text{ мм}$. Механическое устройство при каждом по-

вороте барабана смещает на сотые доли миллиметра лезвие ножа до тех пор, пока слой кизельгура не окажется полностью срезанным.

Глубина погружения барабана регулируется повышением или понижением уровня жидкости в ванне: величина фильтрующей поверхности при этом изменяется. При высоком содержании взвешенных частиц в соке глубина погружения должна быть небольшой.

Производительность барабанного вакуум-фильтра зависит от площади фильтрующей поверхности (от 0,5 до 50 м²), содержания в соке взвешенных частиц, глубины погружения, частоты вращения барабана и величины вакуума.

Третья стадия фильтрования на барабанном фильтре заключается в промывании фильтрующего полотна струей воды под давлением, поступающей из разбрызгивателей, расположенных на коллекторной трубе.

Фильтр может быть использован для фильтрования соков, в том числе с большим содержанием взвесей, а также осадков, полученных при осветлении соков.

ДЕАЭРАЦИЯ

В процессе производства сок поглощает значительные количества воздуха. Кислород воздуха окисляет витамины, красящие и ароматические вещества, что приводит к ухудшению цвета, изменению вкуса и разрушению витамина С. Поэтому перед фасованием из сока следует удалить воздух. В производстве соков с мякотью, которые при гомогенизации в плунжерных гомогенизаторах поглощают значительные количества воздуха, этот процесс обязателен.

Деаэрация может проводиться путем вакуумирования, нагревания, газообмена или применения фермента глюкозооксидазы, которая замедляет ход окислительных реакций и предотвращает вызываемые ими нежелательные изменения компонентов сока.

Процесс удаления воздуха вакуумированием и нагреванием основан на том, что растворимость газов в жидкостях уменьшается с повышением температуры и понижением давления. При остаточном давлении 34,6 кПа и температуре 40°C из распыленного в вакуум-камере сока удастся извлечь до 90 % воздуха по отношению к его первоначальному содержанию.

При газообмене кислород, содержащийся в соках, вытесняется инертными газами — азотом или диоксидом углерода. Процесс проводят до достижения равновесия, соответствующего парциальному давлению отдельных газов.

В промышленности наибольшее распространение получило вакуумирование, проводимое в специальных аппаратах — деаэраторах.

В СССР для деаэрации соков без мякоти используют деаэратор-пастеризатор ДПУ, который выполняет операции глубокого вакуумирования с последующими пастеризацией, выдержкой и охлаждением.

Резервуар, где происходит собственно деаэрация, представляет собой цилиндр из нержавеющей стали с конусным днищем и стеклянной крышкой. Внутри него установлены два перфорированных цилиндра. Для пастеризации сока используется пластинчатый пастеризатор. В щит вмонтирован трубчатый выдерживатель, служащий для выдержки сока при заданной температуре. Сок непрерывно подается в уравнильный бак, из которого под действием вакуума засасывается в деаэратор и через сопло распыления направляется на стеклянную крышку. Растекаясь по поверхности крышки, сок стекает по перфорированным цилиндрам в виде тонкой пленки. Воздух при этом удаляется. Далее центробежным насосом сок отсасывается из деаэратора и подается в пастеризатор, где нагревается водой до температуры пастеризации, и поступает в выдерживатель, а оттуда опять в секцию регенерации пастеризатора для охлаждения.

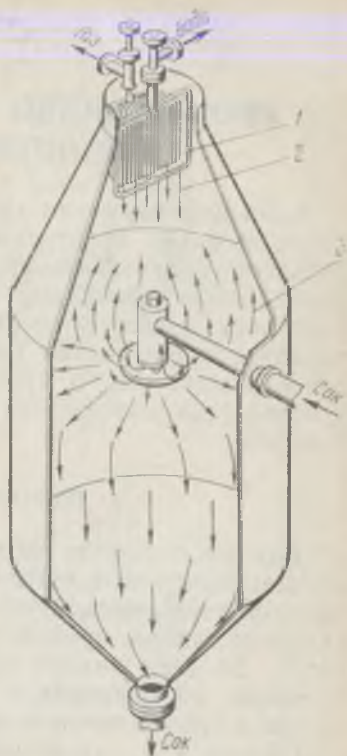
Установка снабжена контрольно-измерительными приборами. Производительность ее 1500 л/ч; остаточное давление в деаэраторе 5,33—2,66 кПа; расход пара 35—40 кг/ч; установленная мощность 10,1 кВт; габаритные размеры 4600×3000×3650 мм. Деаэрация проводится при температуре 35—40 °С и остаточном давлении 6—8 кПа.

За рубежом применяют деаэраторы распылительного типа, в которых предусматривается устройство для улавливания и конденсирования летучих ароматических веществ, выделяющихся из сока при вакуумировании.

Деаэратор «Альфа-Лаваль» типа ДД (рис. 31) распылительного типа для конденсации выпаренного пара

Рис. 31. Распылительный деаэра-
тор «Альфа-Лаваль»:

1 — конденсатор; 2 — стекающие струи
конденсата пара; 3 — поднимающийся
поток паров и газа



в верхней части вакуум-ка-
меры имеет водяной труб-
чатый охладитель. Сок
впрыскивается в центр ка-
меры через разбрызгиваю-
щее устройство и распыля-
ется по всему объему каме-
ры, в которой поддержива-
ется необходимое разреже-
ние при помощи водоколь-
цевого вакуум-насоса. Уро-
вень сока в камере поддер-
живается поплавковым ре-
гулятором уровня. Часть
воды, выпаренная из сока,
с ароматическими вещест-
вами и неконденсирующи-
мися газами поднимается в
верхнюю часть камеры, где
пар и ароматические веще-
ства, проходя через трубы
водяного охладителя, кон-

денсируются и стекают в нижнюю часть камеры, соеди-
няясь с деаэрированным соком. Неконденсирующиеся
газы, в основном воздух, выводятся из аппарата.

В зависимости от температуры в таком деаэраторе
может быть удалено из сока до 90 % воздуха.

Близкую к этому деаэратору конструкцию имеет
деаэратор фирмы «Единство» (СФРЮ). Этот деаэра-
тор — вертикального типа. В верхней части камеры
смонтирован вертикальный трубчатый теплообменник,
по трубам которого циркулирует охлаждающая вода.
Поднимающийся пар с ароматическими веществами
омывает трубки теплообменника, конденсируется и сте-
кает по поверхности труб в нижнюю часть вакуум-ка-
меры, где соединяется с соком.

Глава 4

ПРОИЗВОДСТВО ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ФРУКТОВЫХ СОКОВ

Соки вырабатывают практически из всех видов плодов и ягод как культурных, так и дикорастущих. Наибольший удельный вес среди фруктовых соков в СССР принадлежит яблочному соку, на втором месте стоит виноградный сок. В последние годы в СССР получило развитие производство соков из субтропических плодов — цитрусовых и гранатов. Технология и техника производства каждого из этих соков имеет свои особенности.

ЯБЛОЧНЫЙ СОК

Для производства яблочного сока используют преимущественно комплексные механизированные линии, которые изготавливают во многих странах. В СССР используют линии производства НРБ, СФРЮ и других стран. Во всех линиях предусмотрена выработка сока примерно по одинаковой технологии, отличие состоит только в применяемой технике.

Яблоки для производства соков на линии НРБ (рис. 32), поставляемой в СССР, хранят в бункерах на сырьевой площадке, откуда отводят гидравлическим транспортером к сепаратору, где от них отделяется моченная вода. Количество сырья, подаваемого в сепаратор, регулируется винтовым дозатором. После сепаратора яблоки попадают в бункер вертикального элеватора, который загружает их в барабанную моечную машину для предварительной мойки. Из машины яблоки переходят во вторую моечно-сортировочную машину, где проводится окончательная мойка и ручная инспекция яблок. Отобранные недоброкачественные плоды и посторонние примеси удаляются ленточным транспортером, а доброкачественное сырье загружается в ножевую дробилку и измельчается на частицы размером 3—5 мм.

Дробилка имеет корпус цилиндрической формы с продольными каналами для установки ножей, которые

представляют собой зубчатые полосы из нержавеющей листовой стали. Внутри корпуса вращается ротор в форме трехплечевой звезды.

Яблоки загружаются в бункер машины и попадают в цилиндрический корпус, где под действием вращающегося ротора и неподвижных ножей измельчаются. Дробленая масса центробежной силой отбрасывается на стенки корпуса и через отверстия в них выходит из машины. Мезга собирается в резервуаре, откуда винтовым насосом подается в пресс ПЛ.

Отпрессованный сок собирается в резервуаре вместимостью 3 м³, а выжимки удаляются ленточным корытообразным транспортером. Из сборного резервуара сок насосом прокачивается через ситовый фильтр, где очищается от крупных взвесей, после чего поступает в сепаратор непрерывного действия с автоматическим удалением осадка. Очищенный сок собирается в резервуаре, откуда подается в трубчатый пастеризатор-охладитель, где нагревается до 90 °С и охлаждается до 45 °С; нагревание осуществляется паром, охлаждение — водой.

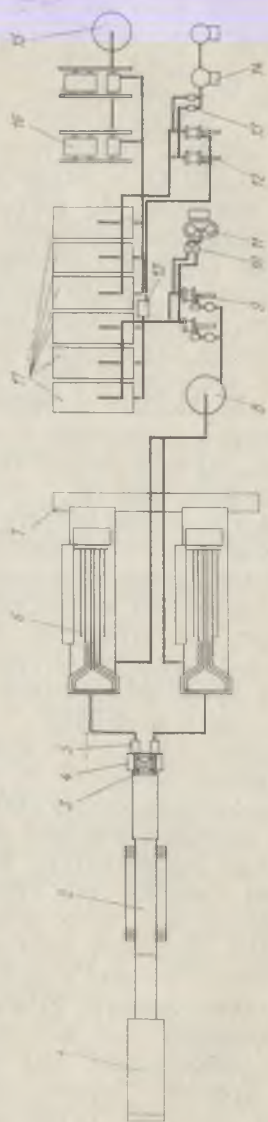


Рис. 32. Линия «Техноэкспорт» производства яблочного сока:

1 — барабанная моечная машина; 2 — мощно-сортировочная машина; 3 — дробилка; 4 — сборник; 5 — винтовой насос; 6 — ленточный пресс непрерывного действия; 7 — ленточный транспортер; 8, 11, 15 — сборники; 9 — пластинчатый теплообменник; 10, 13 — насосы-дозаторы; 12 — охладитель; 14 — нагреватель; 16 — кизельгуровый вакуум-фильтр; 17 — сборники

Нагретый сок перекачивается в ферментатор. При прохождении сока по трубопроводу в его поток дозируется насосом-дозатором суспензия ферментного препарата. Суспензия препарата готовится в отдельном сборнике. В ферментаторе сок выдерживается с препаратом 1—2 ч, после чего прокачивается через охлаждающую секцию трубчатого пастеризатора и охлаждается до 20—15°C. К охлажденному соку непосредственно в трубопровод, по которому он проходит, подается насосом-дозатором раствор желатина, который предварительно готовится в сборнике с поверхностью нагрева и мешалкой. После добавления раствора желатина сок опять выдерживают непродолжительное время в ферментаторе для выпадения осадка.

После выпадения осадка прозрачный сок декантируют и направляют в барабанный вакуум-фильтр для фильтрования, оставшийся внизу мутный сок и осадок винтовым насосом перекачивают для фильтрования во второй вакуум-фильтр. Осветленный сок из обоих фильтров соединяют вместе и направляют на дальнейшую обработку: асептическое хранение, фасование в бутылки или концентрирование.

При фасовании в бутылки сок дополнительно фильтруют через фильтркартон на фильтрпрессе, затем нагревают в пластинчатом теплообменнике с автоматическим регулированием температуры до 85—90°C и подают на розлив в моноблок.

Для мойки бутылок предназначена моечная машина непрерывного действия с автоматическим управлением производительностью 6000 бутылок в час. В машине бутылки проходят вначале зону замачивания в растворе щелочи при температуре 60°C, затем опрыскиваются раствором щелочи при температуре 80°C, после чего ополаскиваются в трех зонах горячей водой температурой 80°C. Бутылки проходят через все зоны машины в кассетах по 11 шт. в каждой; общее время нахождения бутылки в машине 21 мин.

Разливочный узел моноблока имеет 30 разливочных головок, работающих под вакуумом; дозирование сока — по уровню. Укупорочный узел имеет восемь укупорочных головок, укупоривание осуществляют кроушен-пробкой. Подача кроушен-пробок к укупорочному узлу осуществляется магнитным транспортером. Вначале кроушен-пробки подаются в бункер укупорочного уз-

ла, в нижней части которого имеется вибратор, подающий пробки по одной к укупорочным головкам.

Укупоренные бутылки с соком поступают в автоматический туннельный пастеризатор типа П2С-36-4 непрерывного действия, где сок пастеризуется при 94—95 °С с последующим охлаждением до 45 °С. Время нахождения бутылок с соком в пастеризаторе 50 мин.

Производительность пастеризатора 6000 бутылок в час вместимостью 0,5 и 0,2 дм³. Температура сока при входе в пастеризатор 90 °С, на выходе — 45 °С; установленная мощность 20 кВт; габаритные размеры 10820 × 4800 × 2150 мм. Теплоносителем является горячая вода, которая подается насосами и через душевые насадки орошает бутылки. Температура воды в разных зонах плавно изменяется и контролируется автоматической системой, что исключает возможность боя бутылок.

Линия производства яблочного сока фирмы «Бухер» (Швейцария) отличается от описанной наличием гидравлического корзиночного пресса для отжима сока и ультрафильтрационной установки для осветления и фильтрования.

В связи с тем что в яблочных выжимках после извлечения сока остается еще много ценных растворимых сухих веществ, делались неоднократные попытки использовать их для производства вторичных продуктов, в частности пюре. Однако пюре из выжимок, оставшихся после отжима 65—75 % сока из яблок, содержало много клетчатки и имело грубую консистенцию и темный цвет и поэтому не находило применения. Положение изменилось, когда в результате исследований, проведенных во ВНИИКОПе, было предложено извлекать из яблок не более 50 % сока, а оставшиеся выжимки, содержащие еще значительную часть сока, использовать для производства пюре. Такое пюре имело вполне приемлемые органолептические свойства и характеризовалось повышенным содержанием пектина.

Для извлечения до 50 % сока ВНИИКОП применил лопастную фильтрующую центрифугу ФВИл-701К-04 с инерционной выгрузкой осадка. ВНИКТИплодопром (Всесоюзный научно-исследовательский конструкторско-технологический институт по переработке фруктов и винограда) и ряд консервных заводов для отделения части сока используют стекатель.

По разработкам ВНИКТИплодопрома на Новоанненском консервном заводе (МССР) смонтирована опытная линия, в которой предусмотрен отбор 40 % сока на стекателе, подогрев паром и протирание оставшейся массы на пюре, часть которого затем высушивается, а часть используется для производства повидла.

По разработкам ВНИИКОПа смонтирована опытно-промышленная линия комплексной переработки яблок на сок и пюре на Славянском консервном заводе с использованием инерционной фильтрующей центрифуги ФВИл-701К-04. На линии яблоки моют, инспектируют, затем элеватором загружают в центрифугу. Центрифуга имеет встроенный в ротор измельчитель в виде вращающегося диска с мелкой терочной поверхностью, который тонко измельчает яблоки и отбрасывает центробежной силой мязгу на лопасти с перфорированной поверхностью. Сок проходит через отверстия лопастей и собирается в сборном резервуаре, откуда направляется на дальнейшую обработку.

Выжимки из центрифуги сразу попадают в шнековый шпаритель, где нагреваются впрыскиваемым непосредственно в продукт острым паром до 95—97 °С, размягчаются и на выходе из шпарителя загружаются в бункер сдвоенной протирочной машины, где протирают на пюре.

Сравнение качества сока, полученного разными способами (табл. 12), показало, что сок, извлеченный на центрифуге, содержит на 1,5—5 % больше растворимых сухих веществ и сахаров, больше органических

12

СОСТАВ ЯБЛОЧНОГО СОКА (в %) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ

Показатели	Центрифугирование		Прессование	
	Папировка	Мелба	Папировка	Мелба
Сухие растворимые вещества	12,4	12,30	11,8	11,40
Сахара (общие)	10,7	10,7	10,5	10,20
Осадок	4,10	4,30	1,30	1,20
Кислоты (по яблочной кислоте)	0,85	0,90	0,74	0,75
Вязкость, Па·с·10 ⁻³	1,45	1,36	2,44	2,00
Коэффициент светопропускания	0,91	0,85	0,60	—

кислот и осадка. Однако, несмотря на более высокое содержание осадка (4—5 % по сравнению с 1,2—1,3 % на прессе), сок, полученный на центрифуге, более прозрачный и менее вязкий, что облегчает его сепарирование и фильтрование. Благодаря извлечению сока на центрифуге в течение нескольких секунд (практически одновременно с измельчением) окисления сока почти не происходит, и он сохраняет светлый цвет, соответствующий цвету яблок.

На центрифуге отбирается 45—50 % сока, из оставшихся влажных выжимок выход пюре составляет 42,5 % к массе поступившего сырья, отходы — 7,3—7,4 %.

По содержанию пектиновых веществ пюре, полученное на линии комплексной переработки, в 1,5—2,2 раза превосходит пюре, полученное из того же сырья без удаления части сока. Такая комплексная переработка позволяет полезно использовать 85—90 % сырья.

ВИНОГРАДНЫЙ СОК

Производство виноградного сока имеет свои особенности, связанные с тем, что он содержит две слабо-растворимые соли винной кислоты: нейтральный тартрат кальция и кислый тартрат калия (винный камень), которые при хранении сока выпадают в осадок и ухудшают внешний вид готового продукта. Поэтому при производстве виноградного сока должна применяться такая технология, которая исключает или уменьшает опасность выпадения слабо-растворимых солей винной кислоты в осадок.

Растворимость винного камня в соке зависит от величины рН, температуры и наличия спирта или других кислот, кроме винной. В чистой воде винный камень растворяется в количестве 4,9 г/дм³, а в растворе с 6 % спирта — только 3,58 г/дм³. При добавлении яблочной или молочной кислоты растворимость винного камня повышается, а при добавлении винной кислоты — понижается. Снижение величины рН повышает растворимость винного камня. От величины рН зависит и соотношение в соке количества винного камня и винной кислоты. Так, при рН 2,8 в форме винного камня находится 31 % винной кислоты, при рН 3—40,8 %, при рН 3,6—60,7 %, затем доля винного камня снижается — при рН 3,8 до 58,9 %, при рН 4 до 54 %, так как

начинается образование средней калиевой соли винной кислоты.

Температура значительно влияет на растворимость винного камня: с понижением ее растворимость винного камня значительно снижается. Так, если при 15°C в растворенном виде было $2,91 \text{ г/дм}^3$ винного камня, то при снижении температуры до минус 2°C в растворе остается только $1,5 \text{ г/дм}^3$ винного камня.

Растворимость тартрата кальция мало зависит от температуры, основное значение для растворимости этой соли имеет величина рН. Понижение рН вызывает резкое повышение растворимости тартрата кальция; увеличение концентрации спирта снижает растворимость его.

Выпадение в осадок солей винной кислоты ускоряется при наличии кристаллов винного камня, которые служат центрами кристаллизации. Чтобы избежать выпадения осадка тартратов в готовом продукте, процесс производства ведут так, чтобы удаление винного камня обеспечивалось на стадии полуфабриката.

Наиболее распространенным способом получения виноградного сока является разделение производства на две стадии. На первой стадии получают сок-полуфабрикат, который хранят несколько месяцев в условиях, исключающих возможность микробиологической порчи, желательно при пониженной температуре. Во время хранения происходит выпадение в осадок слаборастворимых солей винной кислоты и коллоидных веществ и сок осветляется.

Вторая производственная стадия включает переработку этого осветленного полуфабриката в готовый продукт. Эта стадия может включать и искусственные способы осветления сока, если полуфабрикат не имеет должной прозрачности.

В последние годы в СССР применяют и трехстадийный способ переработки винограда, когда свежесжатый сок (сусло) получают на пунктах первичной переработки или заводах первичного виноделия, а затем в цистернах доставляют его на заводы, где из сусла готовят сок-полуфабрикат. Схема переработки винограда на сусло по технологии, разработанной ВНИКТИплодпромом (рис. 33), предусматривает возможность получения сусла с мойкой и без мойки винограда.

При переработке без мойки виноград, доставлен-

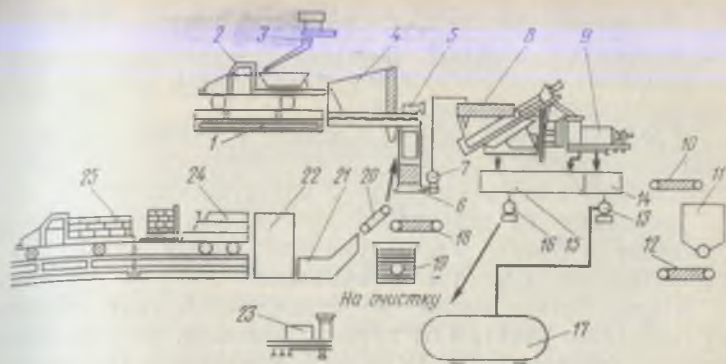


Рис. 33. Технологическая схема переработки винограда на сушло:
 1 — автовесы; 2 — автомашина с контейнерами; 3 — тельфер; 4 — приемный бункер; 5 — дробилка-гребнеотделитель; 6, 15 — сборники сусла первой и второй фракций; 7, 13, 16 — насосы; 8 — стекатель; 9 — шнековый пресс; 10, 12, 18, 20 — конвейеры; 11, 19 — бункера; 14 — сборник сусла третьей фракции; 17 — накопительный резервуар; 21 — моечная машина; 22 — ящикоопрокидыватель; 23 — агрегат для дробления и сушки гребней; 24 — штабелеформирующая машина; 25 — автомашина с ящиками

ный в контейнерах на автомашине, взвешивают на автовесах и выгружают с помощью тельфера в приемный бункер-питатель. Из бункера шнековым транспортером виноград передают в валковую дробилку-гребнеотделитель.

При переработке с мойкой виноград доставляют на автомашинах в ящиках, взвешивают на автовесах и выгружают ящики с помощью штабелеформирующей машины. Из ящиков виноград с помощью ящикоопрокидывателя загружают в вентиляторную моечную машину, откуда конвейером подают в дробилку. Дальнейшая переработка ведется одинаково для мытого и немытого винограда.

Масса из дробилки попадает в сборник, а из него перекачивается мезгонасосом в стекатель. Здесь отделяется 50—60 % сусла первой фракции, которое собирается в сборнике 6. Оставшаяся мезга переходит в шнековый пресс, где от нее отжимается сусло второй и третьей фракций. Сусло второй фракции направляют в сборник 15, где оно смешивается с суслом первой фракции. Сусло третьей фракции с высоким содержанием фенольных веществ собирают в сборнике 14, а затем насосом 13 перекачивают в накопительный резервуар 17, откуда передают на сульфитацию.

Из резервуара смесь сусла первой и второй фракций перекачивают насосом на очистку и хранение как полуфабрикат или загружают в цистерны для отправки на дальнейшую переработку.

Гребни конвейером 18 подают в бункер 19, откуда они передаются в агрегат 23 на дробление и сушку для дальнейшего использования в качестве удобрений.

Выжимки из шнекового пресса конвейером 10 загружают в бункер 11, откуда конвейером 12 подают в установку для сушки и измельчения.

Переработка сусла на сок-полуфабрикат включает операцию очистки от грубых примесей на отделителе грубых примесей КС-12 и сепарирование. Очищенный сок-полуфабрикат затем направляют на хранение асептическим способом или при пониженной температуре под небольшим давлением диоксида углерода.

После хранения в течение 2—4 мес сок сливают с осадка и перерабатывают в готовый продукт. Технология переработки зависит от качества полученного после хранения сока-полуфабриката. Если при хранении из сока коагулировали и выпали все коллоидные вещества и винный камень и сок имеет хорошую прозрачность, то его сразу направляют на фильтрование, розлив в тару и пастеризацию. Если же при хранении не произошло осветления сока, применяют искусственные способы осветления. В зависимости от наличия в соке пектиновых, белковых или полифенольных веществ проводят осветление только пектолитическими ферментами или пектолитическими ферментами с бентонитом, одним бентонитом или бентонитом с желатином.

После осветления сок фильтруют на фильтрпрессах через фильтркартон или намывных фильтрах с использованием асбестовой массы. Фильтрование проводят на двух установленных последовательно фильтрах. После фильтрования сок нагревают до 60—70 °С в пластинчатых или трубчатых теплообменниках и фасуют в стеклянные бутылки, металлические банки или стеклянные банки вместимостью до 3 л.

Наполненную тару герметично укупоривают и направляют на пастеризацию, которую ведут при температуре 85—100 °С в автоклавах или непрерывнодействующих пастеризаторах.

Возможно и горячее фасование сока без последующей пастеризации. При горячем розливе сок перед на-

полнением нагревают до 98—100 °С и при такой температуре фасуют в подготовленную горячую тару с выдержкой при этой температуре 15—20 мин и последующим охлаждением до 30—40 °С.

В СССР выпускают комплектные линии производства виноградного сока-полуфабриката преимущественно для винодельческой промышленности, которые используются также и в соковом производстве.

В состав поточной линии ВП1Л-10К входят бункер-питатель Т1-ВБШ-10, валковая дробилка-гребнеотделитель Б2-ВД2Г, насосы, стекатель ВССШ-10Д, пресс двухшнековый ВПНД-10, сборники сусла первой, второй и третьей фракций и сборник мезги. Производительность линии 10 т/ч по винограду; занимаемая площадь без бункера-питателя 25 м²; выход сусла первой фракции $52 \pm 2,5$ %; влажность выжимок 56 %; содержание взвесей в сусле первой фракции 7 %, второй и третьей 11 %; содержание фенольных веществ в сусле первой фракции 0,05; второй и третьей 0,9 г/дм³.

Фирмы «Бухер» (Швейцария), «Диёмме» (Италия) выпускают комплектные линии производства виноградного сока, в которых предусмотрена обработка ферментами не сока, а мезги. Технологическая схема производства виноградного сока на оборудовании фирмы «Диёмме» предусматривает мойку винограда, дробление с отделением гребней, подогрев мезги до 45—50 °С, автоматическое дозирование суспензии ферментного препарата в мезгу, непродолжительное (0,5—1 ч) выдерживание мезги с ферментами. После ферментирования отделившуюся часть сока сливают в сборник, а густой остаток отжимают на шнековом прессе. Обе фракции сока соединяют и к ним добавляют бентонит. После смешивания и выдержки с бентонитом сок сепарируют, фильтруют, деаэрируют и пастеризуют, после чего его загружают в резервуары на асептическое хранение или хранение при пониженной температуре. После хранения сок может отгружаться потребителю в автоцистернах или фасоваться в тару.

В линии оборудования фирмы «Бухер-Гуйер» (рис. 34) мезгу винограда после обработки ферментами прессуют в универсальном корзиночном прессе «Бухер НР» (отделение сока-самотека до прессования не предусмотрено).

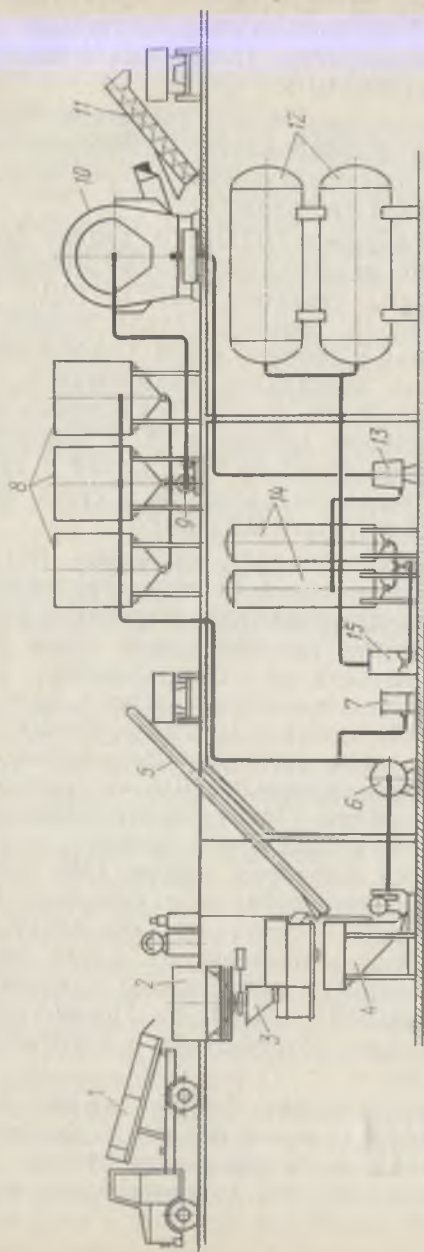


Рис. 34. Линия фирмы «Бухер-Гуйер» производства виноградного сока:

1 — автомашина; 2 — автоксы с бункером; 3 — дробилка-гребнеотделитель; 4 — сборный бункер для мезги с мезгососом и устройством для определения содержания сухих веществ; 5 — конвейер для гребней; 6 — подогреватель; 7 — дозатор ферментов; 8 — резервуары для обработки ферментами; 9 — насос; 10 — универсальный пресс; 11 — агрегат для удаления отходов; 12 — резервуары для хранения; 13 — резервуар для взвешив; 14 — резервуары для осветления; 15 — фильтр

Наряду с производством виноградного сока по двух-ступенчатой схеме возможно и ускоренное производство с применением разных способов быстрой кристаллизации винного камня. Наиболее простой способ, который принят и в нашей стране, состоит в охлаждении сока до температуры, близкой к криоскопической ($0 - \text{минус } 1,5^{\circ}\text{C}$), выдержке при этой температуре около 2 сут и отделении образовавшегося осадка. Охлаждение проводят последовательно вначале до $4 - 5^{\circ}\text{C}$ рассолом в трубчатом теплообменнике, затем до $0 - 2^{\circ}\text{C}$ в установке ВУНО-60 непосредственного охлаждения.

Установка ВУНО-60 обеспечивает быстрое охлаждение в потоке; производительность ее по соку $3,2 \text{ м}^3/\text{ч}$; мощность электродвигателей $47,5 \text{ кВт}$; габаритные размеры $4370 \times 3865 \times 2100 \text{ мм}$.

Охлажденный сок направляют в резервуары, установленные в охлаждаемом помещении или имеющие снаружи охлаждающие рубашки, и выдерживают $36 - 48 \text{ ч}$, после чего декантируют с осадка и сепарируют для отделения образовавшихся кристаллов винного камня и взвесей.

Более быстрыми способами удаления винного камня являются контактный, когда для ускорения кристаллизации к соку добавляют кристаллы винного камня, и ускоренное глубокое охлаждение. По контактному способу с использованием установки «Спика» фирмы «Зейтц» (рис. 35) осветленный и фильтрованный виноградный сок собирают в сборном резервуаре, затем насосом перекачивают в охладитель, где он охлаждается до $0 - \text{минус } 1^{\circ}\text{C}$. Охлажденный сок поступает в резервуары с мешалками, где к нему добавляют тонкоизмельченные кристаллы винного камня, которые служат центрами кристаллизации. В резервуарах при интенсивном перемешивании сок выдерживают примерно 2 ч . За это время кристаллы винного камня укрупняются. Сок с кристаллами винного камня перекачивают в приемный резервуар, а из него в намывной фильтр. Здесь кристаллы винного камня отделяются и накапливаются в резервуаре, а сок фильтруется. После фильтра сок проходит через пластинчатый теплообменник, где нагревается поступающим свежим соком, затем резервируется в сборнике, а из него идет на дальнейшую переработку.

Накопленные кристаллы винного камня измельчают в дробилке и используют для введения в свежий сок в

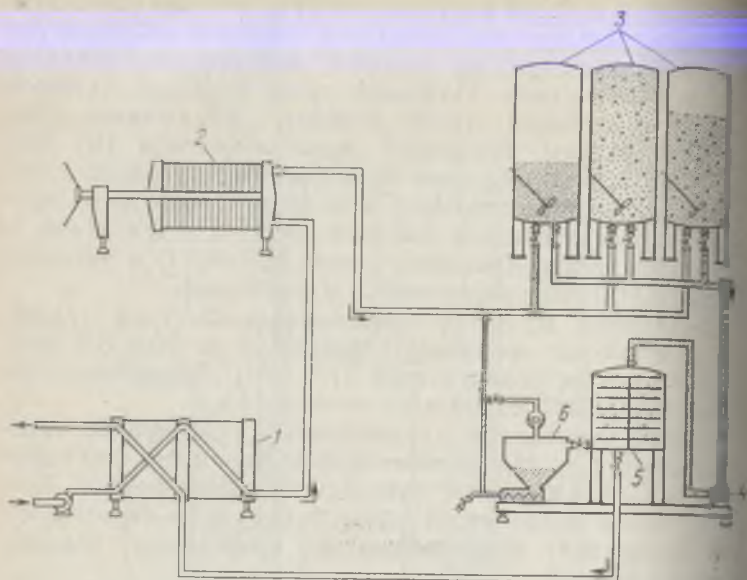


Рис. 35. Схема контактного способа удаления винного камня с использованием установки «Слика» фирмы «Зейтц»:

1 — охладитель; 2 — пластинчатый фильтр; 3 — реакторы; 4 — насос; 5 — намывной фильтр; 6 — резервуар для винного камня с дробилкой

качестве центров кристаллизации. Перед внесением в сок кристаллы промывают, чтобы освободить от налипших остатков сока и повысить эффективность их действия.

Установка «Кристалфлоу» фирмы «Альфа-Лаваль» для быстрого охлаждения (рис. 36) состоит из уравнительного бака, двух теплообменников — пластинчатого и с очищаемой поверхностью, двух насосов и реактора.

Осветленный сок из уравнительного бака поршневым насосом подается в трехсекционный пластинчатый теплообменник. Здесь сок вначале охлаждается выходящим соком в секции регенерации, а затем дополнительно — в двух секциях рассолом до минус 2,5 и минус 3°C. Охлажденный сок центробежным насосом подается в теплообменник с очищаемой поверхностью, ротор которого вращается с частотой 440 мин⁻¹. В этом теплообменнике сок дополнительно охлаждается до температуры ниже криоскопической точки виноградного

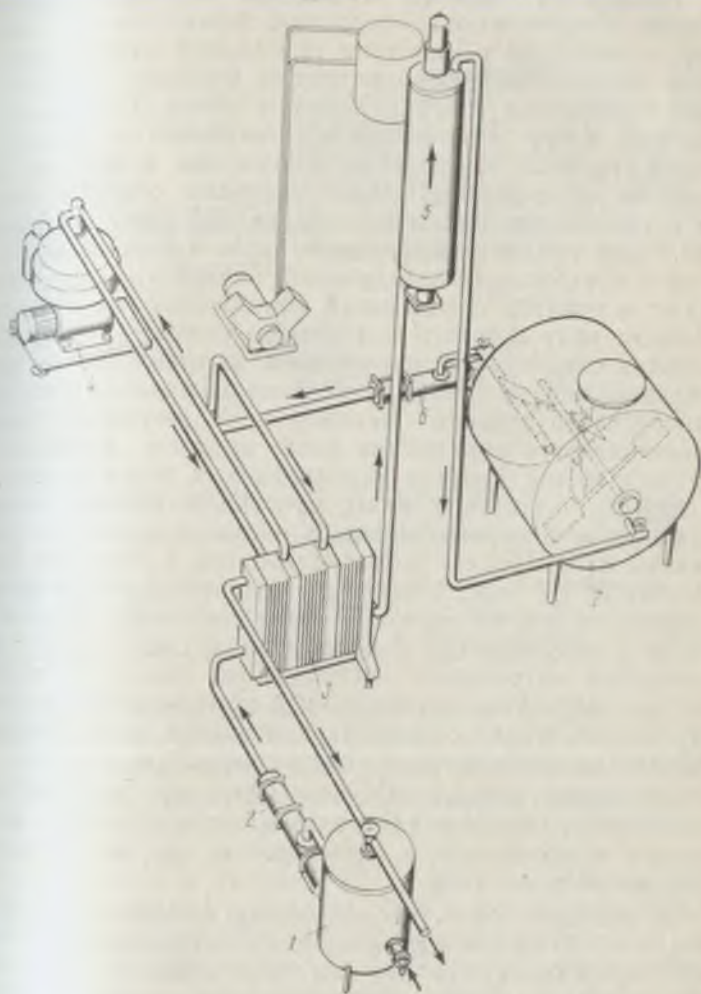


Рис. 36. Установка «Кристалфлоу» фирмы «Альфа-Лаваль»:
 1 — уравнивательный бак; 2, 4, 6 — насосы; 3 — пластинчатый теплообменник; 5 — теплообменник с очищаемой поверхностью; 7 — реактор

сока (примерно минус $2,3^{\circ}\text{C}$), что приводит к вымораживанию из сока примерно 5 % воды.

Низкая температура и высокая частота вращения ротора обеспечивают интенсивное перемешивание сока, что в сочетании с наличием кристаллов льда и растущим перенасыщением приводит к быстрому образованию кристаллов солей кальция и калия. При необходимости могут устанавливаться несколько теплообменников, процесс зарождения кристаллов в каждом из которых не превышает 20 с. Кристаллы, образовавшиеся в теплообменнике, очень мелкие (0,5 мкм) и нестойкие. Для увеличения размеров кристаллов суспензию сока с кристаллами льда и солей винной кислоты помещают в реактор специальной конструкции, на горизонтальном валу которого под разным углом расположены лопасти специальной конструкции, вызывающие во время вращения суспензии изменение положения частиц относительно земного притяжения. В результате этого обеспечивается циркуляция более крупных кристаллов винного камня в одном направлении, а более легких — в другом. Благодаря этому кристаллы винного камня вращаются в перенасыщенном растворе и быстро увеличиваются. Процесс роста кристаллов в реакторе продолжается 90 мин. Суспензия, содержащая кристаллы винного камня, из реактора передается поршневым насосом в пластинчатый теплообменник, где в секции регенерации нагревается поступающим соком до температуры, несколько превышающей криоскопическую точку, что облегчает отделение кристаллов от суспензии. Кристаллы отделяются от сока в сепараторе.

Установка фирмы «Селип» (Италия) включает не только оборудование для кристаллизации винного камня, но и холодильную установку и другое вспомогательное оборудование.

В комплектной установке фирмы «Селип» (рис. 37), как и в установке «Кристалфлоу», используется быстрое охлаждение при помощи пластинчатого ультраохладителя и последующий рост кристаллов в кристаллизаторе специальной конструкции «Фригофлаш», в котором сок находится 2—3 ч. Образовавшиеся кристаллы отделяются от сока на фильтре.

Установка выпускается двух моделей F/50 и F/100 производительностью 1000—2500 и 2500—5000 л/ч.

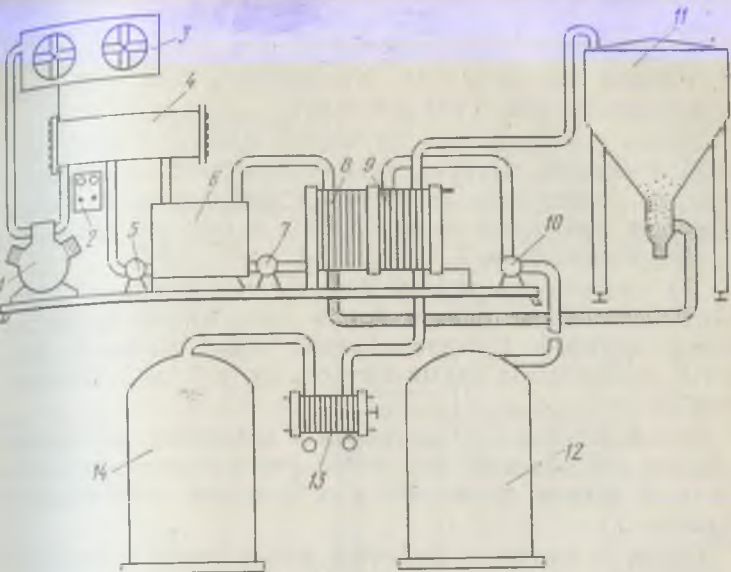


Рис. 37. Установка фирмы «Селип» с кристаллизатором «Фригофлаш»:

1 — холодильный компрессор; 2 — пульт управления; 3 — конденсатор; 4 — рассольный охладитель; 5, 7, 10 — насосы; 6 — охладитель воды; 8, 9 — секции охлаждения и регенерации пластинчатого теплообменника; 11 — кристаллизатор «Фригофлаш»; 12 — резервуар для исходного продукта; 13 — фильтр; 14 — резервуар для обработанного продукта

Винный камень может быть удален и другими способами: путем ионообмена, электродиализа и химически.

Удаление винного камня путем ионообмена. Для обработки сульфитированного виноградного сока наиболее целесообразно применять катионо- и анионообменные смолы, так как при этом в одном процессе могут быть удалены и катионы (K^+ и Ca^{2+}) и анионы (кислоты и сернистый ангидрид). Для такой обработки фирма «Джианацца» (Италия) выпускает установку, в состав которой входят три фильтра: два с катионообменной и один с анионообменной смолой. В состав установки входят также резервуары для соляной кислоты и едкого натра, катионообменный фильтр для очистки воды, насосы и система трубопроводов.

Виноградный сок, подаваемый в ионообменную установку, должен быть предварительно осветлен и профильтрован. Подготовленный сок вначале пропускают

через фильтр с катионообменной смолой, которая удерживает катионы, присутствующие в виноградном соке (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , тяжелые металлы и др.), и освобождает ионы водорода H^+ . Кислотность сока при этом резко повышается, а рН достигает 1.

Затем сок переходит во второй фильтр с анионообменной смолой, которая путем абсорбции задерживает кислоты, сернистый ангидрид и фенольные красящие вещества при переносе ионов OH^- в сок; сок становится высокощелочным.

На третьем, последнем фильтре сок проходит через катионообменную смолу. Здесь задерживаются оставшиеся катионы и одновременно освобождаются кислоты, связанные с этими катионами. рН сока повышается до 3—5.

Освобожденный от катионов и красящих фенольных веществ сок представляет собой почти бесцветную жидкость и может применяться в качестве виноградного сахара.

После завершения рабочего цикла очистки фильтры промывают водой для извлечения остатков виноградного сока, а затем проводят регенерацию смол.

Удаление винного камня электродиализом. В этом процессе под действием электрического тока электролиты проходят через полупроницаемую перегородку. Этот способ применяют для удаления ионов калия из виноградного сока и в некоторых случаях — для регулирования (увеличения или уменьшения) кислотности соков.

В СССР электродиализ применяют для удаления винного камня из виноградного сока.

По технологии ВНИКТИплодопрома (рис. 38) свежееотжатый сок (сусло) доставляют в автоцистернах и сливают в сборник, откуда насосом перекачивают в напорный резервуар, а из него в отделитель грубых примесей КС-12. Очищенный сок сливают в сборник, а взвеси собирают в резервуаре. Из сборника очищенный сок перекачивают в сепаратор для дополнительной очистки, затем нагревают до $98^\circ C$ в пластинчатом теплообменнике и охлаждают до $35-40^\circ C$ в охладителе, после чего подают в установку АОП-1. Растворы осветляющих веществ готовят в смесителе. Удаление осадка осветляющих веществ производят в сепараторах, затем

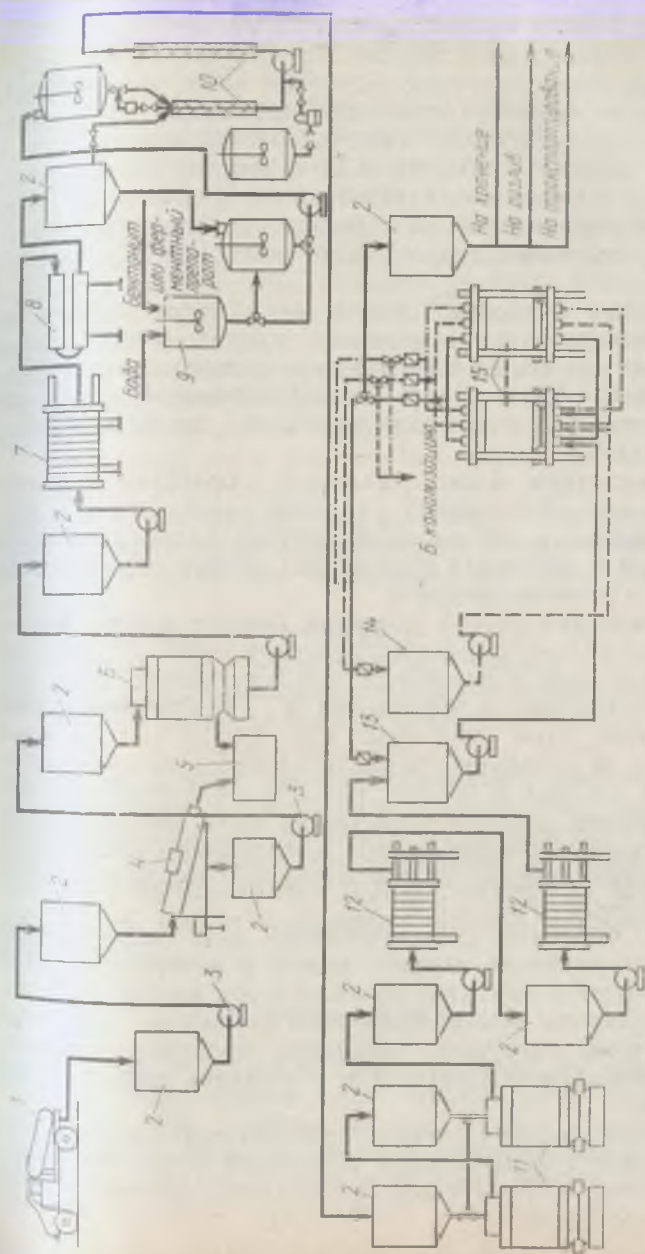


рис. 38. Схема ускоренного производства виноградного сока с применением электродиагностики:

1 — автоцистерна; 2 — насосы; 3 — смеситель; 4 — отделитель грубых примесей; 5 — сборник отходов; 6 — центрифуга; 7 — подогреватель; 8 — охладитель; 9 — смеситель; 10 — колонки для осветления; 11 — сепараторы; 12 — фильтры; 13 — сборник сока; 14 — сборник осветляющих растворов; 15 — электродиагностические установки

сок фильтруют и подают в электродиализную установку ЭДУ-1 через промежуточный сборник.

Установка ЭДУ-1 состоит из четырех блоков электродиализаторов, которые включают основные (рабочие) камеры и промежуточные для промывной воды. Вода используется питьевого качества. Производительность и режим работы установки ЭДУ-1 регулируют в зависимости от содержания винного камня в соке и напряжения на выпрямителе: чем больше содержится винного камня, тем выше должно быть напряжение на выпрямителе.

Рабочие давления сока и воды после насосов на электродиализаторах установки должны иметь равные значения (не более 0,3 МПа) при разнице давлений не более 0,01 МПа. После электродиализной обработки концентрация калия в соке не должна превышать 800—900 мг/дм³.

Недостатком электродиализной обработки является то, что она обеспечивает удаление только кислого тартрата калия, а нейтральный тартрат кальция остается в соке и в заметных количествах может образовывать осадок в готовом продукте.

Химический способ удаления винного камня. Разработанная в Одесском технологическом институте пищевой и холодильной промышленности химическая детартрация заключается в добавлении к виноградному соку кальциевой соли молочной или другой органической кислоты. В результате реакции двойного обмена между винным камнем и солями кальция образуется труднорастворимая средняя кальциевая соль винной кислоты, которая выпадает в виде кристаллического осадка. Осаждение винного камня лактатом кальция продолжается 7—10 сут.

При обработке неосветленного сока одновременно проводят удаление винного камня и осветление. Для этого вместе с лактатом кальция в сок вносят ферментные препараты или оклеивающие вещества. Обработка ферментами разрушает защитные коллоиды и облегчает этим кристаллизацию и осаждение солей винной кислоты.

Лактат кальция должен применяться высокой степени очистки во избежание появления в соке постороннего привкуса. На 1 т сока расходуется примерно 10 кг лактата кальция.

Применение метавинной кислоты. Метавинная кислота является полимером винной кислоты, получаемым из нее путем осторожного нагревания; имеет смолоподобный вид, желтый цвет.

Впервые метавинную кислоту в виде препарата Колагель-57 применили во Франции для предотвращения тартратного помутнения сладких вин. Этот способ получил распространение в виноделии.

Использование метавинной кислоты в производстве виноградного сока и технологию ее применения для ускоренного производства готового продукта предложили А. Т. Марх и В. Я. Айзенберг. Сложность применения метавинной кислоты в производстве сока обуславливалась тем, что при нагревании она гидролизуеться с образованием винной кислоты, что снижает стабилизирующие свойства метавинной кислоты.

Стабилизирующее действие метавинной кислоты увеличивается при повышении рН сока; ослабляют ее действие ионы железа, меди и спирт. Для стабилизации винного камня в неосветленных соках требуется в 2—2,2 раза больше метавинной кислоты, чем в осветленных.

На способности метавинной кислоты образовывать растворимые соединения с винным камнем и этим предотвращать его выпадение в осадок и с учетом свойств метавинной кислоты была разработана технология ускоренного производства виноградного сока. Свежеотжатый сок (сусло) очищают от взвесей, осветляют пектолитическими ферментными препаратами, нагревают до 92 °С, охлаждают до 35—40 °С, сепарируют и фильтруют. К прозрачному соку добавляют метавинную кислоту в количестве 0,05—0,06 %, тщательно перемешивают 5—6 мин, подогревают, фасуют и стерилизуют, как обычно.

СОКИ ИЗ ЯГОД

Соки из ягод могут быть получены на оборудовании, предназначенном для производства яблочного сока. Несколько отличается только подготовка ягод к прессованию из-за значительного содержания в большинстве ягод пектиновых веществ, а также особенностей их структуры, затрудняющей выделение сока.

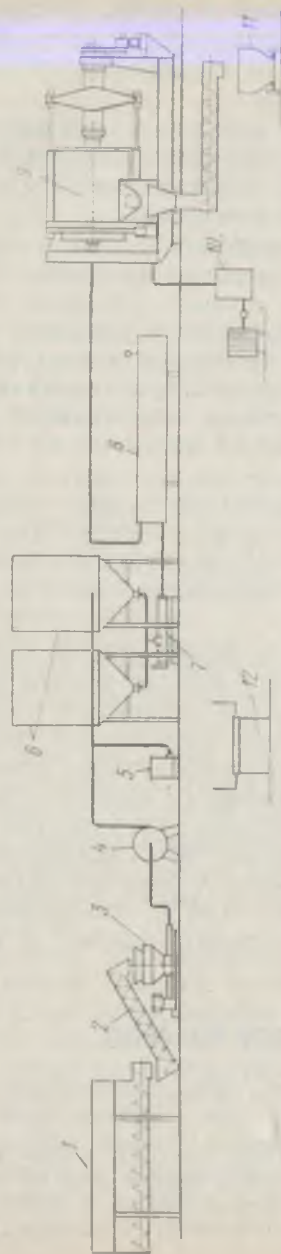


Рис. 39. Линия фирмы «Бухер-Гуйер» производства соков из ягод и косточковых плодов:

1 — бункер для сырья; 2 — шнековый транспортер; 3 — вальцовая дробилка; 4 — подогреватель; 5 — устройство для дозирования сульфата ферментов; 6 — резервуары для обработки ферментами; 7 — винтовой насос; 8 — подогреватель; 9 — гидравлический пресс; 10 — сборник сока; 11 — сборник выжимок; 12 — пункт управления

Ягоды (землянику, малину, чернику) моют под душем или в моечно-встряхивающей машине. После мойки и инспекции ягоды измельчают в валковых дробилках; зрелые ягоды земляники (клубники), малины и черники можно прессовать без дробления. Мезгу ягод с высоким содержанием пектина (черной смородины, крыжовника, клюквы, брусники, голубики и др.) обрабатывают препаратами пектолитических ферментов в целях повышения выхода сока.

Общепринятым приемом подготовки ягод к прессованию является также тепловая обработка. Нагревание снижает характерные для ткани сырых ягод слизистость и вязкость и способствует переходу красящих веществ из мякоти в сок. Однако нагревание должно быть непродолжительным, а температура — невысокой во избежание перехода в сок полифенолов и других нежелательных веществ и размягчения ткани.

Ежевике и бруснику в целом или дробленном виде нагревают с добавлением 12—15 % воды в течение 10—20 мин при температуре 60—75 °С, малину и землянику — до 60—80 °С.

Выход сока из красной смородины повышает обработка электротоком на электроплазмолизаторе. При этом подготовленную мезгу прессуют на пакетных или ленточных прессах. Шнековые прессы для прессования ягод непригодны, так как обуславливают переход большого количества мякоти в сок.

Дальнейшие операции по обработке ягодных соков такие же, как при обработке яблочного сока.

Производство сока из ягод и косточковых плодов осуществляется на комбинированной линии фирмы «Бухер-Гуйер» (Швейцария) (рис. 39).

СОКИ ИЗ КОСТОЧКОВЫХ ПЛОДОВ

Из косточковых плодов, особенно таких как абрикосы и персики, которые содержат нерастворимый витамин А — каротин, готовят преимущественно соки с мякотью. Соки без мякоти вырабатывают из слив, вишни и кизила.

При производстве соков из вишни и черешни плоды очищают от плодоножек, которые могут ухудшить вкус сока, затем дробят в валковых дробилках или ножевых барабанных. Дробилки должны быть отрегулированы

так, чтобы было раздроблено не более 15 % косточек. Дробленные косточки в небольших количествах придают соку характерный аромат, в больших количествах ухудшают вкус сока вследствие перехода горьких веществ в сок.

После дробления плоды прессуют на ленточных или пакетных прессах. Использование шнековых прессов может привести к дополнительному дроблению косточек и для прессования косточковых плодов не рекомендуется.

Кизил и сливы подвергают тепловой обработке. К плодам кизила добавляют 15—20 % по массе воды и нагревают барботирующим паром давлением не менее 150 кПа в течение 15—20 мин до растрескивания кожицы на плодах, затем прессуют в горячем виде.

Для повышения выхода сока кизил может быть также обработан пектолитическими ферментными препаратами. В этом случае кизил пропускают через валковую дробилку в целях нарушения целостности ягод без дробления косточки, нагревают мезгу до 45—50 °С, выдерживают 1—2 ч, после чего прессуют.

Сливы нагревают в целом или дробленном виде. Зрелые сливы нагревают в целом виде в воде или паром. При нагревании в воде к плодам добавляют 20—25 % воды и бланшируют до появления на коже сетки мелких трещин. В одной воде бланшируют несколько партий. Оставшуюся бланшировочную воду в количестве не более 10 % добавляют к сливам при прессовании.

Обработку паром производят в ленточном шпарителе. Сливы насыпают в один слой на ленту шпарителя и обрабатывают паром 3—4 мин. Температура внутри массы плодов должна быть 72—76 °С. Горячие плоды прессуют.

Сливы технической зрелости пропускают через валковую дробилку так, чтобы косточки не дробились. Полученную мезгу нагревают в котле с добавлением 10 % воды до 70—72 °С в течение не более 15 мин так, чтобы мякоть слив сохраняла упругость. Горячую массу прессуют вместе с бланшировочной водой.

В НРБ сливовый сок, предназначенный в основном для концентрирования, получают из свежих, замороженных или сушеных слив сорта венгерка. Сливы ис-

пользуют зрелые с интенсивно окрашенной кожицей и высокой кислотностью.

После сортировки и мойки сливы нагревают в непрерывнодействующих нагревателях в течение 4—8 мин при 95—100 °С, затем пропускают через протирачную машину с диаметром отверстий сит 8—10 мм для удаления косточек. Полученную массу охлаждают до 50—55 °С, добавляют к ней пектолитический ферментный препарат в количестве 6000—8000 ед/кг, тщательно размешивают и выдерживают 2—3 ч, после чего прессуют на гидравлическом прессе. Сок может быть извлечен также на непрерывнодействующих центрифугах типа декантера.

К отжатоому соку для лучшего осветления дополнительно добавляют 8000 ед/кг пектолитического ферментного препарата и выдерживают 3—12 ч в зависимости от температуры и содержания пектина в соке. Осветленный сок сепарируют и нагревают до 90 °С в пластинчатом теплообменнике, после чего охлаждают до 30—40 °С. Затем сок фильтруют последовательно через два кизельгуровых фильтра: первый с крупнозернистым кизельгуром (Хифло супер целит), второй с мелкозернистым (Стандарт супер целит). На втором фильтре кизельгур может быть заменен асбестоцеллюлозными пластинами № 3.

ГРАНАТОВЫЙ СОК

Получение гранатового сока затруднено из-за наличия твердой внешней кожуры, которая содержит большое количество дубильных веществ. При дроблении и прессовании дубильные вещества переходят из кожуры в сок и придают ему горький вяжущий привкус. Для улучшения вкуса сока гранаты вначале очищают от кожуры и сок отжимают из очищенных зерен.

Для удаления кожуры применяют различные устройства. На заводах Азербайджанской ССР, перерабатывающих гранаты, работает машина вибрационного типа для очистки гранатов. Основным рабочим органом машины является вибрирующее сито размером 2,5×7 мм с небольшим уклоном к выходному концу, изготовленное из листового нержавеющей стали, с отверстиями диаметром 14 мм и закрепленное на каркасе из дерева твердой породы, покрытом с внутренней сто-

роны тонкой листовой нержавеющей сталью. С боков сито закрыто щитами, спереди — торцевым листом. Над ситом укреплена неподвижная крышка из дерева твердой породы, внизу установлен поддон для сбора зерен. При опускании сита расстояние между ним и крышкой (нижнее положение) составляет 430 мм, при его подъеме (верхнее положение) — 270 мм. На корпусе машины с торцевой стороны укреплен загрузочный бункер.

Во время работы машины гранаты элеватором подают в загрузочный бункер, из него они скатываются на вибрирующее сито. Под влиянием колебательных движений сита плоды подбрасываются вверх и, ударяясь о верхнюю крышку, разбиваются и из них выбиваются зерна.

За время прохождения кожуры вдоль вибрирующего сита к выходу она полностью освобождается от зерен. Зерна проваливаются через отверстия сита в поддон, а кожура выбрасывается через открытую заднюю торцевую часть машины.

При работе машины важно не допустить попадания обрывков кожуры в зерна, так как при прессовании из обрывков кожуры в сок переходят полифенольные вещества, ухудшающие его вкус и приводящие к выпадению осадка при хранении.

Производительность машины 20—25 т/ч. Машину устанавливают непосредственно над прессом так, что при прессовании зерна из поддона попадают непосредственно в загрузочный бункер пресса.

Для прессования зерен используют шнековый пресс ВПНД-10. Для производства натурального сока следует использовать сок только из первых двух патрубков пресса, выход которого составляет 75—80 % массы зерен, или 44—49 % массы плодов. Из сока третьего патрубка, содержащего много взвесей и полифенольных веществ, готовят экстракт после соответствующей очистки и фильтрования.

На некоторых заводах для очистки гранатов от кожуры применяют модернизированные валковые дробилки с гребнеотделителями. При регулировании, исключая дробление зерен и мелкое измельчение кожуры, дробилки-гребнеотделители весьма эффективны.

На сборных линиях с устройствами для выбивания зерен (рис. 40) гранаты инспектируют на транспортере,

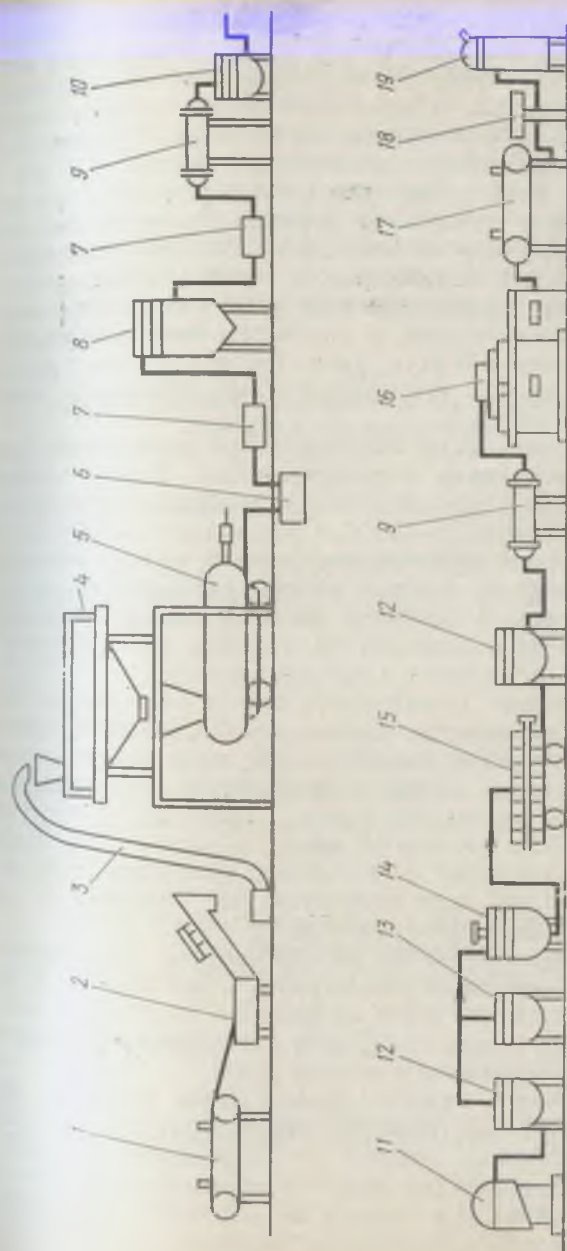


Рис. 40. Линия производства гранатового сока:

1 — инспекционные транспортеры; 2 — мочилная машина; 3 — элеватор; 4 — машина для очистки гранатов; 5 — шнековый пресс; 6 — сборник сока; 7 — насосы; 8 — резервуар-отстойник; 9 — трубчатые подогреватели; 10, 12 — буферные сборники; 11 — сепаратор; 13 — сборник сиропы; 14 — смеситель; 15 — фильтр-пресс; 16 — развально-укрупнительный автомат; 17 — конвейер; 18 — накопительный стол; 19 — автоклав

удаляя недоброкачественные плоды и посторонние примеси. Затем плоды моют в вентиляторной машине и элеватором загружают в машину для очистки. Выделенные зерна попадают в шнековый пресс, где производится отжим сока. Сок очищается от взвесей путем процеживания через сито с диаметром отверстий 0,8 мм и загружается в сборники, где отстаивается 1—2 ч для дополнительной очистки от взвесей. Более длительной выдержки сока нельзя допускать, так как из осевших частиц кожуры и перегородок в сок переходят фенольные вещества. Кроме того, при этом происходит окисление компонентов сока, в результате чего он приобретает резкий терпкий вкус; цвет становится бурым вследствие образования темноокрашенных продуктов окисления полифенолов.

Отстаивание можно исключить при применении термического осветления и сепарирования. В этом случае сок нагревают в трехсекционном трубчатом подогревателе-охладителе до 75—80°C и охлаждают до 35—40°C. При этом в соке коагулируют белки и другие термолabile вещества, которые затем удаляются сепарированием. Нагревать до более высокой температуры гранатовый сок не рекомендуется, так как это приводит к разрушению антоцианов и побурению сока.

Сепарирование освобождает сок от взвесей, но опалесценция сохраняется. Для получения прозрачного продукта применяют фильтрование через фильтркартон на фильтрпрессах. После фильтрования сок нагревают до 70—75°C, разливают в тару (бутылки) и пастеризуют при 85°C в течение 15 мин.

Такая технология обеспечивает получение сока хорошего качества, хотя полностью не гарантирует от выпадения осадка при хранении.

В некоторых странах во избежание образования осадка сок осветляют желатином и фильтруют с кизельгуром, однако такое осветление ослабляет натуральный цвет и вкус сока, хотя и обеспечивает сохранность его прозрачности в течение 6 мес.

Сок хорошего качества может быть получен при прессовании целых гранатов или нарезанных на половинки в пакетных прессах с применением тканевых салфеток. Прессование ведут при постепенном повышении давления до величины не более 10 МПа, чтобы избежать перехода фенольных веществ из кожуры в

сок. Недостатком такого способа является низкий выход сока — не более 41 % массы сырья. Для снижения отходов сок, остающийся в выжимках после пакпресса, отжимают на шнековом прессе и используют для производства гранатовой приправы «Наршараба».

Сок, отжатый на пакпрессе, имеет более низкое содержание полифенолов и меньший осадок, вкус его более мягкий, гармоничный, при хранении почти не выпадает осадка (табл. 13). Однако низкий выход и большая затрата ручного труда при использовании пакпресса не позволяют рекомендовать этот способ для широкого внедрения.

13
СОСТАВ ГРАНАТОВОГО СОКА (в %) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ

Показатели	Прессование зерен на шнековом прессе	Прессование целых плодов на пакпрессе
Сухие растворимые вещества	16,2	16,0
Кислоты (по лимонной кислоте)	2,16	2,0
Полифенолы	0,149	0,044
Осадок	3,60	1,75
Выход	44—49	41

Опыт работы промышленности показал, что особенно неблагоприятно на качество гранатового сока влияет длительное отстаивание свежееотжатого сока, которое на некоторых заводах Азербайджанской ССР увеличивают до 12 ч и более (табл. 14).

14
СОСТАВ ГРАНАТОВОГО СОКА (в %) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СПОСОБА ОБРАБОТКИ

Показатели	Без обработки	Сепарирование		Отстаивание 12 ч.
		без нагрева	после нагрева и охлаждения	
Сухие растворимые вещества	16,4	16,6	16,4	16,2
Кислоты (по лимонной кислоте)	2,68	2,52	2,52	2,49
Полифенолы	0,37	0,33	0,19	0,29
Осадок	—	—	0,05	0,35

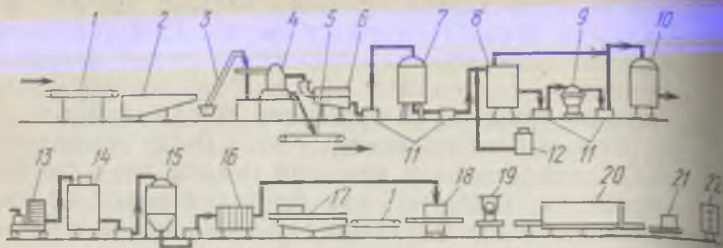


Рис. 41. Линия фирмы «Бертуцци» производства гранатового сока: 1 — ленточный транспортер; 2 — моечная машина; 3 — элеватор; 4 — машина для выбивания зерен из гранатов; 5 — транспортер для отходов; 6 — шнековый пресс; 7 — сборник сока; 8 — сборник-осадитель; 9 — центрифуга «турбина»; 10 — сборник; 11 — насосы; 12 — узел приготовления раствора желатина; 13 — намывной фильтр; 14 — сборник; 15 — деаэрактор; 16 — пластинчатый пастеризатор; 17 — бутыломоечная машина; 18 — наполнитель; 19 — укупочная машина; 20 — пастеризатор-охладитель; 21 — этикетировочная машина; 22 — пульт управления

Из данных табл. 14 видно, что содержание сухих веществ и кислот в соке мало зависит от способа обработки, тогда как количество полифенолов и осадка значительно изменяется: минимальное количество полифенолов и осадка имеет сок, который после отжима подвергался нагреванию с последующим охлаждением и сепарированием. Сепарирование без нагревания снижает количество осадка, но не полифенолов. Отстаивание в течение 12 ч приводит к некоторому снижению полифенолов, но величина осадка значительно увеличивается.

В последние годы на Геокчайском и Сабирабадском консервных заводах производство гранатового сока осуществляют на поточной механизированной линии фирмы «Бертуцци» (Италия) (рис. 41). В процессе освоения линии в машину для извлечения сока были внесены значительные конструктивные усовершенствования, что позволило получать гранатовый сок удовлетворительного качества.

Для получения сока гранаты инспектируют на ленточном транспортере, отбирая дефектные плоды и посторонние примеси, затем моют в вентиляторной моечной машине и ополаскивают под душем на выносном транспортере моечной машины. На горизонтальном участке транспортера гранаты вторично инспектируют и подают элеватором в машину для выбивания из них зерен.

Машина для выбивания зерен из гранатов состоит

из цилиндрического горизонтального перфорированного цилиндра, внутри которого проходит вал с насаженными на него бичами. Сверху цилиндр накрыт кожухом, в передней части которого размещен приемный бункер. Под бункером проходит шнек, равномерно подающий гранаты в полость цилиндра. Гранаты, проходя вдоль цилиндра к разгрузочному концу, разбиваются вращающимися бичами. Зерна при этом отделяются и отбрасываются центробежной силой к стенкам цилиндра, перфорация которых свободно их пропускает. Зерна с частью выделившегося сока собираются в поддоне машины и отводятся на дальнейшие операции, а кожура, освобожденная от зерен, выбрасывается из цилиндра на транспортер для отходов.

Машина обеспечивает хорошее отделение зерен от кожуры, однако быстро вращающиеся бичи ротора разбивают часть зерен, из которых вытекает сок. Соприкасаясь с обломками зерен и кожуры, сок обогащается фенольными веществами, что затрудняет дальнейшее осветление его.

Освобожденные от кожуры зерна с частью сока поступают в шнековый пресс, где из них отжимают сок. Последний очищают от взвесей на фильтре для грубой очистки, затем резервируют в сборнике-выдерживателе в течение 1,5—2 ч для дополнительной очистки от взвесей. После выдержки сок сепарируют на центрифуге «турбина», фильтруют на намывном фильтре, пропускают через деаэратор для удаления кислорода воздуха, нагревают в пластинчатом пастеризаторе до 85°C и фасуют на вакуум-наполнителе в бутылки. Наполненные бутылки укупоривают кронен-пробкой и пастеризуют в пастеризаторе-охладителе непрерывного действия оросительного типа.

Производительность линии по сырью 5 т/ч. При хранении гранатовый сок быстро изменяет свой цвет и появляется осадок. Во избежание этого рекомендуется хранить сок при пониженной (0—10°C) температуре.

СОК ИЗ ШИПОВНИКА

Сок из шиповника ценится главным образом как витаминсодержащий продукт. Для производства сока используют плоды культурного и дикорастущего шиповника.

Из-за характерного строения плода шиповника, в котором $\frac{1}{3}$ составляют семена, а мякоть содержит большие количества витамина С, который желательнее всего извлечь, наиболее целесообразен экстракционно-прессовый способ извлечения сока. В зависимости от сырья (культурный или дикорастущий шиповник) техника обработки мякоти несколько различается.

Плоды моют под душем и удаляют чашелистики на машине для удаления плодоножек, после чего дробят на дисковой дробилке КПИ или ВДР-5 на частицы размером около 2 мм.

К дробленой массе культурного шиповника добавляют 20—30 % воды температурой 20—25 °С, смесь тщательно перемешивают, выдерживают 1—2 ч при этой температуре и подают на прессование.

К дробленным плодам дикорастущего шиповника добавляют 10 % воды по массе плодов, перемешивают, нагревают до 55—70 °С и прессуют. Выжимки тщательно перемешивают с 25—30 % воды и вторично прессуют. Соки первого и второго отжимов сливают вместе.

При переработке культурного шиповника важное значение имеет степень зрелости плодов. Наибольший выход сока можно получить из перезревшего шиповника, однако выход витамина С при этом снижается (табл. 15).

15

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ ШИПОВНИКА НА ВЫХОД И СОСТАВ СОКА

Показатели	Степень зрелости		
	техни- ческая	биологи- ческая	перезре- вшие плоды
Выход сока, %	65	72,5	87,5
Растворимый пектин, %	1,5	1,69	1,93
Сухие вещества, %	11,9	12,3	13,0
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	500	480	400
Полифенолы (всего), мг/100 г	1855	1600	1547
Лейкоантоцианы, мг/100 г	916	832	625

Более высокий выход сока из плодов с размягченной тканью объясняется тем, что при созревании происходят гидролиз протопектина и повышение содержания растворимого пектина, но наряду с этим в перезре-

ших плодах повышается активность полигалактуроназы, расщепляющей растворимый пектин. Соответственно увеличивается клеточная проницаемость. Наличие семян, которые служат дренажем, облегчает выделение сока.

Выход сока из плодов технической зрелости можно повысить обработкой пектолитическими или мацерующими ферментами и проведением экстракции аскорбиновой кислоты путем выстаивания мезги с водой до прессования.

Оптимальный режим обработки крупноплодного культурного шиповника ферментами: температура 40—45 °С, продолжительность около 2 ч.

Тепловая обработка мезги культурного крупноплодного шиповника не повышает выход сока, но ведет к разрушению аскорбиновой кислоты и лейкоантоцианов и ухудшает органолептические показатели сока. Для дикорастущего шиповника, имеющего более плотную ткань, тепловая обработка необходима для повышения проницаемости клеточных стенок и лучшего извлечения растворимых веществ.

Прессуют мезгу вместе с добавленной водой. Выжимки содержат значительное количество биологически активных веществ (в мг/100 г): аскорбиновая кислота 105—138, полифенолы (всего) 2500—2813, каротиноиды 10—26 — и могут использоваться для производства вторичных продуктов.

СОКИ ИЗ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Соки из citrusовых плодов, особенно апельсинов, вырабатывают в больших количествах в США, Испании, Италии, Мексике, Аргентине и ряде других стран. В СССР на сок перерабатывают преимущественно мандарины.

Кожа citrusовых богата эфирными маслами, которые, попадая в сок, могут привести к образованию неприятного постороннего привкуса. В то же время кожа citrusовых является ценным компонентом производства безалкогольных напитков, кондитерских и других изделий. С учетом сказанного разработаны специализированное оборудование и технология получения соков citrusовых плодов.

Классическая технология получения соков из цитрусовых плодов предусматривает сначала извлечение масла из кожуры, а затем отжим сока на оборудовании, обеспечивающем переход значительной части мякоти в сок. Наличие в соке мякоти обуславливает полноту вкуса и сохранение ценных биологически активных нерастворимых веществ (каротиноидов, полифенолов) в соке.

Клетки, содержащие эфирное масло, вначале вскрывают тем или иным механическим воздействием на кожуру, затем из них вымывают масло водой. Полученную эмульсию воды и масла разделяют двойным центрифугированием.

Извлечение эфирных масел и отжим сока могут производиться в одном агрегате или на разных машинах. В США в течение ряда лет применяют соковый цитрусовый экстрактор фирмы ФМС, в котором объединены обе операции. Экстрактор рассчитан на обработку плодов определенного размера, поэтому перед ним должны быть установлены калибровочные машины.

Экстрактор загружается автоматически при помощи работающего от эксцентрика элеватора, который подает по одному плоду в центр чашки (гнездо) экстрактора. После этого опускается верхняя многопальцевая чашка, которая закрывает весь плод. Пальцы, сжимаясь, плотно удерживают и сдавливают равномерно всю поверхность плода. В дне нижней чашки предусмотрена труба с режущей поверхностью, которая соединена общей трубкой со сборником. Режущая кромка трубы вырезает небольшой кружок на нижней поверхности плода. Под давлением верхней чашки на плод содержащее его выдавливается в общую трубу, где сок и мякоть сразу отделяются от семян и частей мембран, проходя через перфорированные стенки трубы. Чистый сок и мякоть собираются в сборнике, а мембраны и семена остаются внутри трубы. Затем внутри трубы поднимается трубка с насадкой для дополнительного отжима сока из оставшейся части плода. Кожура плода измельчается при проталкивании через пальцы верхней чашки и затем удаляется, семена и мембраны из нижней части перфорированной трубы поступают на транспортер для отходов.

Экстрактор выпускается четырех моделей производительностью от 180 до 800 плодов в минуту.

Фирма «Фрателли Инделикато» (Италия) выпускает агрегат «Полицитрус», в котором на одной станине смонтированы узлы для извлечения эфирного масла и отжима сока.

При работе на установке фирмы «Альфа-Лаваль» (рис. 42), в которой использован агрегат «Полицитрус», калибровка плодов не проводится.

Плоды загружают в бункер машины, откуда они падают в питатель. Из питателя плоды проталкиваются вперед при помощи лопастей между вдвоенными вращающимися цилиндрами с терочной поверхностью. Скорость движения проталкивающих лопастей может регулироваться так, чтобы плоды могли оставаться на цилиндрах в течение времени, необходимого для нанесения насечек по всей поверхности плода в зависимости от сорта и степени зрелости.

Поверхность плодов с насечками затем орошается струями воды. Образовавшаяся эмульсия масла в воде проходит через двухступенчатый финишер, где из суспензии удаляются взвешенные частицы. Очищенную эмульсию обрабатывают в центрифуге для отделения эфирного масла от воды.

После вымывания эфирных масел плоды автоматически попадают в узел экстракции сока. Здесь каждый плод разрезается пополам, каждая половинка срезом вниз придавливается к перфорированной плоскости из нержавеющей стали и из нее отжимается сок.

Работа установки полностью автоматизирована; производительность ее может достигать 15 т апельсинов в час.

При переработке апельсинов, грейпфрутов и других цитрусовых плодов сферической формы с плотно прилегающей к мякоти кожурой на описанных машинах получен хороший результат. Отжим мандаринового сока на таком оборудовании сопряжен с трудностями, обусловленными строением плодов. Плоды мандаринов имеют форму сплюсненного шара с вдавленным основанием; кожура их хрупкая, свободно отстающая от долек, дольки слабо связаны между собой. Специального оборудования для получения сока из мандаринов пока не разработано.

В СССР, где 80 % перерабатываемых цитрусовых плодов составляют мандарины, для отжима сока используют вальцовый пресс. Последний представляет со-

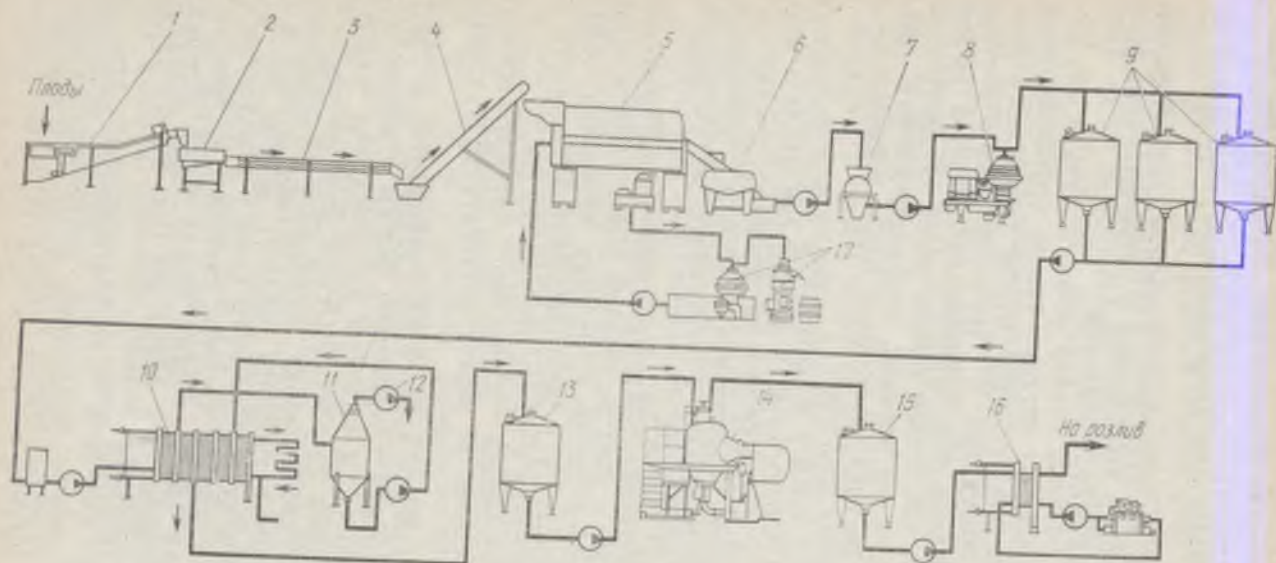


Рис. 42. Линия фирмы «Альфа-Лаваль» производства соков из citrusовых плодов:
 1 — вентиляционная моечная машина; 2 — щеточная моечная машина; 3 — инспекционный роликовый транспортер; 4 — элеватор;
 5 — агрегат «Полимцитрус»; 6 — ситовый фильтр; 7 — центрифуга; 8 — центрифуга; 9 — буферные сборники; 10 — пластинчатый пастеризатор; 11 — деаэрактор; 12 — насос подачи сока на розлив; 13 — промежуточный сборник; 14 — вакуум-выпарная установка; 15 — сборник концентрированного сока; 16 — охладитель концентрата; 17 — установка для очистки эфирного масла

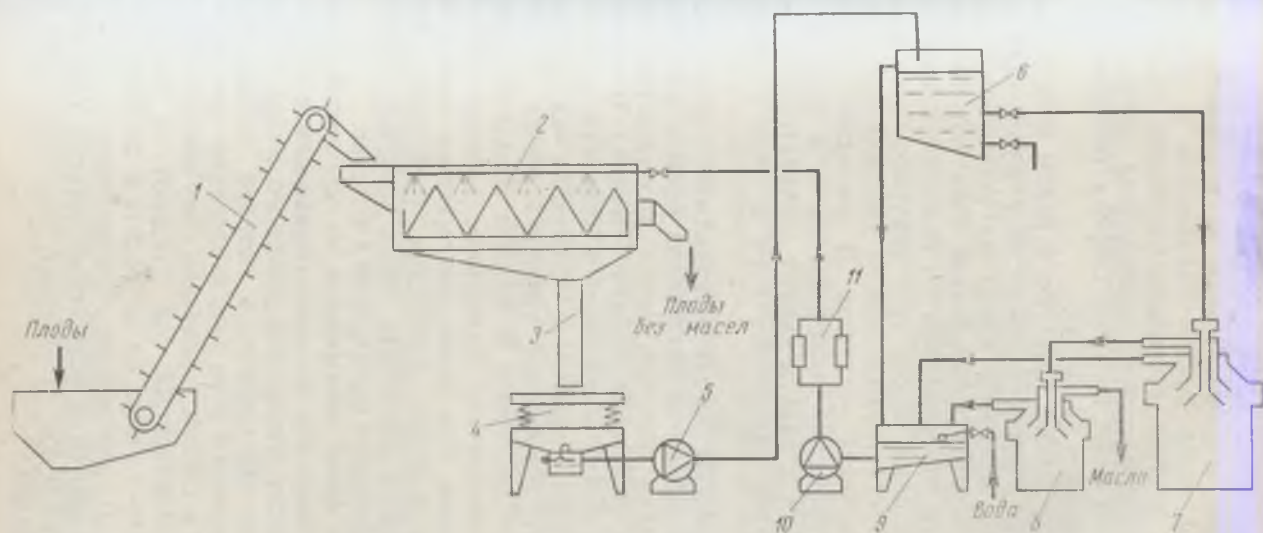


Рис. 43. Установка для выделения и очистки эфирного масла из мандаринов:

1 — элеватор; 2 — экстрактор «Цитропреп»; 3 — труба для водо-масляной эмульсии; 4 — вибросито; 5 — насос для эмульсии; 6 — осадительный резервуар; 7 — центрифуга для выделения эфирного масла из эмульсии; 8 — центрифуга для очистки эфирного масла; 9 — резервуар для воды, отделенной от эмульсии; 10 — циркуляционный насос для воды; 11 — фильтр

бой два барабана, расположенные один над другим и вращающиеся встречно. Плоды по наклонному желобу попадают в зазор между барабанами и прессуются. Диаметр и частота вращения барабанов подбираются такими, чтобы в момент прессования обеспечить движение потока сока по одну сторону барабана, а движение выжимок — по другую.

Поскольку плоды прессуют в целом виде, в сок попадает много эфирного масла из кожуры. Для удаления избытка эфирного масла на консервных заводах Грузии применяют выпаривание сока под вакуумом с последующим разбавлением до исходной концентрации. Отгонку эфирных масел под вакуумом производят в вакуум-аппарате периодического действия или в непрерывнодействующей установке. В последней сок нагревается в трубчатом подогревателе и в горячем виде впрыскивается в вакуум-камеру (сепаратор), в которой осуществляется разделение сока и пара с эфирными маслами.

На Батумском заводе «Наринджи», специализирующемся на переработке цитрусовых плодов, внедрена механизированная поточная линия производства сока из мандаринов фирмы «Бертуцци» (Италия). В линии предусмотрены мойка мандаринов в вентиляционной и щеточной моечных машинах, инспекция на роликовом транспортере, извлечение эфирного масла из кожуры на машине «Цитрореп». В машине плоды проходят по шероховатой поверхности барабанов, которая надсекает кожуру плодов. При испытании машины выявлена необходимость в целях получения требуемого выхода эфирного масла увеличить число режущих элементов и время пребывания мандаринов в машине.

Эфирное масло вымывается из клеток надрезанной кожуры и очищается по схеме, приведенной на рис. 43.

Плоды после извлечения эфирного масла поступают в экстрактор «Цитрореп», в котором плоды разрезаются на половинки и из них извлекается сок примерно так же, как в секции извлечения сока экстрактора «Полицитрус». Полученный сок очищают от взвешенных частиц мякоти и семян на вибросите и дополнительно в центрифуге. В центрифуге одновременно с удалением взвесей отделяются и возможные остатки эфирных масел, попавших в сок. Очищенный сок нагревается и подается на розлив.

Глава 5

СОКИ С МЯКОТЬЮ (НЕКТАРЫ)

Натуральные нектары состоят из жидкой фазы плодов с тонкоизмельченными частицами мякоти, нектары с сахаром — из смеси тонкоизмельченной мякоти плодов с сахарным сиропом. Для улучшения вкуса и цвета в некоторые нектары добавляют лимонную и аскорбиновую кислоты. Содержание фруктовой части в нектарах составляет в СССР 50—75 %, в НРБ 40—50, в США 35—40 %.

В СССР выпускают одно- и двухкомпонентные нектары, в НРБ — одно-, двух- и трехкомпонентные, в других странах — преимущественно однокомпонентные. В двух- и трехкомпонентных нектарах основную часть составляют яблоки, к которым добавляют пюре или соки из высокоэкстрактивных интенсивно окрашенных плодов и ягод.

Часть одно- и двухкомпонентных нектаров в СССР выпускают без добавления сахара — натуральными. Натуральные двухкомпонентные соки с мякотью, изготовленные на основе виноградного сока, выделены в отдельную группу и получили наименование коктейли (табл. 15а).

15а

СОСТАВ ФРУКТОВЫХ НАТУРАЛЬНЫХ КОКТЕЙЛЕЙ (в %)

Сырье	„Юж- ный“	„Уро- жай“	„Моза- ика“	„Доли- на“	„Славянс- кий“
Виноградный сок	65	57	50	—	—
Яблочное пюре	35	35	35	—	50
Морковное пюре	—	8	—	—	—
Черноплодно-рябиновый сок	—	—	15	—	—
Персиковое пюре	—	—	—	50	—
Виноградное пюре	—	—	—	50	50

Для качества соков с мякотью большое значение имеет сохранение мякоти во взвешенном состоянии: осевшая на дне или всплывшая вверх мякоть ухудшает

внешний вид сока и вызывает сомнение в его доброкачественности.

Стабильность частиц мякоти в соке зависит от их величины и заряда, плотности и вязкости жидкой фазы, соотношения твердой и жидкой фаз, рН сока и состава электролитов. Чем меньше размер частиц мякоти и выше вязкость и плотность жидкой фазы, тем лучше сохраняется гомогенность сока. Размер частиц мякоти должен быть в пределах 5—50 мкм.

Размер частиц мякоти уменьшают путем тонкого измельчения — гомогенизации при помощи различных измельчающих устройств — гомогенизаторов, коллоидных мельниц и т. п.

Плотность жидкой фазы повышают добавлением сахара, она должна быть равна или немного выше плотности твердой фазы. Вязкость жидкой фазы значительно зависит от содержания растворимого пектина, который действует как защитный коллоид и естественный стабилизатор. Лучшее стабилизирующее действие оказывает пектин с высокой степенью этерификации. При переработке плодов с низким содержанием пектиновых веществ к соку может быть добавлен пектин с высокой степенью этерификации в количестве от 0,05 до 0,1 % или альгинат натрия.

Содержание растворимого пектина повышается также в соке при нагревании плодов, которое является обязательным при получении соков с мякотью.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕКТАРОВ

ГОМОГЕНИЗАТОРЫ

Используемые в промышленности гомогенизаторы подразделяются на плунжерные, центробежные и ультразвуковые. Наибольшее распространение получили плунжерные гомогенизаторы, основными частями которых являются насос и гомогенизирующая головка. Насос чаще всего применяется плунжерный, который может создать наибольшее давление, с несколькими плунжерами.

Гомогенизирующая головка (рис. 44), осуществляющая непосредственно тонкое измельчение продукта при заданном давлении, состоит из одной или двух одина-

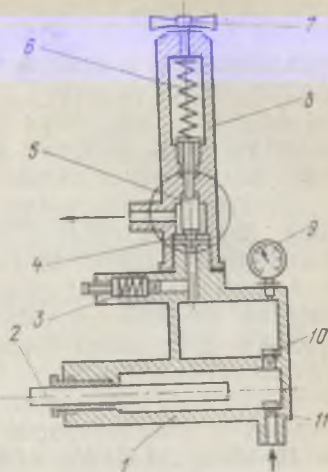
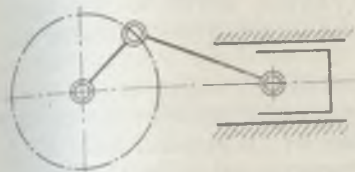
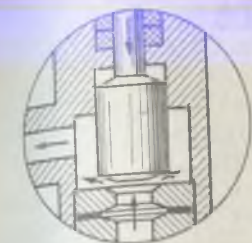


Рис. 44. Гомогенизирующая головка плунжерного гомогенизатора:

1 — цилиндр; 2 — плунжер; 3 — предохранительный клапан; 4 — седло клапана; 5 — гомогенизирующий клапан; 6 — пружина; 7 — нажимной винт; 8 — корпус головки; 9 — манометр; 10 — нагнетательный клапан; 11 — всасывающий клапан

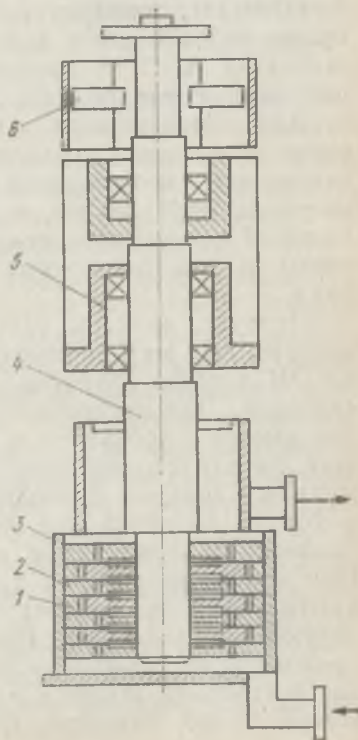


Рис. 45. Роторно-пульсационный гомогенизатор РЗ-КИК:

1 — подвижные диски (роторы); 2 — неподвижные диски (статоры); 3 — корпус; 4 — вал; 5 — подшипники; 6 — вентилятор

ковых ступеней, каждая из которых имеет корпус и клапанное устройство, состоящее из седла клапана и гомогенизирующего клапана. Клапан связан со штоком, на выступ которого давит пружина. Сила сжатия пружины регулируется путем навинчивания накладки гайки со штурвалом, которая вместе с пружиной, штоком и стаканом образует нажимное устройство.

Жидкость, нагнетаемая плунжером под тарелку клапана, давит на тарелку и отодвигает клапан от седла, преодолевая сопротивление, создаваемое пружиной. При этом между клапаном и седлом образуется щель высотой от 0,05 до 2,5 мм, через которую жидкость проходит с большой скоростью и при этом частицы мякоти измельчаются.

В СССР серийно выпускается несколько типов плунжерных гомогенизаторов производительностью от 1,2 до 15 м³/ч: А1-ОГМ, К5-ОГА, А1-ОГМ-15, К5-ОГА-1,2. Рабочее давление в гомогенизаторах 20 МПа (25 МПа в А1-ОГМ-15), температура продукта 60—80 °С. В линии производства соков с мякотью чаще применяется гомогенизатор А1-ОГМ производительностью 5 м³/ч, имеющий габаритные размеры 1430×1110×1640 мм.

Для гомогенизации жидких и пюреобразных фруктовых и овощных продуктов внедряется роторно-пульсационный гомогенизатор РЗ-КИК. Аппарат (рис. 45) имеет сварной корпус, в котором размещены подшипниковый узел, вал, четыре неподвижных диска (статоры) и три подвижных (роторы), закрепленных на валу.

Продукт, размеры частиц которого не должны превышать 700 мкм, подается в аппарат под давлением 0,1 МПа через патрубок, расположенный под верхним статором. Для предотвращения попадания твердых частиц вместе с продуктом в рабочий орган аппарата служит фильтр со сменным сетчатым фильтрующим элементом. Продукт проходит через фильтр и поступает в корпус аппарата, где продвигается по каналам, образованным отверстиями в дисках статоров и роторов. При вращении роторов происходит многократное перекрытие каналов, при этом продукт подвергается пульсирующему давлению. Одновременно с этим продукт, проходя через тонкие щели между роторами и статорами, в условиях высоких напряжений сдвига и больших усилий среза, подвергается дополнительной гомогени-

зации и диспергированию, что обеспечивает высокую эффективность работы гомогенизатора.

Свободный слив продукта из гомогенизатора осуществляется через патрубок, расположенный над верхним статором. Расход воздуха на охлаждение корпуса аппарата регулируется вентилем, установленным в верхней части аппарата.

Производительность гомогенизатора $10 \text{ м}^3/\text{ч}$; число ступеней гомогенизации 3, установленная мощность 22 кВт.

Изготовленный в ГрузНИИППе пятиступенчатый ультразвуковой гомогенизатор роторного типа позволяет измельчать частицы мякоти до размера 20—30 мкм. Производительность аппарата 4000 л/ч; частота вращения ротора 3000 мин⁻¹.

В Венгрии фирма «Комплекс» в линии производства соков с мякотью использует плунжерный гомогенизатор с вращающимся клапаном, что позволяет проводить эффективную гомогенизацию при более низком давлении (8—15 МПа).

Однако за рубежом начали применять гомогенизаторы повышенного давления, что позволяет измельчать продукты в них до размера нескольких микрон. В таких гомогенизаторах продукт измельчается не только за счет прохождения через узкую щель под давлением, но и в результате возникающих явлений кавитации.

В таких гомогенизаторах продукт, подлежащий гомогенизации, поступает при малой скорости и при невысоком давлении в область клапана. Когда продукт достигает области регулируемого зазора между клапаном и седлом, скорость его быстро увеличивается примерно до 300 м/с, а давление уменьшается до соответствующего давлению испарения при образовавшейся температуре. При этом в продукте появляются пузырьки пара. Когда продукт минует зазор гомогенизирующего клапана, скорость его движения снижается, а давление возрастает до величины, достаточной для того, чтобы пузырьки пара лопнули, т. е. возникает процесс кавитации. Выделение энергии и турбулентность, сопровождающие кавитацию, обеспечивают сдвиг и дробление частиц. Далее гомогенизируемый продукт приходит в столкновение с ударным кольцом, что способствует дальнейшему измельчению его.

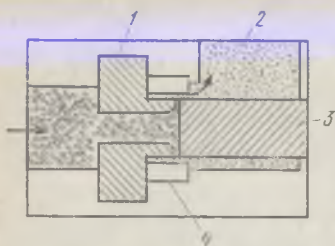


Рис. 46. Сечение узла гомогенизирующего клапана гомогенизатора «Голин»:

1 — седло клапана; 2 — камера для гомогенизированного продукта; 3 — клапан; 4 — ударное кольцо

Гомогенизатор «Голин» высокого давления фирмы ARV (Голландия) имеет поршни возвратно-поступательного хода с гомогенизирующими клапанами тарельчатого или шарового типа (рис. 46).

Гомогенизатор с тарельчатым клапаном марки TPS применяется для работы с низковязкими продуктами, с шаровым клапаном TBS — с вязкими.

Гомогенизаторы выпускаются нескольких моделей разной производительности — от лабораторных до крупных промышленных образцов. Гомогенизатор модели MC 120 может развивать давление до 70 МПа при производительности до 37,5 м³/ч.

Гомогенизатор высокого давления фирмы «Бран+Люббе» (ФРГ) представляет собой трехпоршневой горизонтальный насос с последовательно включенной одно- или двухступенчатой гомогенизирующей головкой. Продукт в гомогенизатор прокачивается через узкий щелевой зазор под давлением от 15 до 100 МПа. После прохождения через зону кавитации и турбулентную зону полученная дисперсия под большим давлением ударяется об отражательное кольцо и в этот момент испытывает высокие нагрузки среза, что повышает степень дисперсности.

Гомогенизаторы фирмы «Бран+Люббе» выпускаются пяти типов в зависимости от производительности.

В производстве соков с мякотью используется одноступенчатый гомогенизатор, фруктовая масса в который подается после протирачной машины. В нем частицы мякоти измельчаются до размера менее 1 мкм, что обеспечивает хорошую гомогенность соков с мякотью и их устойчивость против расслаивания.

В последние годы начали применять новые, более эффективные способы измельчения растительного сырья, которые в перспективе позволят уже на первой

стадии измельчения добиваться тонкой дисперсности сырьевой массы без применения гомогенизации. Так, фирма «Кохленсауреверк Дойтчланд ГмбХ» (ФРГ) разработала способ тонкого измельчения плодов при помощи смены давления диоксида углерода.

При этом способе сырье загружают в напорный резервуар, в котором создают повышенное давление. Благодаря повышенному давлению диоксид углерода проникает в плодовую ткань. Затем давление мгновенно снимают, при этом газ выходит из тканей и «взрывает» их изнутри, образуя тонкоизмельченную массу. Измельченную массу собирают в резервуаре и затем пропускают через сито для отделения грубых частиц.

Измельчение в данном случае проходит без нагревания сырья и без контакта с кислородом воздуха. Отдельные компоненты сырья высвобождаются естественным путем из клеток ткани и одновременно консервируются диоксидом углерода. При этом благодаря бактериостатическому действию диоксида углерода снижается количество микроорганизмов в измельченном продукте, что облегчает его дальнейшую обработку. При одновременном расщеплении разных компонентов растительной ткани обеспечиваются получение тонкого однородного продукта хорошего качества и высокий выход его. Разрушение содержимого клеток изнутри позволяет повысить активность измельченных материалов и их хорошее смешивание с вносимыми добавками.

ЦЕНТРИФУГИ

В СССР разработана технология производства натуральных соков с мякотью с использованием непрерывнодействующих фильтрующих центрифуг НВШ-350, ФГШ-401К-4 (рис. 47).

При получении соков с мякотью из косточковых плодов сырье моют в унифицированной моечной машине, инспектируют на роликовом транспортере, ополаскивают под душем и элеватором подают в протирачную машину с диаметром отверстий сит 5—7 мм. При удалении косточек частота вращения вала протирачной машины снижается до 350 мин⁻¹. В линии также предусмотрена возможность удаления косточек на косточковывивной машине и установлен агрегат для паровой очистки с моечной машиной.

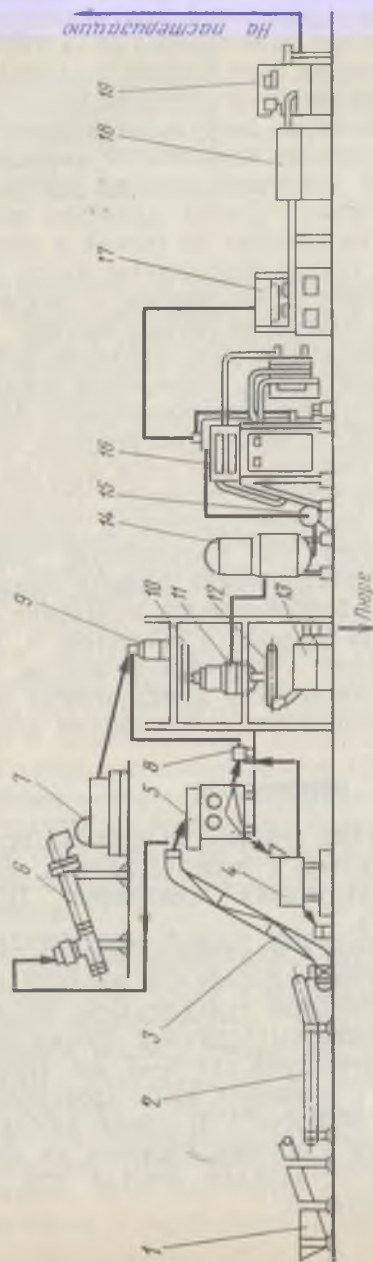


Рис. 47. Технологическая схема производства натуральных соков с мякотью с использованием фильтрующих центрифуг:

1, 7 — моечные машины; 2 — роликовый транспортер; 3 — элеватор; 4, 13 — протирающие машины; 5 — кусточковыбивная машина; 6 — агрегат для паровой очистки; 8 — винтовой насос; 9 — винтовой насос; 10, 12 — шнековые шпиралели; 11 — центрифуга ФГШ-401К-4; 14 — сборник; 15 — насос; 16 — деаэратор-нагреватель; 17 — насос; 18 — инфракрасные излучатели; 19 — вакуум-укрупнительная машина

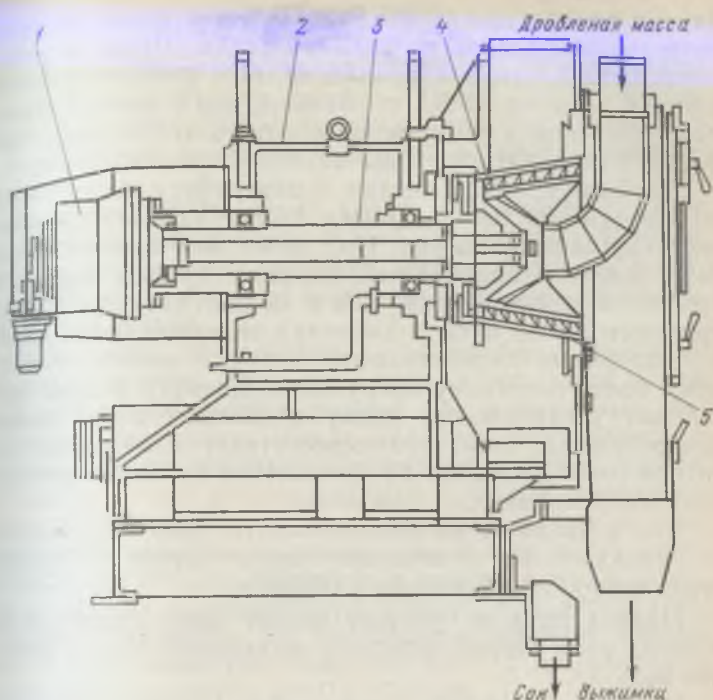


Рис. 48. Центрифуга ФГШ-401К-4:

1 — привод; 2 — корпус; 3 — вал; 4 — шнек; 5 — ротор

Очищенную от косточек массу перекачивают винтовым насосом в дисковую дробилку, куда во избежание потемнения плодов подают острый пар и добавляют к дробленой массе 50%-ный раствор аскорбиновой кислоты в количестве 0,03 %.

Дробленая масса самотеком поступает в шнековый шпаритель, где в течение 20—30 с нагревается до 90—95 °С и передается в центрифугу ФГШ-401К-4. Шнековый шпаритель одновременно служит и питателем центрифуги, обеспечивая равномерную подачу продукта, что имеет большое значение для правильной работы центрифуги.

Основной частью центрифуги ФГШ-401К-4 (рис. 48) является конический ротор, в стенках которого имеются сквозные щели. К внутренней поверхности ротора прилежит сито с отверстиями диаметром 0,06—0,09 мм.

Внутри ротора соосно с ним вращается шнек, который непрерывно удаляет из него выжимки. Шнек и ротор вращаются в одном направлении, но с разной частотой, которая у шнека на $0,7 \text{ с}^{-1}$ меньше, чем у ротора. Зазор между шнеком и ротором может быть от 0,4 до 0,7 мм. Витки шнека расположены на коническом корпусе.

Дробленую массу подают в центрифугу сверху через загрузочный штуцер на витки шнека, где она приобретает круговое вращение. Под действием центробежной силы масса отбрасывается на сито, пройдя через отверстия в конусе шнека. Сок и мелкие частицы мякоти проходят сквозь сито, а выжимки задерживаются ситом и непрерывно передвигаются витками шнека к нижнему более широкому концу сита. Диаметр ротора постепенно увеличивается книзу и соответственно растет центробежная сила, что способствует извлечению остатков сока. Выжимки по достижении нижнего края ротора выбрасываются из машины.

Сок с мелкими частицами мякоти, пройдя сквозь сито, попадает на коническое днище ротора и стекает через выгрузочный штуцер в сборник.

Подвод пара в рубашку вокруг загрузочной трубы и через окна шнека облегчает выделение сока и удаление воздуха.

Производительность центрифуги 4500—5000 кг/ч; максимальный диаметр ротора 0,4 м; частота вращения ротора 2575 мин⁻¹; максимальный фактор разделения 1500.

Благодаря поступлению в центрифугу пара температура мезги и сока, выходящих из центрифуги, составляет 90—95°C, что обеспечивает инактивирование ферментов и низкую бактериальную обсемененность продукта.

Выходящий из центрифуги сок с мякотью перекачивают в закрытый сборник. Выжимки собирают и используют для получения вторичных продуктов.

При получении натуральных соков с мякотью из айвы и яблок плоды после мойки мелко измельчают в дробилках с гребенчатым диском или других типов на частицы размером 1—6 мм, нагревают в шнековом шпарителе до 90—95°C в течение 16—30 с и извлекают сок в центрифуге. Дальнейшую обработку сока осуществляют так же, как и соков из косточковых плодов.

КОМПЛЕКСНЫЕ ЛИНИИ

Производство нектаров за рубежом осуществляют на специализированных линиях. Линия ЛМПС завода «Червено знамя» (НРБ) предназначена для переработки косточковых и семечковых плодов, ягод и томатов (рис. 49).

Во время работы линии плоды инспектируют, затем моют в двух установленных последовательно моечных машинах, после чего вторично инспектируют на роликовом транспортере, где они дополнительно ополаскиваются под душем.

После мойки косточковые плоды подают в косточковыбивные машины валкового типа, в них один валок стальной, другой покрыт резиной или полимерным материалом. Расстояние между валками регулируется в зависимости от величины перерабатываемых плодов. На валках плоды раздавливаются и из них удаляются косточки. Очищенная от косточек масса падает в шнековый подогреватель, в котором за 3 мин нагревается примерно до 95°C и поступает в винтовой насос, который подает ее в протирачную машину или экстрактор. В линии установлены две протирачные машины: первая имеет сито с диаметром отверстий 0,8—1,2 мм, вторая — с диаметром отверстий сит 0,4—0,6 мм.

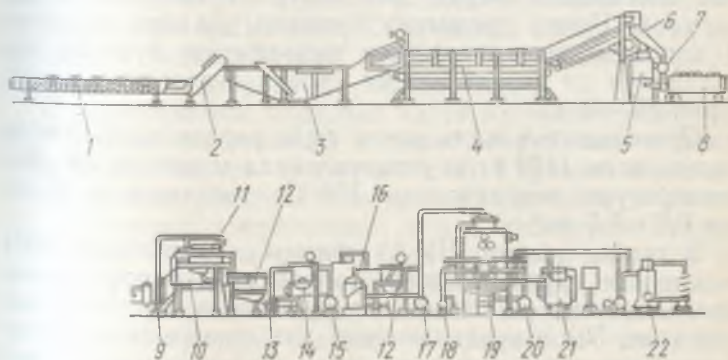


Рис. 49. Линия ЛМПС производства нектаров:

1, 4 — инспекционный транспортер; 2 — элеватор; 3 — моечная машина; 5 — косточковыбивная машина; 6 — бункер; 7 — дробилка; 8 — шнековый подогреватель; 9, 13, 15, 17, 20 — насосы; 10 — экстрактор; 11 — двойная протирачная машина; 12 — сборник; 14 — смеситель; 16 — сепаратор; 18 — вакуум-насос; 19 — деаэрактор; 21 — гомогенизатор; 22 — пастеризатор

Пюре, полученное на протирочных машинах или в экстракторе, перекачивается винтовым насосом в резервуары с механическими мешалками. Здесь к пюре добавляют необходимые по рецептуре компоненты (сахарный сироп, кислоту и др.). В смеси контролируют содержание сухих веществ, после чего ее направляют в деаэратор. Деаэрированный продукт гомогенизируют в плунжерном гомогенизаторе при давлении 15—20 МПа.

Стерилизацию проводят в пластинчатом пастеризаторе при 125 °С. После стерилизации нектар передают на фасование в бутылки. Последние после заполнения укупоривают и подают в непрерывнодействующий секционный душевой охладитель. В первой секции охладителя бутылки с соком охлаждаются до 90 °С за 3—10 мин. Весь процесс охлаждения заканчивается примерно за 20 мин по достижении продуктом температуры 30—40 °С.

В состав линии розлива входит бутыломоечная машина, основанная на принципе замачивания и шприцевания. Для мойки используют чистую теплую и горячую воду и 1—2 %-ный раствор едкого натра. Процесс мойки включает предварительное шприцевание, замачивание, шприцевание моющим раствором, первое и второе шприцевание горячей водой и третье шприцевание свежей теплой водой. На выходе из моечной машины смонтирован светящийся экран для контроля качества мойки бутылок. Плохо промытые бутылки удаляют вручную. В однокамерном вакуумном наполнителе бутылки наполняются до определенного уровня нектаром температурой 95—98 °С.

Производительность линии 4 т/ч; расход воды 15 м³/ч; расход пара 1100 кг/ч; установленная мощность 69 кВт; температура стерилизации 125 °С; вместимость бутылок 0,2 и 0,5 дм³.

В состав линии ЛУ-3А фирмы «Комплекс» (ВР) входят две группы машин — основные и вспомогательные. Основные машины смонтированы в поточную линию (рис. 50) и предназначены для производства фруктовых нектаров и томатного сока. Вспомогательные машины установлены отдельно и используются при переработке отдельных видов плодов.

Плоды загружают в моечную машину с воздушным компрессором (при переработке семечковых плодов устанавливают две моечные машины — барабанную и с

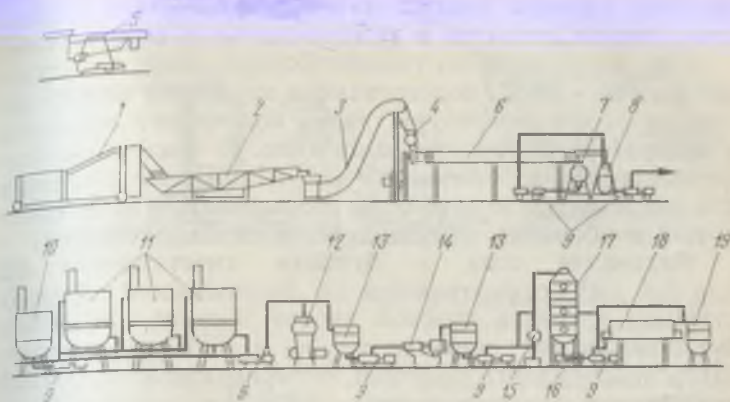


Рис. 50. Линия фирмы «Комплекс» производства соков с мякотью: 1 — моечная машина; 2 — транспортер; 3 — элеватор; 4 — дробилка; 5 — машина для удаления плодоножек; 6 — шнековый подогреватель; 7, 8 — проти- рочные машины; 9 — насосы; 10 — паровой варочный котел; 11 — смесители; 12 — сепаратор; 13 — сборник; 14 — гомогенизатор; 15, 18 — трубчатые подог- реватели; 16 — вакуум-насос; 17 — деаэратор; 19 — сборник готового продукта

воздушным компрессором), затем ополаскивают под душем и инспектируют на ленточном сортировочном транспортере, откуда элеватором подают в дробилку. Дробленая масса загружается в шнековый подогреватель. Вишни перед подачей в подогреватель очищают от плодоножек на машине. Семечковые плоды перед за- грузкой в подогреватель дробят. Косточковые плоды загружают в подогреватель без дробления.

В подогревателе плодовая масса нагревается до 85— 90°С паром, подаваемым в паровую рубашку и непо- средственно внутрь подогревателя. Горячая плодовая масса из подогревателя попадает в протирачную маши- ну, на которой установлены сита с диаметром отвер- стий 5 мм. Машина служит для удаления косточек из косточковых плодов и грубого измельчения семечковых плодов. Грубоизмельченная масса перекачивается во вторую протирачную машину с диаметром отверстий сит 0,4 мм, где осуществляется тонкое измельчение.

Сироп готовят в двустенном паровом котле. Сироп и плодовую массу в отмеренных по объему количествах загружают в смесители, где они перемешиваются мешалкой до получения однородной массы. Полученная масса поступает в сепаратор, где из нее удаляются

крупные частицы мякоти, затем резервируется в сборнике, откуда подается в гомогенизатор дискового типа.

Сок, выходящий из гомогенизатора, если его температура ниже 60 °С, подогревают в трубчатом подогревателе до этой температуры, затем подвергают деаэрации в деаэраторе распылительного типа. В деаэраторе поддерживается разрежение 35—41 кПа. После деаэрации сок нагревается в трубчатом подогревателе и резервируется в сборнике, откуда передается на фасование.

Фасование сока в бутылки вместимостью 0,2 или 0,5 дм³ осуществляется на поставляемой отдельно станции, в состав которой входят машина для мойки бутылок, автомат для наполнения и укупорки, пастеризатор непрерывного действия, четырехрядный ленточный транспортер для транспортирования наполненных бутылок, световой экран и ленточный транспортер.

Пастеризатор непрерывного действия ЕК-18 оросительного типа, непрерывного действия. Внутри него движется широкая лента, на которой размещены бутылки. На ленте бутылки проходят через семь температурных зон, в которых осуществляется нагревание, выдержка при температуре пастеризации и охлаждение при помощи орошения водой разной температуры. Максимальная температура пастеризации сока 90—92 °С, температура охлаждения на выходе из пастеризатора 35—40 °С. Постоянную температуру в каждой зоне обеспечивает терморегулятор системы «Мамут».

В пастеризатор бутылки подаются транспортером и размещаются на ленте механизмом подачи, из пастеризатора удаляются выгрузочной лентой.

Линия фирмы «Фрима» (Швейцария) предназначена для получения нектаров гомогенной консистенции благодаря использованию эффективных измельчающих устройств — мельниц с перфорированными и корундовыми дисками. В состав линии (рис. 51) входят машины, осуществляющие измельчение плодов, смешивание измельченной массы с сиропом и гомогенизацию смеси.

Перед подачей на линию плоды очищают от косточек, плодоножек и других несъедобных частей. Подготовленные плоды поступают в мельницу с перфорированными дисками. Мельница оснащена режущим элементом с шестью лезвиями, который быстро вращается над перфорированными дисками. Здесь плоды предварительно грубо измельчаются, степень измельчения ре-

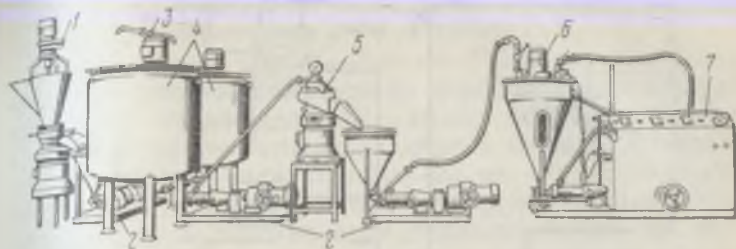


Рис. 51. Линия фирмы «Фрима» производства нектаров:

1 — мельница с перфорированными дисками; 2 — насосы; 3 — механическая мешалка; 4 — смешительные сборники; 5 — мельница с корундовыми дисками; 6 — деаэратор; 7 — пульт управления

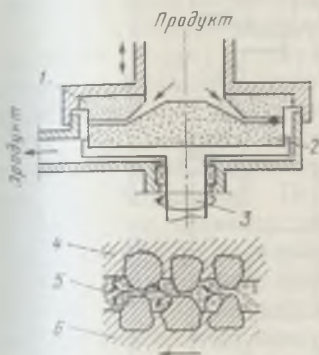


Рис. 52. Размольные диски корундовой мельницы:

1 — статор; 2 — ротор; 3 — вал ротора; 4 — поверхность статора; 5 — гомогенизирующая щель; 6 — поверхность ротора

гулируется путем подбора дисков с разной перфорацией. Измельченные плоды насосом подаются в смешительный сборник, куда загружаются сироп и другие компоненты сока по рецептуре. Смесь размешивается механической мешалкой и поступает в мельницу с корундовыми дисками, которая обеспечивает измельчение частиц мякоти до размера 5 мкм.

Основной частью мельницы являются два корундовых диска, имеющие волнообразную поверхность (рис. 52). Диски расположены горизонтально, нижний вращается с частотой 3000 мин^{-1} , верхний — неподвижный. Продукт попадает в пространство между дисками и под влиянием возникающих при вращении диска сил завихрения, кавитации и удара измельчается, перемешивается и гомогенизируется. Степень измельчения мякоти зависит от зернистости дисков: чем ниже зернистость, тем выше степень измельчения.

Гомогенизированный продукт переходит из корундовой мельницы в деаэратор, а оттуда поступает на фа-

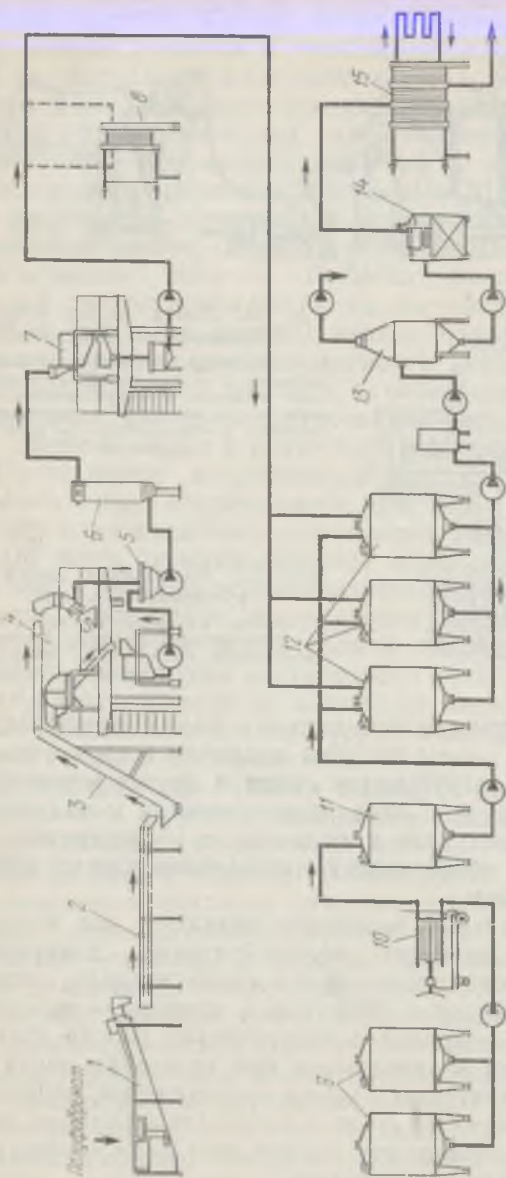


Рис. 53. Линия фирмы «Альфа-Лаваль» производства нектаров:

1 — моечная машина; 2 — роликовый инспекционный транспортер; 3 — элеватор; 4 — участок для удаления косточек и дробления; 5, 11 — сборники; 6 — подогреватель; 7 — группа протирающих машин; 8 — охладитель; 9 — резервуары с повышенной нагревом для приготовления раствора сахара; 10 — фильтр; 12 — смеситель; 13 — пастеризатор; 14 — гомотеплатор; 15 — пластинчатый пастеризатор

сование. Управление линией осуществляется с пульта управления. Установки выпускают разных моделей производительностью от 2500 до 15 000 кг/ч.

Линия фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция) предназначена для получения нектара из пюреобразного полуфабриката. В линию (рис. 53) входит оборудование для непрерывного приготовления сиропа с автоматическим регулированием концентрации его на стадии смешивания сахара с водой. После растворения сахара сироп нагревается в пластинчатом теплообменнике до 85—90 °С, фильтруется и резервируется в буферном сборнике. Фруктовый пюреобразный полуфабрикат смешивают с необходимыми добавками (кислота, ароматические вещества и др.) в двух смесителях, что обеспечивает непрерывность процесса. Подготовленная смесь полуфабриката с добавками и сироп перекачиваются отдельными насосами в дозатор, а затем точно в заданном соотношении в смеситель, обеспечивающий их эффективное перемешивание. Полученный нектар перекачивают в деаэратор, где из него удаляется воздух, а затем гомогенизируют в плунжерном гомогенизаторе. Из гомогенизатора нектар поступает в пластинчатый теплообменник, где нагревается до 110—120 °С. Температура пастеризации регулируется автоматически. После нагревания нектар охлаждают до 90 °С и с такой температурой разливают в бутылки.

НАТУРАЛЬНЫЕ СОКИ С МЯКОТЬЮ

В НРБ большие количества нектаров выпускают из персиков, груш, темноокрашенных слив и абрикосов.

Персиковый нектар получают из сортов с легко отделяющейся косточкой: Элберта, Золотой юбилей, Хале и др. Нектары хорошего качества могут быть получены и из клинговых (с неотделяющейся косточкой) персиков.

Персики, используемые для производства нектаров, должны быть вполне зрелыми. Зеленые плоды придают горький вкус и серый цвет нектару. Персики после инспекции и мойки нагревают с косточками примерно до 90 °С и затем отделяют косточки на протирочной машине с отверстиями диаметром 6 мм.

Консервные сорта персиков имеют более твердую консистенцию, поэтому перед протиранием их необходимо измельчать и подогревать 10—15 мин. Такой же

результат можно получить, применяя мацерирующие ферменты. При этом мезга значительно легче протирается, а из пюре получается нектар, устойчивый против расслаивания.

Персики с отделяющейся косточкой быстро темнеют после очистки и дробления, а пюре и нектары из них — при хранении. Это обусловлено содержанием полифенольных веществ и высокой активностью полифенолоксидазы. Персики содержат преимущественно хлорогеновую кислоту, α -эпикатехин и лейкоантоцианидин. Установлена связь между количеством содержания полифенолов и потемнением. Аскорбиновая и изоаскорбиновая кислоты одинаково предохраняют персиковый нектар от ферментативного потемнения. Для получения нектара приятного желтого цвета необходимо добавить аскорбиновую кислоту в количестве 50—100 мг/100 г. Это обеспечивает сохранение цвета нектара и в процессе хранения.

Грушевый нектар получают из груш, которые при хранении достигли технической зрелости. Предпочтение отдается грушам, которые достигли твердости 0,7 МПа, после чего их хранят не менее недели при температуре 0—1°C. Затем груши вынимают из холодильника и проводят их дозревание на воздухе в течение 4—10 дней при температуре около 20°C и относительной влажности 85 %. При переработке груш на нектар твердость плода должна быть 0,1—0,3 МПа. Обработанные таким образом груши приобретают светло-желтый цвет, ярко выраженный аромат, нежную и сочную консистенцию с небольшим содержанием каменистых клеток или без них.

Груши богаты полифенольными веществами и полифенолоксидазой. Чем больше полифенольных веществ содержат груши, тем быстрее они темнеют. Так, сорта груш, содержащие 0,23—0,68 % полифенольных веществ, быстро темнеют после очистки, а содержащие 0,05—0,20 % почти не темнеют или темнеют очень медленно.

На потемнение груш также оказывают влияние степень зрелости и способ переработки. Нектар из очищенных груш имеет очень светлый цвет даже без добавления антиоксидантов; для нектара из неочищенных груш добавление антиоксидантов обязательно. В качестве антиоксидантов используют аскорбиновую кислоту в количестве 50—100 мг/100 г.

Консистенция нектара из груш зависит от степени зрелости плодов, а также от режима подогревания, протираания и гомогенизирования. В зеленых грушах преобладает нерастворимый протопектин, вследствие чего нектар сильно расслаивается. Груши технической зрелости содержат максимальное количество растворимого пектина, поэтому нектар из них имеет хорошую консистенцию и не расслаивается. Вязкость грушевого нектара, определенная методом Ламб и Левис (по времени истечения через капилляр), находится в пределах 98—468 с (преобладают величины от 98 до 200 с).

Сливовый нектар вырабатывают из слив с высокой кислотностью и интенсивно окрашенной кожицей. Нектар хорошего качества получают при нагревании слив после отделения косточек. Для экстрагирования максимального количества красящих веществ нагревание слив необходимо проводить при температуре 95—98 °С. Нагретые сливы вместо протираания можно измельчать на двух коллоидных мельницах: первая с дисками для грубого измельчения, вторая с дисками для тонкого измельчения.

С повышением кислотности растворимость и сохранность антоцианов повышаются, поэтому в нектар необходимо добавлять лимонную кислоту и доводить показатель титруемой кислотности до величины, максимально допустимой стандартом. Для сохранения цвета нектара его необходимо хранить при возможно более низкой плюсовой температуре.

16
СОСТАВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НЕКТАРОВ НРБ
(в кг на 100 кг)

Нектары	Абрикосы	Айва	Груши	Яблоки	Сливы	Сахарный сироп
Двухкомпонентные						
яблочно-айвовый	—	20	—	30	—	50
яблочно-абрикосовый	20	—	—	30	—	50
сливово-абрикосовый	20	—	—	—	30	50
грушево-айвовый	—	20	30	—	—	50
Трехкомпонентные						
яблочно-грушево-айвовый	—	12	12	26	—	50
яблочно-грушево-абрикосовый	12	—	12	25	—	51

Вязкость сливового нектара лежит в пределах 69—461 с (преобладает 118—211 с).

Двух- и трехкомпонентные нектары, выпускаемые в НРБ, содержат 14 % растворимых сухих веществ и имеют титруемую кислотность в пределах 0,3—1 % (по яблочной кислоте) (табл. 16).

Двухкомпонентные нектары, выпускаемые в СССР, содержат 15—20 % сухих веществ и имеют кислотность в пределах 0,2—1,3 %.

ФРУКТОВЫЕ СОКИ С МЯКОТЬЮ И САХАРОМ

Фруктовые соки с мякотью и сахаром, представляющие собой пюреобразную массу, смешанную с сахарным сиропом, готовят практически из всех видов плодов и ягод. Производство таких соков (нектаров) широко распространено во многих странах.

17

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СОКОВ С МЯКОТЬЮ И САХАРОМ (в %)

Наименование	Сухие вещества (не менее)	Кислоты (по яблочной кислоте)	Мякоть (не более)
Сливово-виноградный	20	0,6—1,0	60
Сливово-грушевый	14	0,5—1,0	30
Вишнево-черешневый	16	0,5—1,2	40
Персиково-яблочный	17	0,3—0,9	50
Жерделево-яблочный	15	0,4—1,3	40
Яблочно-клюквенный	16	0,6—1,2	35
Яблочно-брусничный	16	0,6—1,5	50
Яблочно-черноплодно-рябиновый	18	0,6—1,2	50
Яблочно-черничный	15	0,5—0,9	35
Яблочно-красносмородиновый	17	0,6—1,2	35
Яблочно-черносмородиновый	19	0,6—1,2	35
Яблочно-сливовый	17	0,6—1,2	35
Яблочно-крыжовниковый	17	0,6—1,2	35
Яблочно-рябиновый	19	0,6—1,2	40
Яблочно-голубичный	15	0,6—1,2	50
Яблочно-грушевый	14	0,2—1,0	30
Яблочно-шиповниковый	17	0,8—1,3	30
Айвово-персиковый	15	0,2—0,9	30
Алычово-персиковый	18	0,4—1,0	30
Алычово-яблочный	17	0,6—1,2	30
Виноградно-айвовый	16	0,2—0,6	40
Виноградно-яблочный	16	0,2—0,8	30

Производство соков с мякотью и сахаром состоит из двух этапов: получение пюреобразной массы и изготовление из нее собственно нектара. Оба этапа могут проводиться в одном процессе или быть разделены во времени, когда вначале готовят пюреобразный полуфабрикат, а затем перерабатывают его в готовый продукт.

В СССР вырабатывают в больших количествах одно- и двухкомпонентные соки с мякотью (табл. 17).

НЕКТАРЫ ДЛЯ ДЕТСКОГО И ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

В СССР и НРБ выпускаются нектары одно-, двух- и трехкомпонентные для детского и диетического питания.

В НРБ однокомпонентные нектары для детей вырабатывают из земляники, персиков, абрикосов и айвы; двухкомпонентные — морковно (30 %) -абрикосовый (20 %), черешнево (30 %) -земляничный (20 %); трехкомпонентные — абрикосово-тыквенно-яблочный. Во всех нектарах содержание пюре и сиропа 1:1. Содержание сухих растворимых веществ в нектарах из земляники, персиков и двухкомпонентных 11 %, в трехкомпонентных и из айвы и абрикосов 14 %. Содержание аскорбиновой кислоты во всех нектарах для детского питания после 12 мес хранения должно быть не менее 25 мг/100 г.

В СССР однокомпонентные нектары для детей вырабатывают практически из всех видов плодов и ягод, двухкомпонентные из смеси слив с виноградом, яблоками, абрикосами, айвой, вишнями, персиками, черной смородиной и из черешни в смеси с вишнями и черной смородиной. Количество плодовой части в смеси составляет от 75 до 50 %, сиропа от 25 до 50 %. Концентрация сиропа от 9 до 40 % в зависимости от кислотности плодов. Содержание сухих веществ в нектарах всех видов от 9 до 19 %.

Новым видом нектаров для детского питания, выпускаемых в СССР, являются овоще-фруктовые трехкомпонентные нектары «Золушка», «Ягодка», «Гномик» и «Лаконка», основная плодовая часть в которых состоит из кабачкового пюре (48—50 % от массы смеси) с добавлением яблочного пюре (15—21 %) и других фруктовых пюре; абрикосового, вишневого, сливового, алычового или черносмородинового и сахарного сиропа (13—

23,5 %). Содержание сухих веществ в этих нектарах 11—13 %, титруемая кислотность не более 0,7 %, рН не более 3,8.

Диетические нектары вырабатывают в НРБ из клубники, малины, вишни, персиков, абрикосов, слив, айвы, яблок и груш. Их подслащивают шестивалентным спиртом сорбитом в смеси с сахарином (не более 0,01 %). Эти нектары содержат 12 % сухих веществ, а содержание сахара в них должно быть не более: в нектарах из малины и земляники 3 %, в нектарах из персиков, абрикосов и айвы 5 %, в нектарах из яблок, груш и вишни 6 %, в нектаре из слив 7 %.

Для подслащивания диетических нектаров может быть использован также пятивалентный спирт ксилит. Сладость ксилита почти равна сладости сахарозы, поэтому он может использоваться без добавления сахарина. При использовании ксилита в смеси с сахарином (0,01 %) нектары вырабатывают с низким (около 8 %) содержанием сухих веществ.

Глава 6

ОВОЩНЫЕ СОКИ

Высокое содержание минеральных веществ и витаминов в овощных соках обуславливает их высокую диетическую ценность. Производство и потребление этих соков непрерывно возрастает.

Соки получают почти из всех видов овощей. Выпускают два вида овощных соков: с мякотью и без мякоти неосветленные. Соки с мякотью получают смешиванием овощных пюре с неосветленными соками или сахарным сиропом. Приобретают популярность смешанные овощные соки, которые изготавливают при разнообразном сочетании из 2—10 видов овощей или овощей и плодов.

Большая часть овощных соков имеет низкую кислотность и рН 5,5—6,5, вследствие чего они являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, в том числе спорообразующих. Это обуславливает необходимость стерилизации их при высокой температуре (120 °С) в течение довольно продолжительного времени (20—30 мин). Для снижения отрицательного действия длительной термической обработки на качество соков их чаще всего подкисляют до рН 3,7—4. При таком значении рН сок можно стерилизовать при более низких температурах.

Овощные соки в зависимости от кислотности можно подразделить на три основные группы: соки из кислых овощей с рН около 4,5; соки из мало кислых овощей с рН более 4,5 и подкисленные соки; соки из овощей, прошедших молочнокислое брожение.

СОКИ ИЗ КИСЛЫХ ОВОЩЕЙ

К этой группе относятся томатный и ревеневый соки. **Томатный сок.** Производство томатного сока во всех странах непрерывно увеличивается. Сок пользуется большой популярностью у всех групп населения. Однако в последние годы сортов томатов, пригодных для механизированной уборки, отрицательно влияют на качество сока.

Томаты механизированной уборки засорены почвой и растительными примесями, содержат много неоднородных по степени зрелости и деформированных плодов, обильно обсеменены микрофлорой. К тому же эти сорта характеризуются высоким содержанием клетчатки, меньшим содержанием сока, низкой кислотностью и повышенным рН, что делает необходимым усовершенствование технологии их переработки.

Разгрузку сырья, убранного машинами, на заводе целесообразно осуществлять в емкости с водой или гидротранспортеры, благодаря чему удаляется значительная часть загрязнений. Для отделения растительных примесей перед гидротранспортером рекомендуется устанавливать съемные прутковые решетки.

В НРБ томаты, убренные комбайнами, замачивают и моют вначале водой, содержащей 20 мг/дм³ хлора, затем еще раз промывают водой, содержащей до 5 мг/дм³ хлора. Качество сортировки и мойки контролируют путем периодического определения плесеней по Говарду в соках, которых должно быть не более 25—40 колоний.

Мойку томатов осуществляют в двух последовательно установленных моечных машинах при общем расходе воды не менее 2 л на 1 кг сырья с последующим ополаскиванием под душем. Сортировка томатов должна производиться на конвейере, движущемся со скоростью не более 2 м/мин.

При производстве томатного сока важное значение имеет нагревание, которое обеспечивает высокий выход сока и инактивирование ферментных систем. В томатном соке наряду с пектинэстеразой содержится значительное количество полигалактуроназы. В зависимости от инактивирования этих ферментов получают соки разной вязкости и консистенции. Полное инактивирование достигается за 15 с при нагревании пектинэстеразы при 82 °С, полигалактуроназы — при 105 °С. При нагревании важно, чтобы томаты находились при 60 °С возможно краткое время, так как при этой температуре ферменты активируются.

При быстром нагревании температура инактивирования достигается за 6 с, а при медленном — за 60 с, в течение которых томаты находятся при оптимальной для действия ферментов температуре. Сок, полученный из медленно нагретых томатов, имеет низкую вязкость и склонен к расслаиванию. Быстрое инактивирование фер-

ментов достигается путем подачи пара в дробленые томаты.

Для получения томатного сока используют шнековые прессы (экстракторы), протирочные машины или центрифуги. С введением гомогенизаторов в линии производства томатного сока экстракторы заменяют протирочными машинами. Последние регулируют для работы в таком режиме, который обеспечивает получение из сырья 80—85 % сока. В линии устанавливают две или три машины; сито последней имеет диаметр отверстий 0,4 мм.

Отходы после извлечения сока допрессовывают на шнековом прессе. Полученный при этом сок используют в производстве концентрированных томатопродуктов.

В СССР для получения томатного сока предназначен томатно-соковый агрегат А9-КАВ, в который входят машины для дробления томатов, подогрева дробленной массы, отжима сока, отделения и протирания части дробленной массы, подогрева сока до температуры стерилизации, выдержки его при этой температуре и охлаждения до температуры розлива. Агрегат состоит из двух установок: А9-КАВ/1 для производства сока и А9-КАВ/2 для стерилизации сока.

Томаты после мойки и инспекции загружают в приемный бункер дробилки, где они раздавливаются валками, между лопастями которых образуется зазор до 15 мм. Раздавленные томаты попадают в корпус дробилки. Здесь томатная масса подается шнеком с переменным шагом к торцу с ножевой решеткой, измельчается и попадает в сборник. Из сборника масса насосом подается в кожухотрубчатый подогреватель, где нагревается паром до 80 °С. Подогретая масса через выходной патрубок поступает в экстрактор-протирку, где под действием шнека с переменным шагом через сито экстрактора отделяется до 70 % сока. Оставшаяся после отделения сока часть томатной массы попадает в протирочную машину. Протертая масса собирается в отдельном сборнике и передается затем на линию производства концентрированных томатопродуктов.

Сок из сборника установки А9-КАВ/1 насосом перекачивается в сборник установки А9-КАВ/2 вместимостью 800 л, являющийся резервной емкостью. Из сборника сок насосом перекачивается в подогреватель, где нагревается до 125 °С и с такой температурой пере-

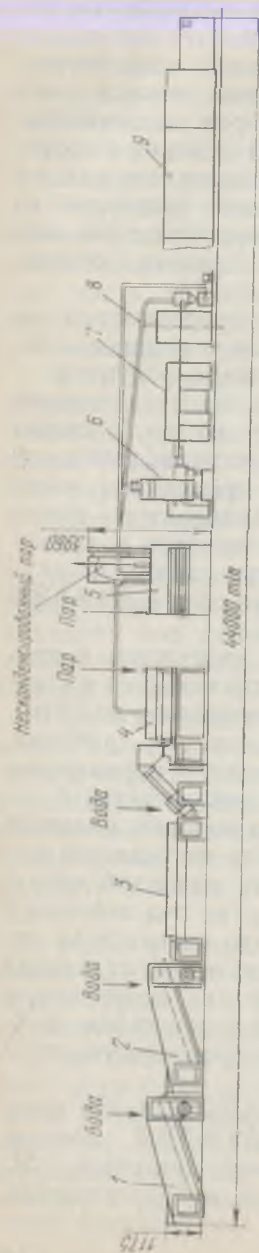


Рис. 54. Линия А9-КЛЯ-70 производства томатного сока:

1, 2 — моечные машины; 3 — сортировочный конвейер; 4 — агрегат томатно-соковый АТХАВ; 5 — сборник установки стерилизации; 6 — закаточная машина; 7 — деаэрактор; 8 — автоматический наполнитель; 9 — пастеризатор-охладитель

ходит в выдерживатель, через который проходит за 70 с, сохраняя температуру 125°C. Из выдерживателя через патрубков сок поступает в расширительный бачок, где поддерживается атмосферное давление. При этом сок вскипает (взрывается) и, охлаждаясь до 100°C, собирается на дне расширительного бачка, откуда через нижний патрубок и вентиль подается к наполнителю.

При бурном вскипании сока происходит его деаэрация и гомогенизация. Степень гомогенизации и деаэрации регулируется положением экрана относительно патрубка подачи сока. Технологические параметры работы агрегата регулируются автоматически.

Производительность агрегата 4200 л/ч; потребление электроэнергии 20 кВт/ч; потребление пара 1250 кг/ч; давление пара 0,3 МПа.

Томатный сок после аэрации и гомогенизации стерилизуют. Стерилизация может осуществляться в потоке до розлива в тару или в укупоренной таре в автоклавах или стерилизаторах. В новой линии А9-КЛЯ-70 (рис. 54) предусмотрена стерилизация в пастеризаторе.

В НРБ томатный сок стерилизуют в потоке в непрерывнодействующих пластинчатых или трубчатых пасте-

ризаторах при 120—125°C в течение 60 с, затем охлаждают до температуры не ниже 95°C и при этой температуре немедленно фасуют в подготовленные бутылки или банки. Укупоренную тару пропускают через непрерывнодействующий трехсекционный туннельный пастеризатор-охладитель. В первой секции, которую тара с соком проходит за 5—10 мин, орошение производится водой температурой 85—90°C. Остальные две секции служат для охлаждения. Тара с соком охлаждается в них водой до 30—40°C в течение 20 мин. Для лучшей стерилизации верхнего незаполненного пространства и крышки наполненную тару после укупоривания переворачивают крышками вниз.

В СССР томатный сок стерилизуют в автоклавах или в потоке. При стерилизации в потоке используют теплообменники типа «труба в трубе» или трубчатые. В установке для стерилизации предусмотрены автоматическое регулирование температуры сока и рециркуляция его после подогревателя, если сок не достиг требуемой температуры. Стерилизацию проводят по следующему режиму: нагревание сока до 125°C с выдержкой 60 с при этой температуре, снижение температуры до 96—98°C и немедленный розлив в подготовленную горячую тару на автоматическом наполнителе. Тару накрывают прокипяченными горячими крышками и пропускают через инфракрасный излучатель, установленный в закрытом кожухе над транспортером, по которому движутся банки с соком. Температура крышек после инфракрасного излучателя должна быть 150—170°C. В качестве источника инфракрасного облучения используют трубчатые кварцевые лампы накаливания КИ-220-1000. При выходе из излучателей тару с соком немедленно укупоривают на автоматической укупорочной машине, затем переворачивают набор для стерилизации крышек и выдерживают в горячем состоянии 30 мин, после чего подвергают ступенчатому охлаждению в воздушных или водяных охладителях.

Сок в потоке стерилизуют преимущественно при фасовании в банки вместимостью 3 л. При розливе в более мелкую тару сок стерилизуют в автоклавах. Перед фасованием томатный сок нагревают до 90—95°C, фасуют при этой температуре в подготовленную тару и стерилизуют при 120°C в течение 10—30 мин.

По стандарту НРБ в готовом томатном соке норми-

руется содержание витамина С, которое в течение года должно быть не менее 10 для I и 7 мг/100 г для II сорта.

Цвет томатного сока является наиболее важным органолептическим показателем, определяющим наряду со вкусом его качество. Характерный для томатов красный цвет обуславливается наличием каротиноидов (ликопин, каротин и ксантофилл), содержание которых в соке зависит от сорта, климатических условий выращивания и способа переработки.

Цвет томатного сока определяют визуально на дисковом калориметре Мунсела или объективными методами на дифференциальных калориметрах Хентера, Гарднера и др. В НРБ, США и Франции метод Мунсела стандартизирован для определения цвета томатопродуктов.

Консистенция сока, выраженная временем его истечения через капиллярную трубку диаметром 3 мм, должна находиться в пределах 29—73 с. При времени истечения более 100 с сок имеет очень густую консистенцию. На консистенцию оказывает влияние содержание мякоти в соке. При содержании 6—7 % мякоти сок имеет хорошую льющуюся консистенцию. Более низкое содержание мякоти отрицательно сказывается на вкусе и цвете сока, более высокое дает очень густой сок типа пюре.

Содержание витамина С в соке после месяца хранения составляет 5,8—13,8 мг/100 г. Потери витамина при хранении могут достигать 50 %.

Томатный сок выпускается натуральным и с добавлением соли и пряностей. В СССР допускается вводить в него 0,6—1,0 % поваренной соли.

В НРБ и ряде других стран томатный сок используют также в смеси с другими соками овощными и фруктовыми, на его основе выпускают многокомпонентные овощные соки (коктейли) (табл. 18).

В состав пряностей входят водные экстракты (1:20) лаврового листа, семян укропа, кориандра, тмина и черного перца.

Ревеневый сок. На сок используют овощной ревень, который собирают в мае—июне, пока черешки не огрубели. В переработку идут только листовые черешки, очищенные от листьев, так как листья богаты щавелевой кислотой. Лучшими для выработки сока являются сорта Виктория и Земляничный. Черешки тщательно моют, затем измельчают на ножевых или молотковых дробил-

РЕЦЕПТУРА ОВОЩНЫХ КОКТЕЙЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТОМАТНОГО СОКА (в %)

Компоненты	НРБ		ПНР		
	1	2	1	2	3
Соки:	81,6	79,4	60	55	51,5
томатный	5	5	5	20	15
сельдерея	5	5	2,5	1,4	3
петрушки	2	3	—	—	—
морковный	2	2	—	—	—
шпината	2	2	—	—	—
свекольный	2	2	—	—	—
из салата	—	1	—	—	—
из огурцов	—	0,2	0,5	1	2
из лука	—	—	25	10	25
Морковное пюре	—	—	5	10	—
Пюре перца	—	—	—	—	—
Соль	0,4	0,4	0,25	0,5	0,5
Сахар	—	—	0,75	0,25	—
Пряности (экстракт)	—	—	1	1,85	3

ках. Полученную мезгу для повышения выхода сока обрабатывают препаратами пектолитических ферментов в течение 1—2 ч при температуре 45—50°C, затем прессуют на пакпрессе. Выход сока составляет 65—70 %. Сок содержит 3—5 % сухих растворимых веществ и 1,3—1,6 % кислот (по яблочной), в том числе 0,2 % щавелевой кислоты.

В СССР натуральный ревеневый сок не выпускают, а добавляют к нему 30 % сиропа концентрацией 50 % для улучшения вкуса и снижения концентрации щавелевой кислоты.

В США и ФРГ выпускают натуральный ревеневый сок, который осветляют пектолитическими ферментами (если ферменты ранее не применялись для обработки мезги), так как сок получается мутным из-за довольно высокого (0,5 %) содержания пектиновых веществ.

Для снижения содержания в соке щавелевой кислоты применяют обработку карбонатом кальция. Для этого сок нагревают до 82°C и добавляют к нему 0,32 % карбоната кальция (отмученного мела), после чего выдерживают не менее 30 мин для образования и выпадения кристаллов оксалата кальция. После охлаждения

сок декантируют с осадка, центрифугируют или фильтруют через фильтр с кизельгуром, разливают в тару и стерилизуют.

СОКИ ИЗ МАЛОКИСЛЫХ ОВОЩЕЙ И ПОДКИСЛЕННЫЕ

Соки из корнеплодов. На линии производства соков из корнеплодов (НРБ) (рис. 55) процесс осуществляют в такой последовательности. Сырье доставляют на завод в бокс-палетах или контейнерах, выгружают в ванны с водой. Хорошо промытые корнеплоды очищают от кожицы механическим, химическим или паротермическим способом. При химической очистке корнеплодов лучшие результаты обеспечиваются при использовании 7 %-ного раствора едкого натра (табл. 19). Хорошее качество очистки обеспечивает также паровая обработка в автоматических машинах непрерывного и периодического действия.

19

РЕЖИМ ОЧИСТКИ КОРНЕПЛОДОВ 7 %-НЫМ РАСТВОРОМ
ЕДКОГО НАТРА

Корнеплоды	Температура, °С	Продолжительность, мин	Количество отходов, %	Качество очистки
Сельдерей	85	3	11,0	Отличное
Петрушка	85	2	14,0	Отличное
Красная свекла	87	2	3,2	Хорошее
Морковь	85	1,5	10,5	Отличное

Паровая очистка осуществляется острым паром при давлении не менее 0,7 МПа. Продолжительность очистки регулируется в зависимости от вида сырья: для моркови 25—30 с, красной свеклы 60—85 с.

Очищенные корнеплоды дробят в ножевой дробилке. Чем тоньше дробление (размер частиц 3—5 мм), тем быстрее и лучше проходит разваривание сырья. Варку корнеплодов осуществляют в подогревателях с непосредственным вводом острого пара. В шнековых подогревателях требуемого разваривания можно добиться путем установки последовательно двух подогревателей с добавлением к дробленой массе 20—30 % воды.

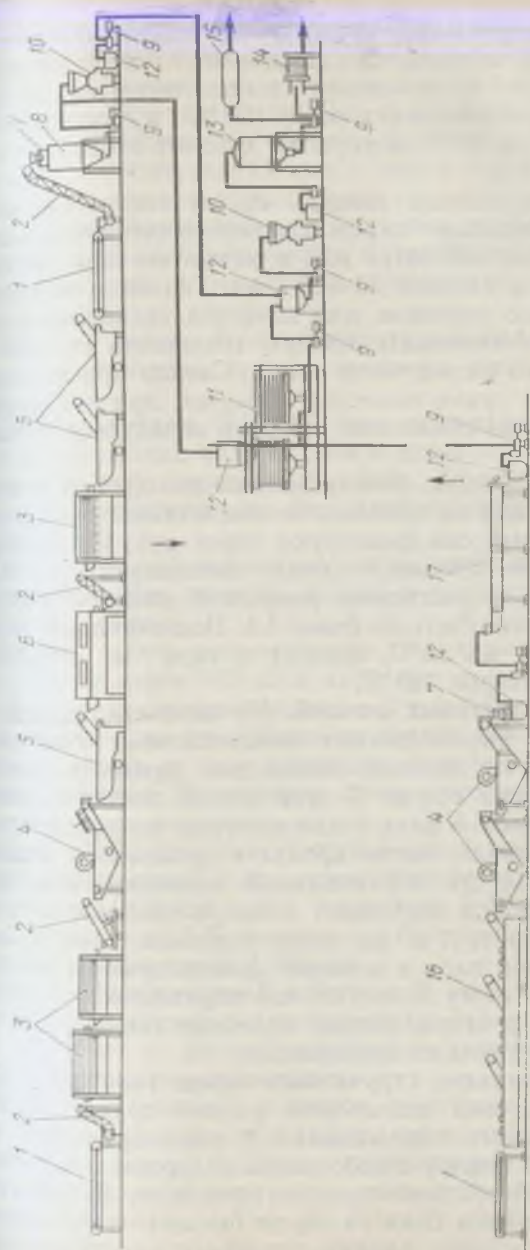


Рис. 55. Линия производства соков из листовых овощей и корнеплодов.

1 — инспекционные транспортеры; 2 — дробилки; 3 — барабанные моечные машины; 4 — вентиляционная моечная машина; 5 — щеточные моечные машины; 6 — бланширователь; 7 — дробилки; 8 — вертикальный шпатель; 9 — насосы; 10 — мельница «Кору-ма»; 11 — пресс; 12 — сборные насосы; 13 — деаэрактор; 14 — пластичирующий насос; 15 — стерилизатор; 16 — охлаждающая машина для листовых овощей; 17 — шнековый подогреватель.

Разваренную массу прессуют на гидравлическом или других типах прессов. Сок подкисляют лимонной кислотой до pH 3,8—4, стерилизуют в пластинчатых или трубчатых теплообменниках при 120°C в течение 60 с, охлаждают до 95°C и горячим фасуют в тару вместимостью до 25 л.

На отечественных заводах свеклу тщательно моют, затем обрабатывают паром в паротермическом аппарате при давлении 0,35 МПа или в автоклаве при температуре 120°C в течение 10—25 мин. Тепловая обработка имеет важное значение для качества свекольного сока и должна обеспечивать полную готовность свеклы без значительного размягчения ткани. Свекла при переваривании теряет сухие вещества и буреет, при недоваривании выход сока снижается и в соке образуется большой осадок.

Бланшированную свеклу немедленно дробят и отжимают из нее сок на гидравлическом или ленточном прессе. Полученный сок фильтруют через сито с диаметром отверстий 0,5—0,8 мм, затем смешивают с сахаром (5,3 %) и раствором лимонной кислоты (0,2 %), pH сока должно быть не более 4,4. Подготовленную массу нагревают до 90°C, фасуют в тару и стерилизуют 25—30 мин при 120°C.

Соки из листовых овощей. Из шпината, салата и кресс-салата вырабатывают неосветленные соки, которые используют исключительно для купажирования с другими видами соков. С этой целью листовые овощи тщательно моют в двух установленных последовательно моечных машинах, затем дробят в дробилке с ножами, поставленными на вертикальный вращающийся диск. Дробленые овощи нагревают в непрерывнодействующих шнековых или трубчатых подогревателях с непосредственной подачей пара в продукт. Для получения неосветленного сока мезгу прессуют на гидравлическом прессе. Подкисление и стерилизацию проводят так же, как при производстве соков из корнеплодов.

Сок из сладкого стручкового перца (паприки). Для производства сока используют разные сорта сладкого перца с плодами пирамидальной, цилиндрической или конусовидной формы с небольшим содержанием капсаицина, который придает перцу жгучий вкус. Лучшими по качеству являются соки из перца биологической зрелости с толстостенными плодами красного или темно-крас-

ного цвета. Эти соки содержат большое количество витамина С (80—200 мг/100 г) и каротиноидов.

Из перца может быть получен сок с мякотью или без мякоти. При выработке сока без мякоти перец моют, дробят и обрабатывают на гидравлическом прессе. Ввиду высокого содержания влаги перец легко прессуется.

За рубежом при изготовлении сока с мякотью мытый перец после бланширования или без него измельчают последовательно в мельницах с перфорированными и зубчатыми или корундовыми дисками с добавлением воды.

Соки из перца, богатые каротиноидами, используют для витаминизации других овощных соков и для купажа.

Сок из огурцов. В СССР сок из огурцов вырабатывают в небольших количествах и используют преимущественно в купажируемых соках. Большой спрос он находит в парфюмерии для приготовления лосьонов, кремов и т. п.

Огурцы для производства соков должны иметь плотную мякоть (без пустот); форма и величина плодов не имеют значения.

Огурцы моют, ополаскивают под душем при давлении воды не менее 245 кПа, нарезают на кружки толщиной 2—3 см и выдерживают 1—2 ч в 2 %-ном растворе поваренной соли для удаления горечи, после чего промывают водой и измельчают в ножевых или других типах дробилок. Полученную мезгу прессуют на гидравлическом или ленточном прессе. Отжатый сок нагревают до 100 °С для коагуляции белковых и других термолabileльных коллоидов, затем фильтруют через плотную ткань. Готовый сок содержит 5 % растворимых сухих веществ, 0,5 % кислот и 1 % соли. Стерилизуют сок при 120 °С в течение 30 мин.

Сок из белокочанной капусты. В соке белокочанной капусты в значительных количествах найден витамин U. Сок получают из свежей капусты предпочтительно средне- и позднеспелых сортов.

Капусту (кочаны) очищают от верхних покровных и загрязненных листьев и тщательно промывают. У очищенных промытых кочанов высверливают на машинах кочерыги, ополаскивают под душем при давлении воды не менее 245 кПа, затем измельчают на шинковальной машине и прессуют. Выход сока при этом низкий (40—

45 %). Для повышения выхода сока до 65—70 % шинкованную капусту пересыпают солью (0,5 %) и выдерживают 2—3 ч. Для сохранения цвета к соку добавляют 50—100 мг/100 г аскорбиновой кислоты.

Готовый сок содержит сухих веществ 7,5—8 %; сахаров 4,5—5 %; витамина С 42—45 мг/100 г, витамина В₁ 0,013, В₂ 0,018, кальция 47—50, железа 1,7 мг/100 г.

Из белокочанной свежей капусты вырабатывают также сок с мякотью. Для этого капусту после измельчения на шинковальной машине бланшируют паром в закрытом паровом аппарате при 95—105 °С в течение 10 мин. Из бланшированной массы отжимают сок в экстракторе.

Сок из спаржи. Этот сок применяют в качестве одного из компонентов в смешанных соках. Он имеет грибной характерный запах спаржи.

Лучший по качеству сок получают из верхушечных частей побегов. Нижние толстые части побегов придают соку горький привкус. Спаржа должна перерабатываться на сок сразу после уборки. Побеги ее бланшируют 3—4 мин в воде или паром, затем отжимают сок в экстракторе или на гидравлическом прессе. Для улучшения вкуса к соку добавляют 0,7—0,8 % поваренной соли и иногда подкисляют лимонной кислотой для понижения величины рН до 4—4,2. Подкисленный сок стерилизуют при 100 °С в течение 30 мин, неподкисленный — при 116 °С в течение 20 мин.

СОКИ ИЗ ОВОЩЕЙ, ПРОШЕДШИХ МОЛОЧНОКИСЛОЕ БРОЖЕНИЕ

Эти соки характеризуются высокой кислотностью и низким рН. Они могут быть получены из капусты, свеклы, моркови, сельдерея и других овощей. Наиболее распространен сок квашеной капусты.

Сок из квашеной капусты. Для получения сока капусту белокочанную средних и поздних сроков созревания заквашивают с добавлением 1,5—2 % соли, 3 % моркови и 0,1 % лаврового листа или только одной поваренной соли.

На первом этапе молочнокислого брожения в капусте образуется большое количество диоксида углерода за счет дыхания листьев капусты и микробиальных процессов (деятельность дрожжей и гетероферментативных молочнокислых бактерий). При этом создаются анаэроб-

ные условия, препятствующие размножению нежелательных возбудителей брожения (дрожжи) и плесневых грибов и способствующие сохранению витамина С в квашеной капусте. Под действием соли происходит осмотическое выделение сока из капусты и возникает явление плазмолиза.

Молочнокислое брожение начинается при температуре 16—20 °С примерно через 3 дня и длится 3—6 нед. Процесс брожения ведет до накопления в капустном соке 1,3—1,5 % молочной кислоты. При более высоком проценте кислоты вкус сока ухудшается.

Более быстро и надежно можно проводить ферментацию с применением лактоферментов. Для этого шинкованную капусту быстро нагревают до 105—110 °С в трубчатом подогревателе, затем охлаждают до 35—45 °С и заражают чистой культурой микроорганизмов, образующих молочную кислоту. Через 10—24 ч, как только величина рН капусты под действием образовавшейся биогенной кислоты достигнет 3,8—4,2, капусту прессуют.

При естественном брожении, когда достигнута требуемая кислотность, сок сразу сливают с капусты и процеживают через редкую ткань для удаления остатков капусты. Затем сок отстаивают в сборнике 4—6 ч для оседания взвесей, после чего декантируют с осадка и сепарируют или фильтруют через редкую ткань или капроновое сито. Перед сепарированием сок подогревают до 90 °С и охлаждают до 40 °С.

Подготовленный сок подогревают до 90 °С, фасуют в тару и стерилизуют 25 мин при 90 °С или направляют на смешивание с другими компонентами.

В СССР на основе сока квашеной капусты выпускают сок «Здоровье», в который входят (в кг на 1 т продукта): 892 сока квашеной капусты, 83 пюре сладкого красного перца и 25 сахара. После смешивания массу гомогенизируют, затем деаэрируют. Сок содержит 8 % сухих растворимых веществ, 1,6 % кислот и 3 % сахара.

Сок из квашеной свеклы. Тщательно вымытую свеклу с обрезанными концами закладывают в резервуары и заливают подогретой до 50—60 °С водой. Брожение проводят при температуре 18—20 °С до достижения в заливке 4—5 % сухих веществ. Затем свеклу отделяют от заливки, дробят и прессуют на пакпрессе. Отпрессованный сок смешивают с профильтрованной заливкой, добавляют яблочный сок, сахар и экстракт тмина.

На 1000 кг сока берут 382 кг сока квашеной свеклы, 352 кг заливки, 38 кг тминного экстракта, 78 кг сахара. После смешивания компонентов сок подогревают до 70 °С, разливают в тару, укупоривают и стерилизуют при 90 °С в течение 15 мин (для тары 0,5 л).

ОВОЩНЫЕ СОКИ С МЯКОТЬЮ (НЕКТАРЫ)

Овощные нектары вырабатывают из моркови, свеклы, тыквы, зеленых томатов и других овощей.

Соки из моркови и свеклы. В СССР вырабатывают соки с мякотью из моркови и свеклы натуральные и с сахаром. Натуральные соки с мякотью из свеклы и моркови получают с использованием фильтрующих непрерывнодействующих центрифуг ФГШ-401К или НВШ-350.

Свекла должна иметь равномерно и интенсивно окрашенную мякоть без светлоокрашенных колец, морковь — ярко-оранжевую мякоть, небольшую сердцевину без горечи.

Овощи измельчают на дробилках с терочной поверхностью на кусочки размером 2—3 мм. В дробилку во избежание окисления сырья подают острый пар и орошают дробленую массу 10 %-ным раствором аскорбиновой кислоты из расчета 0,05 % к массе сырья. Дробленая масса попадает в шнековый питатель центрифуги, установленный непосредственно под дробилкой, в который также подается острый пар, и нагревается до 92 °С в течение 30—40 с. Давление греющего пара 784—980 кПа. Пар должен быть предварительно очищен от конденсата и примесей на специальных фильтрах-уловителях, устанавливаемых на паровой магистрали перед подачей пара в аппараты.

Горячая овощная масса подается в центрифугу, в ротор которой вставлены щелевидные сита с размером отверстий 0,1×2 мм.

Полученный на центрифуге сок собирают в сборнике, где к нему добавляют 10 %-ные растворы аскорбиновой и лимонной кислот из расчета 0,5 кг аскорбиновой кислоты и 1,5 кг лимонной кислоты на 1000 кг готового продукта.

Выход морковного сока на центрифуге составляет 60, а свекольного — 65 % к массе сырья. Соки стерилизуют при 120 °С в течение 50—55 мин (банки вместимостью 0,5 и 0,65 л).

Содержание растворимых сухих веществ в морковном соке должно быть 8, в свекольном — 10 %; титруемая кислотность (по яблочной кислоте) не менее 0,5 %; pH — не более 4,4; содержание мякоти не более 35 %.

При производстве свекольного и морковного соков с мякотью и сахаром вначале получают пюре, затем его смешивают с сахарным сиропом. Для получения пюре мытую свеклу подвергают паротермической обработке при давлении 0,35 МПа или бланшируют острым паром в автоклавах под давлением при температуре 120 °С в течение 10—25 мин или при 105 °С в течение 30—50 мин. Бланшированную свеклу очищают от кожицы на картофелечистках, абразивные поверхности которых закрывают листовой рифленой резиной. Очищенную свеклу измельчают в дробилке, затем дробленую массу отжимают в экстракторах или шнековых прессах с диаметром отверстий сит 0,5 мм или протирают на сдвоенных протирочных машинах.

Морковь после мойки очищают от кожицы паротермическим способом при давлении 0,35 МПа или механическим способом, затем измельчают в корнерезках. Измельченную массу бланшируют острым паром в дигестере при температуре 110 °С в течение 15—20 мин, после чего протирают на сдвоенной протирочной машине с диаметром отверстий сит 1,5—1,8 и 0,5—0,8 мм или в экстракторе.

Полученное пюре смешивают с сахарным сиропом 10 %-ной концентрации в соотношении 1:1 и растворами лимонной и аскорбиновой кислот. На 1000 кг готового сока добавляют 1,5 кг лимонной и 0,25 кг аскорбиновой кислот, чтобы довести значение pH до 4,4 и предотвратить потемнение сока.

Смесь гомогенизируют, затем деаэрируют при остаточном давлении 28—21 кПа и температуре 45—50 °С в течение 8—10 мин в деаэраторах или вакуум-аппарате. Стерилизуют соки 40—45 мин при 120 °С.

В США получают морковный сок с небольшим содержанием мякоти на коллоидной мельнице Шварца.

В ФРГ и других европейских странах морковный сок получают, используя мацерирующие ферменты и декантер. Для этого свежую морковь моют, очищают от кожицы химическим путем, погружая в 2,5—5 %-ный раствор едкого натра температурой 75—95 °С на 1—5 мин, затем пропускают через барабанную моечную машину,

где кожица отслаивается и удаляется. Для удаления остатков щелочи с поверхности овощей их ополаскивают в растворе лимонной кислоты, затем измельчают в терочной дробилке, нагревают в трубчатом подогревателе-охладителе до $110\text{--}125^{\circ}\text{C}$ и охлаждают до 50°C . Мезга такой температуры поступает в ферментатор, где к ней добавляют препарат мацерирующих ферментов в количестве от 0,05 до 0,1 %. Мезгу тщательно размешивают с ферментом и выдерживают при температуре $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$ примерно 60 мин. Для эффективного действия фермента необходимо рН 4. Для получения такой величины рН к мезге перед мацерацией добавляют раствор лимонной кислоты.

После мацерации мезгу нагревают в трубчатом подогревателе до 105°C и в горячем виде протирают через сдвоенную протирачную машину с диаметром отверстий сит 1,2 и 0,8 мм. Выход пюре из моркови составляет 90—95 %. Пюре имеет однородную, густую, нежную консистенцию и дает нектары высокого качества.

Горячее пюре охлаждают до $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$, деаэрируют, затем нагревают до 90°C , фасуют в тару и стерилизуют при 125°C в течение 5 мин. Высокая температура стерилизации пюре и соков из моркови необходима для уничтожения почвенных бактерий, образующих споры, способные выдерживать высокие температуры.

В НРБ морковь очищают, обрабатывая ее щелочью концентрацией 7 % при температуре 85°C в течение 1,5 мин, затем дробят в ножевой дробилке на частицы размером 3—5 мм и разваривают острым паром в шнековых подогревателях с добавлением 20—30 % воды. Разваренную массу измельчают в коллоидных мельницах вначале с более крупной зернистостью, затем на дисках с мелкой зернистостью. К полученной тонкоизмельченной массе ни сиропа, ни сока не добавляют.

Свекольный сок с мякотью в НРБ готовят из свежей свеклы. Свеклу очищают от кожицы, обрабатывая паром давлением не менее 0,7 МПа в течение 60—85 с, затем дробят и разваривают как морковь, после чего измельчают в коллоидных мельницах. Тонкоизмельченную массу смешивают с сиропом или соком свеклы без мякоти. К 20 % свекольного пюре добавляют 80 % сока без мякоти и гомогенизируют. Стерилизуют сок при 120°C в течение 40 мин.

Сок из сельдерея. В НРБ сок из сельдерея с мякотью вырабатывают по такой же технологии, как и сок из моркови. К пюре сельдерея добавляют сок без мякоти в соотношении 30:70, соль и лимонную кислоту, иногда сахар.

В ПНР сельдерей бланшируют в шахтных шпарителях с подачей острого пара в продукт. Сок получают из прогретой массы в экстракторе с диаметром отверстий сит 0,5 мм. В сок добавляют 0,4 % лимонной кислоты, 0,7 % поваренной соли и 0,3 % сахара.

Сельдерей содержит эфирные масла, которые придают соку приятный аромат, что позволяет использовать его как приправу ко многим блюдам.

Сок из петрушки. Этот сок получают из корневых сортов петрушки, содержащей большое количество клетчатки, которую необходимо удалить из сока в процессе переработки.

Корни петрушки моют, грубо измельчают в коллоидной мельнице, затем протирают в машине с диаметром отверстий сит 0,5 мм, что позволяет освободиться от крупных волокон и других грубых частей. Дальнейшая технология получения сока из петрушки такая же, как при получении сока из сельдерея. Сок из петрушки используется исключительно для приготовления купажированных соков и коктейлей.

Сок из тыквы. Для переработки предпочтительны мускатные сорта тыквы, обладающие интенсивным желтым цветом и нежной мякотью и содержащие 6,4—13,7 мг/100 г каротиноидов. В НРБ из тыквы вырабатывают нектар двух типов: «Роса» и «Добруджа».

Тыкву тщательно моют и нарезают на крупные куски, удаляя семена, затем бланшируют в воде или паром до размягчения, после чего протирают в машине с диаметром отверстий сит 3 мм. Полученное пюре смешивают с другими компонентами по следующей рецептуре (в кг на 100 кг сока):

	Сок „Роса“	Сок „Доб- руджа“
Тыквенное пюре	50	50
Мед	—	4
Сахарный сироп	50	46
Лимонная кислота	0,35	0,35
Эссенция (мятная или вани- линовая)	0,01	0,01
Аскорбиновая кислота	—	0,05

В СССР тыквенный сок с мякотью готовят с добавлением сахарного сиропа, лимонной кислоты. При производстве ароматизированного сока наряду с названными компонентами добавляют еще апельсиновое масло.

Подготовка тыквы осуществляется на комплексе обслуживания А9-КЛМ/4 и состоит в замочке, мойке, вырезании плодоножек, отделении семян, инспекции, резке на крупные куски, дроблении, разваривании и протирании. Механизированная очистка от кожуры не предусмотрена, так как комплекс рассчитан на переработку тыквы с тонкой, светлоокрашенной кожурой. При переработке сортов с грубой кожурой тыкву очищают вручную. Протертую массу смешивают с 25 %-ным сахарным сиропом в соотношении 1:1 и гомогенизируют в плунжерном гомогенизаторе или в коллоидной мельнице. К смеси добавляют раствор лимонной кислоты и апельсиновое масло, нагревают в подогревателе до температуры 80 °С, фасуют в тару и стерилизуют при 120 °С в течение 40 мин.

Арбузный сок с мякотью. Арбузы являются ценным пищевым и диетическим продуктом с высоким содержанием сахаров, которые представлены в основном моносахарами с преобладанием фруктозы. Общее количество сахаров 7—9 %, в том числе фруктозы 3,5—4,5 %. Кроме сахаров, в арбузах содержатся 0,2 % яблочной кислоты, 0,76 — азотистых веществ, 0,6 — жира, 0,4 — клетчатки и 0,36 % золы.

Тонкопротертая арбузная мякоть имеет жидкую консистенцию и представляет собой натуральный сок с мякотью, может храниться до года в замороженном состоянии.

Однако при тепловой обработке качество сока значительно ухудшается. По этой причине, а также ввиду низкой кислотности арбузный сок с мякотью выпускают купажированным в смеси с алычовым или яблочным пюре с добавлением сахара и лимонной кислоты. На 1000 кг сока берут 855 кг протертой арбузной массы, 85 кг алычового или яблочного пюре и 60 кг сахара. При использовании яблочного пюре к нему добавляют 0,1 % лимонной кислоты. Смесь гомогенизируют, деаэрируют, нагревают до 80 °С, фасуют в тару и стерилизуют при 100 °С в течение 20—40 мин в зависимости от вместимости тары.

СМЕШАННЫЕ ОВОЩНЫЕ СОКИ (КОКТЕЙЛИ)

Овощные коктейли представляют собой соки, состоящие из смеси соков или соков и пюре разных видов овощей с добавлением или без пряностей, соли и сахара.

Смешивание соков разных овощей позволяет получить продукт с высоким содержанием биологически активных веществ — витаминов, минеральных солей, полифенолов и белков в сочетании с хорошими органолептическими свойствами.

В НРБ коктейли получают путем смешивания томатного сока с соками сельдерея, петрушки, моркови, капусты, красной свеклы, шпината, салата, кресс-салата, красного перца, репчатого лука, лука-порея, репы, огурцов, картофеля и др. Для улучшения вкуса к смеси овощных соков добавляют соль, лимонную кислоту, глютамат натрия и ароматические приправы растительного происхождения — чеснок, мята, чабрец, корица, черный перец, укроп, анис, горчица и т. д.

В зависимости от используемого сырья смешанные овощные соки по стандарту НРБ могут состоять из смеси десяти, семи (букет) и двух видов соков (табл. 20).

20

РЕЦЕПТУРА ОВОЩНЫХ КОКТЕЙЛЕЙ НРБ (в %)

Компонент	Семикомпонентный	Десятикомпонентный	Двухкомпонентный
Томатный сок	81,6	79,4	90
Сок сельдерея	5	5	10
Сок петрушки	5	5	—
Морковный сок	2	3	—
Сок шпината	2	2	—
Сок красной свеклы	2	2	—
Сок салата	2	2	—
Сок огурцов	—	1	—
Сок лука	—	0,2	—
Соль	0,4	0,4	—

Для приготовления смешанных овощных соков используют не только томатный сок, но и разведенное томат-пюре. Многокомпонентный сок «Букет», полученный разведением концентрированных томатопродуктов, по вкусу и цвету почти не отличается от сока, получен-

ного из натурального томатного сока. Однако образцы, приготовленные из концентрированных томатопродуктов, имеют слабо выраженный аромат. Содержание сухих веществ в концентрированных томатопродуктах не оказывает большого влияния на качество смешанного сока, но обычно применяют томатопродукты с содержанием 22—30 % сухих веществ.

Смешивание отдельных соков осуществляют в сборнике с мешалкой; дозировку соков производят по объему. Процесс смешивания может быть механизирован и автоматизирован путем применения насосов-дозаторов, обеспечивающих одновременное всасывание и подачу всех смешиваемых соков. Дальнейшая обработка смешанных соков производится так же, как томатного сока.

По стандарту НРБ смешанные овощные соки должны иметь следующие показатели (в %): содержание сухих веществ (без соли) — не менее 5,5; соли — не более 0,5; витамина С — не менее 100 мг/кг; кислотность (по лимонной кислоте) — не менее 0,5. Содержание витамина С нормируется в соках для детского питания, сохранность его гарантируется в течение 6 мес.

В СССР смешанные овощные соки готовят из смеси соков и пюре разных овощей с добавлением или без сахара и соли (табл. 21).

В ПНР выпускают смешанные овощные соки на основе томатного сока с добавлением пюре и соков из

21

РЕЦЕПТУРА СМЕШАННЫХ СОКОВ СССР (в %)

Компонент	Томат- ный*	Осо- бый*	Огу- реч- ный*	Моло- дость*	Эстон- ский*
Томатный сок	97,8	90,7	44	52	—
Перечное пюре	—	7,5	4	—	4,7
Огуречный сок	—	—	50	—	—
Пюре сельдерея	—	—	—	4	3,5
Пюре кабачковое	—	—	—	11,2	—
Пюре свекольное	—	—	—	—	8
Томат-паста 30 %-ная	—	—	—	—	15
Пюре капустное	—	—	—	—	24
Пюре морковное	—	—	—	—	8
Пюре петрушки	—	—	—	—	3,5
Сахар	1,4	1	1,2	2	1,6
Соль	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7

других овощей и различных пряностей, а также соли, сахара и аскорбиновой кислоты.

Смешанные овощные соки, предназначенные для возбуждения аппетита, готовят из томатов, шпината, лука, картофеля и моркови, а также из смеси соков томатного, морковного, сельдерея, петрушки, шпината, красной свеклы и сладкого зеленого перца. Смеси подкисляют лимонным соком и ароматизируют пряностями.

Для приготовления смешанных овощных соков используют соки и пюре-полуфабрикаты, которые готовят по технологии овощных соков и сохраняют при помощи асептического консервирования или стерилизации.

Глава 7

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СОКОВ

Производство концентрированных соков получило широкое развитие во всем мире. Хранение и транспортирование их дает значительную экономию тары, погрузочно-разгрузочных и транспортных средств, позволяет создавать резерв на годы с низким урожаем плодов.

Путем концентрирования содержание растворимых сухих веществ в соках можно повысить до 70—75 % и соответственно уменьшить объем их по сравнению с натуральными в 5—6 раз.

Для перевозки и длительного хранения соки концентрируют до 60—72 %. Наряду с этим для промежуточного хранения в целях последующей переработки на этом же предприятии начали применять производство и хранение полуконцентратов с содержанием 36—48 % сухих веществ, которые проще перерабатывать. Однако хранение таких полуконцентратов требует применения асептического консервирования или холодильного хранения.

Концентрирование соков может проводиться путем выпаривания, вымораживания (криоконцентрирования) или с помощью мембран. Концентрирование желательно проводить таким образом, чтобы продукт претерпевал минимальные изменения. В связи с этим необходимо учитывать изменения, которые могут произойти с компонентами соков при удалении влаги. Так, взвеси и коллоидные вещества с высокой молекулярной массой (пектиновые, белковые и дубильные) при выпаривании оседают на поверхности нагрева и могут вызвать локальный перегрев и пригорание. При концентрировании вымораживанием и с использованием мембран они образуют агрегаты, затрудняющие течение процесса, значительно повышают вязкость концентрата. Сахара могут карамелизоваться и вызывать потемнение вследствие реакции Майяра. Соли винной кислоты в виноградном соке могут при концентрировании выпадать в осадок и засорять трубы выпарного аппарата. Витамины, ферменты, фенольные и красящие вещества чувствительны к теплу и могут подвергаться частичному окислению и из-

менению, летучие ароматические вещества — удаляться вместе с водяным паром, что приводит к потере характерного фруктового запаха.

Степень потери ароматических веществ зависит от относительной летучести отдельных компонентов, входящих в их состав, которая определяется как отношение их летучести к летучести воды. Однако ввиду низкой концентрации летучих веществ в соках компоненты с точкой кипения 100°C могут быть более летучими, чем вода.

Таким образом, для получения концентрированных соков хорошего качества необходимо перед концентрированием освободить их от коллоидных веществ, а виноградный сок — от винного камня. Летучие ароматические вещества должны быть предварительно отогнаны при концентрировании выпариванием, уловлены и сконцентрированы.

При применении для концентрирования низких температур ($35\text{--}50^{\circ}\text{C}$) необходимо учесть также возможность активизации окислительных ферментов при таких температурах и быстрое ухудшение качества сока под их действием. Поэтому при низкотемпературном выпаривании необходима предварительная инактивация ферментов путем нагревания сока до $85\text{--}95^{\circ}\text{C}$ в течение нескольких секунд.

Концентрирование соков может осуществляться выпариванием, вымораживанием и с применением мембран. Наибольшую часть плодовых и овощных соков концентрируют выпариванием, техника которого непрерывно совершенствуется. Вымораживание ввиду высокой стоимости морозильных установок менее экономично и не позволяет повышать концентрацию более $45\text{--}50\%$ сухих веществ. Концентрирование с помощью мембран также ограничено концентрацией до $35\text{--}40\%$ сухих веществ при применении давления $0,8\text{--}1\text{ МПа}$ и не нашло еще практического применения, хотя интенсивно исследуется.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ВЫПАРИВАНИЕМ

Для сохранения натуральных свойств соков выпаривание проводят при возможно более низких температурах и в течение короткого времени.

Некоторые виды соков, например цитрусовые, особенно чувствительны к нагреванию, другие, такие как яблочный и вишневый, могут выдержать кратковременное нагревание при 45—55°C без заметного изменения натуральных свойств. Большое значение для качества продукта имеет также разность температур между выпариваемым соком и греющей средой. При большой разности температур легко возникают местные перегревы, приводящие к пригоранию продукта и карамелизации сахаров. Существенными факторами при этом являются скорость движения жидкости по поверхности нагрева и скорость, с которой теплота может пройти через слой продукта.

Отрицательное воздействие теплоты на концентрируемый продукт сказывается прежде всего на его цвете. Потемнение вызывается промежуточным продуктом — оксиметилфурфуролом, образующимся в присутствии сахаров и кислоты, и его дальнейшими превращениями до темных продуктов конденсации. В связи с этим количество образовавшегося оксиметилфурфурола часто является одним из критериев качества плодово-ягодных соков и концентратов. Высокие количества его свидетельствуют о чрезмерности тепловой обработки.

Потемнение овощных соков может быть вызвано реакцией сахаров с аминокислотами (меланоидинообразование), встречающимися в овощных соках в больших количествах.

Современная техника и технология производства концентрированных соков предусматривают получение соков на том или ином оборудовании, очистку их от взвесей, затем улавливание ароматических веществ, осветление и фильтрование деароматизированных соков и уваривание их до конечного содержания сухих веществ.

Последовательное осуществление этих операций более удобно при наличии отдельной установки для улавливания ароматических веществ, что позволяет выпаривать разные количества пара с ароматическими веществами в зависимости от вида перерабатываемого сока, отгонять ароматические вещества из всего объема перерабатываемого сока с минимальным изменением их состава.

В комбинированных установках регламентировано количество отбираемого пара с ароматическими веществ-

вами и часто для создания непрерывного процесса выпаривания и из-за экономии топлива освещение и фильтрование соков ведут до улавливания ароматических веществ, что ухудшает их качество.

УСТАНОВКИ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Ароматические вещества определяют характерный аромат плодов и овощей и соков из них. Они имеют важное значение для качества соков и оказывают физиологическое воздействие — вызывают аппетит и способствуют секреции желудочного сока.

Различают специфические (типичные) и неспецифические для сорта компоненты ароматических веществ. Первые включают типичные для определенного вида плодов и овощей компоненты, ко вторым относятся характерные для вида компоненты, отсутствия которых ощущается сенсорно. В плодах, овощах и их соках ароматические вещества содержатся в незначительных количествах (тысячные доли процента), однако в их состав входит много разных веществ — спирты, эфиры, альдегиды, кислоты, кетоны, карбонильные соединения и др.

Количество, растворимость и точка кипения ароматических веществ в соках разных видов различны. Легколетучие ароматические вещества, содержащиеся в яблоках, грушах, айве, при выпаривании полностью отделяются. Труднолетучие вещества ананасов, винограда и др. отделяются только при выпаривании больших количеств сока.

Для разных соков установлены следующие оптимальные количества воды, которые должны быть выпарены для выделения ароматических веществ плодов (в % к объему сока):

Яблочный сок	15—20
Грушевый, айвовый, черносмородиновый	45—50
Сливовый, абрикосовый, персиковый	65—70
Земляничный, малиновый, ежевичный	80—85

Однако на практике из яблочного сока обычно отгоняется 15 % воды, из других соков — не более 30 %. Отогнанные с водяным паром ароматические вещества концентрируются в ректификационных колоннах в 100—

200 раз. В стократном концентрате содержится около 1 % ароматических веществ, а остальные 99 % составляют вода и этиловый спирт. Чем больше спирта содержит сок, тем выше его концентрация в ароматическом концентрате, поэтому в стандартах разных стран содержание этилового спирта в концентратах ароматических веществ ограничивается в пределах от 5 до 20 % в зависимости от вида сока.

Концентраты ароматических веществ могут сразу возвращаться в концентрированный сок или храниться отдельно до использования. Последнее более целесообразно, так как при этом ароматические вещества лучше сохраняются. Обычно их хранят отдельно в герметически закрытой стеклянной таре при температуре около 0 °С.

Установки для улавливания ароматических веществ могут работать при атмосферном давлении или под вакуумом. Первые более просты в техническом отношении, обеспечивают улавливание ароматических веществ с меньшими потерями и стоимость их ниже, однако сок в них подвергается действию высокой температуры, что связано с ухудшением качества. В связи с этим улавливание ароматических веществ большей частью ведут при атмосферном давлении, а выпаривание — под вакуумом.

Установки для улавливания ароматических веществ оснащены подогревателем, испарителем пленочного типа с сепаратором, ректификационной колонной и системой конденсаторов и охладителей. Для снижения потерь ароматических веществ с неконденсирующимися газами устанавливают также абсорбционные колонны, где неконденсирующиеся газы промываются потоком холодной жидкости.

Установка фирмы ХК «Хранмаш» (НРБ). В установке (рис. 56) свежееотжатый сок поступает в пластинчатый теплообменник, где нагревается. Нагретый сок переходит в испаритель, где из него испаряется часть воды с летучими ароматическими веществами. Смесь паров и полуконцентрата разделяется в сепараторе. Пар с ароматическими веществами попадает в ректификационную колонну, где ароматические вещества концентрируются в 150—200 раз, поступают в конденсатор, конденсируются и собираются в сборнике-охладителе. Часть сконденсировавшихся ароматических веществ отбирается и подается в верхнюю часть ректификационной колонны

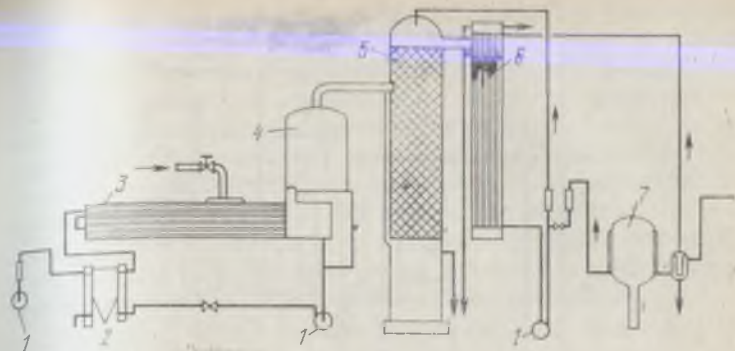


рис. 56. Установка для улавливания ароматических веществ фирмы ХК «Хранмаш»:

1 — насосы; 2 — пластинчатый теплообменник; 3 — испаритель; 4 — центробежный сепаратор; 5 — ректификационная колонна; 6 — конденсатор; 7 — сборник ароматических веществ

(флегма) для орошения и обогащения ароматических паров. Полуконцентрат сока из нижней части сепаратора перекачивается насосом в пластинчатый теплообменник, где он нагревает поступающий в установку свежий сок. Выходящий из теплообменника деароматизированный, частично сконцентрированный сок направляется на концентрирование в выпарную установку.

Производительность установки 5000 л/ч; концентрация ароматических веществ 1:150—1:200; расход пара 650—750 кг/ч; давление пара 0,4 МПа; расход воды при 25 °С 9 м³/ч; установленная мощность 7,1 кВт.

Установка ВУА-2000 фирмы «Единство». Установка (рис. 57) работает под вакуумом и может быть использована для обработки термолабильных соков.

Свежеотжатый сок, очищенный от взвесей, поступает в приемный сборник с поплавковым регулятором уровня. Из сборника сок центробежным насосом через расходомер и регулировочный клапан подается в первый подогреватель, в котором он нагревается соковыми парами, выходящими из испарителя. Далее сок переходит во второй подогреватель змеевикового типа, размещенный в поверхности нагрева испарителя. Здесь температура сока достигает 85 °С и происходит его пастеризация, так как в поверхность нагрева испарителя подается острый пар давлением 0,3 МПа. Горячий сок из подогревателя поступает в испаритель. В испарителе поддержи-

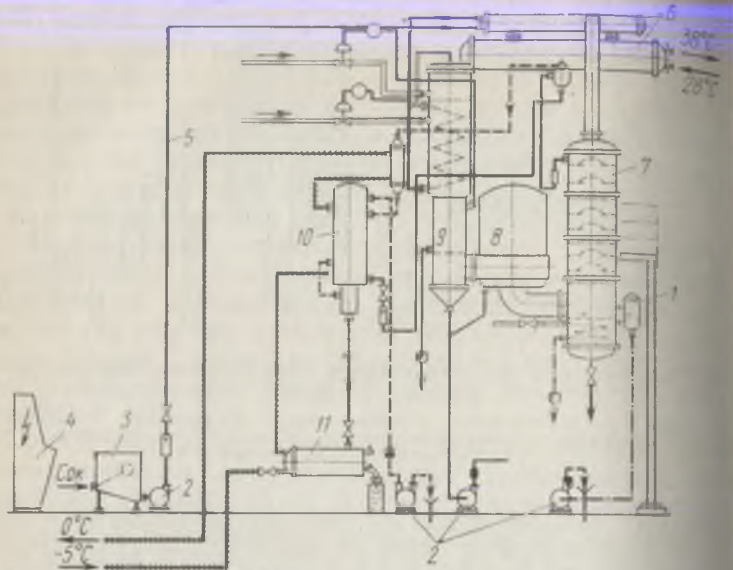


Рис. 57. Установка ВУА-2000 фирмы «Единство» для улавливания ароматических веществ:

1 — рама; 2 — насосы; 3 — сборник; 4 — пульт управления; 5 — продуктопровод; 6 — теплообменники; 7 — ректификационная колонна; 8 — сепаратор; 9 — испаритель; 10 — абсорбционная колонна; 11 — сборник готового продукта

вается пониженное давление 13 кПа (температура кипения 50°C), поэтому сок мгновенно закипает. Смесь образовавшихся паров с ароматическими веществами и деароматизированным соком поступает в сепаратор, где происходит разделение паров и жидкой фазы. Жидкая фаза (деароматизированный сок) из нижней части сепаратора откачивается центробежным насосом и направляется на обработку ферментами. Пар с ароматическими веществами подается в ректификационную колонну, где ароматические вещества концентрируются.

Из ректификационной колонны ароматические пары попадают в первый конденсатор, где охлаждаются поступающим свежим соком. Отсюда частично сконденсированные пары переходят во второй конденсатор, охлаждаемый водой. Образованный конденсат, содержащий ароматические вещества, разделяется на два потока. Одна часть в виде флегмы возвращается в верхнюю часть ректификационной колонны, проходя rota-

метр, вторая — после достижения заданной концентрации ароматических веществ отбирается как готовый продукт. Последний вначале проходит абсорбционную колонну, где охлаждается и промывает поднимающийся навстречу ему поток неконденсирующихся газов, улавливая из него остатки ароматических веществ. Из абсорбционной колонны концентрат ароматических веществ поступает в сборник готового продукта. Абсорбционная колонна и сборник готового продукта охлаждаются за счет непосредственного испарения в их поверхности охлаждения холодильного агента гликоля.

Лютерную воду из ректификационной колонны откачивают центробежным насосом.

Отбор концентрата ароматических веществ из сборника производят каждые 30 мин, для чего отключают сборник от линии, соединяя одновременно линию со вторым аналогичным сборником, которым укомплектована установка. Разливают ароматические вещества в стеклянные банки вместимостью до 30 л.

Производительность установки 11 500 кг/ч; количество испаренной воды 1725 кг/ч; концентрация ароматических веществ 1 : 150; расход пара 1950 кг/ч; расход охлаждающей воды 100 м³/ч; количество ароматических веществ 77 кг/ч; количество выходящего сока 9775 кг/ч; установленная мощность 14 кВт.

ВЫПАРНЫЕ АППАРАТЫ

Для выпаривания соков применяют разные типы выпарных аппаратов. Выбор типа выпарного аппарата зависит прежде всего от вида сока и его свойств.

При выпаривании осветленных соков и других невязких жидкостей лучшие результаты получены при использовании тонкопленочных выпарных аппаратов, в которых достигается высокая скорость движения выпариваемой жидкости. Концентрируемая жидкость течет в них в виде тонкой пленки сверху вниз (с падающей пленкой) или снизу вверх (с поднимающейся пленкой) по обогреваемой поверхности. Пар, образующийся при выпаривании жидкости, действует как движущая сила и проталкивает продукт через аппарат. Увеличивающаяся при этом скорость движения пара содействует преодолению повышающейся вязкости продукта.

Существует два основных типа пленочных выпарных аппаратов — трубчатые и пластинчатые. Эти аппараты в основном применяют при выпаривании осветленных соков. Для выпаривания вязких жидкостей они мало пригодны, так как толщина пленки на поверхности нагрева становится неравномерной и нормальный ход выпаривания нарушается. Во избежание этого применяют выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, обуславливающей равномерное распределение продукта на греющей поверхности. К ним относятся однокорпусные аппараты, состоящие из вертикальной трубы, в которой вращающиеся лопасти отбрасывают продукт в виде пленки на стенки трубы и перемешивают его, и аппараты с вращающимися греющими поверхностями. Существуют и другие типы таких аппаратов.

Выпарные аппараты бывают одноступенчатыми, в которых греющий пар используется один раз и расход его составляет примерно 1,1 кг/кг испаренной воды, и многоступенчатыми, в которых используется теплота вторичного (сокового) пара.

Многоступенчатые аппараты имеют разное число ступеней, которое определяет расход в них греющего пара. Так, в двухступенчатых выпарных установках расход пара 0,7 кг/кг, в трехступенчатых — 0,5 кг/кг и т. д. В последние годы большое распространение получили четырехступенчатые выпарные аппараты, расход пара в которых составляет 0,22 кг/кг испаренной влаги.

Теплота, подводимая к продукту, расходуется на парообразование и нагревание жидкости до точки кипения при данном давлении. На нагревание требуется большой расход теплоты, так как теплоемкость сока равна примерно 3,36 кДж/(кг·К), поэтому для повышения экономичности выпарной установки необходимо предварительное нагревание сока до температуры кипения при данном разрежении в установке. При этом теплота, подводимая к поверхности нагрева установки, будет расходоваться только на выпаривание воды, и производительность аппарата увеличится.

Для нагревания сока перед поступлением в выпарной аппарат применяют подогреватели, в которых в качестве греющей среды используют вторичный, или острый, пар или конденсат. В последних моделях выпарных многокорпусных установок в качестве нагревателей

служат змеевики, расположенные в паровом пространстве трубчатых выпарных аппаратов.

Вторичные пары, образовавшиеся при выпаривании сока в первом корпусе, используются в качестве греющей среды во втором. При этом разрежение во втором корпусе должно быть соответственно увеличено, чтобы температура выпаривания была более низкой, чем температура греющего пара. Вторичные пары из второго корпуса таким же образом используются в третьем и т. д.

Снизить расход теплоты в целях повышения экономичности выпарного аппарата можно не только путем прямого использования вторичного пара в качестве греющего в последующих корпусах установки, но и путем термокомпрессии, т. е. повышения температуры и давления вторичного пара путем сжатия. Вторичный пар при этом можно использовать в том же аппарате, где он образовался, если повысить его давление до давления греющего пара. Сжатие осуществляют с помощью пароструйных эжекторов, в которых используют острый пар более высокого давления, или механически — турбокомпрессорами.

Турбокомпрессорные установки используют в низкотемпературных выпарных аппаратах, работающих на аммиаке или фреоне и предназначенных для концентрирования термолабильных соков, таких, как цитрусовые.

Тонкопленочный вакуум-испаритель «Лува» (Швейцария). Аппарат однократно-прямоточного действия с

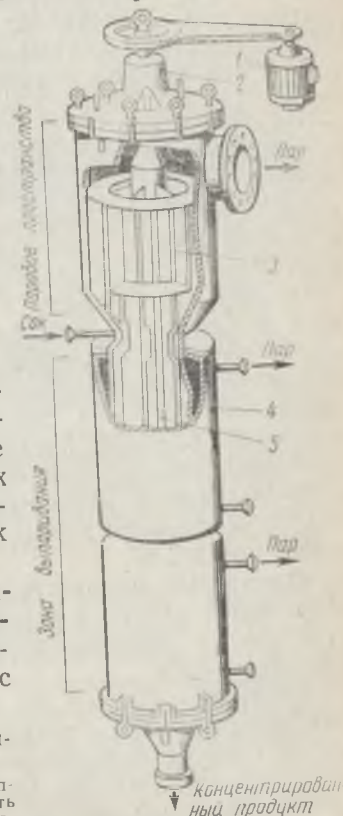


Рис. 58. Тонкопленочный вакуум-испаритель «Лува»:

1 — привод ротора; 2 — подшипники и уплотняющие прокладки; 3 — верхняя часть ротора; 4 — поверхность нагрева; 5 — ротор

турбулентной пленкой представляет собой вертикальную трубу, окруженную паровой рубашкой, которая разделена на несколько частей для равномерного распределения пара (рис. 58). В верхней части трубы размещен сепаратор. Внутри трубы по всей ее длине установлен ротор, который имеет лопасти, не достигающие на 0,8 мм до обогреваемых стенок аппарата. Сок подается в верхнюю часть аппарата и растекается по стенкам трубы, где подхватывается вращающимися лопастями и распределяется ими тонкой пленкой по греющей поверхности с большим завихрением. Образующийся соковый пар поднимается в сепаратор, а концентрированный сок стекает вниз по стенкам.

В испарителях такого типа возможно быстрое (за 20—30 с) концентрирование сока при низкой температуре, что обеспечивает хорошее качество концентрата. Преимуществом данных испарителей является также то, что в них хорошо концентрируются высоковязкие жидкости (до 20 Па·с) благодаря тому, что равномерная толщина пленки и ее турбулентное движение поддерживаются механическим путем. Аппараты могут работать при любых температурах выпаривания и давлениях. Вследствие этого испарители «Лува» включают в состав линий концентрирования соков с мякотью и протертых полуфабрикатов.

Производительность испарителей «Лува» определяется площадью греющей поверхности, которая в зависимости от типа аппарата составляет от 0,125 до 2 м². Испарительная способность последнего типа аппарата составляет 350 кг/ч при удельном расходе пара 1,1—1,2 кг/кг. Высокий расход пара является крупным недостатком испарителей «Лува» и препятствует их широкому внедрению. Габаритные размеры аппарата сравнительно небольшие: 2130×3250 мм при площади греющей поверхности 2 м².

Пленочные аппараты трубчатого типа. Фирма ХК «Хранмаш» (НРБ) выпускает двухкорпусные выпарные установки с термокомпрессором для концентрирования яблочного сока.

Установка состоит из двух горизонтальных трубчатых испарителей со встроенными в них подогревателями. В корпусе испарителей размещены предсепараторы для удаления сжатого воздуха из соковых паров. Кроме того, каждый корпус испарителя соединен с сепара-

тором для улавливания увлеченных соковыми парами капель продукта. Для очистки поступающего на выпаривание сока от посторонних примесей перед каждым испарителем установлен фильтр.

Острый пар подводится к первому корпусу испарителя. Часть соковых паров из сепаратора первого корпуса засасывается, сжимается турбокомпрессором и используется для обогрева второго корпуса. Соковые пары из второго корпуса отводятся в барометрический конденсатор. Продукт в установке движется принудительно с помощью насосов.

Управление установкой производится дистанционно с пульта управления, параметры процесса регулируются автоматически. На случай аварийной остановки предусмотрена световая и звуковая сигнализация.

Производительность установки 4000 л/ч; расход пара 1520 кг/ч; давление пара 0,8—1 МПа; расход воды (25°C) 90 м³/ч; установленная мощность 22 кВт.

Трехкорпусная выпарная установка с падающей пленкой и термокомпрессией фирмы «Единство» предназначена для концентрирования яблочного и виноградного соков. Дефектинизированный сок из уравнительного бачка вначале прогоняется центробежным насосом через предварительные змеевиковые нагреватели, расположенные в конденсаторе, и поверхности нагрева всех трех испарителей, нагреваясь до 94°C. Горячий сок поступает в верхнюю часть первого испарителя, где с помощью распределительного устройства растекается по трубкам испарителя и, частично испаряясь, стекает вниз. Образовавшийся вторичный пар в смеси с соком поступает в сепаратор. Соковый пар отводится в паровую камеру второго испарителя, где одна часть его отдает свое тепло соку и конденсируется, а другая — сжимается эжектором и отводится в паровую зону первого испарителя.

Частично сконцентрированный сок из сепаратора первого корпуса подается насосом в верхнюю часть второго испарителя, где также распределяется по трубам и при однократном прохождении частично испаряется при температуре 76°C. В сепараторе второго испарителя также происходит отделение пара от сока. Соковый пар из второго корпуса поступает в поверхность нагрева третьего корпуса, где конденсируется, а сок насосом подается в верхнюю часть третьего испарителя. Тре-

тий испаритель разделен на две части. Сок вначале поступает в первую часть, где испаряется при температуре примерно 55 °С, затем переходит во вторую часть, где происходит его окончательное уваривание. Готовый концентрат откачивается насосом из установки. Вторичный пар из третьего сепаратора отводится в полубарометрический конденсатор оросительного типа. Неконденсирующиеся газы поступают по воздухопроводу в конденсатор и отсюда отводятся в атмосферу вакуум-насосом.

Производительность установки 9500 кг/ч сока при содержании сухих веществ в соке 14 % и концентрате 70 %; расход пара 2121 кг/ч; испарительная способность 7600 кг/ч; удельный расход пара 0,32 кг/кг.

Пластинчатые выпарные аппараты. Пластинчатые выпарные аппараты получили в последние годы широкое распространение благодаря развитию производства концентрированных осветленных соков. Аппараты выпускаются двух- и многокорпусными.

В двухкорпусной пластинчатой выпарной установке фирмы «Хисака» (Япония) (рис. 59) применена оригинальная конструкция пластин и все оборудование, включая конденсатор, изготовлено на основе пластинчатых теплообменников. Особенностью пластинчатых теплообменников является то, что они со стороны подачи сока оснащены не доходящими до верха перегородками, которые создают направленное движение жидкости по поверхности пластины вначале вверх, затем вниз. Это позволяет получить однородный поток жидкости по всей поверхности пластины. Пластины изготовлены из нержавеющей стали, герметизирующие уплотнения между ними — из неопрена.

Сок, подлежащий концентрированию, насосом подается в пластинчатый теплообменник, где нагревается частично острым паром, частично конденсатом из испарителя первой ступени. Нагретый сок поступает в испаритель первой ступени, попадая в поток циркулирующего здесь сока и быстро нагреваясь до температуры испарения. В процессе циркуляции из сока испаряется часть воды. Смесь сока и паров поступает в сепаратор первой ступени, где разделяется. Соковый пар из сепаратора частично засасывается термокомпрессором, попадает в поверхность нагрева первого корпуса и частично переходит в поверхность нагрева второго корпуса как греющий

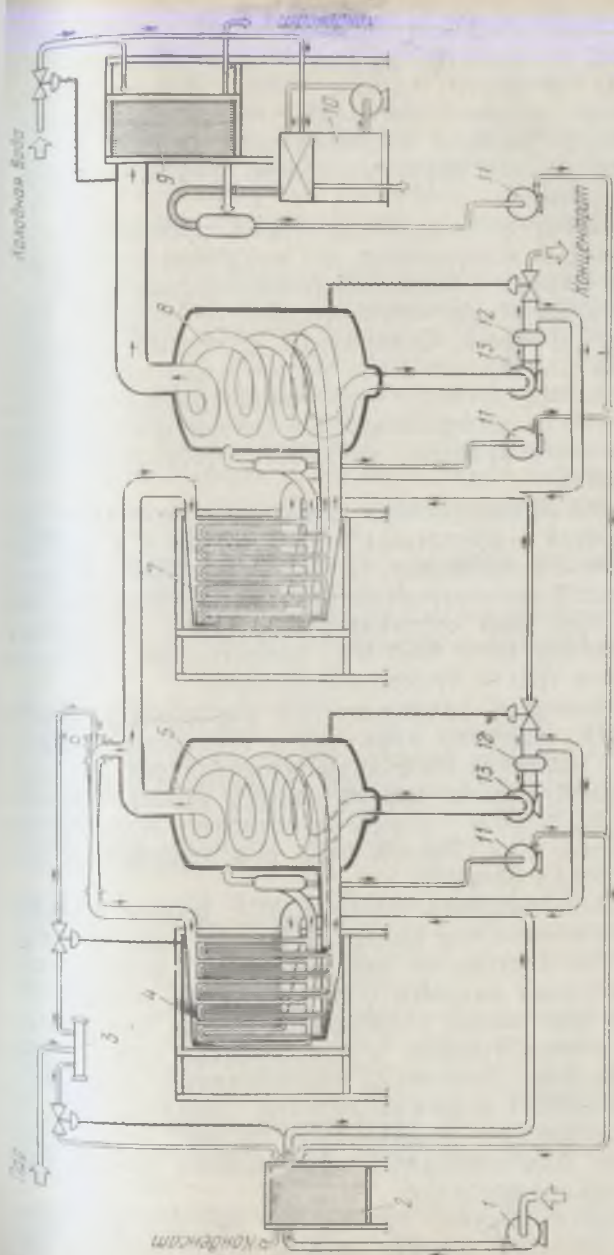


Рис. 59. Двухкорпусная пластинчатая выпарная установка фирмы «Хисака»:

1 — питающий насос; 2 — пластинчатый теплообменник; 3 — паровой коллектор; 4 — испаритель первой ступени; 5 — сепаратор первой ступени; 6 — термомопрессор; 7 — испаритель второй ступени; 8 — сепаратор второй ступени; 9 — пластинчатый конденсатор; 10 — вакуум-установка; 11 — насосы; 12 — фильтры; 13 — циркуляционные насосы

агент. Частично сконцентрированный сок, выходящий из сепаратора, разделяется на два потока. Большая часть сока циркуляционным насосом возвращается в испаритель первой ступени, меньшая — по соединительному трубопроводу выходит из испарителя первой ступени и попадает в поток циркулирующего сока в испаритель второй ступени.

Соковый пар из сепаратора второй ступени проходит в пластинчатый конденсатор, где конденсируется холодной водой. Вакуум в установке создается водяным эжектором, который обеспечивает постоянство вакуума в течение всего процесса. Сепараторы, которыми оснащены испарители, циклонного типа; развиваемая ими центробежная сила обеспечивает эффективное разделение пара и жидкости; сок задерживается в сепараторе в течение очень короткого времени; управление установкой автоматизировано.

Установка предназначена для концентрирования разных жидкостей — фруктовых соков, молока и т. п. Производительность установки 12 т/ч. Фруктовый сок предусматривается концентрировать до 50 %; удельный расход пара при этом составляет 0,33 кг/кг; габаритные размеры 6000×7500×4500 мм. Аналогичные установки выпускаются трех- и четырехкорпусными.

В пластинчатом двухкорпусном выпарном аппарате фирмы АПВ (Англия) циркуляция жидкости не предусмотрена. Частично сконцентрированный сок из испарителя первой ступени перекачивается непосредственно в испаритель второй ступени. Конденсатор применяется оросительного типа. Расход пара при применении термомомпрессора 0,33 кг/кг.

Кассетный выпарной аппарат АСЕ фирмы «Альфа-Лаваль». Особенностью аппарата является паровая кассета, которая состоит из двух спаренных вместе пластин, аналогичных таковым в пластинчатом теплообменнике. Несколько кассет зажимаются вместе, как в пластинчатом теплообменнике, а пространства между ними герметизируются резиновыми уплотнениями. Эти пространства образуют широкие плоские каналы, внутри которых происходит выпаривание, в них отсутствуют препятствия для свободного прохождения пленки концентрированного продукта.

Конструкция кассеты такова, что паровое пространство увеличивается (сверху вниз по ходу процесса вы-

паривания), так что скорость пара поддерживается постоянной. Аналогичным образом ширина греющей поверхности уменьшается для поддержания постоянной толщины пленки жидкого продукта.

В пространстве с продуктом отсутствует контакт между стенками кассеты и поэтому нет преград для прохождения продукта, благодаря чему аппарат меньше подвержен закупориванию и засорению и его легко очищать.

Падение давления в аппарате незначительно. Аппарат может работать в диапазоне низких температур, что улучшает качество продукта. Острый пар подается в кассеты (рис. 60), а продукт — в пространство между ними. На наружных стенках кассет образуется тонкая пленка продукта, который вскипает. Поток концентрированного продукта течет к нижней части кассет и вместе с образовавшимся соковым паром выходит по большой трубе в сепаратор. Конденсат выходит из кассет через выпускные отверстия.

На основе аппарата АСЕ создана многоступенчатая выпарная установка (рис. 61).

Сок поступает в установку через уравнильный бак и регулятор, поддерживающий равномерную скорость потока, и проходит через пластинчатый подогреватель. В последнем в качестве греющей среды используется конденсат из кассет всех трех ступеней уваривания.

В испарителе первой ступени выпарного аппарата продукт подогревается паром из термокомпрессора. Соковый пар проходит через разделительную камеру с циклоном, жидкость выходит через ту же трубу, но в обход циклона. Соковый пар выходит из верхней части разделительной камеры (сепаратора). Часть его засасывается компрессором и смешивается с острым паром, а остальная часть используется в качестве греющей среды в испарителе второй ступени.

Частично сконцентрированный сок перекачивается на следующие ступени, где происходит его дальнейшее концентрирование. Соковый пар и концентрат разделяются в сепараторах, как описано выше. Готовый продукт выгружается из сепаратора третьей ступени, а соковый пар из этого сепаратора конденсируется в пластинчатом конденсаторе.

Производительность установки 5000 кг/ч при концентрировании яблочного сока с 10 до 72 % сухих ве-

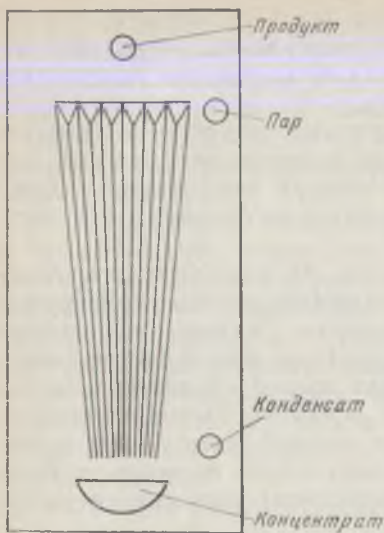
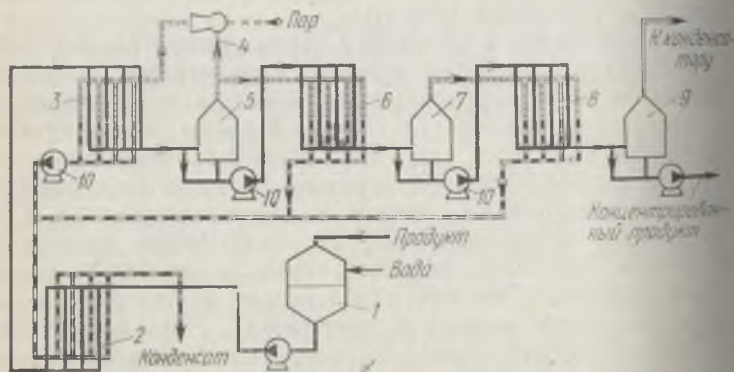


Рис. 60. Принцип действия кассеты аппарата АСЕ

Рис. 61. Технологическая схема трехступенчатой выпарной установки АСЕ:

1 — уравнильный бак; 2 — подогреватель; 3 — испаритель первой ступени; 4 — термокомпрессор; 5 — сепаратор первой ступени; 6 — испаритель второй ступени; 7 — сепаратор второй ступени; 8 — испаритель третьей ступени; 9 — сепаратор третьей ступени; 10 — насосы



ществ; расход пара 860 кг/ч, воды 17 м³/ч; установленная мощность 30 кВт; количество выпаренной воды 4300 кг/ч.

Установку АСЕ можно использовать самостоятельно и как предварительный выпарной аппарат перед другими испарителями. Мойка установки производится безразборно.

Комбинированные выпарные установки. Наибольшее распространение в настоящее время получили комбинированные выпарные установки, в которых улавливание

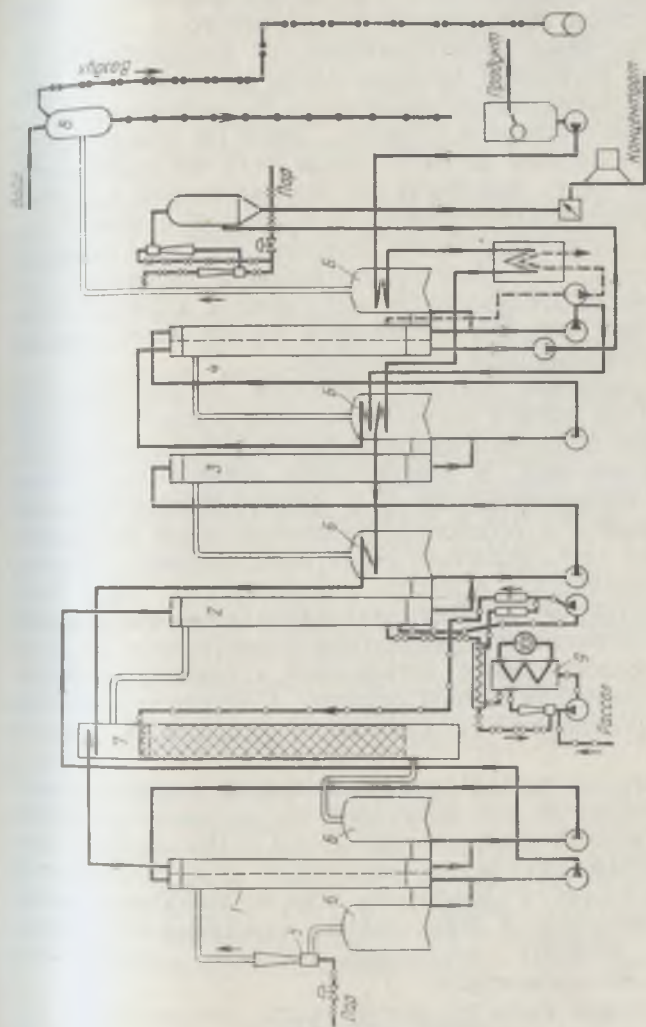


Рис. 62. Комбинированная четырехкорпусная вакуум-выпарная установка (ЧВУ):
 1—4 — испарители; 5 — термокомпрессор; 6 — сепараторы; 7 — ректификационная колонна; 8 — конденсатор; 9 — сборник конденсата ароматических веществ

ароматических веществ и концентрирование соков производится в одном многокорпусном аппарате.

Четырехкорпусная вакуум-выпарная установка НРЕ (рис. 62) предназначена для концентрирования осветленных соков, преимущественно яблочного.

Осветленный фильтрованный сок из приемного резервуара установки насосом через ротаметр перекачивается в змеевиковый подогреватель, расположенный в сепараторе четвертой ступени. Здесь он подогревается соковыми парами до 34°C , после чего последовательно проходит через пластинчатый теплообменник и змеевиковые подогреватели сепараторов третьей и второй ступеней и ректификационной колонны, где дополнительно нагревается. Нагретый сок поступает в трубчатый тонкоплёночный испаритель первой ступени, корпус которого на пути продукта разделяется на две части, каждая из которых оснащена сепаратором.

В испарителе продукт движется по стенкам труб сверху вниз тонкой плёнкой, частично испаряясь. Разделение сока и соковых паров осуществляется в центробежных сепараторах. В одной части испарителя первой ступени испаряется воды 15 % общего количества сока, поступившего в установку. Вторичные пары из сепаратора этой части попадают в ректификационную колонну, где ароматические вещества отделяются от части воды и концентрируются. Деароматизированный сок из этой части испарителя первой ступени перекачивается в трубчатый теплообменник, встроенный в греющую поверхность испарителя первой ступени, а оттуда — в продуктивное пространство второй части испарителя первой ступени.

Из второй части испарителя первой ступени деароматизированный сок поступает на дальнейшее уваривание в испарители установки 2, 3 и 4. Полученный концентрированный сок из испарителя 4 перекачивается насосом в вакуум-охладитель, а из него винтовым насосом прокачивается через датчик электронного рефрактометра, который непрерывно измеряет концентрацию выходящего концентрата.

Вторичные пары из первой части испарителя 1, содержащие ароматические вещества, поступают в ректификационную колонну, поднимаются в ней вверх, встречая на своем пути стекающую вниз флегму, обогащаются ароматическими веществами и из верхней части

колонны проходят в поверхность нагрева испарителя 2 как греющий агент. Здесь ароматические пары конденсируются, а конденсат, содержащий ароматические вещества, перекачивается насосом из поверхности нагрева испарителя 2 и разделяется на две части. Одна часть в виде флегмы подается через ротаметр в верхнюю часть ректификационной колонны, вторая — отбирается как готовый продукт, подается через ротаметр в трубчатый охладитель и собирается в сборнике-охладителе. Количество флегмы и отбираемого продукта контролируются ротаметрами.

Неконденсирующиеся газы и несконденсировавшаяся часть паров с ароматическими веществами выводятся из парового пространства корпуса 2 через воздухопровод и попадают в сборник-охладитель, где охлаждаются и засасываются водовоздушным эжектором. Здесь они смешиваются с охлажденными до низкой температуры ароматическими веществами, конденсируются и присоединяются к ароматическим веществам в сборнике-охладителе. Неконденсирующиеся газы с остатками несконденсировавшихся ароматических веществ барботируют через охлажденные ароматические вещества в сборнике-охладителе и выводятся в атмосферу.

Соковые пары из сепаратора испарителя 2 служат греющей средой для испарителя 3 и соответственно соковые пары испарителя 3 служат для нагревания испарителя 4. Соковые пары из испарителя 4 поступают в струйный барометрический конденсатор.

Конденсат греющего пара из испарителя 1 подается в следующие ступени на самоиспарение, проходя в конце через пластинчатый теплообменник, где охлаждается до 40 °С.

Производительность установки по соку 5312 кг/ч; количество испаренной воды 4500 кг/ч; концентрация ароматических веществ 1:150, 1:200; расход пара 1066 кг/ч; расход воды (25 °С) 40 м³/ч; установленная мощность 22,1 кВт. В установке предусмотрено осветление сока перед подачей на улавливание ароматических веществ и концентрирование.

КОМПЛЕКТНЫЕ ЛИНИИ

Концентрированные соки большей частью выпускают на комплектных поточных линиях, на которых обеспе-

чиваются необходимая обработка сока перед концентрированием и высокое качество концентратов. В линии фирмы «Бухер» (Швейцария) производства концентрированных соков из яблок и ягод использованы современные способы обработки соков. В состав линии входит оборудование для производства сока, его осветления и концентрирования.

Яблоки доставляются автомашинами и высыпаются в приемный бункер, откуда гидравлическим транспортером подаются к дозирующему шнеку, который передает их на сортировочный транспортер. Отходы удаляются шнековым транспортером. Доброкачественные плоды вертикальным элеватором с ополаскивающим устройством подаются в дробилку терочно-ножевого типа, которая измельчает яблоки на частицы размером 2—6 мм. Степень измельчения регулируется в зависимости от плотности яблок. Яблоки хранившиеся и перезрелые с мягкой мякотью могут обрабатываться после измельчения ферментами в ферментаторе с мешалкой. Мезгу свежих яблок ферментами не обрабатывают.

Свежая или обработанная ферментами мезга подается винтовым насосом в гидравлический пресс «Бухер НР», где производится автоматическое прессование по заданному режиму. Выходящий из пресса сок очищается от взвесей на ситовом фильтре и перекачивается в сборник. Из сборника сок сразу направляется в установку для улавливания ароматических веществ, что обеспечивает получение летучих компонентов хорошего качества.

Из установки для улавливания ароматических веществ деароматизированный сок температурой около 50 °С поступает в резервуар с мешалкой, где производится обработка его пектолитическими ферментами. После обработки ферментами сок декантируют с осадка и направляют на ультрафильтрование.

Сок циркулирует в ультрафильтрационной установке, где использованы трубчатые мембраны. Осветленный сок отводится из установки, а неосветленный возвращается в поток циркуляции.

Фильтрованный прозрачный сок подается на концентрирование в четырехступенчатую комбинированную установку «Сигмастар» пластинчатого типа, где концентрируется до 70 % сухих веществ, после чего охлаждается до 24 °С и подается в сборники на хранение.

Производительность линии по яблокам 12 т/ч; выход

сока 80 %; содержание взвесей в соке 1 %; концентрация ароматических веществ 1:150; удельный расход пара 0,22 кг/кг.

При переработке ягод участок линии по получению сока изменяют. Ягоды доставляют в ящиках и высыпаяют непосредственно на транспортер, на котором производится их инспекция и душевая мойка. Дробят ягоды на валковой дробилке, мезгу нагревают в трубчатом нагревателе-охладителе, затем обрабатывают ферментами. Получение сока и все остальные операции такие же, как для яблок.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ВЫМОРАЖИВАНИЕМ

Концентрирование вымораживанием основано на охлаждении продукта ниже температуры его замерзания. При этом часть воды замерзает и в виде кристаллов льда отделяется от концентрата.

Конечная концентрация сока зависит от конечной температуры замораживания: чем ниже температура, тем выше содержание сухих веществ. Конечная концентрация зависит также от содержания сахара, кислот, коллоидных и других веществ в соке. Теоретически наиболее высокая степень концентрации ограничена эвтектической точкой раствора, при которой невозможно разделить воду в виде льда.

Величина потерь сока является еще одним важным критерием, определяющим оптимальную степень концентрации: чем выше концентрация, тем выше потери сока.

Основным преимуществом способа вымораживания является то, что процесс ведется при низких температурах и продукт претерпевает минимальные изменения. Концентрат после разведения водой дает продукт, по химическому составу и органолептическим свойствам близкий к свежему исходному соку. Энергозатраты при вымораживании меньше, чем при выпаривании, но стоимость оборудования выше.

Сравнительно высокая стоимость способа, невозможность получения продукта высокой концентрации и неизбежные потери сухих веществ задерживают широкое промышленное внедрение этого способа. Обычно вымораживание применяют для концентрирования термолabileльных продуктов — цитрусовых и т. п. соков.

Максимальная концентрация определяется физико-химическим составом сока, и прежде всего его вязкостью. В полученных при концентрировании вымораживанием плодово-ягодных и овощных соках содержание растворимых сухих веществ составляет 40—50 %.

Концентрирование вымораживанием состоит из двух основных этапов: кристаллизация и сепарирование. На первом этапе часть находящейся в соке воды под действием низких температур превращается в кристаллы льда, на втором — концентрированный раствор сока и лед, которые имеют разную плотность, разделяются под действием внешнего давления или центробежных сил.

Основными элементами установок для вымораживания являются кристаллизатор, разделительное устройство и холодильная установка. Разделительное устройство, в котором производится отделение кристаллов льда от концентрата, может быть основано на центробежной силе (центрифуги) или на промывании кристаллов.

Для концентрирования вымораживанием жидких продуктов разработано много методов и установок, наиболее распространенным из них в настоящее время является метод криоконцентрирования фирмы «Гренко». Метод основан на том явлении, что мелкие кристаллы льда имеют в растворе более низкую температуру плавления, чем крупные. Поэтому при перемешивании мелких и крупных кристаллов в суспензии средняя температура ее будет находиться между более низкой точкой плавления мелких кристаллов и более высокой точкой плавления крупных. Поскольку эта средняя температура выше равновесной температуры мелких кристаллов, последние плавятся. Крупные кристаллы, в свою очередь, увеличиваются в размерах.

Очень мелкие кристаллы, образовавшиеся при охлаждении сока в теплообменнике, постоянно подаются при тщательном перемешивании в суспензию кристаллов в рекристаллизатор, время пребывания кристаллов в котором составляет несколько часов. В установившемся процессе размер кристаллов в рекристаллизаторе составляет 0,2—3,0 мм. На пути в рекристаллизатор мелкие кристаллы в этих условиях оказываются в субкритическом состоянии и плавятся почти мгновенно, когда их перемешивают с суспензией крупных кристаллов. Теплота кристаллизации растущих крупных кри-

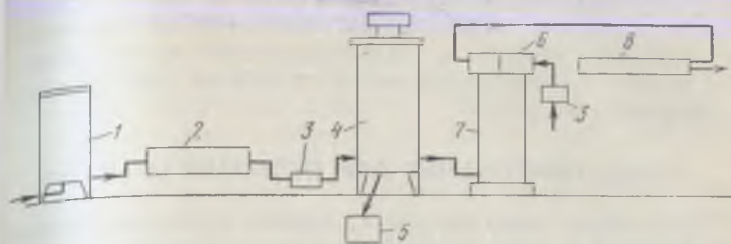


рис. 63. Схема одноступенчатой установки «Гренко» для вымораживания соков:

1 — сборник исходного сока; 2 — теплообменник с очищаемой поверхностью; 3 — насосы; 4 — рекристаллизатор; 5 — сборник концентрированного сока; 6 — скребковое устройство; 7 — промывочная колонна; 8 — плавильное устройство

сталлов поглощается энергией плавления мелких кристаллов. Жидкость без кристаллов перемещается из рекристаллизатора в теплообменник. В результате происходит непрерывное образование мелких кристаллов льда в субкритическом состоянии в теплообменнике и непрерывное перемещение их в рекристаллизатор. Таким образом, в рекристаллизаторе происходит непрерывный рост кристаллов льда и формируются чистые почти шарообразные кристаллы.

Полное разделение кристаллов льда и концентрированного сока достигается в промывной колонне, которая представляет собой закрытую систему, что предотвращает потери ароматических веществ. В промывной колонне кристаллы перемещаются в один ее конец, а концентрированная жидкость удаляется из колонны под давлением через фильтр. Кристаллы спрессовываются под давлением в одном конце колонны в плотный слой. В это время кристаллы льда оmyваются потоками воды, циркулирующей в противоположном направлении. Промытые кристаллы и вода удаляются затем скребковым устройством.

Промывная колонна имеет плоскую промывную поверхность, кристаллы льда и концентрат в ней разделяются на высоте нескольких сантиметров. Потери сухих веществ при разделении незначительны.

Установки фирмы «Гренко» выпускаются одно- (рис. 63), двух- и трехступенчатыми. Последние работают более эффективно, так как в них вязкость продукта и соответственно потери сухих веществ ниже.

Концентрация готового продукта и производительность установки «Гренко» регулируются автоматически в заданных пределах. Односекционные кристаллизаторы имеют производительность от 100 до 1000 кг воды, вымороженной в час.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ МЕМБРАН

Основным мембранным способом, применяемым для концентрирования жидкостей, является обратный осмос. Известно, что если две жидкости с разной концентрацией растворенных веществ поместить по обе стороны мембраны, то на границе мембраны возникнет осмотическое давление. Вследствие этого вода будет двигаться из раствора с низкой концентрацией к раствору с высокой концентрацией до тех пор, пока концентрация обоих растворов уравнивается. Процесс осмоса будет протекать успешно в том случае, если внешнее давление над обоими растворами будет одинаковым. Однако если к раствору с высокой концентрацией приложить давление, то вода начнет проходить в обратном направлении от более концентрированного раствора к менее концентрированному. На этом принципе и основан обратный, или реверсивный, осмос.

При концентрировании этим способом через мембрану проходит почти одна вода, в результате чего концентрация обрабатываемого продукта повышается. В соковой промышленности обратный осмос применяется для концентрирования овощных и фруктовых соков. К преимуществам обратного осмоса относятся низкие энергетические затраты, улучшение качества концентрата вследствие низкой температуры процесса, простота установки и легкое увеличение ее производительности благодаря монтажу дополнительных модулей, простота обслуживания, хорошие санитарные условия производства (мойка безразборная).

Концентрирование обратным осмосом применяют в том случае, если нужно удвоить содержание сухих веществ. Максимально обратным осмосом можно концентрировать соки до 30—40 % сухих веществ. Более высокой концентрации добиваться неэффективно, так как при этом необходимы высокие давления для преодоления осмотического давления, высокий расход электроэнергии и установка больших размеров.

Обратный осмос наиболее часто применяют для предварительного концентрирования перед вакуум-выпариванием. При осмотическом концентрировании в продукте остается 98—99 % кислот и сахаров и 80—90 % ароматических веществ. Фильтрующая способность составляет примерно 35 л/м²/ч при давлении 6 МПа и температуре 50 °С.

Во многих странах исследована возможность концентрирования томатного сока до 9 % сухих веществ. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности этого способа. Таким способом можно удалить из сока около 50 % воды, которые нужно было выпарить в производстве концентрированного томатного сока с содержанием 28—30 % сухих веществ. Производительность выпарных станций при этом повышается в 2 раза и в несколько раз снижается расход энергии.

Английская фирма «Патерсон Кенди Интернациональ» (ПСИ) изготовила установку для концентрирования томатного сока методом обратного осмоса до 8,5 % сухих веществ. Концентрацию сухих веществ можно регулировать вручную, полуавтоматически или при помощи микрокомпьютера. Установку монтируют в линию с испарительной станцией по производству томатных концентратов, увариваемых до 28—30 % сухих веществ. При такой комбинированной технологии расходы снижаются в 5—10 раз.

Фирмой «Копар» (Италия) смонтирована трехступенчатая установка обратного осмоса для концентрирования томатного сока с 4,5 до 8,0—8,5 % при производительности 25 т/ч. Установка управляется микрокомпьютером. Вырабатываемый сок с 7,5—8,5 % сухих веществ получил название «Пасато». Производственные расходы фирмы снизились в 6—7 раз, так как отпала необходимость в вакуум-испарительной станции. Качество сока — высокое, так как продукт не подвергается действию повышенных температур.

Вода, применяемая для промывания мембран, должна быть умягченной и содержать железа не более 0,05 мг/дм³, свободного хлора не более 0,50 мг/дм³, диоксида кремния не более 10 мг/дм³ и не иметь твердых и нерастворимых примесей.

Опыты по концентрированию фруктовых соков проводятся в ряде стран (ЧССР, Венгрия, Дания, Англия,

Япония и др.). Особое внимание уделяется концентрированию соков, чувствительных к тепловой обработке — цитрусовых и др. Использование в качестве предварительного концентратора перед выпариванием в четырехкорпусном выпарном аппарате установки обратного осмоса позволяет получать 37 % экономии энергии на концентрирование. На установках обратного осмоса можно концентрировать фруктовые соки до 25—35 % сухих веществ.

В Дании на пилотной установке фирмы ДДС проводилось концентрирование яблочного сока до 20—22 % сухих веществ. Результаты показали, что удаление 1 м³ воды при концентрировании обратным осмосом дает экономию по сравнению с выпариванием под вакуумом.

Обратным осмосом можно концентрировать соки апельсинов, мандаринов и других цитрусовых плодов с малой потерей ароматических веществ. При этом мембраны мало засоряются и быстро и хорошо промываются с восстановлением прежней пропускной способности. Сок апельсинов и ананасов был сконцентрирован с 10—12 до 20 % сухих веществ.

В СССР освоен выпуск установок на основе серийных гиперфльтрационных ацетатных мембран для обратного осмоса: МГА-100, МГА-95 и МГА-90, которые применялись для получения обессоленной воды и при концентрировании экстракта чая. В МНИИПП исследовалась возможность использования полупроницаемых мембран из ацетатцеллюлозы для концентрирования виноградного и яблочного соков с 14 до 30 % сухих веществ при давлении 8,8 МПа.

На Московском заводе концентратов и напитков использовали обратноосмотическую установку с мембранами МГА-80 для концентрирования экстракта хрена и трав до 40 % сухих веществ при давлении 6—8 МПа.

Глава 8 НАПИТКИ

В СССР производят большое количество пастеризованных натуральных фруктовых напитков осветленных и неосветленных из одного и из смеси двух видов соков с добавлением сахарного сиропа, а также напитков с мякотью, в состав которых входят пюре, соки двух или трех видов плодов и сахарный сироп. Содержание фруктовой части в напитках колеблется от 60 до 40 %, остальное приходится на сахарный сироп концентрацией 12—15 %.

ФРУКТОВЫЕ НАПИТКИ

Для производства напитков используют приготовленные по обычной технологии фруктовые соки и пюре свежие, концентрированные или полуфабрикаты, заготовленные асептическим консервированием, холодильного хранения или консервированные сорбиновой кислотой.

Концентрированные соки перед использованием восстанавливают до концентрации исходных соков и фильтруют, пюре протирают через сита с отверстиями размером 0,4—0,5 мм.

При изготовлении осветленных напитков соки осветляют одним из принятых методов, виноградный сок освобождают от винного камня.

Подготовленные компоненты загружают в сборник-смеситель в соответствии с рецептурой. Сироп требуемой концентрации готовят отдельно, фильтруют и также добавляют в смеситель. При необходимости для снижения величины рН добавляют раствор лимонной или винной кислоты.

Напитки с мякотью после смешивания гомогенизируют в плунжерных гомогенизаторах при давлении 15—17 МПа.

Осветленные напитки фильтруют, неосветленные процеживают через редкую ткань.

Подготовленные напитки деаэрируют в деаэра-
рах-пастеризаторах при температуре 35—40 °С и дав-
лении 8—20 кПа, затем нагревают до 96—98 °С и фа-
суют в подготовленную горячую тару. Соки без мякоти
можно разливать горячими при температуре 98 °С и
автоматическом регулировании температуры с после-
дующей выдержкой при этой температуре 20 мин. На-
питки с мякотью (табл. 22) после розлива в тару и
укупоривания стерилизуют в автоклавах или непре-
рывнодействующих пастеризаторах.

22
РЕЦЕПТУРЫ ФРУКТОВЫХ НАПИТКОВ (в %)

Наименование напитка и сырья	Сухие ве- щества (по реф- ракто- метру), %	Фрукто- вая часть	Сироп	Концен- трация сиропа, %
---------------------------------	--	-------------------------	-------	-----------------------------------

Осветленные

Яблочно-виноградный

Яблочный сок	9	35	35	12
Виноградный сок	14	30		
Яблочно-вишневый				
Яблочный сок	9	40	51	13,5
Вишневый сок	15	9		

Неосветленные

Яблочно-клюквенный

Яблочный сок	9	30	60	14
Клюквенный сок	7	10		
Яблочно-облепиховый				
Яблочный сок	9	44	46	15
Облепиховый сок	8	10		
Яблочно-рябиновый				
Яблочный сок	9	20	60	12,5
Рябиновый сок	12	20		

С мякотью

**Сливово-черносмородиново-
яблочный**

Сливовое пюре	12	26	55	12
Черносмородиновое пюре	12	9		
Яблочный сок	9	10		
Яблочно-абрикосовый				
Яблочное пюре	11	27	54	12
Абрикосовое пюре	13	9		
Яблочный сок	9	10		

Напитки могут быть газированными и ароматизированными. Во ВНИИКОП разработан большой ассортимент ароматизированных фруктовых напитков, в которых в качестве ароматизаторов использованы настои или экстракты пряных растений: базилика, зверобоя, райхона, любистока, мелиссы лимонной, мяты, душицы и ряда других, придающих специфический аромат напиткам.

Напитки, изготовленные на натуральных соках, являются не только утоляющим жажду и освежающим средством, но и обладают пищевой ценностью благодаря содержанию минеральных веществ и витаминов (табл. 23, 24).

23

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ НАПИТКОВ

Показатели	Осветленные		Неосветленные		
	яблочно-виноградный	яблочно-вишневый	яблочно-черноплодно-рябиновый	яблочно-облепиховый	яблочно-рябиновый

Химический состав, г/100 г

Белки	0,29	0,26	0,38	0,31	0,38
Углеводы	9,7	6,8	4,3	5,7	4,0
Клетчатка	—	—	0,5	0,5	0,6
Органические кислоты (по яблочной кислоте)	0,35	0,35	0,34	0,45	0,54
Зола	0,20	0,20	0,44	0,20	0,30

Минеральные вещества, мг/100 г

Na	5,0	1	10	10	4
K	94	63	89	44	20
Ca	9	5	10	4	2
Mg	7	3	8	2	3
P	9	5	1	4	2

Витамины, мг/100 г

β-Каротин	—	0,004	0,240	1,605	0,078
B ₁	0,009	0,005	0,004	0,014	0,006
B ₂	0,006	0,006	0,006	0,009	0,004
PP	0,060	0,068	0,076	0,109	0,009
C	1,3	1,47	1,62	20,48	9,01
Энергетическая ценность, кДж	159	99	77	100	84

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ НАПИТКОВ С МЯКОТЬЮ

Показатели	Сливово-черносморodinный	Яблочно-абрикосовый	Яблочно-клюквенный	Яблочно-морковный
<i>Химический состав, г/100 г</i>				
Белки	0,85	0,24	0,18	0,24
Углеводы	4,5	5,1	3,8	4,4
Клетчатка	0,4	0,2	0,5	0,2
Органические кислоты (по яблочной кислоте)	0,59	0,36	0,66	0,25
Зола	0,20	0,20	0,30	0,20
<i>Минеральные вещества, мг/100 г</i>				
Na	8	10	9	8
K	99	100	85	84
Ca	9	8	6	7
Mg	8	5	4	5
P	11	6	5	7
<i>Витамины, мг/100 г</i>				
β-Каротин	0,035	0,152	0,081	0,637
B ₁	0,018	0,006	0,006	0,007
B ₂	0,013	0,014	0,012	0,013
PP	0,193	0,154	0,105	0,015
C	20,8	4,61	5,76	3,67
Энергетическая ценность, кДж	86	81	79	75

По пищевой ценности напитки на натуральных соках и фруктовых пюре приближаются к сокам с сахаром. Яблочно-абрикосовый и яблочно-морковный напитки богаты каротином, яблочно-черносморodinный — витаминами PP и C. Заметные количества витаминов и минеральных солей содержатся и в других фруктовых напитках, особенно с мякотью.

Согласно действующему в СССР стандарту (ТУ 111-4-46—85) фруктовые напитки должны содержать не менее 11 % сухих растворимых веществ, не более 0,4 % спирта, не более 0,04 % сорбиновой кислоты; иметь титруемую кислотность в пределах 0,3—0,9 %, pH — не более 3,8. В осветленных напитках допускается осадок не более 0,2 %, в неосветленных — не более 0,8 %.

В НРБ вырабатывают напитки «Вита» из осветленных соков четырех видов: «Вита 1» — на основе яблочного сока, «Вита 2» — на основе черешневого сока, «Вита 3» — на основе вишневого сока и «Вита 4» — на основе айвового сока. Для производства напитков используют осветленные соки, концентрированные соки и полуконцентраты яблочные или виноградные. Фруктовая часть в напитках составляет 30 %, кроме того, в них добавляют 6,15 % сахара, 0,30—0,35 % лимонной кислоты, 0,007—0,01 % ароматических веществ и 63,65 % питьевой или деминерализованной воды.

Все компоненты (кроме ароматических добавок) смешивают в смесителе, далее смесь фильтруют сначала через кизельгуровый фильтр, а затем через фильтр-пресс.

В полученный прозрачный напиток вносят композиции ароматических добавок.

В состав ароматических добавок входят масло мяты, масло можжевельника, лимонная эссенция, масло мускатного ореха, масло белой полыни, масло базилика, масло аниса, которые используются в разных количествах и соотношениях.

В состав первой ароматической композиции для напитка «Вита 1» входят (в %): мускатное масло 5; мятное масло 2; лимонная эссенция 20,7; масло аниса 2; этиловый спирт 70,3. В состав второй композиции входят (в %): мускатное масло 2,77; мятное масло 1,7; масло базилика 1,4; масло можжевельника 1,5; этиловый спирт 92,63.

После смешивания всех компонентов напитки фасуют в бутылки вместимостью 0,2; 0,25 и 0,51 дм³ при температуре не менее 82 °С. В момент укупоривания температура должна быть не менее 81 °С. Перед розливом напиток должен быть нагрет в непрерывнодействующем пастеризаторе при 85—90 °С в течение 10—30 с.

После укупоривания бутылки обливают горячей (82—85 °С) водой в течение 4—5 мин, затем охлаждающей водой до температуры не выше 45 °С. Срок хранения напитков 18 мес.

Готовые напитки должны содержать сухих веществ не менее 9,5 %; сахара 7,5—9,0; общих кислот от 0,4 до 0,6; спирта не более 0,3 %.

КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ НАПИТКИ

В НРБ выпускают концентрированные напитки, которые вырабатывают из осветленных натуральных плодовых соков с добавлением сахара, лимонной кислоты и ароматических веществ. Яблочный сок вначале концентрируют или используют готовый концентрат с содержанием 70 % сухих веществ. При использовании концентрата на 22 кг его добавляют 33 кг сахара, 1,75 кг лимонной кислоты, 43,2 кг воды и 0,04 % ароматической композиции.

По другой рецептуре 3 кг яблочного концентрата заменяют 20 кг сока абрикосов с содержанием 8 % сухих веществ, остальные компоненты берут те же, что и в первой рецептуре.

Готовые концентрированные напитки содержат 48—49 % сухих веществ, сахара 45—46 %, имеют кислотность (по лимонной кислоте) 1,7—2,2 %, pH 2,6—2,7.

В Венгрии выпускают натуральные напитки 12 наименований под названием «Марка». В состав этих напитков входят натуральные соки вишни, смородины, черешни и других ягод, а также апельсинов и лимонов. 30 % напитков созданы на основе виноградного сока. В производстве напитков используют также концентрированные натуральные соки, натуральные ароматизаторы и разные травы. Срок хранения напитков 6 мес и более.

ГАЗИРОВАННЫЕ СОКИ И НАПИТКИ

Фруктовые натуральные напитки могут быть газированными и негазированными.

Газированные соки и напитки на основе натуральных соков являются продуктами, производство которых только начало развиваться в отдельных странах. Попытка выпуска газированных фруктовых соков делалась и раньше. Однако сильное пенообразование, обусловленное наличием в соке коллоидных веществ, основное место среди которых занимают азотистые вещества, затрудняло газирование соков. Производство газированных соков удалось организовать только после разработки эффективных способов осветления соков с удалением большей части коллоидных веществ и насыщения соков диоксидом углерода при низких темпе-

ратурах (2—4 °С), как это практикуется для безалкогольных напитков.

Снижению содержания коллоидов в соке способствует разведение сока небольшим количеством сиропа, что одновременно улучшает органолептические показатели сока, так как диоксид углерода повышает его кислотность.

Сохранность газированных соков обеспечивается пастеризацией после фасования в тару или добавлением химических консервантов.

Разница между газированными соками и фруктовыми напитками на их основе заключается в количестве фруктовой части, входящей в их состав. Соки должны содержать не менее 50 % фруктовой части.

В нашей стране производят газированные соки — яблочный и виноградный; напитки — виноградный, вишневый, гранатовый, клюквенный, красносмородиновый, малиновый, яблочный; купажируемые напитки: яблочно-виноградный, яблочно-земляничный, яблочно-клюквенный, яблочно-красносмородиновый, яблочно-малиновый, яблочно-рябиновый, яблочно-черноплодно-рябиновый.

Яблочный газированный сок вырабатывают по рецептуре: 65 % сока, 35 % сиропа концентрацией 18 %. Рецептура виноградного сока меняется в зависимости от содержания сухих веществ в нем. При содержании 16 % сухих веществ соотношение в газированном соке натурального виноградного сока и сиропа такое же, как в яблочном (65:35), но концентрация сиропа ниже — 4 %. При повышении содержания сухих веществ в соке концентрация сиропа соответственно снижается.

В напитках из одного вида плодов количество натурального сока составляет 25—30 %, сиропа — 70—75 % при концентрации его 11—13 %.

В купажируемых газированных напитках фруктовая часть составляет 40 %, в том числе яблочного сока 30, а других соков 10 %, концентрация добавляемых 60 % сиропа равна 12,5 %.

В готовых газированных соках должно быть не менее 11 % растворимых сухих веществ, в напитках — не менее 9 %. Нормируемая кислотность соков и напитков одинаковая — в пределах 0,4—0,6 %, содержание диоксида углерода — не менее 0,3 %, спирта — не более 0,4 %; pH — не более 3,5.

В СССР технология газированных фруктовых соков и напитков длительного хранения разработана во Всесоюзном научно-исследовательском институте консервной и овощесушильной промышленности (ВНИИКОП).

Специализированное оборудование для производства газированных соков в нашей стране не выпускается. Производство их было начато на приспособленных линиях производства безалкогольных напитков и шампанского. Для создания специализированной линии сотрудниками ВНИИКОП совместно с работниками промышленности и специалистами машиностроительных организаций было подобрано оборудование, которое более всего подходило для газирования и розлива натуральных соков с высоким содержанием коллоидных веществ. На базе этого оборудования в совхозе им. Ленина Московской области была создана экспериментальная поточная линия производства газированного яблочного сока (рис. 64).

Свежеотжатый яблочный сок после очистки от взвесей и сепарирования поступает в сборник, откуда перекачивается через пластинчатый теплообменник в емкости с мешалками. Нагретый в теплообменнике до 50°C сок обрабатывают ферментными препаратами с выдержкой в течение 1 ч, затем охлаждают до $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ во втором теплообменнике и перекачивают во вторую емкость. Здесь к соку добавляют расчетное количество 5 %-ной суспензии бентонита, перемешивают 15 мин, затем вносят 1 %-ный раствор желатина при перемешивании и выдерживают 1—2 ч. После выстаивания сок фильтруют на фильтрпрессе и направляют на смешивание с предварительно подготовленным сахарным сиропом и раствором лимонной кислоты (при pH более 3,5).

Подготовленную смесь подогревают в трехсекционном теплообменнике до 98°C и охлаждают до $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ для инактивирования ферментов, после чего фильтруют через фильтркартон. После фильтрования сок должен быть совершенно прозрачным без опалесценции. Прозрачный сок охлаждают в низкотемпературном охладителе до $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$ и подают в сатуратор РЗ-ВСВ-3. Для насыщения соков и напитков диоксидом углерода до 4 г/дм^3 необходимо поддерживать рабочее давление в сатураторе не менее 0,3 МПа, а в сборнике для вырав-

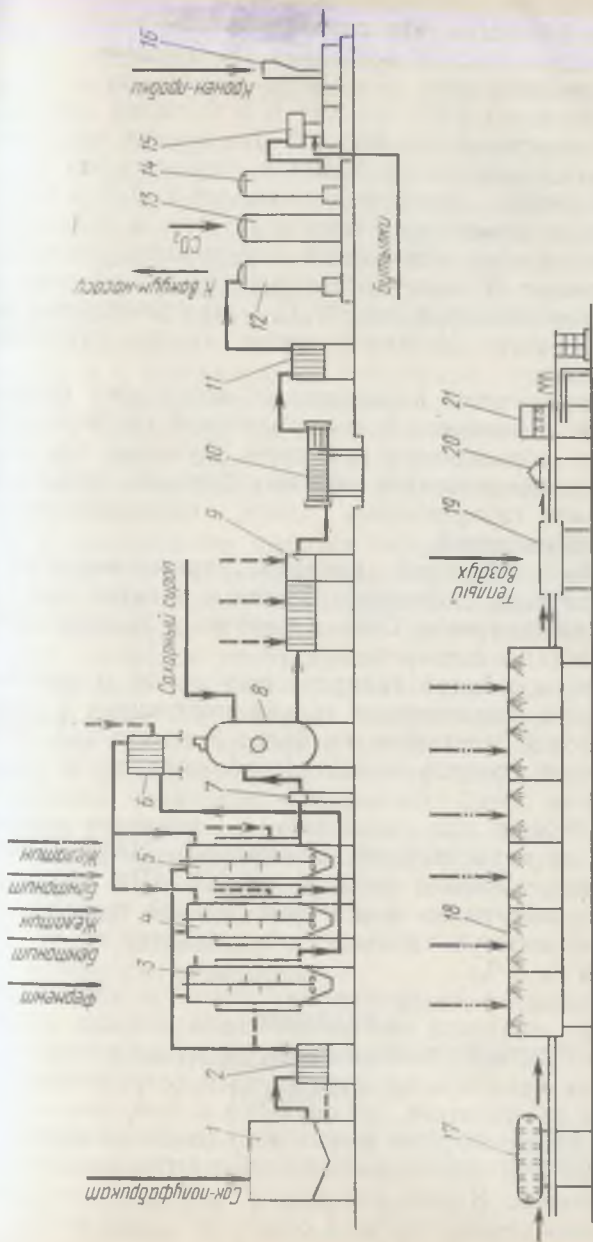


Рис. 64. Технологическая схема производства газированных соков ВНИИКОП:

1 — сборник исходного сока; 2, 6, 9, 11 — теплообменник; 3, 4, 5 — емкости с мешалкой и рубашкой; 7 — фильтр; 8 — емкость для приготовления раствора сахара; 10 — фильтр; 12 — коррекционный сборник; 13 — сатурация; 14 — коррекционный сборник; 15 — дозирующе-разливочный блок; 16 — укупорочный автомат; 17 — туннельная машина; 18 — автомат для укладки бутылок в ящики; 19 — установка для поддушки бутылок; 20 — этикетировочная машина; 21 — автомат для укладки бутылок в ящики

нивания — 0,4 МПа. Из сатуратора сок поступает на дозирование и розлив в автомат Д5-ВДЗР-3.

Газированные соки и напитки разливают в бутылки вместимостью 0,33; 0,5 дм³ и в бутылки для шампанского вместимостью 0,8 дм³. Последние укупоривают полиэтиленовыми пробками с закреплением их уздечками «мюзле». Бутылки вместимостью 0,33 и 0,5 дм³ укупоривают кронен-пробками и подают в туннельный пастеризатор, где проводится ступенчатая пастеризация в течение 20 мин. Бутылки с соком при этом постепенно нагреваются до 83 °С, выдерживаются при этой температуре 20 мин и затем также ступенчато охлаждаются.

Для ступенчатой пастеризации используют бутылки с высокой механической и термической стойкостью во избежание повышенного боя тары. Бутылки для шампанского и недостаточно прочные бутылки используют для розлива газированных соков, консервированных сорбиновой кислотой.

Раствор сорбиновой кислоты, приготовленный на умягченной воде, добавляют в соки и напитки при смешивании компонентов. Соки и напитки с консервантами пастеризации не подвергают.

При производстве газированных соков и напитков вода должна применяться только умягченная с содержанием солей жесткости не более 2 мг-экв/дм³. Виноградный сок предварительно освобождается от винного камня.

За рубежом для газированных напитков созданы бутылки из термостойкой пластмассы (ПАН, ПЭТФ), которые выдерживают давление до 0,4 МПа, удары при падении с высоты до 2 м и при средней толщине стенок 0,3—1 мкм увеличиваются в диаметре за 90 дней менее чем на 3 %.

Производство газированных соков и натуральных фруктовых напитков на основе соков широко развито в ВР, НРБ, ЧССР. Основное отличие натуральных фруктовых напитков от широко распространенных безалкогольных напитков заключается в том, что в натуральных напитках доля фруктового сока составляет более 20—25 % и они имеют длительный (не менее 6 мес) срок хранения. В безалкогольных напитках доля фруктовой части менее 10 % и срок их реализации 6—7 дней.

Оригинальный фруктовый натуральный напиток на основе виноградного сока «Винеа» разработан в ЧССР. Процесс производства напитка «Винеа» разбит на две стадии: заготовка полуфабриката и получение готового продукта.

Свежий виноград доставляют автомобильным транспортом и высыпают в приемную воронку, откуда винтовым насосом подают в дробилку-гребнеотделитель. Гребни удаляют, а дробленые ягоды насосом перекачивают в горизонтальные емкости в отделение прессования. Отжатое на прессах и очищенное от взвесей сусло перекачивают в складское помещение, где сульфитируют и обрабатывают бентонитом. После выдержки в течение 24 ч в вертикальных резервуарах сусло снимают с осадка и сепарируют. Сепарированное сусло перекачивают в смесители, где к нему добавляют сахар. Полученный сироп является полуфабрикатом, который хранят в вертикальных резервуарах вместимостью 40 м³ до использования.

При производстве напитка сироп-полуфабрикат вначале фильтруют и десульфитируют, затем помещают в смеситель, где к нему добавляют остальные компоненты по рецептуре, в том числе виноградный мацерат, который является необходимой составной частью напитка «Винеа» (способ приготовления и состав виноградного мацерата фирмой засекречены). Полученную смесь еще раз фильтруют и охлаждают до 7 °С, затем подают в сборник, откуда она самотеком загружается в смеситель установки «Содамикс». Здесь напиток деаэрируют, перемешивают и насыщают диоксидом углерода, после чего фасуют в бутылки и укупоривают в моноблоке. Укупоренные бутылки с соком поступают в двухэтажный пастеризатор. После пастеризации бутылки с соком укладывают в ящики и на поддонах подают на хранение или реализацию.

ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ПОДСЛАЩИВАНИЯ СОКОВ И НАПИТКОВ*

Высокая кислотность многих плодов и ягод вызывает необходимость в добавлении подслащивающих ве-

* См.: Производство консервов диетического питания/Камне-ва З. П., Лисакова Н. П., Вдовина Н. Д., Титаренко Л. И. — ЦНИИТЭИпищепром, 1986, сер. 18, вып. 2. — С. 27.

ществ для улучшения вкуса соков и напитков. Основным подслащающим веществом является сахар (сахароза), получаемый из сахарной свеклы и сахарного тростника. Сахар имеет высокую калорийность, хорошо усваивается организмом человека и придает приятный сладкий вкус сокам и напиткам.

Однако неограниченное потребление в пищу сахара приводит к ожирению, опасность которого усиливается в условиях современного малоподвижного образа жизни. Людям, склонным к ожирению и страдающим такими заболеваниями, как сахарный диабет, потребление сахара противопоказано.

В связи с этим во всем мире прилагаются значительные усилия к изысканию подслащающих веществ, близких по вкусу к сахару, но имеющих меньшую калорийность и более дешевых. Заменители сахара должны быть нетоксичными, по вкусу приближаться к сахарозе, быть химически и термически стабильными, хорошо растворяться в воде, не придавать продукту постороннего привкуса или цвета.

Наибольшее распространение в ряде стран в качестве заменителя сахара получил глюкозно-фруктозный сироп (ГФС), который получают из разного крахмалсодержащего растительного сырья (кукуруза, пшеница, ячмень, картофель и т. п.). Наиболее экономично для этой цели использование кукурузы.

В нашей стране предусмотрен выпуск в значительных объемах глюкозно-фруктозного сиропа на специализированных предприятиях.

Исследования, проведенные во ВНИИКОП по изготовлению фруктовых соков и напитков с заменой сахара глюкозно-фруктозным сиропом, содержащим 42 % фруктозы, показали возможность 100 %-ной замены сахара ГФС.

По сладости соки с ГФС не уступали образцам на сахаре, но имели более мягкий гармоничный вкус, при хранении прозрачность и стойкость их не изменялись.

В Венгрии, СФРЮ, США, Японии и Канаде ГФС производят и широко используют. Кроме сиропов с содержанием 42 % сахарозы, которые по сладости приближены к сахарозе, вырабатываются высокофруктозные сиропы (ВФС), в которых содержание сахарозы повышено до 55, 60 и 90 %.

Высокофруктозные сиропы значительно слаще саха-

ра, так как фруктоза по сладости в 1,8 раза превышает сахарозу, поэтому для получения напитка одинаковой сладости ВФС нужно добавлять меньше, чем сахарозы, и калорийность сока и напитка соответственно снижается.

Вторыми по значению заменителями сахара являются углеводные подслащающие вещества, относящиеся к группе альдитов,— сорбит, маннит, мальтит, ксилит и др. Наибольшее практическое применение получили полиспирты сорбит и ксилит.

Сорбит — шестиатомный спирт, который получают в промышленности каталитическим гидрированием глюкозы; в природном виде содержится во многих плодах. Сорбит термически стоек, не разлагается при стерилизации, не вызывает кариеса зубов, обладает желчегонным и послабляющим действием, хорошо усваивается организмом. В СССР сорбит выпускают в виде плит серовато-белого цвета или в виде растворов (сорбит пищевой водный). По сравнению с сахарозой сладость сорбита вдвое ниже, а питательная ценность такая же, но он не вызывает ожирения, так как в печени трансформируется во фруктозу и не вызывает пересыщения крови сахаром. Напитки и соки с сорбитом применяются в питании людей, больных сахарным диабетом.

Ксилит — пятиатомный спирт, хорошо растворяется в воде, нетоксичен, оказывает на организм человека такое же действие, как сорбит, по вкусу слаще сахарозы в 2 раза. Применяется в диетических напитках для больных диабетом. Ксилит получают промышленным способом путем восстановления ксилозы, которой богаты растительные отходы.

В соки и напитки ксилита вносят вдвое меньше, чем сахарозы, что снижает калорийность соков и исключает возможность ожирения.

В нашей стране ксилит и сорбит являются основными подслащающими веществами для диетических соков и напитков, за рубежом набор подслащающих веществ, заменяющих сахар, значительно шире.

В ряде стран применяют мальбит, основным компонентом которого является мальтит. Мальбит получают из кукурузного или картофельного крахмала путем его гидролиза до мальтозы. Полученную мальтозу затем каталитически гидрируют, очищают и сгущают под вакуумом. Готовый продукт имеет вид сиропа или кристал-

лов с содержанием сухих растворимых веществ соответственно 74 и 86—90 % (сладость их по отношению к сахарозе — 60 и 90). Растворимость мальбита примерно такая же, как сахарозы, но вязкость растворов ниже.

В США производством заменителей сахара занимается ряд крупных фирм. Большинство подслащающих веществ выпускается в виде композиций, содержащих аспартам, сахарин, тауматин и др. Наибольшее количество смесей создается на основе аспартама, аспартамных концентратов, агломерированных смесей аспартама с пищевыми кислотами и красителями.

Наиболее перспективным направлением в производстве низкокалорийных подслащающих веществ считается создание смесей аспартама с пищевыми кислотами. В целях приготовления устойчивого сыпучего агломерата аспартама и пищевой кислоты смешивают около 0,5 % аспартама и 30 % безводных лимонной и яблочной кислот. Смесь влажностью менее 8 % нагревают до 60—93 °С и выдерживают при этой температуре для агломерирования, затем охлаждают.

Фирмой «Пепси Ко» запатентован в Великобритании аспартамный концентрат, стабилизированный жженым сахаром, который представляет собой смесь аспартама и жженого сахара (карамельного красителя). Аспартамный концентрат предназначен для подслащивания соков и напитков, особенно газированных. Он хорошо растворяется в воде и устойчив к действию повышенных температур и низкого pH.

В СССР аспартам не применяется. По данным медицинских работников США, ежедневное потребление напитков, содержащих аспартам, вызывает сильные приступы мигрени. В связи с этим лицам, страдающим головными болями, рекомендовано отказаться от потребления продуктов с аспартамом.

Аспартам получен на основе пептидов, он в 200 раз слаще сахарозы, вырабатывается в основном в США и Японии.

К синтетическим низкокалорийным соединениям, обладающим высокой сладостью и используемым в пищевой промышленности многих стран, относятся сахарин и цикламат натрия.

Сахарин вырабатывают из толуола путем химического синтеза, он в 500 раз слаще сахарозы, но обладает металлическим привкусом. В странах Европы, США и

Японии сахарин применяют в пищевых низкокалорийных продуктах, однако периодически его применение запрещается.

Цикламат натрия (циклогексилсульфамат) в 30 раз слаще сахарозы, не изменяет своих свойств при низких значениях pH и высоких температурах (выше 100 °С). Ранее применялся во многих странах, в последние годы применение его ограничено, а в ряде стран запрещено.

В ФРГ в низкокалорийных поливитаминных напитках и нектарах в качестве подсластителей используют сахарин, фруктозу и цикламат натрия. Сахарин в сочетании с фруктозой или сорбитом применяют также в странах СЭВ.

Однако применение синтетических подслащающих веществ, которые могут обладать токсичностью и канцерогенностью, повсеместно снижается, и основное внимание обращается на расширение производства натуральных подслащающих веществ, к которым кроме полиспиртов относится фруктоза.

Фруктоза по сладости превышает сахарозу в 1,5 раза, по питательности равнозначна ей. В отличие от сахарозы фруктоза не вызывает кариеса зубов и не накапливается в крови, быстро перерабатывается в гликоген и может применяться диабетиками. В больших масштабах фруктоза вырабатывается в Финляндии (12 тыс. т в год) и США (10 тыс. т). В СССР осваивается производство фруктозы из сахарозы.

Разрабатываются и другие натуральные заменители сахара. В США разработана технология получения подслащающих веществ из концентрированных фруктовых соков с низким содержанием кислот, не обладающих ароматом и цветом. Подготовленные соки из яблок, груш, слив, персиков и винограда фильтруют и концентрируют до 70 % сухих растворимых веществ. Подслащающие концентраты, в которых сохранены питательные вещества и витамины плодов, со слабой окраской и без запаха используются в производстве фруктовых напитков. Они имеют стабильное качество независимо от качества исходного сока.

Подслащающее вещество из фруктов, в котором сохранена кислотность натуральных фруктов, под названием «ликвисвит», применяется для подслащивания соков и газированных напитков в Северной Ирландии.

Натуральными растительными веществами, обладающими интенсивным сладким вкусом, являются монеллин, получаемый из растений африканских тропиков, в 1500—3000 раз слаще сахарозы; тауматин, содержащийся во фруктах африканских тропиков, в 1600 раз слаще сахарозы (7%-ный раствор его продается под названием «талин»); глицирризин, получаемый из корней солодкового корня, где его содержание составляет от 6 до 14 %, слаще сахарозы в 50 раз; протеин, содержащийся в ягодах Восточной Африки, более чем в 1000 раз слаще сахарозы.

В европейских странах признано наиболее перспективным использовать для получения натуральных подслащивающих веществ концентрированный сок винограда.

Глава 9

КОНСЕРВИРОВАНИЕ СОКОВ

При производстве и хранении соков возможна их порча. Она может быть вызвана микроорганизмами, действием ферментов и неферментативными изменениями, обусловленными взаимодействием компонентов сока (например, реакции между аминокислотами и моносахарами с образованием меланоидинов), а также сока с кислородом воздуха или металлическими поверхностями оборудования и тепловым воздействием.

Фруктовые соки из-за наличия в их составе органических кислот являются неблагоприятной средой для развития патогенных бактерий. В натуральных яблочном, черносмородиновом и вишневом соках большинство патогенных бактерий погибает через сутки. Такое бактерицидное действие соков частично обуславливается концентрацией водородных ионов, частично — деионизацией молекул самой кислоты.

Гранатовый сок обладает антибактериальным действием, что объясняется наличием в нем лимонной кислоты, фенольных соединений и красящих веществ.

Осветленные и неосветленные свежеежатые яблочный и гранатовый соки обладают более сильным бактерицидным действием, чем пастеризованные соки.

В соках могут развиваться и вызывать их порчу неспорообразующие и спорообразующие кислотоустойчивые бактерии, дрожжи, плесени, молочнокислые бактерии. Рост других видов микроорганизмов, обычно встречающихся на пищевых продуктах, тормозится кислотностью соков, их низким рН и окислительно-восстановительным потенциалом. Большинство соков имеет рН 3—4, неблагоприятный для развития большинства бактерий, особенно гнилостных. Причем буферная способность соков очень высока и мало изменяется под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, исключая случаи брожения с образованием кислот (яблочной, уксусной или масляной). В целях предотвращения порчи соков и создания условий для их длительного хранения соки консервируют путем тепло-

вой обработки их или добавления консервирующих химических веществ. Наиболее широко применяется тепловая обработка.

ТЕРМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Термическая обработка подавляет рост микроорганизмов или полностью уничтожает их и инактивирует ферменты. Режим тепловой обработки определяется продолжительностью и температурой. Для каждой температуры существует свое летальное (смертельное) время, т. е. время, необходимое для уничтожения микроорганизмов при данной температуре. Это время зависит от температуры, химического состава сока, вида и количества микроорганизмов, присутствующих в соке.

Между летальным временем и температурой существует обратная зависимость: чем выше температура, тем меньше времени требуется на уничтожение микроорганизмов, причем даже небольшое повышение температуры приводит к резкому уменьшению летального времени.

Устойчивость микроорганизмов к действию тепла изменяется в зависимости от химического состава среды. Особенно большое значение имеет концентрация водородных ионов (рН). При низком рН нарушается нормальный обмен веществ микроорганизмов, что снижает их устойчивость к воздействию тепла.

На устойчивость микроорганизмов влияет наличие углеводов в среде. Сахар задерживает при нагревании разрушение дрожжей, плесеней и бактерий. При 70 °С отмирание бактерий коли при наличии в среде 10 % сахара происходит за 6 мин, а при содержании 30 % сахара — за 30 мин. В связи с этим для стерилизации соков с сахаром требуются более высокая температура и продолжительное время, чем при стерилизации соков без сахара.

Поскольку устойчивость к нагреванию у разных микроорганизмов неодинакова, летальное время зависит от вида и количества микроорганизмов, присутствующих в соках.

Во фруктовых соках развиваются дрожжи, плесени, молочнокислые и уксуснокислые бактерии, которые довольно чувствительны к воздействию тепла. В кислых соках (рН 4,5) большинство дрожжей погибает при нагрева-

нии в течение 2 мин при 62 °С, неспорообразующие кислотоустойчивые бактерии разрушаются нагреванием в течение нескольких минут при 65 °С, спорообразующие кислотоустойчивые бактерии разрушаются при 87—93 °С. Большинство спор плесеней разрушается нагреванием в течение 5 мин при 79 °С. Однако из фруктовых соков были выделены и термостойкие плесени, которые выдерживали длительное нагревание. Так, споры плесени *Byssoschlamus fulva*, выделенные из яблочного и ежевичного соков, выдерживали нагревание в течение 30 мин при 87 °С и развивались при давлении 33,6 кПа.

В овощных соках с низкой кислотностью могут развиваться термоустойчивые спорообразующие микроорганизмы, в том числе аэробные, в томатном соке — кислотоустойчивые спорообразующие микроорганизмы, которые могут выдержать нагревание в течение 90 мин при 100 °С. Для спор кислотообразующих анаэробов, выделенных из томатного сока, требовалось нагревание от 8 до 12 мин при 100 °С.

Нагревание вызывает и качественные изменения продукта. Так, длительное нагревание при сравнительно невысокой температуре отрицательно влияет на качество продукта, чем кратковременное нагревание при высоких температурах. На этой основе разработан метод высокотемпературной кратковременной стерилизации.

По режимам тепловой инактивации ферментов накоплено еще мало данных. Имеются отдельные исследования по инаktivированию нагреванием некоторых пектолитических и окислительных ферментов во фруктовых соках.

Наиболее важно для сохранения качества сока инаktivировать окислительные ферменты — полифенолоксидазы и пероксидазы. Исследования показали, что для их инаktivирования необходимо нагреть сок до 81—93 °С в зависимости от вида сока и выдержать при этой температуре 10—40 с. При более низкой температуре (81—82 °С) инаktivируются полифенолоксидазы в яблочном, персиковом и виноградном соках, при более высокой (91—92 °С) — в грушевом и абрикосовом.

В производстве соков для инаktivирования ферментов достаточно нагреть сок до 87 °С с выдержкой при этой температуре 40—60 с. Этот режим практически достаточен и для подавления жизнедеятельности микроорганизмов в соках, так как дрожжи и бактерии, спо-

способны вызвать порчу сока, погибают при этом. Споры и некоторые термостойкие плесневые грибы, хотя и могут выжить при этом режиме, но их жизнедеятельность проявится только при благоприятных для этого условиях, которые отсутствуют при нормальных условиях хранения соков.

Для сохранения органолептических свойств и биологической ценности соков тепловая обработка их должна проводиться при щадящем режиме, при минимально возможном сообщении тепла продукту. В производстве соков в настоящее время применяют для предохранения их от порчи три основных вида тепловой обработки:

пастеризация при температурах ниже 100°C и стерилизация при температурах выше 100°C в укупленной таре;

горячий розлив, при котором продукт нагревается в потоке;

асептическое консервирование с мгновенным нагреванием до высокой температуры и охлаждением.

ПАСТЕРИЗАЦИЯ И СТЕРИЛИЗАЦИЯ В ТАРЕ

Большая часть соков имеет рН менее 4 и может стерилизоваться при температурах ниже 100°C в установках без давления.

Основным оборудованием для пастеризации соков при температурах ниже 100°C являются пастеризаторы непрерывного действия оросительного типа.

Туннельный пастеризатор (НРБ) предназначен для пастеризации и охлаждения фруктовых и овощных соков в бутылках и банках вместимостью 0,3 и 0,5 дм³. Состоит он из отдельных секций длиной 2500 мм, что дает возможность собирать нужное число секций в зависимости от вида пастеризуемого продукта. Максимальное число секций — 10. Пастеризаторы изготавливаются одно- или двухэтажными с шириной рабочей ленты 3600 мм.

Основной рабочий орган пастеризатора — непрерывно движущаяся лента, которая состоит из двух стальных цепей с прикрепленными к ним несущими устройствами из стальных профилей. Конструкция пастеризатора обеспечивает правую и левую подачу и отвод тары с продуктом.

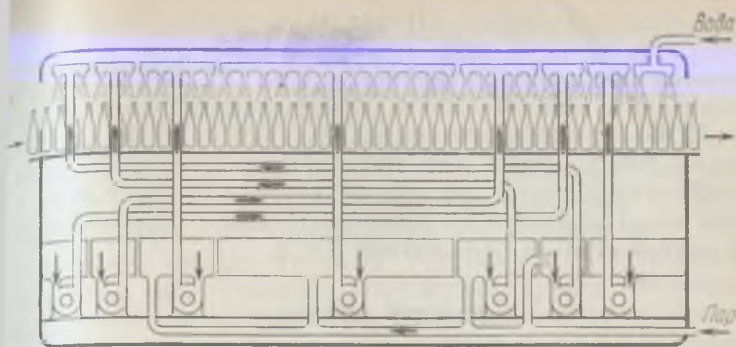


Рис. 65. Принципиальная схема туннельного оросительного пастеризатора фирмы «Падован»

Из питающего транспортера бутылки с соком загружающим устройством подаются на ленту и распределяются по всей ширине ее. Двигаясь с лентой через машину, бутылки с соком орошаются водой необходимой температуры. Вода находится в ваннах под лентой, забирается оттуда насосами, которые прогоняют ее через трубчатые подогреватели, где она нагревается до требуемой температуры и затем через систему форсунок орошает бутылки с соком.

Пастеризатор имеет систему автоматического регулирования температуры в отдельных зонах, а также приборы для записи температуры и визуального контроля. При пастеризации соков в бутылках цикл (нагревание, пастеризация, охлаждение) продолжается 60 мин.

В зависимости от числа секций производительность двухэтажных пастеризаторов изменяется от 9000 (тип ПС36-5) до 36 000 бутылок в час (тип ПДС36-10) и от 4200 (тип ПК36-5) до 8500 бутылок в час (тип ПК-36-10) для одноэтажных.

Фирма «Единство» (СФРЮ) выпускает туннельный оросительный пастеризатор для пастеризации соков и напитков в бутылках, в котором предусмотрены зоны предварительного нагревания, пастеризации и ступенчатого охлаждения. На выходе из пастеризатора бутылки подсушиваются потоком воздуха из вентилятора. Пастеризатор состоит из отдельных модулей и в зависимости от требуемых температуры и времени пастеризации длина его может изменяться от 8 до 21 м.

Фирма «Падован» (Италия) выпускает пастеризатор оросительного типа (рис. 65), в котором осуществляется предварительное нагревание до 50—60 °С, пастеризация при 90—100 °С и ступенчатое охлаждение до 45 °С. В пастеризаторе использован принцип регенерации тепла. Вода для предварительного нагревания используется затем на второй ступени охлаждения, а вода из второй ступени предварительного нагревания — на первой ступени охлаждения и т. п.

ГОРЯЧИЙ РОЗЛИВ

При горячем розливе сок, поток которого движется тонким слоем, нагревается в непрерывнодействующих теплообменниках до 97—98 °С с автоматическим регулированием температуры и при такой температуре фасуется в подготовленную горячую тару с немедленным укупориванием последней. Укупоренные бутылки с соком выдерживают в горячем состоянии примерно 20 мин, затем охлаждают.

В СССР этот способ используют при фасовании сока в банки вместимостью 2 л и более, в ряде других стран способ применяется и для бутылок вместимостью 0,3; 0,5 и 1 дм³.

Для подогревания сока до требуемой температуры используют трубчатые и пластинчатые теплообменники. Более вязкие соки с мякотью и пюре подогревают в теплообменниках с очищаемой поверхностью.

Трубчатые теплообменники могут быть кожухотрубные, типа «труба в трубе» и змеевиковые. Наиболее часто применяются кожухотрубные подогреватели из нескольких секций.

Кожухотрубный подогреватель состоит из двух трубных решеток, в которые ввальцованы трубки. Трубные решетки с трубками заключены в металлический кожух цилиндрической формы, закрытый с торцевых сторон крышками, которые прикреплены к кожуху при помощи откидных болтов. Между крышкой и трубной решеткой, жестко прикрепленной к кожуху, имеются перегородки, образующие камеры, которые объединяют один или два пучка трубок.

Нагреваемый продукт вводится через штуцер в нижнюю часть распределительной камеры и движется по трубкам, переходя из одной камеры в другую. Тепло-

носитель — пар или горячая вода — поступает в межтрубное пространство и отдает свое тепло через стенки трубок продукту. Конденсат сливается через нижний штуцер в конденсатоотводчик.

Теплообменник типа «труба в трубе» представляет собой несколько элементов, расположенных один над другим. Каждый элемент состоит из наружной трубы и концентрически расположенной в ней внутренней трубы. Уплотнение между трубами достигается установкой сальников или сваркой. Внутренние трубы элементов соединены последовательно переходными коленами, а наружные — патрубками. Сок движется по внутренним трубам, а греющая среда — по кольцевым каналам элементов, образованным стенками внутренней и наружной труб.

Пластинчатые теплообменники являются основными тепловыми аппаратами, используемыми в линиях производства соков без мякоти. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с трубчатыми: более высокий коэффициент теплопередачи, меньшая площадь поверхности теплообмена при передаче такого же количества тепла, работа при минимальном температурном напоре, небольшие потери тепла, что исключает теплоизоляцию.

Выпускаемые машиностроительной промышленностью многих стран пластинчатые теплообменники базируются на одних и тех же принципах движения продукта и греющей среды и различаются главным образом формой поверхности пластин.

Нагревательная камера пластинчатого теплообменника состоит из пластин толщиной около 1 мм из нержавеющей стали, собранных в пакет. Зазор между пластинами 2—5 мм, благодаря чему слой жидкости невелик и нагревание проходит быстро.

Пластины штампованные, каждая имеет четыре отверстия, которые при сборке пластин образуют четыре продольных канала: по двум движется продукт, по двум другим противотоком к продукту течет греющая среда (рис. 66).

Поток продукта из канала распределяется параллельно между каждой парой пластин, проходит по пространству между ними и выходит к нижнему каналу.

Пластины теплообменника плотно прижимаются одна к другой при помощи нажимной плиты и винта.

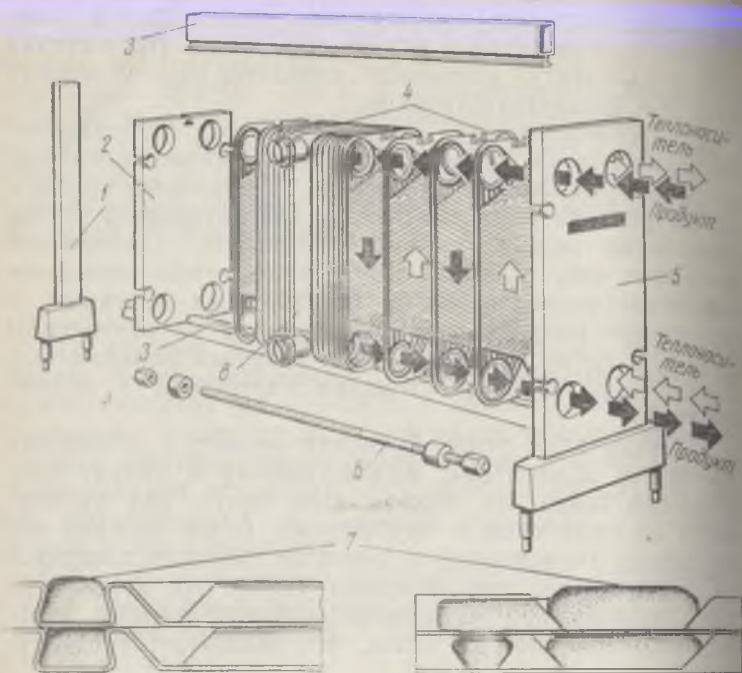


Рис. 66. Схема пластинчатого теплообменника:

1 — опорная стойка; 2 — нажимная плита; 3 — штанги; 4 — пластины; 5 — главная плита; 6 — винт; 7 — резиновые прокладки; 8 — промежуточная плита

Между пластинами имеются резиновые прокладки, приклеенные по периферии пластин и вокруг отверстий каналов для прохода сока и греющей среды. Прокладки должны быть из термоустойчивого материала и выдерживать применяемые температуры нагревания без нарушения герметичности.

В зависимости от назначения пластинчатые теплообменники могут быть одно-, трех-, четырех- и пятисекционными. В односекционном происходит только нагревание сока до заданной температуры, в трехсекционном — нагревание, регенерация и охлаждение, в пятисекционном — нагревание, выдержка при температуре пастеризации, регенерация, охлаждение водой, охлаждение рассолом.

В СССР эксплуатируется пятисекционная пастеризационно-охлаждающая установка ОПУ-5М, темпера-

тура в секциях которой поддерживается с помощью терморегулятора. Производительность установки 5000 л/ч; площадь поверхности теплообмена секции регенерации 10,8 м², секций пастеризации и охлаждения по 4,6 м²; температура пастеризации 96 °С, охлаждения 5 °С.

Пластинчатые пастеризаторы с большим расстоянием между пластинами могут применяться для стерилизации соков с мякотью и фруктовых пюре. Трехсекционный пластинчатый пастеризатор «Сигма» (ФРГ) обеспечивает нагревание продукта в первой секции регенерации до 98 °С, во второй секции стерилизации — до 115—125 °С. Греющим агентом здесь является горячая вода, которая предварительно нагревается в трубчатом подогревателе под давлением 0,6 МПа до 132 °С. Нагретый продукт переходит в соединенный с пастеризатором трубчатый выдерживатель, где находится 210 с при температуре стерилизации. Из выдерживателя горячий сок проходит в секцию регенерации, частично охлаждается здесь входящим соком и переходит в секцию охлаждения водой до 30 °С.

Очистку пастеризатора осуществляют без разборки путем прокачивания раствора моющих средств.

Производительность пастеризатора 5000 л/ч; площадь поверхности нагрева секций регенерации 17,9 м², стерилизации 13,5, охлаждения 18,3 м².

При стерилизации в потоке с последующим розливом горячего продукта применяют одно- и двухсекционные пастеризаторы. В односекционных пастеризаторах продукт нагревают до температуры стерилизации и сразу же разливают в горячую тару и укупоривают. В двухсекционных пастеризаторах сок вначале нагревают до более высокой температуры (115—116 °С) для стерилизации продукта, затем охлаждают до температуры розлива. Последний способ применяется главным образом при фасовании соков с мякотью, требующих более жестких режимов стерилизации, или при фасовании в мелкую тару.

В СССР горячий розлив применяют преимущественно при фасовании соков в банки вместимостью более 2 л. Сок, нагретый до 95—97 °С, сразу же разливают в подготовленные горячие банки, которые немедленно укупоривают прокипяченными крышками. При сравнительно большом объеме сока в банке и высокой температуре его остывание проходит медленно, что обуслов-

ливаает гибель всех микроорганизмов, находившихся в соке и на стенках тары. Чтобы обеспечить стерилизацию крышек и незаполненного верхнего пространства банок, укупоренные банки укладывают набок на 15—20 мин. Способ этот более экономичен, чем стерилизация в автоклавах, так как исключает расход теплоты на подогревание тары и автоклава и снижает объем погрузочно-разгрузочных работ. Однако при медленном остывании сок долго подвергается вредному воздействию тепла, что может привести к накоплению оксиметилфурфура. Во избежание этого сок после выдержки охлаждают орошением холодной водой или обдуванием холодным воздухом.

При горячем розливе соков в мелкую тару тепла, содержащегося в соке, недостаточно для стерилизации тары и крышек, поэтому при розливе должны строго соблюдаться санитарные условия. Особенно важно обеспечить надлежащую мойку тары и автоматическое регулирование температуры сока в момент фасования. С этой целью бутылки моют на автоматической моечной машине горячим щелочным раствором с последующим промыванием их чистой горячей водой. На пути от моечной машины к наполнителю устанавливают обогреваемый туннель для поддержания высокой температуры бутылок.

Для розлива соков монтируют специальную установку, состоящую из сборника, промежуточного бачка, насоса, теплообменника, системы трубопроводов и терморегулятора.

Линия горячего розлива яблочного сока в бутылки машиностроительного завода ПКХмаш (НРБ) включает бутылкомоечную машину, сборный бачок, циркуляционный насос, пластинчатый односекционный теплообменник, разливочно-укупорочный автомат, приемный вращающийся стол и систему трубопроводов с насосами и контрольно-измерительными приборами, а также устройство для стерилизации крышек парами формалина.

В моечной машине кассетного типа тара вначале шприцуются теплой (40°C) водой, затем в течение 10 мин обрабатывается 1,5 %-ным раствором щелочи при температуре $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$, после чего обмывается из душевых устройств последовательно горячим (60°C) раствором щелочи, водой, нагретой до 60 и 65°C , и пе-

ред выходом из машины шприцуются чистой горячей ($75\text{--}80^{\circ}\text{C}$) водой. На розлив поступают горячие бутылки сразу из машины. Крышки обрабатывают парами формалина и выдерживают в закрытом сосуде 12—14 ч, что обеспечивает их стерильность.

Пастеризатор и разливочную машину перед началом работы стерилизуют горячей водой в течение 30 мин. При этом горячая вода непрерывно циркулирует в системе от питательного сборника до пастеризатора и разливочной машины и обратно.

Сок стерилизуют в пластинчатом пастеризаторе при температуре $96\text{--}98^{\circ}\text{C}$ в течение 15—20 с и немедленно разливают в горячие бутылки. Наполненные бутылки сразу же укупоривают стерильными крышками и охлаждают.

АСЕПТИЧЕСКОЕ КОНСЕРВИРОВАНИЕ

Асептическое консервирование представляет собой стерильный розлив охлажденного стерильного сока в стерильную тару. При этом продукт и тару стерилизуют отдельно, а затем в условиях, исключающих возможность попадания микроорганизмов (асептических), стерильный, предварительно охлажденный продукт помещают в стерильную тару и герметически укупоривают ее стерильными крышками.

Этот способ можно рассматривать как дальнейшее развитие и усовершенствование метода горячего розлива, при котором сводятся к минимуму нежелательные изменения качества сока под действием высокой температуры, так как продукт не только мгновенно нагревается, но и также быстро охлаждается. На рис. 67 показаны характерные кривые изменения температуры продукта при консервировании его разными методами.

Метод асептического консервирования соков получил широкое распространение во многих странах для фасования продуктов как в разные виды мелкой тары, так и в резервуары вместимостью от 20 до 200 т.

Установки для асептического консервирования с розливом в мелкую тару обычно включают трубчатый или пластинчатый теплообменник с тремя секциями — нагревания, стерилизации и охлаждения; устройство для стерилизации тары и крышек; наполнительно-укупорочный блок, помещенный в изолированную камеру, и

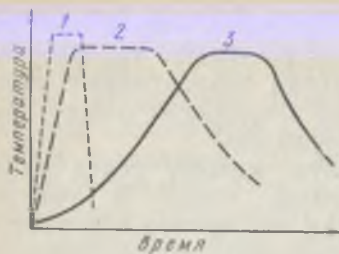


Рис. 67. Кривые изменения температуры продукта при его стерилизации:

1 — при асептическом консервировании; 2 — при горячем розливе; 3 — в банках в автоклаве

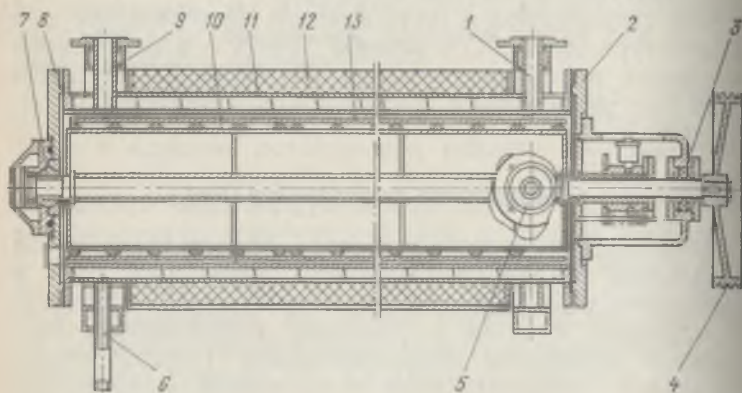


Рис. 68. Теплообменный корпус аппарата А9-КБД с очищаемой поверхностью:

1, 9 — патрубки для подачи и отвода продукта; 2, 8 — крышки; 3 — подшипник качения; 4 — шкив; 5, 6 — патрубки для подачи пара (воды) и отвода конденсата (воды); 7 — сферическое кольцо; 10 — вращающийся барабан; 11 — двустенный цилиндрический корпус; 12 — изоляция; 13 — ножи

средства автоматического контроля и регулирования процесса.

В теплообменнике продукт в тонком слое быстро нагревается до температуры 120—135 °С, выдерживается при этой температуре несколько секунд и затем сразу охлаждается до 25—30 °С. Эти теплообменники рекомендуется применять при асептическом консервировании соков и других невязких продуктов. При консервировании пюреобразных полуфабрикатов, которые могут давать пригар на поверхности нагрева, необходимо применение теплообменников с очищаемой поверхностью нагрева.

Теплообменный аппарат А9-КБД (СССР) состоит из двух теплообменных корпусов с очищаемой поверх-

ностью, выдерживателя и системы продукто- и паропроводов, смонтированных на общей раме.

Каждый теплообменный корпус (рис. 68) представляет собой двустенный цилиндр, в кольцевом зазоре которого проходит греющий пар или охлаждающая вода. Внутри корпуса размещен вращающийся барабан, к наружной поверхности которого крепятся диаметрально расположенные ножи. Вал барабана соединен со шкивом электропривода. Торцевые концы корпуса закрыты крышками, наружная поверхность покрыта изоляцией. На корпусе размещены патрубки для подачи и отвода продукта, греющего пара и конденсата.

Выдерживатель представляет собой горизонтальную цилиндрическую емкость. Обрабатываемый продукт подается насосом в первый теплообменник, проходит в кольцевом пространстве между вращающимся барабаном и внутренней стенкой корпуса. Ножи барабана перемещают продукт, сообщая ему турбулентное движение, и снимают с поверхности греющей стенки прилегающий слой продукта, что обеспечивает высокий коэффициент теплопередачи и равномерное нагревание всей массы продукта.

Продукт, пройдя последовательно два теплообменника, нагревается с 45—50 до 125—130 °С, затем при этой температуре находится 60 с в выдерживателе и выходит из аппарата через подпорный клапан с исполнительным механизмом. Температура нагревания регулируется автоматически.

Производительность теплообменного аппарата 5 т/ч; площадь поверхности теплообмена 3,92 м²; давление греющего пара 0,45 МПа, продукта в рабочей полости 0,4 МПа; расход пара 1000 кг/ч; установленная мощность 7,5 кВт; габаритные размеры 2785×1390×2060 мм.

Теплообменник «Контерм» фирмы «Альфа-Лаваль» вертикальной конструкции работает по тому же принципу, что и теплообменный аппарат А9-КБД.

Еще более эффективны пароконтактные теплообменные аппараты, в которых теплоноситель подается непосредственно в продукт. Контакт пара с продуктом возможен двумя способами: вводом пара под давлением в массу продукта (инжекционные аппараты) и вводом продукта в виде капель, струй или тонкой пленки в атмосферу пара температурой, близкой к конечной температуре продукта (инфузионные аппараты).

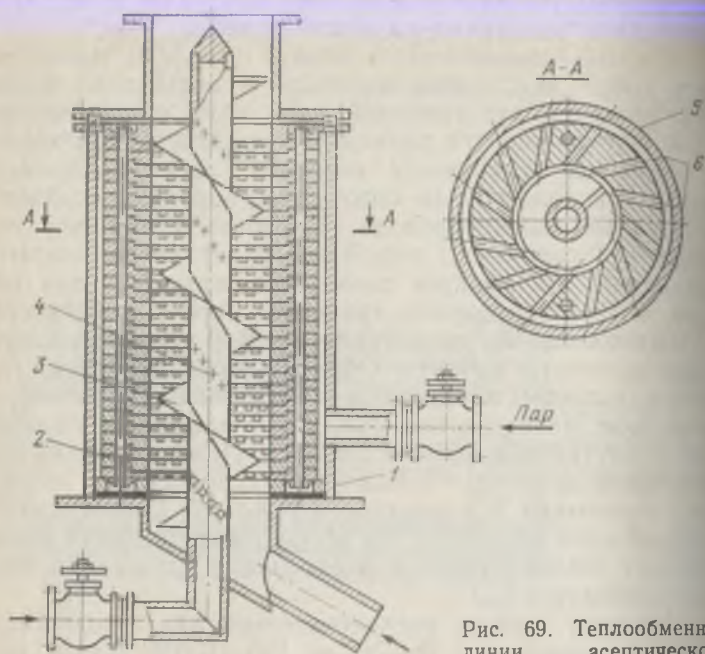


Рис. 69. Теплообменник
линии асептического
консервирования пюре:

1 — корпус; 2 — стакан парораспределителя; 3 — винтовая направляющая;
4 — перфорированная трубка; 5 — каналы шайб; 6 — оси каналов

Струйный инъекционный теплообменник применяется в линии А9-КСИ асептического консервирования томата-пасты и фруктовых пюреобразных полуфабрикатов, созданной на основании разработок ВНИИКОП и Одесского СКТБ «Продмаш».

Теплообменник (рис. 69) представляет собой цилиндрический корпус с патрубком для подачи продукта и двумя патрубками для подачи пара. Парораспределитель имеет вид стакана с отверстиями и перфорированной трубкой. Между стаканом и трубкой образуется полость для прохождения продукта. Стакан выполнен в виде набора шайб, отверстия в которых имеют форму каналов, оси которых направлены тангенциально к внутренней окружности шайб. Каждая шайба имеет с одной стороны цилиндрический выступ, а с другой — впадину. При сборке выступ одной шайбы входит во впадину смежной, шайбы стягивают болтами так,

что выходные отверстия располагаются в шахматном порядке. Для турбулизации потока продукта на трубке закреплена винтовая направляющая. Продукт, двигаясь тонким слоем между стаканом и перфорированной трубкой, интенсивно смешивается с паром, достигая заданной температуры.

Производительность теплообменника до 5 т/ч; давление пара 0,3 МПа; температура продукта (в °С): на входе 50, на выходе до 135; расход пара 620 кг/ч. В теплообменниках данного типа должен использоваться очищенный пар во избежание загрязнения продукта.

Существует много установок для асептического консервирования жидких и пюреобразных продуктов с последующим розливом охлажденного стерильного продукта в мелкую тару, контейнеры разной вместимости, бочки, бидоны, крупные резервуары и т. п. За рубежом при фасовании в мелкую тару преимущественно применяют металлическую и полимерную тару, которую легче стерилизовать, чем стеклянную.

Фирма «Альфа-Лаваль» (Швеция) выпускает широкую гамму установок для асептического консервирования жидких продуктов с разной плотностью и вязкостью. По применяемому температурному режиму установки делятся на два основных класса: HTST (высокая температура короткое время) и UHT (ультравысокая температура). Установки первого класса «Стеридринк» предназначены для стерилизации продуктов при температуре 95 °С с выдержкой при этой температуре 60 с, установки второго класса «Стеритьюб» работают при температурах 135—140 °С с выдержкой 4 с.

Для асептического консервирования соков с рН менее 4,5 предназначены установки «Стеридринк» двух модификаций: «Стеридринк» для соков без мякоти и «Стеридринк фибрефлоу» для соков с мякотью. Принцип действия обеих установок одинаков, различие состоит только в конструкции пластинчатого теплообменника. В установке для соков с мякотью теплообменник имеет более широкие каналы между пластинами со стороны продукта, что обеспечивает свободное течение частичек мякоти и устраняет риск их оседания или пригорания. Работа установок полностью автоматизирована. Для мелких предприятий предусмотрен выпуск установок с ручным управлением.

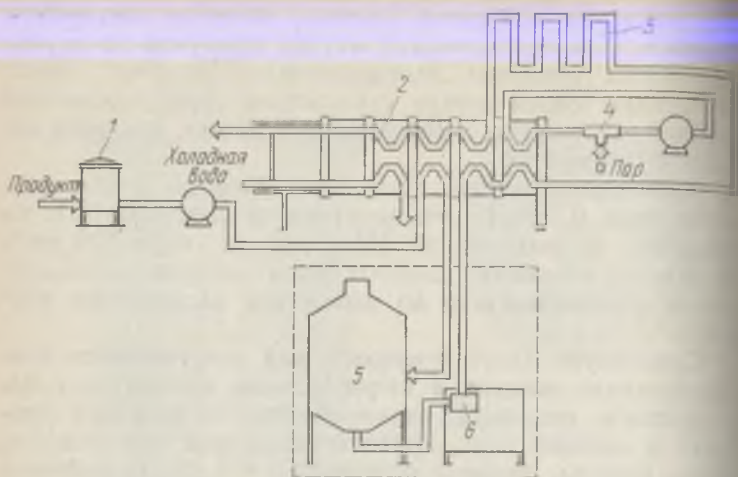


Рис. 70. Схема установки «Стеридринк»:

1 — бак; 2 — пластинчатый теплообменник; 3 — трубчатый выдерживатель;
4 — паровой эжектор; 5 — деаэратор; 6 — гомогенизатор

Производственный цикл работы на установках «Стеридринк» (рис. 70) делится на четыре этапа: стерилизация установки, стерилизация продукта, асептическое промежуточное промывание, безразборная мойка. Асептическое промежуточное промывание осуществляют в том случае, когда необходимо переключение установки на обработку другого продукта без остановки линии. Пунктиром на схеме выделено дополнительное оборудование, которое применяют только при стерилизации соков с мякотью.

Вначале стерилизуют саму установку путем прокачивания горячей воды через всю систему в течение 30 мин и только после этого подают продукт. Сок перекачивается насосом из бака в третью секцию пятисекционного пластинчатого теплообменника, где он нагревается теплом выходящего стерилизованного продукта. Сок с мякотью проходит деаэратор и гомогенизатор. Сок без мякоти сразу переходит в четвертую секцию пастеризатора, где дополнительно нагревается выходящим горячим соком и поступает в секцию стерилизации, где нагревается горячей водой до 95°C . Вода нагревается путем ввода острого пара через эжектор. Сок с температурой стерилизации находится

в трубчатом выдерживателе 60 с, затем проходит четвертую и третью секции теплообменника, где охлаждается поступающим холодным соком. Окончательное охлаждение сока осуществляется холодной водой во второй и первой секциях теплообменника.

Производительность установки «Стеридринк» 20 000 $\text{дм}^3/\text{ч}$, «Стеридринк фибрефлоу» 13 000 $\text{дм}^3/\text{ч}$. Благодаря хорошо продуманной системе регенерации использование тепла достигает 90 %.

В установке «Сторк-Стериджус» (США) для асептического консервирования соков все теплообменные аппараты выполнены по типу двух концентрично расположенных змеевиков. Греющим агентом здесь является горячая вода и применяется принцип регенерации теплоты.

Поступающий сок входит в секцию регенерации, где нагревается выходящим соком с 10 до 70 °С. В секции стерилизации сок нагревается горячей водой до 95 °С и переходит в секцию регенерации, где охлаждается поступающим соком до 35 °С. В секции охлаждения сок охлаждается водой до 20 °С. Производительность установки 8000 л/ч. Перед началом работы установка стерилизуется горячей водой температурой 140 °С, которая циркулирует по всей системе.

Простерилизованный асептическим способом сок затем может разливаться с соблюдением асептических условий в мелкую тару как готовый продукт или загружаться на хранение в крупные, предварительно стерилизованные резервуары для последующей переработки.

Для асептического консервирования и хранения соков и пюреобразных полуфабрикатов в крупных резервуарах предназначены специализированные установки. В СССР на основании разработок ВНИИКОП выпускается линия А9-КЛЮ асептического консервирования и хранения пюреобразных полуфабрикатов, в том числе фруктовых пюре, для последующей переработки их в соки с мякотью.

Для асептического консервирования и хранения соков-полуфабрикатов в крупных емкостях странами — членами СЭВ создана установка с резервуарами вместимостью 20—50 м^3 каждый. В начале работы установку стерилизуют паром. Продукт накапливается в емкости предварительного резервирования, откуда винтовым насосом направляется через подогреватель в де-

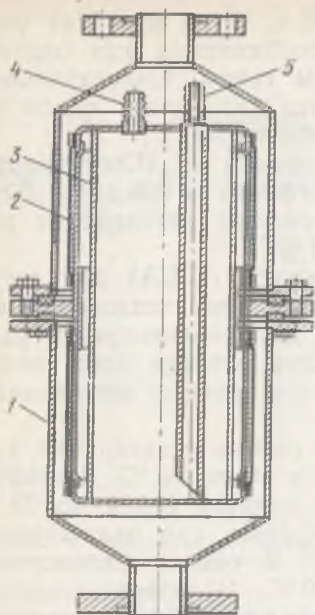
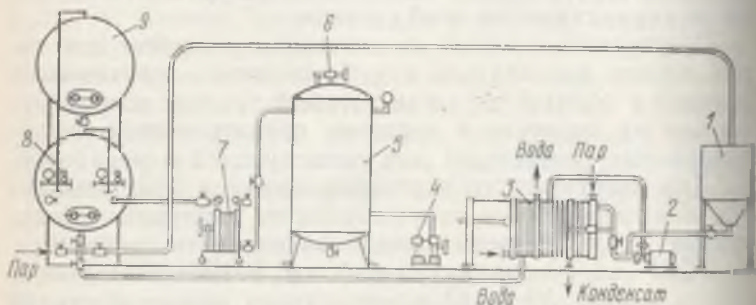


Рис. 71. Фильтр для очистки воздуха, устанавливаемый на резервуаре:

1 — разъемный корпус; 2 — перфорированный цилиндр; 3 — внутренний цилиндр; 4 — штуцер; 5 — труба

Рис. 72. Схема установки для асептического консервирования соков:

1 — сборник; 2 — насос; 3 — пластинчатый пастеризатор; 4 — компрессор; 5 — ресивер для подачи сжатого воздуха; 6 — предохранительный клапан; 7 — пластинчатый фильтр для стерилизации воздуха; 8 — асептическая арматура; 9 — резервуар для хранения сока



аэратор с вакуум-насосом. Из деаэратора вторым винтовым насосом продукт прокачивается по всей системе, включающей фильтр, стерилизатор, выдерживатель, охладители, и направляется в резервуар.

При нарушении температурного режима на выходе из стерилизатора установка автоматически переключается на режим циркуляции продукта, который, выходя из выдерживателя, охлаждается в теплообменнике. Переход станции стерилизации с режима циркуляции на

режим стерилизации также происходит автоматически, если температура продукта после подогревания соответствует задаваемому режимом значению.

На каждом резервуаре устанавливаются индивидуальные фильтры для очистки воздуха (рис. 71). На воздушной линии, кроме того, размещается один общий бактериологический фильтр.

В НРБ изготавливают оборудование для асептического консервирования яблочного сока в сборниках вместимостью 24 м³. Каждый сборник представляет собой горизонтальный цилиндрический резервуар на трех опорах, изготовленный из стали с внутренним защитным покрытием из эпоксидной смолы, снабженный штуцерами для спуска промывных вод и подачи сока, сжатого воздуха и пара, люком для осмотра и санитарной обработки и консолью для установки асептической арматуры.

Асептическая арматура состоит из гнутой трубы диаметром 25 мм, один конец которой присоединяется к паровому штуцеру резервуара, а второй заканчивается горизонтальным отрезком, имеющим три патрубка с кранами для установки манометра, фильтра для очистки воздуха и подключения к паропроводу. Резервуары устанавливаются в два этажа, на консоль нижнего резервуара для удобства обслуживания монтируется арматура верхнего резервуара. Резервуары крепятся на свободно лежащих опорах: нижней, размещенной на полу, и промежуточной, установленной на нижний резервуар.

В состав установки (рис. 72), кроме резервуаров входит оборудование для стерилизации сока и воздуха, компрессор с ресивером для подачи сжатого воздуха в резервуар и сборник для сока.

Резервуары моют 1,5 %-ным раствором кальцинированной или 1 %-ным раствором каустической соды и промывают чистой водой. Мойку производят моечной машиной ММ-4 с насосом, подача которого составляет не менее 25 м³/ч при давлении 0,06 МПа.

Индивидуальные фильтры для бактериологической очистки воздуха присоединяют к резервуарам и стерилизуют вместе с ними, а центральный воздушный фильтр стерилизуют раз в сезон, если воздухопроводы и арматура не разбирались.

Резервуары после мойки стерилизуют паром в тече-

ние 2 ч после достижения конденсатом, выходящим из нижнего вентиля, температуры 95 °С. Стерилизация должна проводиться при давлении в резервуаре 0,05 МПа. Периодически (через 20—30 мин) индивидуальные фильтры продувают в течение 3—5 мин паром. После окончания стерилизации верхние и нижние вентили на резервуарах закрывают и в резервуар подают сжатый воздух через общий и индивидуальные бактериологические фильтры до тех пор, пока основная часть водяных паров не сконденсируется и резервуар не остынет. В резервуаре все время поддерживается давление 0,05 МПа. При охлаждении резервуара подача стерильного воздуха прекращается, когда давление воздуха в резервуаре достигнет 0,05 МПа. Затем все вентили закрывают и резервуар оставляют под давлением воздуха до заполнения.

Перед заполнением резервуара продуктом стерилизуют трубопроводы для подачи продукта и станцию стерилизации паром или водой, которая циркулирует при температуре стерилизации по всей линии. По окончании стерилизации воду выпускают и начинают подачу продукта. Во вторую секцию стерилизатора при этом начинают подавать охлаждающую воду.

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

Химические соединения используются для консервирования фруктовых соков давно. К ним предъявляются следующие требования: они должны оказывать обеззараживающее действие на все микроорганизмы, вызывающие порчу соков, и быть безвредными для человека.

Основными химическими средствами для консервирования соков являются сернистая (диоксид серы в воде), бензойная, сорбиновая кислоты и их соли, муравьиная кислота и некоторые новые виды химических консервирующих веществ, например диэтиловый эфир пирогольной кислоты, дегидроацетовая кислота и др.

Почти все виды химических консервантов по своей природе являются кислотами. Исследования многих авторов показали, что у консервантов со слабокислотным характером антисептическим действием обладает глав-

**СОДЕРЖАНИЕ НЕДИССОЦИИРОВАННОЙ ЧАСТИ
В КОНСЕРВАНТАХ (в %)**

Кислота	Значение pH					
	2	3	4	5	6	7
Сернистая	37	5,5	0,55	0,04	10 ⁻¹	0
Муравьиная	98	83	32	4,5	0,47	0,047
л-Хлорбензойная	99	91	52	9,7	1,06	0,107
Бензойная	99	94	60	13	1,5	0,15
Сорбиновая	100	98	86	36	6,0	0,6

ным образом недиссоциированная часть кислоты, зависящая от постоянной диссоциации и значения pH.

В Институте пищевой технологии в Мюнхене была определена недиссоциированная часть основных химических консервантов при разном значении pH (табл. 25).

Применение тех или иных консервантов в соках и их дозы регламентируются законодательством каждой страны. В СССР органами здравоохранения запрещено использовать для консервирования соков муравьиную кислоту. В натуральных соках допускается применять только сорбиновую кислоту, в соках-полуфабрикатах — сернистую, бензойную, сорбиновую и дегидроацетовую. Полуфабрикаты, консервированные сернистой и бензойной кислотами и их солями, используют для производства спиртов, желе и других изделий.

СЕРНИСТАЯ КИСЛОТА

Кислота представляет собой раствор диоксида серы в воде. Диоксид серы имеет широкий антимикробный спектр действия. Бактерии к нему более чувствительны, чем дрожжи и плесневые грибы. Антимикробное действие диоксида серы зависит от pH и химического состава среды, концентрации и температуры. С повышением температуры и снижением pH действие консерванта усиливается.

При атмосферном давлении и температуре выше 0 °С диоксид серы представляет собой бесцветный газ с резким характерным запахом. Он тяжелее воздуха в 2,25 раза, хорошо растворяется в холодной воде, с повышением температуры растворимость его ухудшается.

В весовом отношении в воде можно растворить 10 % диоксида серы. При давлении выше атмосферного или охлаждении до -10°C диоксид серы превращается в жидкость желтого цвета.

Достоинствами диоксида серы по сравнению с другими консервантами являются его высокая восстанавливающая способность, благодаря чему он предотвращает окислительные изменения сока, такие, как разрушение аскорбиновой кислоты и ферментативное потемнение фенольных соединений, в небольших дозах подавляет действие оксидаз. В то же время диоксид серы разрушает витамин B_1 , расщепляя его на пиримидиновый и тиазоловый компоненты.

В повышенных дозах диоксид серы вредно влияет на организм человека и сообщает консервируемым продуктам специфический запах, который ощущается даже при концентрации ниже 50 мг/дм^3 .

При растворении диоксида серы в воде образуется легко диссоциирующая сернистая кислота, степень диссоциации которой зависит от величины pH. Сернистая кислота способна окисляться кислородом воздуха до образования сульфатов и вступать в химические соединения с веществами сока, содержащими альдегидные и кетонные группы. Эта так называемая связанная форма диоксида серы является нейтральной и почти не обладает антимикробным действием. Оставшаяся, не вступившая в соединение свободная форма является основной микробиологически активной частью консерванта.

Особенно активно связывается диоксид серы с альдегидными формами сахаров (глюкоза) и альдегидами типа уксусного, образующегося в соке при брожении. Поэтому для консервирования соков, в которых процесс брожения с образованием уксусного альдегида начался, требуются повышенные дозы консерванта. Кроме того, в соках, в которых произошло неферментативное потемнение, могут присутствовать альдегиды типа фурфуrolа, также способные связываться с диоксидом серы.

Между связанной и свободной формами сернистой кислоты в растворе устанавливается равновесие, которое зависит от состава сока, концентрации диоксида серы и температуры. Чем выше содержание в соке компонентов, способных связывать диоксид серы, тем меньше доля свободной формы и тем большие дозы требу-

ются для консервирования сока. В связи с этим в концентрированном соке будет больше связываться диоксида серы и потребуются более высокие дозы консерванта для предохранения от порчи.

При нарушении равновесия между связанной и свободной формами сернистой кислоты, например при улетучивании части диоксида серы, часть связанной формы расщепляется, образуя свободную сернистую кислоту, и равновесие восстанавливается.

При консервировании соков диоксидом серы важное значение имеют дозы его, которые обеспечили бы достаточный консервирующий эффект и не оказали влияние на ухудшение качества сока.

Концентрация сернистой кислоты, достаточная для предотвращения порчи соков, находится в пределах 0,05—0,15 % в зависимости от вида и химического состава сока.

В некоторых случаях диоксид серы применяют в производстве виноградных соков не для консервирования, а в целях предотвращения окисления. В этом случае достаточны дозы 0,02 %.

Диоксид серы вводят в сок в газообразном состоянии, в виде водного раствора или в виде солей сернистой кислоты — сульфитов.

Диоксид серы добавляют в сок сразу после отжима и первого грубого фильтрования. Сок смешивают с газообразным диоксидом серы или раствором его в специальном герметически закрывающемся смесителе с мешалкой или в закрытых вращающихся бочках. На 1000 л сока добавляют 1,2—1,5 кг диоксида серы.

Консервированный (сульфитированный) сок хранят в крупных резервуарах эмалированных или других с антикоррозионным покрытием. В процессе хранения происходит самоосветление сока. Минимальная продолжительность выдержки для осветления малинового, клубничного, вишневого и клюквенного соков 15 сут, остальных — 20 сут.

Сульфитированный сок в резервуарах или бочках может храниться свыше года, необходимо только периодически контролировать содержание диоксида серы и при концентрации его ниже 0,1 % проводить дополнительную сульфитацию.

Перед использованием сока из него должен быть удален диоксид серы путем тепловой обработки или хи-

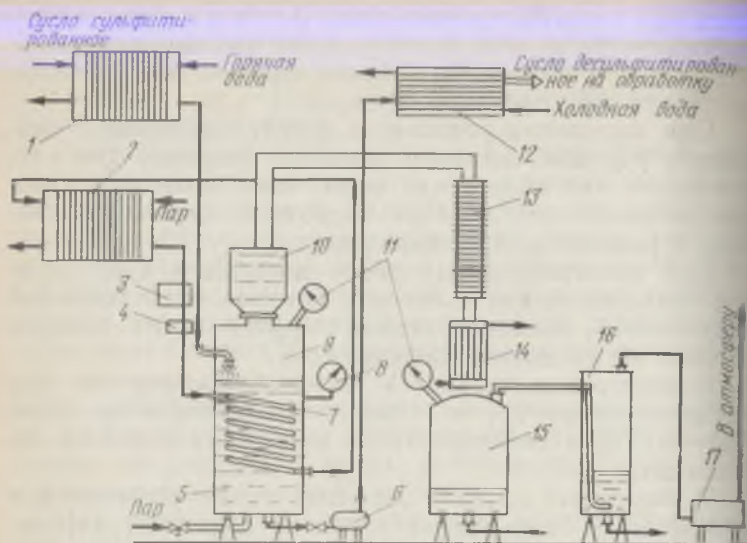


Рис. 73. Установка для десульфитации виноградного сока:

1, 2 — пластинчатые пастеризаторы; 3 — бак; 4, 6 — центробежные насосы; 5 — барботер; 7 — змеевик; 8 — термометр; 9 — десульфитатор; 10 — пеногаситель; 11 — вакуметры; 12 — теплообменник; 13 — воздушный конденсатор; 14 — водяной конденсатор; 15 — сборник конденсата; 16 — нейтрализатор сернистой кислоты; 17 — вакуум-насос

мической десульфитации. При тепловой обработке происходит разрушение связей углеводов с сернистой кислотой и удаление освободившегося под влиянием повышенной температуры газа. Однако связанная форма сернистой кислоты распадается не полностью, часть ее (около 5 %) окисляется и остается в соке в виде сульфата или имеет более прочные связи, для разрушения которых требуются высокие температуры. Остаточное общее содержание сернистой кислоты в пищевых продуктах не должно превышать 0,01 %. Для соков эта норма значительно ниже — 5 мг/дм³ (0,0005 %).

Чтобы добиться такого содержания диоксида серы, применяют специальные десульфитационные установки. В совхозе «Зеленый гай» Николаевской области при участии ВНИИВиПП «Магарач» изготовлена установка для десульфитации виноградного сока. Установка (рис. 73) включает два пластинчатых пастеризатора ВП1-У5. Первый предназначен для подогрева сульфитированного сока до 80 °С перед подачей в десульфитационную установку.

татор, второй — для поддержания постоянной температуры сока в десульфитаторе путем циркуляции горячей воды между пастеризатором и змеевиком, расположенным в десульфитаторе. Десульфитатор представляет собой резервуар из нержавеющей стали вместимостью 2000 л. В верхней части десульфитатора установлен пеногаситель, внутри которого закреплены три перфорированные сетки. В состав установки входят еще теплообменник для охлаждения десульфитированного сока, воздушный и водяной конденсаторы, сборник и насосы.

Сульфитированный сок подается в первый пастеризатор, где он нагревается до 80°C и по трубопроводу попадает в верхнюю часть десульфитатора. При заполнении десульфитатора змеевик должен быть покрыт слоем сока. В нижней части сульфитатора размещен барботер, через который в сок подается острый пар. Одновременно в десульфитаторе создается разрежение. Десульфитацию проводят под вакуумом при температуре 80°C в течение 60—80 мин. При этом содержание диоксида серы в соке снижается с 550—700 мг/дм³ до 2—3. Пары, содержащие диоксид серы в газообразной форме, конденсируются в воздушном и водяном конденсаторах. Конденсат собирается в сборнике, а несконденсировавшиеся газы с диоксидом серы выводятся из сборника в нейтрализатор, где диоксид серы нейтрализуется, а воздух выводится в атмосферу.

За рубежом для десульфитации соков применяют установки фирмы «Зейтц» (ФРГ) и фирмы «Унипектин» (Швейцария). Обе фирмы в установках используют ректификационные колонны для отделения и концентрирования паров диоксида серы. В установке фирмы «Унипектин» (рис. 74) сульфитированный сок насосом подается в секцию регенерации пластинчатого теплообменника, где он предварительно нагревается выходящим десульфитированным соком, а затем дополнительно нагревается в секции стерилизации этого теплообменника. Смесь нагретого сока и образовавшегося пара из теплообменника переходит в ректификационную колонну, где пар и диоксид серы поднимаются вверх, а сок, освобожденный от диоксида серы, опускается в низ колонны. Со дна колонны сок насосом откачивается в секцию регенерации пластинчатого теплообменника, где охлаждается сначала поступающим свежим соком, а затем — дополнительно водой в секции

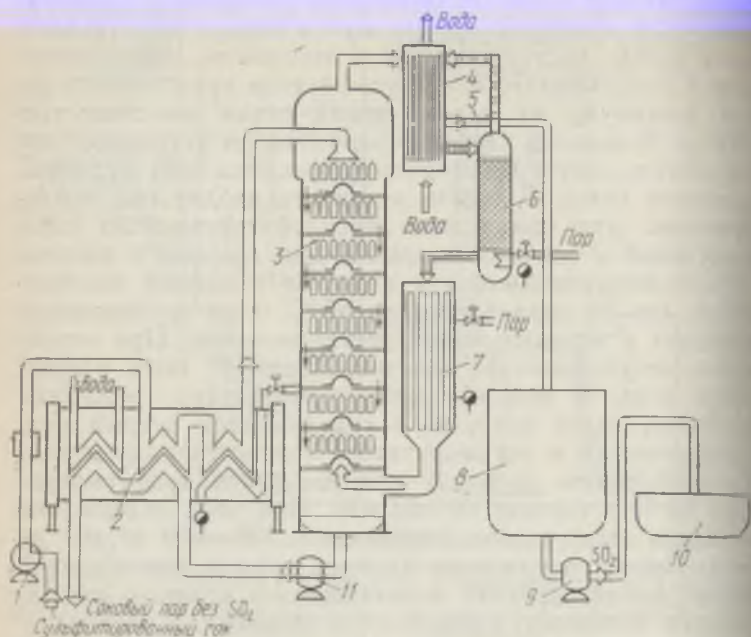


Рис. 74. Десульфитационная установка фирмы «Унипектин»:
 1 — питающий насос; 2 — пластинчатый теплообменник; 3 — ректификационная колонна; 4 — поверхностный конденсатор; 5 — трубопровод сернистого газа; 6 — вспомогательная колонна; 7 — трубчатый испаритель; 8 — бак для известкового молока; 9 — насос для подачи известкового молока; 10 — сепаратор; 11 — насос для подачи десульфитированного сока

охлаждения этого теплообменника, и выводится из установки.

Смесь сокового пара и диоксида серы из верха ректификационной колонны попадает в поверхностный конденсатор, где пар конденсируется холодной водой. Конденсат, содержащий некоторое количество диоксида серы, из поверхностного конденсатора отводится во вспомогательную колонну, а выделившийся газообразный диоксид серы из поверхностного конденсатора отводится по трубе в бак с известковым молоком. Здесь диоксид серы нейтрализуется и нейтрализованная смесь насосом перекачивается в сепаратор.

Конденсат, содержащий диоксид серы, во вспомогательной колонне нагревается. Диоксид серы и часть образовавшегося пара поднимаются в верх колонны и

попадают в поверхностный конденсатор. Конденсат, освобожденный от диоксида серы, из нижней части вспомогательной колонны попадает в трубчатый испаритель, где нагревается. Образовавшийся соковый пар из нижней части испарителя поступает в нижнюю часть ректификационной колонны. Сконденсировавшийся сок стекает на дно колонны, и процесс повторяется.

Содержание диоксида серы в соке в этой установке снижается с 1000 до 100 мг/дм³. Установка работает непрерывно, обеспечивает полную нейтрализацию диоксида серы и охрану окружающей среды.

БЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА

Бензойную кислоту применяют довольно широко в разных странах для консервирования пищевых продуктов. Она эффективно действует как на дрожжи, так и на плесневые грибы. Молочнокислые бактерии прекращают рост при концентрациях кислоты вдвое меньших, чем это необходимо для подавления роста дрожжей.

Консервирующее действие бензойной кислоты значительно зависит от кислотности и величины рН консервируемого продукта. Для консервирования фруктовых соков с кислотностью ниже 0,4 % бензойная кислота и ее соли мало пригодны. Природа веществ, используемых микроорганизмами в качестве источников углерода и азота, значительно влияет на стойкость их к действию кислоты и бензоатов, поэтому эффективность действия бензойной кислоты и ее солей можно повысить, удалив из сока аминокислоты.

В большинстве случаев рост всех дрожжей задерживается при добавлении 1,5 г/дм³ бензоата натрия, рост плесеней подавляется при концентрации 0,08 %, рост бактерий, особенно кислотообразующих, — при дозах до 0,2 %.

Бензойная кислота — кристаллическое вещество с температурой плавления 122,5 °С, труднорастворимое в воде. Соли щелочных металлов бензойной кислоты в воде легко растворяются, поэтому для консервирования используют не саму кислоту, а ее натриевую соль.

При добавлении в сок только небольшая часть бензойной кислоты остается свободной и действует как консервант, а большая часть связывается с белками.

Бензоат натрия обладает специфическим вкусом,

который передается соку уже при концентрации 0,08—0,10 %. В неосветленных соках привкус ощущается слабее, чем в осветленных. В противоположность диоксиду серы бензойная кислота не может быть удалена из продукта, поэтому ее дозы строго нормируются.

В СССР допускается следующее содержание бензоата натрия (в пересчете на бензойную кислоту) в соках: клубничном, малиновом и черносмородиновом — не более 0,10, в остальных — не более 0,12 %; в НРБ и других странах — членах СЭВ — от 0,10 до 0,15 %; в безалкогольных напитках — 0,024 %.

При консервировании соков бензоат растворяют в воде, так как в соке он растворяется медленно, и добавляют в сок при постоянном перемешивании постепенно во избежание выделения и осаждения бензойной кислоты или применяют для растворения горячий сок.

Бензойная кислота в отличие от диоксида серы не обладает восстанавливающей способностью и не оказывает защитного действия на витамин С.

СОРБИНОВАЯ КИСЛОТА

Широко применяется для консервирования соков и других фруктовых продуктов, особенно пюреобразных.

Сорбиновая кислота представляет собой монокарбоновую кислоту с двумя двойными связями; по внешнему виду — белый или светло-кремовый порошок, труднорастворимый в холодной воде, при повышении температуры воды растворимость его улучшается. При высокой степени очистки консервант не имеет вкуса и запаха и не влияет на вкус консервируемых продуктов.

Преимуществом сорбиновой кислоты перед другими консервантами является почти полное отсутствие токсичности. В организме человека сорбиновая кислота при отсутствии глюкозы окисляется в ацетоуксусную кислоту, а в присутствии глюкозы — в углекислоту.

Сорбиновая кислота подавляет рост дрожжей и плесневых грибов, но на кислотообразующие и другие виды бактерий почти не действует, поэтому ее применяют для консервирования только кислых продуктов.

Эффективность консервирующего действия сорбиновой кислоты, как и других консервантов, зависит от pH сока, количества содержащихся в нем микроорганизмов и температуры хранения. При хранении соков, консер-

вированных сорбиновой кислотой, жатается тем быстрее, чем выше температура. В пастеризованных, лишенных кислорода, сорбиновая кислота сохраняется.

Действие сорбиновой кислоты на торможении дегидрирования микроорганизмов могут поглощать концентрации сорбиновой кислоты.

Для консервирования соков растворяют в десятикратном количестве до 80—85 °C при тщательном перемешивании. В полученный раствор добавляют 0,06 % сорбиновой кислоты (за 1 л сока добавляют 0,1 % сорбиновой кислоты). С соком при помощи мешалки, до 70—80 °C для подавления жизнедеятельности кислотолюбивых бактерий, на которые действует. После нагревания до 30 °C и загружают в подготовленную емкость, которые герметично закрывают.

В СССР сорбиновую кислоту применяют для консервирования соков-полуфабрикатов и напитков.

ДЕГИДРОАЦЕТОВАЯ КИСЛОТА

Дегидроацетовая кислота (соединение) — белый кристаллический порошок, температура плавления которого 110 °C, содержание 99 %. Она хорошо растворима в спирте и эфире, в водном растворе сорбиновой кислоты. Кислотность сорбиновой кислоты. К консервации, в связи с чем возможно применение в консервах, в которых она содержится, раствор имеет pH 4.

Применение дегидроацетовой кислоты разрешено в ряде стран при концентрации до 1 мг/кг; в ФРГ разрешено в дозе 1,63 %.

Дегидроацетовая кислота, как и другие консерванты, свойствам значительно эффективнее. Концентрация ДГК 0,0003 % для подавления жизнедеятельности микроорганизмов.

который передается соку уже при концентрации 0,08—0,10 %. В неосветленных соках привкус ощущается слабее, чем в осветленных. В противоположность диоксиду серы бензойная кислота не может быть удалена из продукта, поэтому ее дозы строго нормируются.

В СССР допускается следующее содержание бензоата натрия (в пересчете на бензойную кислоту) в соках: клубничном, малиновом и черносмородиновом — не более 0,10, в остальных — не более 0,12 %; в НРБ и других странах — членах СЭВ — от 0,10 до 0,15 %; в безалкогольных напитках — 0,024 %.

При консервировании соков бензоат растворяют в воде, так как в соке он растворяется медленно, и добавляют в сок при постоянном перемешивании постепенно во избежание выделения и осаждения бензойной кислоты или применяют для растворения горячий сок.

Бензойная кислота в отличие от диоксида серы не обладает восстанавливающей способностью и не оказывает защитного действия на витамин С.

СОРБИНОВАЯ КИСЛОТА

Широко применяется для консервирования соков и других фруктовых продуктов, особенно пюреобразных.

Сорбиновая кислота представляет собой монокарбоновую кислоту с двумя двойными связями; по внешнему виду — белый или светло-кремовый порошок, труднорастворимый в холодной воде, при повышении температуры воды растворимость его улучшается. При высокой степени очистки консервант не имеет вкуса и запаха и не влияет на вкус консервируемых продуктов.

Преимуществом сорбиновой кислоты перед другими консервантами является почти полное отсутствие токсичности. В организме человека сорбиновая кислота при отсутствии глюкозы окисляется в ацетоуксусную кислоту, а в присутствии глюкозы — в углекислоту.

Сорбиновая кислота подавляет рост дрожжей и плесневых грибов, но на кислотообразующие и другие виды бактерий почти не действует, поэтому ее применяют для консервирования только кислых продуктов.

Эффективность консервирующего действия сорбиновой кислоты, как и других консервантов, зависит от pH сока, количества содержащихся в нем микроорганизмов и температуры хранения. При хранении соков, консер-

вированных сорбиновой кислотой, количество ее снижается тем быстрее, чем выше обсемененность сока. В пастеризованных, лишенных микроорганизмов соках сорбиновая кислота сохраняется полностью.

Действие сорбиновой кислоты основано главным образом на торможении дегидрогеназ. Некоторые виды микроорганизмов могут поглощать почти смертельные концентрации сорбиновой кислоты.

Для консервирования соков сорбиновую кислоту растворяют в десятикратном количестве сока, нагретого до 80—85 °С при тщательном перемешивании. Полученный раствор добавляют в сок из расчета 0,05—0,06 % сорбиновой кислоты (за рубежом допускается добавление 0,1 % сорбиновой кислоты), размешивают с соком при помощи мешалки, затем смесь нагревают до 70—80 °С для подавления жизнедеятельности молочнокислых бактерий, на которые сорбиновая кислота не действует. После нагревания сок охлаждают до 20—30 °С и загружают в подготовленные стерилизованные емкости, которые герметично закрывают.

В СССР сорбиновую кислоту применяют для консервирования соков-полуфабрикатов, концентрированных соков и напитков.

ДЕГИДРОАЦЕТОВАЯ КИСЛОТА

Дегидроацетовая кислота (ДГК) представляет собой белый кристаллический порошок, температура плавления которого 110 °С, содержание основного вещества 99 %. Она хорошо растворяется в бензоле, умеренно в спирте и эфире, в воде — при нагревании аналогично сорбиновой кислоте. Кислота устойчива к нагреванию, в связи с чем возможна тепловая обработка продуктов, в которых она содержится. Ее насыщенный раствор имеет рН 4.

Применение дегидроацетовой кислоты в качестве консерванта разрешено в ряде стран: в Японии — в концентрации до 1 мг/кг; в ФРГ в производстве косметических средств в дозе 1,63 %.

Дегидроацетовая кислота ДГК по антимикробным свойствам значительно эффективнее сорбиновой кислоты. Концентрация ДГК 0,00030 % (3 мг/кг) достаточна для подавления жизнедеятельности основных наиболее

который передается соку уже при концентрации 0,08—0,10 %. В неосветленных соках привкус ощущается слабее, чем в осветленных. В противоположность диоксиду серы бензойная кислота не может быть удалена из продукта, поэтому ее дозы строго нормируются.

В СССР допускается следующее содержание бензоата натрия (в пересчете на бензойную кислоту) в соках: клубничном, малиновом и черносмородиновом — не более 0,10, в остальных — не более 0,12 %; в НРБ и других странах — членах СЭВ — от 0,10 до 0,15 %; в безалкогольных напитках — 0,024 %.

При консервировании соков бензоат растворяют в воде, так как в соке он растворяется медленно, и добавляют в сок при постоянном перемешивании постепенно во избежание выделения и осаждения бензойной кислоты или применяют для растворения горячий сок.

Бензойная кислота в отличие от диоксида серы не обладает восстанавливающей способностью и не оказывает защитного действия на витамин С.

СОРБИНОВАЯ КИСЛОТА

Широко применяется для консервирования соков и других фруктовых продуктов, особенно пюреобразных.

Сорбиновая кислота представляет собой монокарбоновую кислоту с двумя двойными связями; по внешнему виду — белый или светло-кремовый порошок, труднорастворимый в холодной воде, при повышении температуры воды растворимость его улучшается. При высокой степени очистки консервант не имеет вкуса и запаха и не влияет на вкус консервируемых продуктов.

Преимуществом сорбиновой кислоты перед другими консервантами является почти полное отсутствие токсичности. В организме человека сорбиновая кислота при отсутствии глюкозы окисляется в ацетоуксусную кислоту, а в присутствии глюкозы — в углекислоту.

Сорбиновая кислота подавляет рост дрожжей и плесневых грибов, но на кислотообразующие и другие виды бактерий почти не действует, поэтому ее применяют для консервирования только кислых продуктов.

Эффективность консервирующего действия сорбиновой кислоты, как и других консервантов, зависит от рН сока, количества содержащихся в нем микроорганизмов и температуры хранения. При хранении соков, консер-

вированных сорбиновой кислотой, количество ее снижается тем быстрее, чем выше обсемененность сока. В пастеризованных, лишенных микроорганизмов соках сорбиновая кислота сохраняется полностью.

Действие сорбиновой кислоты основано главным образом на торможении дегидрогеназ. Некоторые виды микроорганизмов могут поглощать почти смертельные концентрации сорбиновой кислоты.

Для консервирования соков сорбиновую кислоту растворяют в десятикратном количестве сока, нагретого до 80—85 °С при тщательном перемешивании. Полученный раствор добавляют в сок из расчета 0,05—0,06 % сорбиновой кислоты (за рубежом допускается добавление 0,1 % сорбиновой кислоты), размешивают с соком при помощи мешалки, затем смесь нагревают до 70—80 °С для подавления жизнедеятельности молочнокислых бактерий, на которые сорбиновая кислота не действует. После нагревания сок охлаждают до 20—30 °С и загружают в подготовленные стерилизованные емкости, которые герметично закрывают.

В СССР сорбиновую кислоту применяют для консервирования соков-полуфабрикатов, концентрированных соков и напитков.

ДЕГИДРОАЦЕТОВАЯ КИСЛОТА

Дегидроацетовая кислота (ДГК) представляет собой белый кристаллический порошок, температура плавления которого 110 °С, содержание основного вещества 99 %. Она хорошо растворяется в бензоле, умеренно в спирте и эфире, в воде — при нагревании аналогично сорбиновой кислоте. Кислота устойчива к нагреванию, в связи с чем возможна тепловая обработка продуктов, в которых она содержится. Ее насыщенный раствор имеет рН 4.

Применение дегидроацетовой кислоты в качестве консерванта разрешено в ряде стран: в Японии — в концентрации до 1 мг/кг; в ФРГ в производстве косметических средств в дозе 1,63 %.

Дегидроацетовая кислота ДГК по антимикробным свойствам значительно эффективнее сорбиновой кислоты. Концентрация ДГК 0,00030 % (3 мг/кг) достаточна для подавления жизнедеятельности основных наиболее

Для герметизации бутылок с соками и напитками пастеризованными применяют крышки типа кронен-пробки, которые представляют собой корончатые крышки с уплотняющими пластмассовыми прокладками. При укупоривании крышки деформируются и обжимаются на венчике горла, прочно закрепляя и уплотняя прокладку на торце венчика.

В СССР бутылки с соком и натуральными фруктовыми напитками укупоривают корончатыми жестяными или алюминиевыми крышками с прокладкой из полимерных материалов или сплошного слоя пасты.

Для укупоривания узкогорлых бутылок применяют также колпачки из полимерных материалов или сплавов алюминия. Наполнение и укупоривание бутылок осуществляют на разливочно-укупорочных автоматах или отдельных машинах.

В СССР для укупоривания бутылок корончатыми крышками применяют многоцилиндровые автоматы высокой производительности. Укупорочный автомат У2-6 Ленинградского завода пищевого машиностроения производительностью 6000 бутылок в час монтируют на одной станине с разливочным автоматом. Укупоривание бутылок сводится к операциям накладывания крышки на венчик горла бутылки, прижима ее к бутылке и обжиму гофрированной части (юбочки) вокруг венчика бутылки. Все операции выполняются автоматически.

Автоматическая подача кронен-пробок в укупорочные устройства обеспечивается конструкцией бункера и лотка. Проход колпачков из бункера через профильные щелевые отверстия осуществляется только в правильном рабочем положении.

Производительность автомата У2-6 — 6600 бутылок в час; число укупорочных головок 6; потребляемая мощность 1,3 кВт/ч; расход воздуха 15 м³/ч; габаритные размеры 1697×1080×2280 мм.

ПОЛИМЕРНАЯ ТАРА

Тара из полимерных и комбинированных материалов находит все более широкое применение для фасования разных пищевых продуктов. Преимущества такой тары перед стеклянной и металлической заключаются в ее легкости, дешевизне, достаточной механической прочности, возможности получения упаковок лю-

бой формы и цвета, химической инертности, относительной простоте изготовления с использованием механизированных высокопроизводительных линий.

Тара из полимерных материалов весьма разнообразна. Однако в пищевой промышленности может быть использована тара из полимеров, отвечающих определенным требованиям: механическая прочность; химическая устойчивость к действию компонентов пищевого продукта; безопасность в гигиеническом отношении, т. е. отсутствие опасности перехода в пищевой продукт из полимерного материала посторонних веществ, могущих изменить запах или вкус продукта или вредно влияющих на организм человека; водо-, паро- и газонепроницаемость; недефицитность и невысокая стоимость исходного сырья; высокая технологичность. При использовании для розлива соков важное значение имеет также светонепроницаемость упаковок.

Наиболее распространенным полимерным упаковочным материалом, используемым в пищевой промышленности, является целлофановая пленка, полученная на основе регенерированной целлюлозы. Другим широко применяемым материалом является полиэтилен низкой и высокой плотности, а также полистирол и материалы, полученные на основе сополимеров и полимеров винилхлорида и др.

Материалы на основе полимеров и сополимеров винилхлорида обладают высокой химической стойкостью, малой паро-, водо- и газонепроницаемостью, легко формуются, поддаются термосварке, негорючи, экономичны. Их широко применяют для изготовления мелкой тары — бутылок, банок, стаканов и т. п.

Несмотря на разнообразие полимерных материалов, среди них нет ни одного, в котором бы сочетались все необходимые для фасования пищевых продуктов свойства. Поэтому все шире начинают применять комбинированные многослойные материалы, состоящие из двух или нескольких слоев материалов полимерных или полимерных в сочетании с бумагой, картоном или алюминиевой фольгой.

Комбинированные материалы получают в основном двумя способами: нанесение слоя сополимера на основной материал и склеивание одинарных пленочных материалов при помощи адгезивов. В первом способе в качестве основного материала могут быть использова-

ны полимерная пленка, бумага, картон, алюминиевая фольга или ткань.

Для фасования соков и напитков в настоящее время используют бутылки из жесткого поливинилхлорида и комбинированную тару из полимерных материалов. Бутылки из жесткого поливинилхлорида выпускают разной вместимости и формы.

Фасование соков в полимерные бутылки осуществляют на линии типа «Рено-Пак» (Швейцария). В состав линии входят формовочная машина, изготавливающая бутылки из ленты жесткого поливинилхлорида методом пневматического формования; наполнительная машина, заполняющая бутылки соком, нагретым до 70—75 °С, с добавлением химического консерванта; термоукупорочная машина для термической (высокочастотной) герметизации заполненных бутылок; этикетировочная машина для наклеивания этикеток на бутылки; вырубная машина для разрезания блоков тары, состоящих из трех-четырех бутылок, на отдельные упаковки.

Работа линии полностью автоматизирована, производительность ее 2000—3000 упаковок в час вместимостью 0,25—1,0 дм³.

При герметичной упаковке сок может храниться в таких бутылках в течение нескольких месяцев без ухудшения качества.

Во многих странах Западной Европы и Америки началось массовое применение полиэтилентерефталата для изготовления бутылок, которые используют для фасования жидких пищевых продуктов, в том числе соков и напитков. Эти бутылки легки и прочны.

Для снижения газопроницаемости бутылок из полиэтилентерефталата их дополнительно покрывают дисперсией сополимера винилиденхлорида с винилхлоридом.

Фирма ИСИ (Великобритания) для изготовления бутылок под соки и другие жидкие продукты разработала специальный вид полиэтилентерефталата мелинар. Бутылки из мелинара одноразового пользования легко перерабатываются. В США разработана технология получения бутылок такого типа, выдерживающих температуру до 100 °С, что позволяет проводить в них пастеризацию соков.

Бутылки из полиэтилентерефталата используют в пищевой промышленности Японии, в том числе для фа-

сования пастеризованных фруктовых соков, с пастеризацией в них при 85 °С.

Бутылки из полимерных материалов прозрачны, красивы, прочны и гигиеничны. Затраты на их производство не превышают затрат на изготовление стеклянных бутылок, однако транспортные расходы значительно ниже. Производительность автоматического оборудования по изготовлению таких бутылок вместимостью до 2 дм³ составляет 6000 бутылок в час, а до 0,5 дм³ — 15 000 бутылок в час.

В последние годы натуральные и концентрированные соки фасуют в мягкую полимерную тару — пакеты, комбинированную полужесткую тару и др. Особенно широко для упаковки соков с асептическим розливом применяют «стоячие» пакеты (Дой-Пак, Нико-Пак и др.) и пакеты-вкладыши (пакет в коробке) в картонную, деревянную или полимерную тару, а также мягкие пакеты из полиэтиленовой пленки или алюминиевого ламината.

«Стоячие» пакеты могут быть прозрачными и непрозрачными. В первом случае их изготавливают из комбинаций полимерных пленок (полиэтилентерефталат — полиэтилен), во втором — из материалов того же типа, но содержащих в качестве промежуточного слоя алюминиевую фольгу. Для фасования соков предпочтение отдают непрозрачным пакетам, на одной плоской стороне которых размещена красочно оформленная этикетка, на другой — необходимые сведения о продукте.

Технологический процесс выпуска соков в «стоячих» пакетах предусматривает два варианта: изготовление пакетов, наполнение их продуктом и герметизация в едином потоке (процесс «формфил-сил») или заполнение и герметизация заранее изготовленных пакетов. В первом случае производительность оборудования составляет 50—60 упаковок в минуту, во втором — 100—120.

Пакеты-вкладыши (пакет в коробке) получили широкое распространение после промышленного освоения двух типов экономичных многослойных пленочных материалов: соэкструдатов и металлизированных полимерных пленок. Соэкструдатами для изготовления пакетов-вкладышей может быть сочетание различных полимерных пленок. Они могут подвергаться металлизации или адгезивному ламинированию (склеиванию) с

металлизированным полиэтилентерефталатом. Эти пакеты могут использоваться при асептическом розливе соков и для фасования стерильного продукта в стерильную тару. Упаковки могут быть любой вместимости.

Большое распространение для фасования соков имеет также полужесткая тара из комбинированных материалов, которая имеет много разновидностей — «Тетра-Пак», «Тетра-Брик», «Пюр-Пак», «Гипа» и др. Основу этой упаковки составляет плотная бумага или картон в сочетании с алюминиевой фольгой, полиэтиленом и другими полимерами. Многие из этих типов тары применяются для асептического консервирования, например «Тетра-Пак асептик», «Тетра-Брик асептик» и т. д.

Эта тара изготавливается из многослойного материала. Например, упаковку «Пюр-Пак» изготавливают из следующих материалов: гофрированный картон — полиэтилен — алюминиевая фольга — полиэтилен. Вместимость упаковок «Пюр-Пак» от 0,2 до 2 дм³. Эта упаковка наиболее часто используется для фасования соков. Производительность автоматических линий «Пюр-Пак» составляет около 12 000 упаковок в час.

Во Франции и ФРГ широко применяется упаковка «Гипа» и ее модификация «Нура-S». Эта упаковка состоит из корпуса квадратного сечения с закругленными углами, крышки и доньшка, изготовленных из комбинированного материала на основе алюминиевой фольги. Состав материала: полиэтилен — картон — полиэтилен — алюминиевая фольга — полиэтилен. В модификации «Нура-S» вместо наружного слоя лака применяют слой поливинилхлорида или сополимера стирола толщиной 150—200 мкм. В такой таре можно хранить соки в течение трех лет.

Мягкие пакеты для фасования соков применяют в системе «Элекстер» с асептическим розливом сока и стерилизацией электрообогревом. Система «Элекстер» была разработана для молока, но в настоящее время получила распространение для розлива соков кратковременного хранения. (Подобная установка работает в совхозе им. Ленина Московской области.) В качестве упаковочного материала фирма «Туомо Халонен» (Финляндия), которая разработала систему «Элекстер», использует двухслойную соэкструдированную пленку из полиэтилена низкой плотности для фасования соков

кратковременного (10 дней) хранения или многослойные комбинированные материалы, включающие алюминиевую фольгу или металлизированные пленки, для хранения соков в течение нескольких месяцев. Вместимость пакетов 0,2—1,0 дм³.

Формование и заполнение соком пакетов производят на фасовочно-упаковочной машине ФПС 2000 ЛЛ производительностью до 2000 упаковок в час. Машина вертикального типа, формует из материала, поступающего из рулона, рукав с вертикальным швом, в который дозируется сок. При протягивании рукава на длину пакета в вертикальном направлении упаковка в этом месте герметизируется путем термоконтakтной сварки.

В машине применяют поршневой объемный дозатор двойного действия с электропневматическим управлением. Перед образованием рукава пленка, поступающая в машину, подвергается ультрафиолетовому облучению в целях стерилизации. В фасовочно-упаковочную машину и рукав пленки постоянно подается стерильный воздух, что создает асептические условия.

При фасовании соков по методу «Элекстер» на установке (рис. 75) оборудование сначала работает в режиме предварительной термообработки в целях создания асептических условий и через установку пропускается вода, затем по достижении необходимых температурных условий начинают подавать сок. Сок из балансового бака насосом прокачивается через первый теплообменник регенерации, где теплом выходящего горячего сока нагревается до 80 °С. Отсюда сок с мякотью или молоко проходят через гомогенизатор. При переработке соков без мякоти гомогенизатор из линии исключается. Выходящий из гомогенизатора или первого теплообменника сок подвергается дальнейшему нагреванию до 115 °С во втором теплообменнике регенерации. Оба теплообменника регенерации типа «труба в трубе» имеют спиралеобразную форму и обеспечивают хороший теплообмен между входящим более холодным и выходящим горячим соком. Из второго теплообменника сок поступает в электрический подогреватель «трубу сопротивления», где нагревается электрическим током, подаваемым на внешние стенки трубы, до 140 °С и выдерживается при этой температуре 2 с. Из электрического теплообменника сок течет обратно через вто-

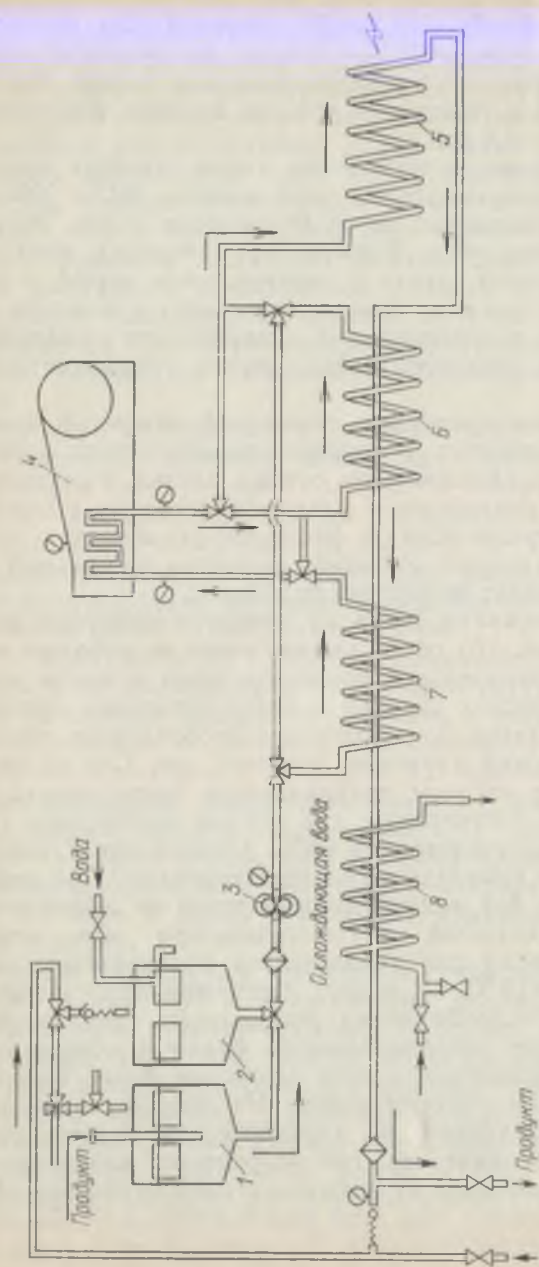


Рис. 75. Установка для стерильного фисования соков по методу «Элекстер»:

1 — балансовый бак; 2 — бак для стерильной воды; 3 — насос; 4 — насос; 5 — электростерилизатор; 6, 7 — теплообменники; 8 — охладитель.

рой и первый теплообменники регенерации, охлаждающаяся входящим соком до 40 °С. Окончательное охлаждение до 20 °С происходит в охладителе водой температурой около 10 °С.

Производительность установки 33 пакета в минуту вместимостью 0,2—0,5 дм³, ширина пленки 320 мм, давление воздуха 0,7—0,8 МПа, расход воздуха 1100 дм³/мин, расход электроэнергии 3 кВт. Режим стерилизации поддерживается автоматически. В качестве тары применяется и мягкая упаковка крупных размеров. Фирмы «Юнсон Лайн» (Швеция) и А/О «Рукка» (Финляндия) разработали новую упаковку «Рукка» — пластмассовую емкость для перевозки жидкостей в стандартных контейнерах. Упаковка состоит из внутреннего и наружного мешков и клапанов для наполнения, опорожнения и подачи воздуха. Наружный мешок выполнен из стойкого поливинилхлорида и предназначен для многократного использования (30—40 раз). Внутренний мешок выполнен из полимерного материала, разрешенного для упаковки пищевых продуктов, и предназначен для разового использования.

Перед заполнением наружный мешок разворачивают на полу контейнера и устанавливают в нем внутренний мешок. Затем в упаковку нагнетают воздух, благодаря чему она распрямляется и приобретает нужную форму. После этого в упаковку закачивают продукт, воздух при этом удаляется через выпускной клапан. После заполнения упаковки клапаны закрывают.

При доставке к месту назначения продукт перекачивают в емкость грузополучателя и одновременно в упаковку нагнетают воздух. Из пустой упаковки вынимают внутренний мешок, очищают клапаны и складывают наружный мешок для повторного использования. Пустая упаковка при вместимости 12 м³ имеет массу 70 кг, при вместимости 16 м³ — 89. Упаковка надежна в эксплуатации в диапазоне температур от минус 30 до плюс 70 °С и используется для транспортирования и кратковременного хранения концентрированных соков, вин и других пищевых жидкостей. Эффективность применения упаковки более экономична, чем цистерн.

МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ТАРА

Металлическая тара, к которой относятся банки из белой жести и алюминия, широко распространена за

рубежом. Из белой жести изготавливают банки сборные и цельнотянутые, в том числе глубокой вытяжки с утонченными стенками. Большое значение придается снижению толщины оловянного покрытия и применению надежных лаков и эмалей, предохраняющих внутреннюю поверхность тары от коррозии. Современные способы нанесения лаковых защитных покрытий в электростатическом поле позволяют получать тонкое сплошное, равномерное по толщине покрытие.

Из алюминия делают банки для соков и напитков с легко вскрываемыми крышками, тубы и другие виды тары.

В консервной промышленности СССР для фасования плодоовощных консервов и соков металлическая тара применяется значительно реже стеклянной.

Соки фасуют преимущественно в сборные цилиндрические банки из белой жести и комбинированные — с корпусом из белой жести и алюминиевыми концами, а также в алюминиевые тубы.

В связи с высокой кислотностью соков белую жечь применяют горячего лужения с двухслойным лаковым покрытием. Вместимость жестяной тары может быть до 1 дм³, однако на практике большую часть соков фасуют в мелкую тару вместимостью 155 см³, высотой 84 мм и диаметром 54 мм.

Алюминиевые тубы используют вместимостью до 0,2 дм³ с закрытым носиком. Тубы изготавливают из алюминия марки А7, устойчивого к термической стерилизации. Внутренняя поверхность туб лакированная, на наружную поверхность нанесено лакокрасочное покрытие с цветной этикеткой. На хвостовую часть туб наносят кольцевую полосу водно-аммиачной пасты шириной 12 см, которая обеспечивает герметичность туб после заполнения.

Для фасования соков используют тубы № 13, имеющие диаметр 40 мм, общую длину 199 мм, толщину стенок 0,12—0,17 мм, вместимость 170 ± 5 см³.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Абарышев В. М. Новое оборудование пиво-безалкогольной промышленности. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1987, серия 22, вып. 6. — С. 36.

Аллахвердова Л. И., Макарова Н. А. Производство плодово-ягодных соков в странах мира. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1982, серия 4, вып. 7 — С. 20.

Аллахвердова Л. И. Плодово-ягодные нектары и соки в специальной Нура-упаковке. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1981, серия 4, вып. 7 — С. 27—28.

Асептическое консервирование плодоовощных продуктов/Под ред. В. И. Рогачева. — М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. — 286 с.

Андрюшук С. П., Машталер В. М. Технология производства сока, пюре и кормовой муки из яблок//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1984. — № 7. — С. 6—8.

Бублевский И. М., Ускова Е. А. Пакет в коробке — современная тара для пищевых продуктов. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1987, серия 16, вып. 1. — С. 24.

Валуйко Г. Г., Зинченко В. И., Мехуэла Н. А. Стабилизация виноградных вин. — М.: Агропромиздат, 1987. — 56 с.

Володзько Г. В. Фруктовые газированные соки и напитки//Пищевая и перерабатывающая промышленность. — 1986. — № 11. — С. 26—27.

Гайдым Т. Л. Ультразвуковой гомогенизатор роторного типа марки РЗ-КГБ. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1982, серия 4, вып. 4. — С. 14.

Джуриканц Н. Г., Шклярук Л. Г., Халина В. И. Малоотходная технология переработки яблок//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1984. — № 7. — С. 5—6.

Додонов А. М., Кривошеева Р. Г., Фромзель О. Г. Система асептического наполнения для упаковки «мешок в ящике». — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1985, серия 11, вып. 4. — С. 1—3.

Додонов А. М., Фромзель О. Г. Упаковывание соков с применением метода «Элекстер» — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1985, серия 11, вып. 3. — С. 1—4.

Додонов А. М., Кривошеева Р. Г., Толмачева М. И. Современный зарубежный опыт упаковки безалкогольных напитков. ЦБТЭИ. — 1986. — № 4. — С. 13.

Зайчик Ц. Р. Винодельческое оборудование итальянских фирм//Виноделие и виноградарство СССР. — 1987. — № 2. — С. 61—64.

Зеленская М. И. Электродиализ — метод тартратной стабилизации виноградного сока//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1982. — № 10. — С. 34—36.

Зинченко В. И., Загоруйко В. А. Двуокись кремния для осветления сусла и стабилизации вин//Виноделие и виноградарство СССР. — 1982. — № 7 — С. 28—31.

Использование бахчевых плодов в консервной промышленности. З. П. Камнева, Л. И. Титаренко, З. И. Богданова и др. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1986, серия 18, вып. 2. — 31 с.

Кабанов Л. А., Андреев В. В. Малоотходная технология переработки яблок с получением сока, пюре и порошка//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1984. — № 7. — С. 10—12.

Кердиваренко М. А., Павлов Г. А., Кошут К. С. Осветление соков адсорбентами в потоке//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1981. — № 11. — С. 23—24.

Киселева Л. В., Калашникова Н. А. Применение ферментов в консервной промышленности//ЦБТЭИ. — 1982. — № 1. — С. 16.

Корохов В. Г., Виноградов С. П. Пресс для переработки яблок РЗ-ВП2-Ш-5 и его эксплуатация//Пищевая и перерабатывающая промышленность. — 1985. — № 12. — С. 34—35.

Консервы и концентраты для детского питания /Е. Т. Дмитриева, Г. М. Евстигнеев, З. А. Марх и др. /Под ред. А. Н. Самсоновой. — М.: Агропромиздат, 1985. — 245 с.

Королева Н. А., Вернер Е. А. Способ измельчения растительного сырья. — М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1984, вып. 4, с. 3—4.

Кузьмин С. И. Производство и международная торговля консервированными фруктами и овощами. Консервная промышленность Индии. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1984. — серия 11, вып. 3. — С. 9—13.

Лаврова В. Л. Новая упаковка для транспортировки жидкой продукции. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1988, серия «Пищевая промышленность», вып. 1. — С. 1—2.

Ленточный пресс непрерывного действия Ш10-КПЕ для отжима сока из яблок //Консервная и овощесушильная промышленность. — 1984. — № 11. — С. 24.

Марчук Г. С. Комплексная переработка яблочных выжимок. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1986, серия 15, вып. 11. — С. 16.

Муравин Я. Г., Додонов А. И. Полимерные бутылки и банки в пищевой промышленности //Пищевая и перерабатывающая промышленность. — 1985. — № 1. — С. 56—60.

Опыт работы по перепрофилированию предприятий винодельческой промышленности на производство продуктов питания /В. А. Ломачинский, А. Н. Самсонова, Е. Т. Дмитриева и др. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1987, серия 15, вып. 2. — С. 33.

Опыт производства соков и сокоматериалов в производственном объединении «Адыгейское» /М. А. Чунтыжев, А. А. Тхабисимова, С. П. Авакянц и др. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1987, серия 7, вып. 6. — С. 1—3.

Особенности производства соков из томатов /З. П. Камнева, Ф. И. Коган, С. А. Мордвинова и др. //Консервная и овощесушильная промышленность. — 1981. — № 5. — С. 15—17.

Оборудование для измельчения плодов, отделения сока первой фракции и прессования плодовой мезги /В. П. Тихонов, В. А. Виноградов, О. А. Черных, А. Ф. Волков. — М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1984. — вып. 9. — С. 4—10.

Поляков В. И. Применение центрифуг для комплексной переработки яблок. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1983, серия 4, вып. 8. — С. 26.

Полякова М. М., Поляков В. И. Качество сока и пюре, полученных на линиях комплексной переработки яблок//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1984. — № 7. — С. 16—20.

Прессование винограда целыми гроздьями на ленточном прессе Ш10-КПЕ //Виноделие и виноградарство СССР. — 1987. — № 3. — с. 48—50.

Прессы для винодельческой промышленности /А. В. Иваненко, П. И. Липнягов, П. И. Колинчук, Ш. Р. Мавлянов. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1986, серия 15, вып. 2. — С. 17.

Применение мембранной технологии в пищевой промышленности. /З. А. Троян, Г. А. Клещюнова, П. Н. Коростелева и др. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1982, серия 4, вып. 14. — С. 27.

Производство натуральных плодовых соков с мякотью с применением непрерывнодействующих фильтрующих центрифуг /О. В. Харченкова, Е. П. Ляшенко, Г. А. Клещюнова и др. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1981, серия 4, вып. 8. — С. 44.

Репнина Е. Г. Разработка рациональной технологии по комплексной переработке плодов шиповника на сок и другие витаминные продукты. — В книге: Витаминные растительные продукты и их использование. — М.: МГУ, 1977, с. 296—304.

Ротенберг Н. Х. Технологическое оборудование для производства томатного сока //Консервная и овощесушильная промышленность. — 1984. — № 6. — С. 27—28.

Собор М. В. Использование шнекового лопастного экстрактора для получения диффузионного сока//Виноделие и виноградарство СССР. — 1987. — № 4. — С. 46—47.

Самсонова А. Н., Брумштейн В. Д. Ферменты в производстве фруктовых и овощных соков. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1980, вып. 6. — С. 12—16.

Самсонова А. Н. Современные линии и оборудование для производства фруктовых соков. — М.: ЦБТИ, 1983, вып. 2, с. 27.

Сандик И. В. Опыт применения электроплазмоллиза для интенсификации производства сока//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1983. — № 5. — С. 10—11.

Способы концентрирования жидких пищевых продуктов/О. Г. Комяков, О. А. Филиппенко, О. Б. Уряш и др. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1987, серия 18, вып. 4, с. 24.

Справочник по виноделию/Под ред. Г. Г. Валушко. — М., Агропромиздат, 1985. — 444 с.

Справочник. Химический состав пищевых продуктов/Под ред. И. М. Скурихина. — М.: Агропромиздат, 1987. — 222 с.

Тибор Абрахам. Новые методы очистки томатной пульпы//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1981, — № 3. — С. 44—46.

Тихонов В. П., Виноградов В. А., Кнышева В. В. Аппарат теплообменник с очищаемой поверхностью нагрева А9-КБД. — М., ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1987, вып. 4. — С. 4—7.

Траян З. А., Клещюнова Г. А. Применение ультрафильтрации для осветления яблочного сока//Пищевая и перерабатывающая промышленность. — 1986. — № 11. — С. 38—39.

Ушева В. Б., Ричев Г. Разработка рецептур и технологии для производства концентрированных фруктовых напитков//Научни трудове НИИКП. — 1984. — С. 53—61.

Ушева В. Б. Приложение на мембраните методи в хранителна промишленност. — София, Техника, 1986. — 54 с.

Фишман Г. М. Переработка цитрусовых плодов. — Тбилиси: ГрузНИИТИ, 1979. — 60 с.

Фишман Г. М., Папунидзе Г. Р. Цитрусовые консервы. — Батуми. Сабчота Аджара, 1982. — 29 с.

Флауменбаум Б. Л., Никитенко Л. В., Качуровская Т. В. Влияние химического состава плодов на сокоотдачу//Известия вузов. Пищевая технология. — 1986. — № 6. — С. 32—35.

Флауменбаум Б. Л., Танчев С. С., Гришин М. А. Основы консервирования пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 487 с.

Чуркин А. А., Нилов В. В. Установка стабилизации вин к коллоидным и кристаллическим помутнениям//Виноделие и виноградарство СССР. — 1984. — № 1. — С. 37—38.

Шобингер У. Плодово-ягодные и овощные соки/Пер. с нем. под ред. А. Н. Самсоновой. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 465 с.

Щеглов Ю. А., Рудковская Г. В., Рожко В. С. Применение электроплазмоллиза в производстве томат-пасты//Консервная и овощесушильная промышленность. — 1983. — № 5. — С. 8—10.

Хохлова Т. Н., Михайлова Т. Н. Получение фруктовых соков экстракцией в противотоке. — М.: АгроНИИТЭИПП. 1987, серия 11, вып. 6. — С. 3—4.

Яцына А. Н., Магомедов З. Б., Талвари А. А. Осветление виноградного сусла//Пищевая промышленность. — 1988. — № 8. — С. 29—31.

Beresovsky N. Zukünftige Entwicklungen der Fruchtsafttechnologie in Überblick//Confructa Studien. — 1985. — N 3. — P. 185—190.

Bott E., Hempton H. Der Einsatz von Separatoren und Dekantern bei der Verarbeitung von Früchten//Flüssiges Obst. — 1986. — N 10. — P. 504—512.

Carriere A., Mottard P. De l'influence de certaines conditions en diffusion sur la presabilité des pulpeuses//JAA Juillet/Aout. — 1986. — N 7. — P. 629—637.

Dorreich K. Apfelsaftherstellung ohne Verwendung von pressen — ein Erfahrungsbericht//Flüssiges Obst. — 1986. — N 12. — P. 653—656.

Fisher R. P., Müller H. Direkte Wärmeübertragung — Neues Verfahren zur thermischen Haltbarmachung von Frucht- und Gemüsesäften//Flüssiges Obst. — 1986. — N 10. — P. 513—517.

Glunk U. Fruchtsaftprofundtion//Flüssiges Obst. — 1981. — V. 48. — N 8. — P. 235—247.

Görtges S., Jost V., Dickmann H. Flotation — eine neue Möglichkeit der Fruchtsaftklärung — Teil 2//Flüssiges Obst. — 1986. — N 4. — P. 188—191, 194—197.

James C. Moyer: Apple juice extraction in book//Apple Juice workshop. — 1984. — N 54. — P. 13—18.

Johnson R. K., Chandler B. V. Debitting and de-acidification of fruit juices//Food Technology in Australia. — 1986. — V. 38. — N 5. — P. 295—297.

Korth A., Sennwald K. Auszug aus dem Geschäftsbericht der Verbandes der deutschen Fruchtsaftindustrie e. v. Teil 1, 2, 3//Flüssiges Obst. — 1986. — N 7. — P. 364—367; 1986. — N 9. — P. 468—477; 1986. — N 10. — P. 546—548.

Kowalczuk E., Lenart A., Lewicki P. Badanie przebiegu procesu

ekstrakcji soku z wytlukow jablkowych w prototypowej laboratory-
ines baterii ekstrakcyjnej. //Przemysl fermentacyjny i owocowowar-
zywny. — 1984. — N 12. — P. 9—12.

Lenart A. Stan in perspektywy zastosowania metody dyfuzyi do pozyskiwania soku jablkowego. //Przemysl fermentacyjny i owo-
cowowarzywny. — 1986. — N 2. — P. 17—20.

Mösland H. Ultrafiltration in the Fruit Juice Industry. //Confructa. — 1984. — V. 29. — N 3. — P. 219—224.

Mylius V. Membranfiltration in der Nahrungsmittelindustrie. //Int. Z. für Lebensmitteltechnologie und Verfahrenstechnik. — 1983. — N 6. — P. 529—534.

Nagel C. W., Schobinger V. Untersuchungen über die Bildung von Trübungen in Apfel- und Birnesaftkonzentraten nach vorheriger Ultrafiltration. //Confructa Studien. — 1986. — N 1. — P. 16—22.

Otto K., Sörtges S., Jost V. Flotation — eine neue Möglichkeit der Fruchtsaftklärung. //Flüssiges Obst. — 1985. — N 9. — P. 471—477.

Pifferi P. G., Preziuso M. Immobilization of endopolygalacturonase on α -Alumina for the Treatment of Fruit Juices. //Lebensmittelwiss. u. Technol. — 1987. — V. 20. — N 3. — P. 137—142.

Robert J. Swientek. Metallic Membran filtration. //Food processing. — 1987. — N 1. — P. 74—75.

Roguel E. Production et consommation des jus de fruits et boissons aux fruits. //Flüssiges Obst. — 1983. — N 5. — P. 232—237.

Rohrig G. Spezielle Mostobstsoven — Erfahrungen mit vofen sauren Apfelsorten. //Flüssiges Obst. — 1985. — N 12. — P. 657—658.

Schoneud Zerkleinern mit cell-cracking. //Die industrielle Obst und Gemüseverwertung. — 1985. — N 7. — P. 335—336.

Sterling W. K., Hildeskein K. Lückenloses Zusammenspiel von Lagertechnischen Anlagenbau und rationeller Bedientechnik. //Die industrielle Obst und Gemüseverwertung. — 1986. — V. 71. — N 11. — P. 488—496.

Schimpel H. Andritz CPF—F Belt press for Fruit processing. //Flüssiges Obst. — 1985. — N 1. — P. 22—25.

Schmitt B. Neue Wege zur enzymatischen Verflüssigung von Obst und Gemüse. //Flüssiges Obst. — 1983. — N 1. — P. 23—27.

Universalfruchtpresse. Multipresse. //Die ind. Obst und Gemüseverwertung. — 1986. — V. 71. — N 11. — P. 489—490.

Wucherpennig K., Dietrich H., Schelz R. Einfluss der Enzymierung und Schönung von Apfelsaft auf die Fluxrate in ultrafiltration Usanlagen. //Flüssiges Obst. — 1985. — N 6. — P. 304—330.

Wucherpennig K. Wirkungsweise verschiedene Klärverfahren im Hinblick auf das Bückhaltevermögen kolloidaler Saftbestandteile. //Flüssiges Obst. — 1986. — N 10. — P. 527—538.

Yamasaki S. Die Fruchtsaftindustrie in Japan. //Flüssiges Obst. — 1984. — N 5. — P. 226—228.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Глава 1. Пищевая ценность соков и требования к их качеству	7
Пищевая ценность соков	7
Требования к качеству соков по международным стандартам	15
Глава 2. Общие процессы производства соков	19
Подготовка плодов перед извлечением сока	20
Извлечение сока	39
Глава 3. Очистка и осветление соков	73
Очистка	74
Сепарирование	78
Осветление	81
Очистка и осветление с помощью мембран	96
Фильтрация	107
Деаэрация	115
Глава 4. Производство отдельных видов фруктовых соков	118
Яблочный сок	118
Виноградный сок	123
Соки из ягод	137
Соки из косточковых плодов	139
Гранатовый сок	141
Сок из шиповника	147
Соки из цитрусовых плодов	149
Глава 5. Соки с мякотью (нектары)	155
Оборудование для производства нектаров	156
Натуральные соки с мякотью	171
Фруктовые соки с мякотью и сахаром	174
Нектары для детского и диетического питания	175
Глава 6. Овощные соки	177
Соки из кислых овощей	177
Соки из малокислых овощей и подкисленные	184
Соки из овощей, прошедших молочнокислое брожение	188
Овощные соки с мякотью (нектары)	190
Смешанные овощные соки (коктейли)	195
Глава 7. Концентрирование соков	193
Концентрирование выпариванием	199
Концентрирование вымораживанием	219
Концентрирование при помощи мембран	222

Глава 8. Напитки	225
Фруктовые напитки	225
Концентрированные напитки	230
Газированные соки и напитки	230
Вещества для подслащивания соков и напитков	235
Глава 9. Консервирование соков	241
Термические способы консервирования	242
Консервирование химическими средствами	260
Глава 10. Тара для соков	271
Стеклянная тара	271
Полимерная тара	272
Металлическая тара	279
Список использованной литературы	281

**Самсонова Анна Николаевна
Ушева Величка Борисовна**

ФРУКТОВЫЕ И ОВОЩНЫЕ СОКИ

Техника и технология

Зав. редакцией *Л. М. Богатая*
Художественный редактор *В. А. Чуракова*
Технический редактор *Ю. Г. Москалева*
Корректор *Н. Я. Туманова*

ИБ № 5473

Сдано в набор 06.09.89. Подписано к печати 29.11.89. Т-03946.
Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура Литературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 15,12. Усл. кр.-отт. 15,12. Уч.-изд.
л. 15,81. Изд. № 122. Тираж 14 600 экз. Заказ № 5624. Цена 1 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,
107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Областная типография управления издательств, полиграфии
и книжной торговли Ивановского облисполкома.
153628, г. Иваново, ул. Типографская, 6.

