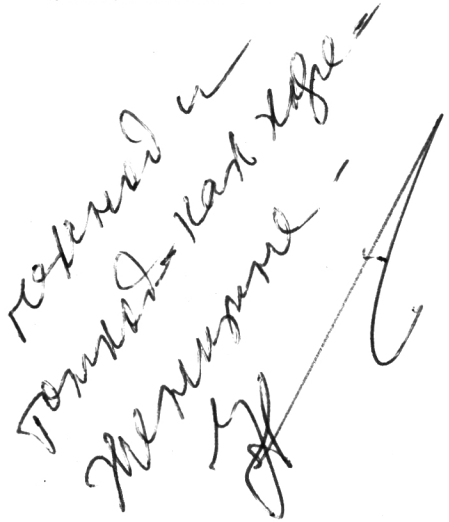
Ф. Г. НАХМЕДОВ

Технология кофепродуктов

Ф. Г. НАХМЕДОВ

Технология кофепродуктов



инв. 1240

МОСКВА
"ЛЕГКАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ"
1984

ББК 36.98
Н-34
УДК 663.93.011

Рецензенты: канд. техн. наук **А.Ф. Наместников**
и канд. техн. наук **А.Ф. Доронин**

Нахмедов Ф.Г. Технология кофепродуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 184 с.

В книге рассмотрены состояние и перспективы развития производства кофепродуктов. Изложена современная технология кофе натурального жареного в зернах, молотого и растворимого, а также сухих растворимых, пастообразных и нерастворимых кофепродуктов.

Освещены вопросы первичной переработки кофе и цикория, теоретические основы процессов обжаривания кофе, цикория, злаковых и других видов сырья, экстрагирования обжаренных полуфабрикатов, сушки экстрактов и хранения готовой продукции. Уделено внимание переработке отходов и безотходной технологии.

Предназначена для инженеров, химиков, технологов кофецикорного производства и специалистов других отраслей, использующих кофе и кофепродукты в качестве добавок.

Табл. 50. Ил. 39. Библиография – 86 назв.

Н $\frac{2909000000 - 084}{044(01) - 84}$ 84 – 84

©Издательство "Легкая и пищевая промышленность", 1984.

Ф. Г. НАХМЕДОВ

Технология кофепродуктов

инв. 1219

МОСКВА
"ЛЕГКАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ"
1984

ББК 36.98
Н-34
УДК 663.93.011

Рецензенты: канд. техн. наук **А.Ф. Наместников**
и канд. техн. наук **А.Ф. Доронин**

Нахмедов Ф.Г. Технология кофепродуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 184 с.

В книге рассмотрены состояние и перспективы развития производства кофепродуктов. Изложена современная технология кофе натурального жареного в зернах, молотого и растворимого, а также сухих растворимых, пастообразных и нерастворимых кофепродуктов.

Освещены вопросы первичной переработки кофе и цикория, теоретические основы процессов обжаривания кофе, цикория, злаковых и других видов сырья, экстрагирования обжаренных полуфабрикатов, сушки экстрактов и хранения готовой продукции. Уделено внимание переработке отходов и безотходной технологии.

Предназначена для инженеров, химиков, технологов кофецикорного производства и специалистов других отраслей, использующих кофе и кофепродукты в качестве добавок.

Табл. 50. Ил. 39. Библиография – 86 назв.

Н $\frac{2909000000 - 084}{044(01) - 84}$ 84 – 84

©Издательство "Легкая и пищевая промышленность", 1984.

ВВЕДЕНИЕ

Кофепродукты представляют собой вкусовые продукты, вырабатываемые из кофе и его заменителей (цикорий, злаковые, соя, дубовые желуди и другие виды растительного сырья). Ассортимент кофепродуктов, известных в СССР и за рубежом, очень широк.

В зависимости от используемого сырья и технологии кофепродукты подразделяются на следующие группы: кофе натуральный жареный в зернах и молотый, кофе натуральный растворимый, кофейные напитки нерастворимые, кофейные напитки растворимые порошкообразные, кофейные напитки растворимые пастообразные, кофе без кофеина, кофе и кофейные напитки с молоком.

Кофе натуральный жареный молотый вырабатывают из кофейных зерен высшего и I сортов или с добавлением цикория до 20%. В США, Канаде и некоторых других странах кофе жареный молотый производят с добавлением до 50% цикория или смеси злаковых (ячмень, рожь, пшеница и др.). Кофе натуральный жареный в зернах выпускают в основном из сырья высшего и I сортов.

Кофе натуральный растворимый изготовляют из кофейных зерен I и II сортов; высшие сорта кофе из-за низкого содержания в них экстрактивных веществ для производства растворимого кофе не используются. Для производства нерастворимых и растворимых кофейных напитков наряду с кофе используется цикорий, ячмень, рожь, овес, пшеница, кукуруза, желуди, каштаны и другие виды сырья.

Кофе без кофеина, известный как декофеинизированный, вырабатывают из кофейных зерен высшего, I и II сортов, из которых кофеин предварительно удален. Эти зерна затем перерабатывают для изготовления молотого кофе, растворимого или выпускают в виде зерен. В СССР кофе без кофеина не выпускают.

Для выработки кофе и кофейных напитков с молоком используют сгущенное молоко или сливки, сахар. Изготовляют их в жидком и сухом виде, в мелкой и крупной фасовке для системы общественного питания и торговли.

Основным сырьем, используемым в производстве кофепродуктов, является натуральный кофе.

История возделывания и употребления кофе берет свое начало с середины X столетия. Согласно одним историческим данным, название "кофе"

происходит от наименования местности Кэфа, находящейся в Эфиопии, поэтому родиной кофейных растений считают Эфиопию. По другим источникам, "кофе" происходит от арабского слова "каави", отсюда и название "арабский кофе".

В настоящее время установлено, что родиной кофе являются прилегающие к Красному морю северо-восточные районы Эфиопии, юго-западные районы Саудовской Аравии и Йемен[1] (Дастор, 1976).

До 1200 г. кофе употребляло население в основном на побережье Красного моря: в Хараре (Эфиопия), Адене и Моха (Йемен), находившихся на пути паломников в Мекку. К 1300 г. кофе получил распространение в Египте, Италии, Греции, Испании и Франции. В 1600 г. мусульманские пилигримы завезли кофейные зерна с Аравийского полуострова в Индию, и с этого времени кофе стали выращивать также в Южной Азии.

В Европе кофе впервые в небольшом количестве начали продавать в 1640 г. в Амстердаме, а с 1663 г. нидерландские корабли уже регулярно вывозили его через йеменский порт Моха. Этот кофе впоследствии стали называть "Мокко". Вскоре кофе был завезен в Англию и Северную Америку. В России кофе появился в начале XVIII в. из Нидерландов и Германии.

В 1715–1730 гг. кофе начали культивировать на Гаити, Ямайке и Кубе. Уже в те времена на островах Карибского моря ежегодно производили около 30 тыс. т сырого кофе. Примерно в это же время кофе начали выращивать на о-ве Ява и в других районах Юго-Восточной Азии (Сивец и Фут, 1963; Дастор, 1976).

В Бразилии первые кофейные плантации были заложены в 1729 г. Благодаря благоприятным почвенно-климатическим условиям производство кофе в этой стране стало усиленно развиваться. После 1850 г. выращивание и производство кофе широко распространились в других странах Латинской Америки.

В настоящее время кофе выращивают более чем в 70 странах Азии, Африки, Латинской Америки и Океании. Однако крупнейшей кофепроизводящей страной мира является Бразилия, на долю которой приходится более 40% мирового производства и экспорта сырого кофе (табл. 1).

Производство кофе в наиболее крупных странах-производителях подвергается значительным колебаниям, что объясняется главным образом влиянием неблагоприятных погодных условий на урожайность. По прогнозам Международной организации кофе (МОК), в 1985–1990 гг. мировое производство кофе достигнет 6–6,4 млн. т, т.е. производство и потребление кофе будут находиться в примерном равновесии.

Потребление кофе в отдельных странах зависит от национальных традиций и общего ассортимента потребления других напитков.

---

[1] В настоящее время Южный Йемен со столицей г. Аден – Народная Демократическая Республика Йемен; города Мекка и Ходейда – в Йеменской Арабской Республике.

Таблица 1

Мировое производство сырого кофе по годам, тыс. т (по данным Бюллетеня ФАО, 1983 г.)

Страна	1980/1981	1981/1982	1982/1983	Страна	1980/1981	1981/1982	1982/1983
Всего	5116	5836	4890	Индия	120	150	126
Бразилия	1290	1980	1065	Камерун	117	114	112
Колумбия	810	840	798	Кения	100	98	90
Берег Слоновой Кости	362	252	225	Эквадор	91	102	110
Мексика	232	240	246	Гондурас	71	74	87
Индонезия	310	310	315	Перу	70	69	57
Эфиопия	196	192	201	Мадагаскар	69	78	72
Гватемала	162	159	148	Венесуэла	55	60	54
Сальвадор	161	143	174	Никарагуа	56	57	65
Уганда	128	162	192	Ангола	35	24	32

Во всех странах наблюдается тенденция к интенсивному увеличению производства кофепродуктов, вырабатываемых из различных кофезаменителей. Это объясняется не только колебанием конъюнктуры на мировом рынке, но и повышением спроса потребителей на кофепродукты, не содержащие возбуждающих веществ.

После натурального кофе цикорий является вторым по ценности сырьем, используемым для производства кофепродуктов. Родиной цикория считаются Египет и страны, прилегающие к Средиземному морю. Исторические факты свидетельствуют о том, что еще в средние века экстракты из листьев и корней цикория применяли в медицине. Наиболее широкое распространение цикорий как техническая культура получил в первой половине XVIII в. Именно в этот период его стали использовать в качестве заменителя натурального кофе (Брексмейер, 1977). Первые плантации цикория для промышленной переработки были заложены в Европе в середине XVII в. на территории Германии, а затем в Чехии, Словакии, Бельгии, Нидерландах и Франции. В Америке цикорий стали выращивать в 1778 г., а в России – в 1804 г. (Лерокс, 1963).

До начала XX в. основными производителями и поставщиками цикория были страны Западной Европы и прежде всего Германия, Франция, Нидерланды.

В настоящее время самой крупной страной, производящей цикорий, является Франция (свыше 150 тыс. т в год), затем следуют ФРГ, Бельгия, Нидерланды (50–90 тыс. т в год каждая), Польша (75–80 тыс. т), Чехословакия (25–30 тыс. т) и др. США цикорий в основном импортирует (ежегодно около 10 тыс. т).

Производство и переработка цикория в дореволюционной России были сосредоточены главным образом в Ярославской губернии, где посевная площадь под цикорием составляла около 800 га и ежегодно перерабаты-

валось около 8–9 тыс. т корнеплодов. К 1938 г. посевная площадь под цикорием достигла 24 тыс. га, а объем производства составил 55 тыс. т. Наряду с Ярославской и Ивановской областями РСФСР культура цикория распространилась также в Хмельницкой и Житомирской областях Украинской ССР.

В годы Великой Отечественной войны производство цикория в Советском Союзе резко упало, но после войны вновь стало расти. В 1980 г. в стране было заготовлено 33,7 тыс. т корнеплодов, в 1981 г. – 37,6, в 1982 г. – 35,6, в 1983 г. – 40,5 тыс. т. Более 75% вырабатываемого в стране свежего цикория приходится на долю Украинской ССР и 25% – на долю РСФСР.

В ближайшие годы объем заготовок и переработки корнеплодов цикория в стране предусмотрено довести до 90 тыс. т в год.

В общем ассортименте кофепродуктов (около 50 наименований), вырабатываемых в СССР, более 30 наименований выпускается с использованием цикория, в том числе 20 наименований нерастворимых и 10 – растворимых (порошкообразных и пастообразных).

Кофе-цикорное производство – одно из самых молодых в пищеконцентратной промышленности. По объему производства кофепродукты составляют всего около 10% общего объема производства пищеконцентратной продукции, а по объему валовой продукции – 55–60%. Учитывая растущий спрос населения на кофепродукты (особенно на растворимые и нерастворимые кофейные напитки с пониженным содержанием кофеина или не содержащих его), в ближайшие годы намечено резко увеличить их выпуск.

В СССР за короткое время заложены основы производства новых видов растворимых кофейных напитков из местного сырья и по отечественной технологии. Определенные успехи достигнуты и в создании отечественного оборудования: обжарочных аппаратов, экстракторов непрерывного действия, распылительных сушилок, фасовочных автоматов и т.д.

В основе производства кофепродуктов лежат сложные биохимические и физико-химические процессы, сопровождающиеся окислительными, неферментативными и пирогенетическими изменениями одних веществ, взаимопревращениями и распадом других и полным исчезновением третьих. При этом образуется более сотни новых компонентов, обусловливающих органолептические и физико-химические показатели готовой продукции. Эти изменения являются результатом воздействия на сырье комплекса физических, термодинамических, гидродинамических и теплофизических процессов, происходящих при обжаривании и экстракции сырья и сушке экстракта. Учитывая, что используемые для производства кофепродуктов виды и сорта сырья резко различаются по анатомоморфологической структуре и химическому составу, влияние технологических процессов на сырье разное.

Это в свою очередь вызывает необходимость создания технологических режимов с учетом особенностей конкретного сырья и применения мето-

дов контроля, способствующих оптимизации всего технологического цикла производства того или иного кофепродукта.

Знание биохимических и физико-химических основ производства кофепродуктов позволяет глубже проникать в механизм технологических процессов и тем самым помогает специалистам в решении практических задач.

Фасовка и упаковка являются важными факторами сохранения качества кофепродуктов. Тонкий аромат и высокая гигроскопичность кофепродуктов предъявляют особые требования к таре и упаковочным материалам. Поэтому рекомендации по использованию новых видов полимерных материалов наряду с комбинированными, металлическими и другими видами тары имеют большое значение.

Как в СССР, так и в других кофеперерабатывающих странах важной проблемой являются утилизация отходов и создание безотходной технологии производства растворимых кофепродуктов. Разработка оптимального способа переработки отходов (шлама), образующихся в процессе производства растворимых кофепродуктов, позволит рационально и комплексно использовать сырье и в значительной мере повысить эффективность производства.

В основу книги положены результаты многолетних работ автора, а также достижения отечественных и зарубежных биохимиков, физиков, технологов, механиков и крупнейших фирм, специализирующихся в области техники и технологии кофепродуктов.

Автор выражает глубокую благодарность рецензентам канд. техн. наук А.Ф. Наместникову и канд. техн. наук А.Ф. Доронину за ценные рекомендации и замечания при работе над рукописью и при подготовке книги к изданию.

ГЛАВА 1. ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОФЕПРОДУКТОВ

КОФЕ НАТУРАЛЬНЫЙ

Кофе натуральный представляет собой семена (зерна) кофейных растений из рода Coffea (C.) Linney семейства Мареновых – Rubiaceae. Практическое применение нашли следующие ботанические виды: Coffea Arabica Linney (Аравийский кофе, или Арабика); Coffea Canephora Pierre (Канифора, или Робуста); Coffea Liberica Hiern (Либерийский кофе, или Либерика).

Кроме этих культурных видов известно более 25 разновидностей дикорастущего кофе, из которых только несколько видов представляют интерес для культивирования: C. Vianneyi Leroy семейства Mascaro-coffea, C. Racemosa, C. Congensis и др. Наряду с этим выведен ряд гибридов, таких, как C. Arabusta (гибрид видов кофе Арабика и Робуста), C. Timor и другие, которые по урожайности, устойчивости к морозам и различным заболеваниям относят к перспективным.

Около 3/4 мирового производства кофе приходится на долю вида Арабика, который распространен во всех основных кофепроизводящих странах Латинской Америки, Центральной Африки, Юго-Восточной Азии, и примерно 1/4 – на долю вида Робуста, который выращивают в странах Восточной Африки и Юго-Восточной Азии, а с недавнего времени и в Бразилии. Кофейные растения вида Либерика произрастают только на Западном побережье Африки, и в общем объеме производимого в мире кофе их удельный вес незначителен.

Кофейные растения произрастают в тропиках с умеренным климатом и на рыхлых песчаных почвах, богатых перегноем, фосфором и калием.

Кофейные растения размножаются семенами, которые высаживают непосредственно в открытый грунт, или предварительно выращивают рассаду, а затем ее высаживают в почву. Растения плодоносят через 1–2 года после посадки, но массовый сбор урожая начинается на четвертом или пятом году в зависимости от условий и зоны произрастания.

Кофе – многолетнее растение, способное интенсивно плодоносить в течение 25–30 лет, после чего урожайность его падает, но растение может жить до 200 лет. Высота культурных кофейных растений достигает 2–4 м, а дикорастущих – 6–10 м. Для удобства сбора урожая новые плантации закладывают из расчета выращивания кофейных растений в виде кустов высотой не более 1–1,5 м. Листья кофейных растений вечнозеленые, цветы небольшого размера, белые, ароматные. Цветение растений продолжается 4–5 мес и более. Кофейные плоды созревают через

6–7 мес после цветения. Созревание зависит от почвенно-климатических условий, чаще всего начинается в октябре и длится до весны следующего года.

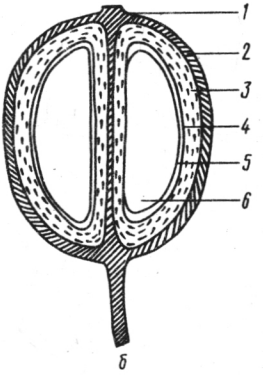
Строение кофейных плодов и их зерен

Плоды кофейных растений имеют овальную или шаровидную форму, в зрелом состоянии окрашены в красный или желтовато-оранжевый цвет в зависимости от вида растения.

Строение плодов кофе показано на рис. 1. Под наружной плодовой оболочкой плода расположена плодовая мякоть, в которой находятся два прижатых друг к другу полуовальных зерна. Каждое зерно заключено в роговую оболочку, снаружи покрытую тонким слоем слизи. Под роговой оболочкой имеется еще семенная оболочка, называемая "серебристой кожицей", в которой собственно и помещаются семена кофе. Одна сторона зерна округлая, другая – плоская. На плоской стороне зерен имеется продольный глубокий желобок, от которого отходит



а



б

Рис. 1. Плоды кофейного дерева:
а – ветка кофейного дерева с плодами и цветами; *б* – строение плодов кофе; *1* – наружная плодовая оболочка; *2* – плодовая мякоть; *3* – слизистый слой; *4* – роговая (пергаментная) оболочка; *5* – серебристосеменная оболочка; *6* – зерно

маленький зародыш, расположенный в эндосперме и составляющий основную массу зерен. У некоторых разновидностей кофейных растений в плоде развивается лишь одно крупное зерно, а другое не достигает зрелости. В таких случаях предпочтение отдается максимально развившимся круглым (крупным) зернам. Встречаются также разновидности кофейных растений, в плодах которых развивается более четырех мелких зерен. Такие кофейные растения имеют ограниченное распространение.

Размеры кофейных зерен, как и их морфологические и физико-химические показатели, зависят от разновидности и ботанического сорта кофейных растений, условий произрастания и применяемых агротехнических методов выращивания.

Сорта кофе

Названия кофе происходят в основном от названий портов, откуда его вывозят, или мест произрастания кофейных растений.

Характеристика основных видов и сортов сырого кофе

Сорт кофе	Внешний вид зерен
	Coffea Arabica
Вьетнамский (А-1 и А-2)	Средних размеров, неоднородные по величине и окраске. Форма зерен плоская и округлая
Гватемальский	Крупные, продолговатые, однородные по форме и цвету, слегка округлой формы
Индийский	
Черри	Крупные, мытые, однородные по цвету, форме, величине, продолговатые, сильно вогнутые
Плантейшн А	То же
Плантейшн Б	"
Индонезийский	Средние, однородные, слегка вогнутые
Йеменский (Ходейда)	Мелкие, неоднородные по величине и форме, пестрые по окраске, кругловатые, правильной формы
Камерунский	Средних размеров, с шероховатой поверхностью, однородные по форме, окраске и величине
Кенийский	Крупные, удлиненные, красивые, однородные по форме, размерам, окраске
Колумбийский (Меделлин)	Крупные, удлиненные, с гладкой полированной плоской поверхностью, однородные по форме, размеру и цвету
Коста-Риканский	Крупные, мытые, однородные по форме, размеру, цвету, слегка округлой формы
Мексиканский	
Прима-Вошд	Крупные, мытые, однородные с гладкой поверхностью
Прима-Лавадо	Крупные, однородные, с гладкой и полированной поверхностью
Никарагуанский	Средние, однородные с гладкой поверхностью, вогнутые
Перуанский (Лавадо)	Крупные, однородные, с гладкой поверхностью
Пуэрто-Риканский	Крупные

Так, в Бразилии, в штате Сан-Паулу, являющемся крупнейшим в стране поставщиком кофе, все ботанические сорта, попадающие в порт Сантус для вывоза на экспорт, получили общее название Сантос, куда

Таблица 2

Цвет	Масса зерен в 10^{-1} л, г	Количество зерен в 10^{-1} л, шт.	Количество недоброкачественных зерен, %
Linney (Арабика)			
Светло-желтый с зеленоватым оттенком	60	410	10,0–12,0
Светло-зеленый с серовато-синим оттенком	65	420	4,0–6,0
Светло-зеленый с серым оттенком	70	430	3,0–5,0
Светлый с серым оттенком	70	435	1,5–2,0
Светло-зеленый	68	430	1,5–2,0
Светло-зеленый	65	438	3,0–5,0
От оливково-зеленого до коричневато-зеленого	65	560	8,0–10,0
Зеленый с серым оттенком	75	430	6,0–10,0
От синевато-зеленого до темно-зеленого	70	440	2,5–3,0
От светло- до темно-зеленого с сероватым оттенком	65	370	3–5,0
Зеленовато-синий	70	395	2,5–3,0
Серовато-зеленый	72	400	1,5–2,0
Светло-зеленый с серым оттенком	70	390	1,5–2,0
Светло-зеленый с серым матовым оттенком	65	468	2,0–3,0
Зеленовато-синий	60	485	2,0–2,5
От серо-синего до темно-зеленовато-синего	61	490	2,0–2,3

Сорт кофе	Внешний вид зерен
Руандийский	Средние, неоднородные, форма слегка удлиненная
Танзанийский	Крупные, красивые, однородные по форме, окраске, величине, форма слегка удлиненная
Танганьикский	Крупные, красивые, однородные по форме, окраске, величине, форма заметно удлиненная
Эфиопский (Харари, Гимби-4)	Средние, однородные по форме, окраске, величине, несколько удлиненные, слегка вздутые
	Coffea Canephora
Ангольский (2 ВВ)	Мелкие, неоднородные по размеру, форме, цвету; встречаются сплющенные зерна
Берега Слоновой Кости	Средних размеров, однородные по форме, цвету и размеру
Бразильский (Сантос № 1–4)	Мелкие, однородные по окраске, форме, размерам; вогнутые, с плоской поверхностью
Бразильский (Парана № 4)	Близки к Сантосу, но несколько крупнее
Вьетнамский	
Робуста	Мелкие, неоднородные по размеру, цвету и форме; встречаются давленые
Шари	Мелкие, округло-вздутые, ракушкообразные, пестро окрашенные
Гвинейский (Сюперриор)	Пестрые по окраске и неравномерные по размеру, ракушкообразной формы
Эфиопский (Джимма)	Средних размеров, однородные по форме, окраске, величине, форма удлиненная, слегка вздутая
Индийский (Черри АВ, Черри РВ)	Средних размеров, однородные, с гладкой поверхностью
Индонезийский	Средних размеров, однородные по форме, величине и цвету
Камерунский	Средних и мелких размеров, однородные, встречаются давленые
Кенийский	Средних размеров, неоднородные и весьма пестрые по размеру, цвету и форме
Мадагаскарский	Средних и мелких размеров, неоднородные, пестрые по форме, размеру и цвету

Продолжение таблицы 2

Цвет	Масса зерен в 10^{-1} л, г	Количество зерен в 10^{-1} л, шт.	Количество недоброкачественных зерен, %
Серовато-зеленый с матовым оттенком	63	445	3,5–4,0
То же	65	450	2,5–4,0
Серовато-зеленый	70	430	2,5–4,0
Синевато-зеленый с серым оттенком	70	530	3,5–6,0
Pierre (Робуста)			
Коричневато-желтый с серым оттенком	64	540	8,0–15,0
Коричневато-желтый	65	440	5,0–7,0
Светло-желтый с зеленоватым оттенком	65	500	8,0–16,0
Желтовато-зеленый	65	410	3,5–6,0
Коричневато-зеленый с матовым оттенком	62	548	8,0–15,0
От желтого до коричневато-зеленого разных оттенков	65	410	8,5–10,0
От коричневого до зеленовато-желтого	70	500	12,0–15,0
От синевато-зеленого до желтого	70	490	6,0–8,0
Зеленовато-коричневый	70	470	5,0–7,0
От зеленовато-коричневого до желтоватого	64	485	6,0–8,0
Коричневато- зеленый	63	420	6,2–8,5
От желтовато-коричневого до зеленовато-коричневого	60	490	8,5–12,0
Желтовато-коричневый с зеленым оттенком	60	500	9,0–12,0

Сорт кофе	Внешний вид зерен
Мозамбикский	То же
Танзанийский	Средних и мелких размеров, неоднородные по составу
Угандийский	Средних и мелких размеров с пестрым составом

Примечание. Кофе вида Coffea Liberica Hiern (Либерика)

входят 8 товарных сортов. Из штатов Минас-Жерайс и Парана (в Бразилии) на мировой рынок поступает кофе под названием соответственно Минас и Парана.

Из Эфиопии поступают на экспорт кофе Джимма и Харари, носящие название одноименных городов. Через порт Ходейда Йеменской Арабской Республики на внешний рынок поступает смесь лучших сортов кофе, выращиваемых в стране, известных под общим названием Ходейда. То же можно сказать и о других сортах кофе, насчитывающих более 200 наименований.

В настоящее время в мировой практике производства кофе руководствуются торговыми названиями, а не систематизированными по ботаническому происхождению. Однако если внутри одного торгового сорта возможно составление смеси из нескольких ботанических сортов кофе, то смешивание разных видов кофе приводит к получению неоднородного по составу сырья, что считается фальсификацией. Поэтому известные на мировом рынке торговые сорта кофе вырабатываются и поставляются в соответствии со строго установленными техническими требованиями.

В табл. 2 приведены перечень и характеристика основных ботанических видов и торговых сортов сырого кофе, периодически поступающих в СССР.

Ассортимент торговых сортов кофе постоянно изменяется в силу различных причин: из-за неурожайности растений, старения одних плантаций и замены их новыми насаждениями, гибели растений от заморозков, вредителей, болезней и т.д.

Состав и физико-химическая характеристика

В состав сырых кофейных зерен, используемых для производства различных кофепродуктов, входят вода, экстрактивные вещества, алкалоиды, белковые вещества, липиды, углеводы, фенольные соединения, минеральные и органические вещества, витамины, ферменты и др.

Вода. Показатель влажности сырого кофе имеет существенное значение для оценки его качества.

Окончание таблицы 2

Цвет	Масса зерен в 10^{-1} л, г	Количество зерен в 10^{-1} л, шт.	Количество недоброкачественных зерен, %
То же	59	510	10–12
"	62	485	8,7–11,5
Зеленовато-коричневый с матовым оттенком	60	510	11,5–15,0

в СССР не поступает.

Содержание влаги в сыром кофе играет важную роль при экспорте и импорте его, так как все расчеты между поставщиками и покупателями кофе производятся на основе показателя влажности (в %).

Сырые зерна кофе относятся к группе продуктов, обладающих капиллярно-пористой коллоидной структурой. Для них характерны различные формы связи воды с материалом (свободная, связанная и прочносвязанная). Содержание воды в сырых зернах кофе по норме, принятой Международной организацией кофе (МОК), должно составлять 12 ± 1%. Однако в зависимости от условий хранения и транспортирования влажность сырого кофе колеблется в пределах 9–14%.

Как показали исследования, проведенные Ф.Г. Нахмедовым и сотр. (1982), сырой кофе Сантос I сорта, Робуста I сорта и Робуста II сорта, поступивший в 1975–1976 гг., по влажности значительно отличается от тех же сортов, поступивших в 1979–1980 гг. Более того, из одной и той же страны-поставщика один и тот же сорт кофе в разное время поступал различного качества. Существенная разница выявлена в содержании влаги в зернах кофе Робуста II сорта из Анголы, Бразилии, Индии, Эфиопии.

По данным Дорошевича (1978), скорость сорбции и десорбции водяных паров зернами кофе относительно высока. Особенно интенсивно абсорбируют влагу кофейные зерна при повышенной относительной влажности воздуха и повышенной температуре хранения. При относительной влажности воздуха 40–60% содержание влаги в зернах не превышает 12%; при влажности воздуха 63–65% сырой кофе сохраняет свой нормальный цвет, свежесть и вкус в течение года; при влажности воздуха 65–70% зерна желтеют и затем белеют, в при 70–75% вместе с желтой окраской появляется и характерный запах и вкус залежавшегося кофе. Когда относительная влажность воздуха превышает 75%, кофе приобретает плесневелый запах и вкус, становится практически непригодным для употребления.

Однако Паннет (1959) показал, что при относительной влажности воздуха 95% и температуре 20–26°С сырые кофейные зерна достигают

равновесной влажности через 25–30 дней, тогда как обжаренный кофе – через 5–7 дней, а растворимый кофе – через несколько часов.

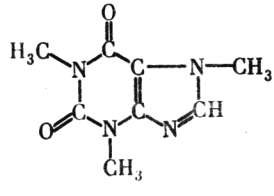
Сырой кофе – биологический объект, и содержащаяся в нем вода, несомненно, играет активную роль в биохимических и физико-химических процессах, протекающих в клетках и тканях зерен.

Экстрактивные вещества. Содержание водорастворимых экстрактивных веществ в различных видах и сортах сырого кофе неодинаково и составляет примерно 20–29%. Наименьшее количество (19–20%) содержится в высших сортах кофе вида Арабика, а затем в возрастающей степени следуют первые сорта вида Арабика (21–23%), первые сорта вида Канифора (Робуста) (24–27%), вторые сорта вида Канифора (27–29%). Иногда в некоторых сортах того и другого вида содержание экстрактивных веществ выходит за эти пределы. Чаще всего это связано с погодными условиями и способами первичной переработки зерен.

В состав экстрактивных веществ сырого кофе входят алкалоиды, белки, фенольные соединения, моно- и дисахара, липиды, органические кислоты, аминокислоты, минеральные элементы и некоторые другие вещества, содержащиеся в небольшом количестве.

Алкалоиды. В зернах кофе алкалоиды представлены метилированными производными пурина: кофеином, теобромином и теофиллином (Чичибабин А.Е., 1958; Кретович В.Л., 1971; Клиффорд, 1975), а также тригонеллином.

К о ф е и н ($C_8H_{10}N_4O_2$) – важнейший алкалоид кофейных зерен и известен под названием 2,6-диокси-1, 3,7-триметилпурин, или 1,3, 7-триметилксантин.



Кофеин

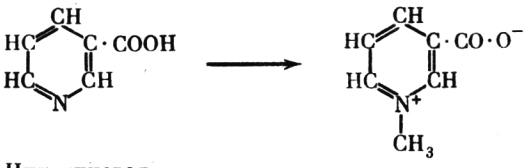
Кофеин – вещество без цвета и запаха, в водном растворе дает горький привкус. Кофеин кристаллизуется из водных растворов в виде кристаллогидрата, имеющего форму длинных хрупких шелковистых игл. Безводный кофеин плавится при 236,5°С, при осторожном нагревании может возгоняться. Он легко растворяется в хлороформе, метиленхлориде, дихлорэтилене и трихлорэтилене. Водные растворы кофеина имеют нейтральную реакцию, с кислотами он образует соли. Кофеин в сыром кофе находится в свободном и связанном с хлорогеновокислым калием состоянии (Колесник, 1962; Голдони, 1979).

Различные виды кофе характеризуются следующим содержанием кофеина (в пересчете на сухое вещество, в %); Аравийский 0,6–1,2; Робуста 1,8–3,0; Либерийский 1,2–1,5.

Содержание кофеина в зернах в значительной степени меняется и в зависимости от сорта кофе.

Содержание кофеина в зернах играет очень важную роль при оценке качества сырья и установлении технических требований на него.

Тригонеллин ($C_7H_7O_2N$), или метилбетаинникотиновая кислота, в растениях образуется путем метилирования никотиновой кислоты.

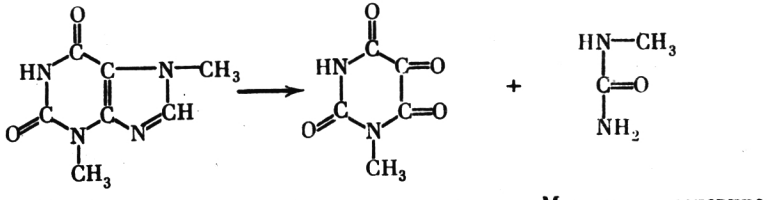


Никотиновая кислота — Тригонеллин

Тригонеллин в относительно большом количестве содержится в сортах кофе вида Арабика (1,0–1,2%). В сортах кофе вида Канифора (Робуста) его несколько меньше (0,6–0,74%), а в сортах вида Либерика всего 0,2–0,3%. Тригонеллин хорошо растворяется в воде, но термически нестабилен. При обработке кофейных зерен легко превращается в никотиновую кислоту, и поэтому тригонеллин считают основным предшественником образования никотиновой кислоты (витамин РР) в кофейных зернах.

Наличие никотиновой кислоты в сырых зернах кофе было показано еще в 1945 г. (Типлай, Кригл и Илвейдж). При этом было установлено, что содержание водорастворимой фракции никотиновой кислоты в сырых зернах кофе значительно меньше (1,3 мг %), чем в щелочнорастворимых (в 1 н. растворе NaOH 6,6, в 5 н. растворе NaOH 9,5 мг%).

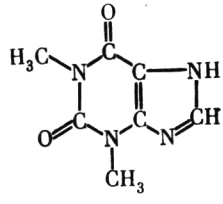
Теобромин ($C_7H_8O_2N_4$) является 3,7-диметилксантином, так как при окислении образует монометилаллоксан и монометилмочевину (Чичибабин, 1958).



Теобромин — Монометилаллоксан — Монометилмочевина

Это бесцветный мелкокристаллический порошок, труднорастворимый в воде. Теобромин плавится при 351°С, способен возгоняться, легко растворяться в едких щелочах, давая, например, натриевую соль. Содержание теобромина в сырых зернах кофе незначительное – 1,5–2,5 мг% (Клиффорд и Вайт, 1976).

Теофиллин ($C_7H_8O_2N_4$) представляет собой 1,3-диметилксантин, который образует бесцветные шелковистые иголочки, содержащие одну молекулу кристаллизационной воды. Теофиллин труднорастворим в холодной воде, плавится при 269–272°С. Общее количество его в зернах дикорастущих кофейных растений 1,0–4,0 мг%.



Теофиллин

Из групп растительных веществ вторичного происхождения в зернах дикорастущих кофейных растений (C. Vianneyi) обнаружен и выделен в кристаллическом виде глюкозид маскарозид ($C_{26}H_{36}O_{11}$). Установлено, что он является пентациклическим дитерпеновым глюкозидом, сходным по некоторым свойствам с кафамарином, найденным в зернах культурных растений кофе (C. Buxifolia). Кафамарин в кофейных зернах C. Vianneyi обнаружен не был. Кроме того, из зерен C. Vianneyi выделено два других вещества, близких к маскарозиду (Хаммоная и сотр., 1975); Герхард и Хелга, 1978), методами хроматографии и фотометрии установили, что в зернах кофе Робуста и Арабуста дитерпеновый глюкозид [3′-0-β-*D*-глюкопиранозил-2′-изовалероил-2-β-(2-дезоксиатрактилигенин)-β-*D*-глюкопиранозид] содержится в виде следов, тогда как в кофе Арабика его 170–460 мг/кг. Другой дитерпеновый глюкозид [2-0-β-*D*-глюкопиранозилатрактилигенин] в сырых зернах кофе Робуста содержится в количестве 10–45 мг/кг, в зернах кофе Арабуста – 60 и Арабика – 290–340 мг/кг.

Из сырых зерен кофе выделены и идентифицированы методом тонкослойной хроматографии полиамины [путресцин, спермин, спермидин (Эйморим Г. и Эйморим В., 1977)], образующие при дезаминировании или окислении различные гетероциклические алкалоиды.

Белковые вещества. Впервые относительно глубокие исследования белковых веществ кофе проделаны Ундервудом и Дитрайджем в 1952 г. Авторы, гидролизовав белки сырого кофе, выделили 14 аминокислот и из них количественно определили 9 компонентов. Г. Тхейлер (1977) опубликовал серию статей, в которых показано, что в сыром кофе трех основных разновидностей (Арабика, Робуста и Либерика) белковые вещества содержатся почти в одинаковом количестве (аминный азот 1,55–1,63%, общее содержание белка 9,69–10,19%).

Нами аминокислотный состав сырого кофе исследован с помощью

жидкостной ионообменной хроматографии на анализаторах ЛКБ-4101 (Швеция) и "Хитачи" (Япония). Для определения свободных аминокислот навеску исследуемого материала в количестве 100 г растирали в ступке с дистиллированной водой, количественно переносили в мерную колбу на 100 мл, экстрагировали в течение 1 ч, осадок декантировали, вновь заливали водой и экстрагировали еще дважды. Объединенные экстракты упаривали при 40°С до полного удаления воды, осадок в колбе растворяли в 10 мл цитратного буферного раствора с pH 2,2. 1 мл этого раствора наносили на смолу аминокислотного анализатора. Количественный состав аминокислот определяли путем сравнения площадей пиков на хроматограмме исследуемых образцов, а также площадей пиков калибровочной смеси аминокислот (табл. 3).

Таблица 3

Аминокислотный состав сырого мексиканского кофе вида Арабика

Аминокислота	Свободные аминокислоты, мг/100 г сухого вещества	Связанные в белках аминокислоты, г/100 г сухого вещества	Аминокислота	Свободные аминокислоты, мг/100 г сухого вещества	Связанные в белках аминокислоты, г/100 г сухого вещества
Аспарагиновая кислота	59,8	1,81	Метионин	Следы	0,02
Треонин	29,1	0,73	Изолейцин	4,4	0,60
Серин	25,8	0,91	Лейцин	5,5	1,25
Глутаминовая кислота	658,9	2,61	Тирозин	43,3	0,50
Пролин	168,6	0,71	Фенилаланин	1074,9	0,70
Глицин	9,1	1,84	Гистидин	147,5	0,46
Аланин	42,7	0,82	Лизин	20,24	0,81
Цистин	Следы	0,11	Аргинин	10,4	0,81
Валин	11,5	0,89			

Для определения связанных в белках аминокислот предварительно проводили кислотный гидролиз белковых веществ в 6 н. HCl при 105°С в течение 24 ч. Затем белковый гидролизат упаривали до полного улетучивания соляной кислоты, осадок растворяли в цитратном буферном растворе с pH 2,2, фильтровали и использовали для исследования на аминокислотном анализаторе.

В зернах кофе из Вьетнама обнаружена γ-аминомасляная кислота, а Перейра и сотрудники (1978) в сырых зернах кофе вида Арабика и гибрида Арабики с Робустой из Анголы нашли пипеколиновую кислоту, которая в сыром кофе других разновидностей не была обнаружена. Разделение и идентификацию аминокислот кофе эти исследователи проводили при помощи электрофореза и тонкослойной хроматографии.

По данным Г. Тхейлера и Гейгла, кофейные зерна вида Либерика по аминокислотному составу не отличаются от зерен кофе других разновидностей.

В целом установлено, что по составу аминокислот кофе видов Арабика, Канифора и Либерика практически одинаков, а по их содержанию заметно отличается между собой, что объясняется условиями произрастания.

Липиды. Кофе относится к группе растительного сырья, богатого липидами. В кофе вида Арабика липидов содержится 12–18%, в кофе вида Канифора (Робуста) – 9–13,4% и в кофе вида Либерика – 11–12%. Общие свойства липидов в значительной степени определяются входящими в их состав жирными кислотами. Газохроматографическим методом анализа установлено, что непредельные жирные кислоты составляют 50,1–59,9% от общего количества жирных кислот сырого кофе. Высокое содержание непредельных жирных кислот может свидетельствовать о возможных окислительных процессах в кофейном масле. Однако многолетние наблюдения за изменением перекисных и тиобарбитуровых чисел жира при хранении кофе указывают на отсутствие изменений этих показателей.

Содержание свободных жирных кислот в сырых кофейных зернах высших сортов составляет 0,5–3%, в зернах же более низкого качества их до 20%. По количеству отдельных жирных кислот между сортами одного и того же вида кофе выявлены различия в распределении жирных кислот между триглицеридами, эфирами дитерпенов и собственно эфирами (Вурзигер, 1973). Из общего количества жирных кислот в эфирных маслах кофе линолевая составляет 37–50%, пальмитиновая – 23–25, олеиновая – 9–14, линолеиновая – 1–5, арахидоновая – 1–4, а миристиновая и бегеновая – до 0,6%. Наряду с этими в виде следов обнаружены также гадолеиновая, лигноцериновая, маргариновая и гексадиеновая кислоты.

В кофейных зернах дикорастущего вида C. Racemosa состав жирных кислот несколько иной. В них преобладают пальмитиновая (39,1%), линолеиновая (34,71), стеариновая (10,41) и олеиновая (10%) кислоты.

Йодное число масла сырых кофейных зерен 82–102, число омыления 180–189, бензидиновое число 0,9–1,1, показатель преломления 1,4700–1,4744. Масло кофе содержит примерно 4% фосфатидов.

Неомыляемая фракция липидов содержит компоненты, нерастворяющиеся в воде после их обработки спиртовым раствором щелочи. В масле зерен кофе вида Арабика и Канифора (Робуста) содержится от 7 до 20% неомыляемых компонентов липидов, которые обусловливают низкую точку плавления масла (8°С), а удалив их, точку плавления можно повысить до 34–36°С.

Два дитерпена – кафестрол и кавеол (1,2-дегидрокафестрол) – составляют соответственно 40 и 20% неомыляемой фракции и присутствуют в масле кофе преимущественно в виде эфиров жирных кислот. В меньшем количестве содержатся 1-5-абиетен-13,19-диол и атрактилозид.

Стеролы кофейного масла составляют около 20% неомыляемых компонентов липидов, серотонины—3—6%, а остальные (~15%) приходятся на долю алифатических углеводородов, включая наноксан и разные пигменты.

В последнее время благодаря новым методам структурного анализа достигнуты определенные успехи в идентификации некоторых стеролов. В настоящее время выяснено, что стеролы масла кофе аналогичны содержащимся в других видах растительного сырья. В основном это ситостерин (53—55%), кампестрол (16—18%), стигмастерин (22—28%) и еще около 10 стеролов, которые присутствуют в меньшем количестве и составляют примерно 7% всех стеролов масла кофе.

В кутикулярном слое сырых кофейных зерен содержатся окситриптамиды карбоновых кислот (5-гидрооксиприптамиды) в количестве от 0,08 до 0,24%. Наряду с антиокислительными свойствами окситриптамиды карбоновых кислот играют роль фактора свежести или старости кофе, так как в процессе хранения одновременно с изменением цвета кофейных зерен (потемнением) под действием света и воздуха, снижается и содержание в них триптамидов (Вурзигер, 1973). В связи с тем что окситриптамиды вызывают нарушения функции желудка у людей с повышенной чувствительностью, разработан целый ряд способов удаления их из кофейных зерен.

Углеводы. Составляют 50—60% от общей массы сырых кофейных зерен кофе. В состав углеводов кофе входят сахароза (6—10%), целлюлоза (5—12%), пентоза (3—5%), пектиновые вещества (2—3%) и высокомолекулярные полисахариды (клетчатка, лигнин и др). Установлено, что основным водорастворимым компонентом высокомолекулярных полисахаридов сырого кофе является арабиногалактан (2—5%). Кроме того, из кофейных зерен выделены глюкогалактоманнан, галактоза, манноза и арабиноза. Долгое время считалось, что в сыром кофе отсутствуют свободные моносахара (глюкоза и фруктоза), однако исследованиями с настоящее время установлено, что в кофе вида Арабика преобладают сахароза, а в зернах кофе Канифора (Робуста) — редуцирующие сахара. Это нашло подтверждение в работах Леричи, Пейпи и Матесса (1978), которые методом газожидкостной хроматографии в 80%-ных водных растворах этилового спирта сырых зерен кофе Арабика из Эфиопии и Бразилии наряду с сахарозой обнаружили и количественно определили фруктозу, α-глюкозу, β-глюкозу и два сахара не идентифицировали. В целом общее количество редуцирующих сахаров в зернах кофе достигает 0,7—1%.

Фенольные соединения. Эти соединения кофе представлены дубильными веществами (танин, катехины и др.) и хлорогеновыми кислотами. Основную часть фенольных соединений составляют хлорогеновые кислоты. Это понятие впервые ввел Пайен в 1846 г. для объяснения обнаруженного им компонента кофейных зерен.

В кристаллическом виде хлорогеновая кислота была впервые выделена из кофейных зерен Гортером в 1908 г., а ее структура, как кофеил-3-хинная кислота, была установлена Фишером и Дангштетом в 1932 г.

Хлорогеновые кислоты включают в себя около десяти соединений, содержащихся в кофе, а подобные им соединения обнаружены и в других растениях.

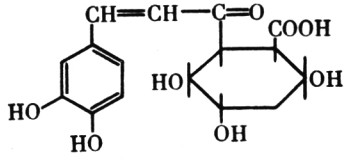
В старой литературе сведения об этой группе веществ весьма расплывчаты, так как несколько хлорогеновых кислот часто рассматривались как одно соединение. Положение усугублялось разной номенклатурой хлорогеновых кислот и употреблением тривиальных наименований. Лишь в последние годы благодаря применению современных методов анализа и процессов выделения и разделения этой группы соединений удалось точно установить их структуру и частично выяснить физиологическое действие.

Ниже приведены тривиальные наименования хлорогеновых кислот и соответствующие им названия по химической номенклатуре (Клиффорд, Вайт, 1976; Голдони, 1979).

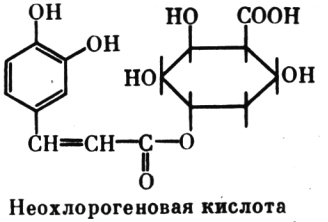
Тривиальное наименование	*Химическая номенклатура*
Хлорогеновая кислота	Кофеил-3-хинная кислота
Неохлорогеновая кислота	Кофеил-5-хинная кислота
Криптохлорогеновая кислота	Кофеил-4-хинная кислота
Изохлорогеновая кислота А	4, 5-Дикофеилхинная кислота
Изохлорогеновая кислота Б	3, 4-Дикофеилхинная кислота
Изохлорогеновая кислота С	3, 5-Дикофеилхинная кислота
Псевдохлорогеновая кислота	Смесь кофеила и дикофеилхинной кислоты

Хлорогеновые кислоты представляют собой моно- или диэфиры коричной и хинной кислот. В кофейных зернах обнаружены также эфиры хинной кислоты с кофейной и феруловой кислотами.

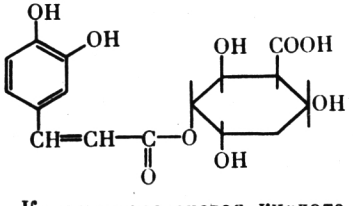
Изохлорогеновая кислота фактически является смесью дикофеилхинной кислоты. Первоначально она была идентифицирована как кофеил-5-хинная кислота (1950 г.), затем как кофеил-4-хинная кислота (1955 г.), и, наконец, в 1964 г. установлено, что изохлорогеновая кислота состоит в основном из трех фракций дикофеилхинной кислоты и существует в виде ее изомеров.



Хлорогеновая кислота
(кофеил-3-хинная кислота)



Неохлорогеновая кислота
(кофеил-5-хинная кислота)



Криптохлорогеновая кислота
(кофеил-4-хинная кислота)

Зерна сырого кофе содержат примерно 7–10% хлорогеновых кислот. В кофе вида Канифора (Робуста) концентрация их больше (9–11%), чем в кофе вида Арабика (5,5–8,0%). Основную долю хлорогеновых кислот составляют кофеилхинные кислоты (хлорогеновая и неохлорогеновая кислоты). Так, в кофе вида Арабика их 5,5–7,0%, в кофе вида Канифора 8,0–9,0%. Затем следуют дикофеилхинные кислоты (изохлорогеновые кислоты). В кофе вида Арабика их 0,5–0,6%, в кофе вида Канифора 1,4–1,7%. В меньшем количестве в кофе содержится ферулоилхинная кислота: в кофе вида Арабика 0,2–0,25%, в кофе вида Канифора 0,6–1,2%. В некоторых типичных сортах кофе, наиболее широко используемых для промышленной переработки, методами газовой хроматографии и тонкослойной хроматографии установлено следующее содержание хлорогеновых кислот (табл. 4).

Таблица 4

Содержание хлорогеновых кислот в сырых зернах кофе (в % на сухое вещество)

Хлорогеновая кислота	Сантос I сорта (Бразилия)	Арабика (Колумбия)	Вида Канифора	
			Робуста (Индия)	Робуста (Мадагаскар)
Кофеил-3-хинная кислота (хлорогеновая)	5,56	3,77	6,94	7,26
Кофеил-5-хинная кислота (неохлорогеновая)	0,88	0,66	1,12	1,3
Кофеил-4-хинная кислота (криптохлорогеновая)	0,41	0,32	0,54	0,62
4,5-Дикофеилхинная кислота	0,28	0,5	0,67	0,83
3,4-Дикофеилхинная кислота	0,21	–	–	–
3,5-Дикофеилхинная кислота	0,11	–	–	–

Исследованиями, проведенными во Всесоюзном научно-исследовательском институте пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии (ВНИПП и СПТ) колориметрическим методом, установлено, что содержание дубильных веществ в кофе вида Арабика (Индия) составляет 6,1–6,36%, в кофе вида Канифора Робуста I сорта (Индия) – 6,8–7,7%, в кофе Сантос I сорта (Бразилия) – 3,6–4,6%.

Минеральные вещества. Сырые кофейные зерна содержат 3–4,5% минеральных веществ. Состав и содержание основных элементов установлены давно. Однако только в 1972 г. атомно-абсорбционной спектрофотометрией Церевитинову и сотр. (1972) удалось определить в кофейных зернах более полный количественный состав минеральных веществ (в мг%): калий 1712–1750, магний 142–176, кальций 76–120, натрий 2,3–17, железо 2,1–10,0, марганец 1,1–9,8, рубидий 0,6–4,2, цинк 0,5–3,2, медь 0,6–2,3 и стронций 0,4–1,3, а также следы хрома, ванадия, бария, никеля, кобальта, свинца, молибдена, титана и кадмия.

Содержание отдельных минеральных элементов меняется в зависимости от сорта кофе, места произрастания, способа обработки, вида вносимых в почву минеральных удобрений, а также от применяемых средств защиты растений (Кларк, 1976).

Согласно последним литературным данным определенной зависимости между количеством минеральных веществ и качеством напитка из кофе не существует. Однако считается, что содержание цинка, марганца и рубидия в сырых зернах кофе обусловливает лучшие свойства напитка.

Органические кислоты. В сырых кофейных зернах обнаружены лимонная, яблочная, малеиновая, уксусная и щавелевая кислоты (Сивец и Фут, 1963). В кофейных зернах разных видов и сортов (Арабика высшего сорта из Колумбии, Сантос I сорта из Бразилии, Робуста II сорта из Индонезии и др.) состав и содержание органических кислот различны. Показано, что кислотность сырого кофе различных ботанических видов и сортов составляет от 2,4 до 4,0°Т. При длительном (3–5 лет) хранении сырого кофе в нормальных условиях кислотность его возрастает незначительно.

Витамины. В кофейных зернах обнаружены тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), пантотеновая кислота, никотиновая кислота (РР), пиридоксин (B_6), витамин B_{12} (Чиненова, 1970) и токоферол (Е) (Фолстар, Вон дер Плас, Пильник и Хеус, 1977).

Ферменты. Сырой кофе, поступающий на промышленную переработку, – биологически активный продукт, в котором локализованы ферментные системы почти всех классов: оксидоредуктазы, гидролазы, трансферазы и изомеразы, играющие важную роль в биохимических и физико-химических процессах зерна.

Изменение цвета сырого кофе разных видов и сортов от зеленого и светло-зеленого до белого, беловато-желтого, желтого и темно-коричневого связано с изменением активности комплекса ферментных систем, содержащихся в кофейных зернах.

Требования к сырью

Каждому виду и сорту сырого кофе свойственны свои характерные особенности, которые зависят от места произрастания, почвенно-климатических условий, расположения плантаций на различных высотах над уровнем моря, применяемых органических и минеральных удобрений, первичной переработки кофейных плодов, условий хранения и т.д. В зависимости от этих факторов, а также генетической принадлежности кофе к тому или иному виду качество сырья сильно изменяется. Поэтому технические требования к сырью в каждой кофепроизводящей стране собственные, и до настоящего времени нет единого международного стандарта на сырой кофе. Тем не менее Международной организацией кофе (МОК) установлены некоторые общие требования к качеству кофе, поставляемого из основных кофепроизводящих стран (Бразилия, Колумбия, Индия, Берег Слоновой Кости). Эти требования к сырью распространяются на все другие страны – поставщики сырого кофе.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии (ВНИИПП и СПТ) более 20 лет проводятся исследования технической характеристики различных видов и сортов кофейного сырья, поступающего в СССР, изучаются показатели технических требований к сырью, предусмотренные в стандартах на сырой кофе в Бразилии, Колумбии, Анголе, Индии, Эфиопии и др.

На основании исследований установлено, что при оценке качества сырого кофе за основу должны быть взяты следующие требования: количество влаги и экстрактивных веществ, кофеина, общей золы, органических и минеральных примесей, внешний вид, цвет и запах кофейных зерен, вкус и аромат напитка, наличие недоброкачественных зерен и количество дефектов.

Влажность. Повышенная влажность сырого кофе (более 14%) приводит к заплесневению и порче сырья. Оптимальной влажностью сырого кофе считают 10–12%. При этом дыхательные процессы протекают замедленно, что в свою очередь способствует снижению скорости биохимических процессов в клетках ткани и предохраняет зерна от потери ими водорастворимых сухих веществ.

Массовую долю влаги сырого кофе определяют по следующей методике. Из тщательно перемешанного образца сырого кофе отбирают (в предварительно высушенную и взвешенную чашку Петри) 50 г (с точностью ± 0,001 г). Открытую чашку Петри с навеской помещают в нагретый до 100–105°С сушильный шкаф. Температуру доводят до 100°С и пробу высушивают при постоянной температуре в течение 5–6 ч. Чашку Петри с навеской вынимают из шкафа, закрывают крышкой и переносят в эксикатор для охлаждения, после чего взвешивают с точностью до ±0,01 г. Влажность W_1 (в %) вычисляют по формуле

$$W_1 = (m_1 - m_2)/m_1 \cdot 100,$$

где m_1 – масса навески кофе до высушивания, г; m_2 – масса навески кофе после высушивания, г.

После этого образец кофе измельчают и переносят в бюксу с притертой крышкой. Затем взвешивают две навески по 5 г с точностью до ±0,01 г и высушивают в сушильном шкафу при температуре 130°С в течение 40 мин.

После высушивания бюксы переносят в эксикатор для охлаждения, а затем взвешивают.

Влажность W_2 (в %) вычисляют по формуле

$$W_2 = (m_3 - m_4)/m_3 \cdot 100,$$

где m_3 – масса двух навесок кофе до высушивания, г; m_4 – масса двух навесок кофе после высушивания, г.

Массовую долю влаги сырого кофе W (в %) определяют как сумму и вычисляют по формуле

$$W = W_1 + W_2.$$

Экстрактивные вещества. Это один из самых трудно контролируемых показателей сырья. Однако, учитывая важность этого показателя, необходимо, чтобы кофейные зерна высшего сорта содержали их не менее 20%, кофейные зерна I сорта – 25–27% и II сорта – 28–30%.

Экстрактивные вещества сырого кофе определяют по следующей методике. Среднюю пробу образца сырого кофе предварительно измельчают до степени, когда проход через сито № 1,0 составляет 100%, а проход через сито № 0,5 – 35–40%. Затем берут навеску 10 г (с точностью ±0,01 г), помещают ее в химический стакан вместимостью 300 $см^3$, заливают 150 мл кипящей дистиллированной воды, доводят до кипения и кипятят в течение 5 мин. После кипячения содержимое стакана сливают через воронку в мерную колбу на 200 мл. Частицы исследуемого кофе, приставшие к стенкам, смывают в колбу дистиллированной водой. Мерную колбу вместе с содержимым охлаждают до температуры 20°С, объем содержимого доводят дистиллированной водой до метки, затем смесь взбалтывают и дают отстояться в течение 2–3 мин. После отстаивания жидкость фильтруют через складчатый фильтр и 25 мл переносят пипеткой в тарированную фарфоровую чашку для выпаривания на водяной бане. Полученный остаток высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 90–95°С в течение 2,5 ч, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Массовую долю экстрактивных веществ $X_э$ (в %) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$X_э = 80A/(1 - 0{,}01)B,$$

где A – масса сухого остатка, г; B – влажность полуфабриката, %.

Кофеин. Содержание его в наибольшей степени зависит от ботанического вида и места произрастания. Для основных видов и сортов кофейного сырья количество кофеина в определенной степени известно. Концентрация кофеина в зернах высшего сорта вида Арабика из Бразилии, Колумбии, Мексики, Перу, Никарагуа, Индии, Йемена и др. должна быть в пределах 0,7–1,0%; в зернах I сорта вида Арабика из Вьетнама, Индии, Бразилии, Эфиопии – 1,2–1,4%; I сорта Робуста из Вьетнама, Гвинеи, Индии, Индонезии, Эфиопии и др. – 1,5–1,7% и II сорта Робуста из Вьетнама, Индии и всех Африканских стран – 1,7–2,0%.

Количество кофеина (по массе) определяют йодометрическим методом в соответствии с требованиями действующего ГОСТа "Кофе натуральный жареный".

Зольные вещества. Количество их в сыром кофе характеризуется минеральным составом сырья. В кофе высшего сорта содержание этих веществ должно быть не более 3,0–3,5%, в кофе I сорта – 3,5–3,8% и II сорта – 4,0–4,5%. Массовую долю зольных веществ в сырых зернах кофе определяют общепринятыми стандартными методами анализа.

Внешний вид, цвет и запах. Цвет и внешний вид зерен кофе определяют обычно визуально при соблюдении одинаковых условий состояния поверхности слоя и одинаковой освещенности. Запах устанавливают обонянием. Не допускается наличие плесневелого, лекарственного, гни-

лостного и других посторонних запахов. В случае появления подозрения на посторонние запахи проводят повторное определение, для чего пробу помещают в закрытый сосуд и выдерживают в течение 1 ч.

Вкус и аромат. Эти показатели качества зерен определяют органолептически в напитке, приготовленном из пробы обжаренного кофе. Для этого 10 г обжаренного кофе размалывают, помещают в фарфоровый или стеклянный сосуд, заливают 200 мл горячей воды, доводят до кипения, перемешивая ложкой, закрывают крышкой, сосуд снимают с огня, еще раз напиток перемешивают, дают отстояться 1 мин и жидкость сливают с осадка.

Кофейные напитки, приготовленные из кофе высшего сорта, должны обладать приятным вкусом с характерными для них оттенками (горьковатый, кисловатый, с легким хлебным привкусом), тонким и нежным ароматом, крепким настоем. Напитки из кофе I сорта должны иметь приятный горьковато-вяжущий вкус с кислым оттенком, неярко выраженный аромат и хорошую крепость настоя. Напитки из кофе II сорта обладают резким и грубым вкусом, слабым ароматом и крепким настоем.

Дефекты кофе. Среди зерен сырого кофе встречаются зерна полностью черного цвета, образуются они в результате подмораживания или длительного хранения плодов кофе на земле; зерна получерные, половина или меньше половины которых черного цвета как снаружи, так и внутри или больше снаружи; зерна ломаные (ушки, раковины) – кусочки зерен размером менее половины нормального зерна, образуются в результате механических повреждений; зерна давленые – сплющенные, у которых средняя бороздка широко раскрыта; зерна, изъеденные сельскохозяйственными вредителями, с одним большим или несколькими маленькими отверстиями; зерна в плодовой и пергаментной оболочке из-за плохой очистки; зерна самосогретые – поврежденные самосогреванием; зерна вишневого цвета – высохшие, но сохранившие все оболочки; зерна недозрелые (зеленые) – мелкие, сморщенные, легкие, высохшие на растениях до созревания; зерна белые, недостаточно высушенные – зерна рыжие; скорлупа – засохшие при сушке наружные оболочки с плодовой мякотью.

К естественным засорениям, сопутствующим кофе, относятся серебристая пленка, пергаментная оболочка, высохшие кусочки или половинки околоплодника.

Определение дефектов сырья кофе производят по следующей методике. Из пробы массой 1 кг по методу диагоналей выделяют образец массой 300 г, раскладывают и проводят механическую разборку зерен при соблюдении одинаковых условий состояния поверхности слоя и одинаковой освещенности.

Массовую долю дефектов (в %) вычисляют по формуле

$$m_1/m \cdot 100,$$

где m_1 – масса дефектов, г; m – масса пробы, г.

За рубежом существуют разные шкалы для подсчета дефектов сырого кофе, по которым ведут подсчет с различными коэффициентами. Ниже приведена шкала пересчета недоброкачественных зерен сырого кофе сортов Сантос № 1–8 и Рио из Бразилии на основной его дефект – черные зерна (чернушки).

Одно черное зерно	Одна чернушка
Пять ломаных зерен	То же
Пять недозрелых зерен	"
Три скорлупы	"
Одна ветка длиной 1,5–3,0 см	Две чернушки
Одна ветка длиной 0,5 см	Одна чернушка
Один камень по наибольшему измерению (1,5 см)	Три чернушки
Один средний камень (1,0 см)	Одна чернушка
Два маленьких камня (0,5 см)	То же

Шкала пересчета недоброкачественных зерен на дефекты сырого кофе приведена ниже.

Количество зерен, шт.	Дефект	Количество дефектов
1	Черное зерно	1
5	Ломаные зерна	1
5	Недозрелые зерна	1
5	Беловато-опаловые зерна	1
1	Зерна вишневого цвета	1
2	Кислые (самосогревшиеся) зерна	1
10	Изъеденные вредителями зерна	1
2	Зерна в оболочке	1
3	Скорлупки	1
1	Большой камень по наибольшему измерению (1,5 см)	3
1	Средний камень (1 см)	1
2	Маленькие камни (0,5 см)	1
1	Крупная ветка (длиной 1,5–3 см)	2
1	Ветка средней величины (длиной 1 см)	1
3	Ветки небольшие (длиной 0,5 см)	1

К посторонним относятся органические и минеральные примеси (ветки, стебли, камни, комки земли и т.д.), которые определяют следующим образом. Пробу массой 1 кг раскладывают на ровную поверхность и проводят механическую разборку зерен сырого кофе при соблюдении одинаковых условий состояния поверхности слоя и одинаковой освещенности.

Массовую долю посторонних примесей вычисляют (в %) по формуле

$$m_1/m \cdot 100,$$

где m_1 – масса примесей, г; m – масса пробы, г.

Массовая доля дефектов кофейного сырья высшего сорта составляет 2,5–5,5%, I сорта 6,5–8 и II сорта – 11–15%. Массовая доля посторонних примесей в зернах высшего сорта кофе 0,02–0,09%, I сорта 0,1–0,25 и II сорта 0,25–0,55%.

При поступлении сырья специальные службы санитарного надзора Минздрава СССР проводят анализ на содержание афлатоксинов и пестицидов. Это обусловлено тем, что в сыром кофе, пораженном плесенью, а также подвергнутом обработке с целью извлечения кофеина и получения декофеинизированного кофе, возможно образование микотоксинов: афлатоксинов В и С, охратоксина А и стеригматоцистина, а также хлорорганических пестицидов.

Специальные требования предъявляются к упаковке, маркировке, условиям хранения и перевозки сырого кофе. Сырой кофе должен быть упакован в чистые, неповрежденные джутовые или другие тканевые мешки без постороннего запаха, не зараженные сельскохозяйственными вредителями. Перевозить его должны в сухих и надежно предохраняемых от атмосферных осадков транспортных средствах, а хранить при относительной влажности воздуха не более 75% и отсутствии вблизи химикатов и резкопахнущих продуктов.

ЦИКОРИЙ

Строение, виды и сорта

Цикорий (Cichorium L.) – травянистое растение из семейства сложноцветных, в культуре двулетнее, в диком виде многолетнее. Во всех органах содержится млечный сок, листья его от струговидных до зубчатых, нижние в розетке. Соцветия – корзинки, сидящие в пазухах листьев и на верхушках стебля и его ветвей. Цветки язычковые, голубые, синие, голубовато-розовые и беловатые. Плод – семянка с очень коротким хохолком.

Известны девять видов цикория, распространенных в Европе и Северной Африке, как заносные – в Средиземноморье. В СССР произрастает четыре вида. Наиболее широко распространен цикорий обыкновенный, или корневой (C. intybus L.).

Ботаническое название цикория обыкновенного связано с местом его произрастания и происходит от греческих слов kid (иду) и chorion (поле).

Многолетнее травянистое растение со стержневым корнем до 1,5 м длиной растет по суходольным лугам, опушкам, залежам, пустырям, окраинам полей, у дорог и канав. Цикорий – медонос и является хорошим кормом для крупного рогатого скота, цветет в июле–сентябре (Губанов, Крылова, Тихонова, 1976; Приступа, 1973).

В культуре цикорий корневой размножается семенами. В первый год образуется мясистый корнеплод толщиной 5–8 см, длиной 30–40 см и массой до 800 г. По внешнему виду корнеплоды культурного цикория напоминают белые коренья. Строение корнеплода цикория близко к строению корнеплода моркови. В поперечном разрезе его можно увидеть

пробковую ткань (перицикл), толстый слой коры (перидерма), древесину (проводящие сосуды и млечники; рис. 2).

Цикорий салатный (листовой), или эндивий (C. endivia L.) культивируют в странах Средиземноморья и в некоторых южных районах СССР как салатное растение. Во Франции корнеплоды эндивия стали использовать как сырье для получения заменителя кофе.

В СССР практическое применение нашел главным образом цикорий корневой. Из сортов, возделываемых в настоящее время, наиболее широкое распространение получили завезенные из-за рубежа сорта Силезский, Магдебургский, Вильморин, Исполинский, а также сорт Гаврилов-Ямский отечественной селекции (Вильчик, 1969).

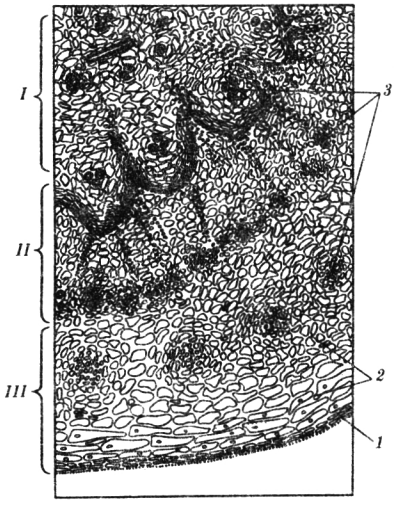


Рис. 2. Строение корнеплода цикория (поперечный разрез):
I – первичная древесина; *II* – камбий; *III* – кора; *1* – перидерма; *2* – перицикл; *3* – проводящие сосуды и млечники

Сорта цикория, распространенные в СССР, различаются урожайностью. В настоящее время известно, что отечественный сорт Гаврилов-Ямский по урожайности (в среднем 300 ц/га) существенно превышает Исполинский (в среднем 250 ц/га), Силезский (в среднем 200 ц/га), Вильморин (180 ц/га) и др. Благодаря селекционной работе, проведенной В.А. Вильчиком, в последние годы выведены новые сорта цикория (№ 7, № 16, № 30 и др.), которые как по урожайности, так и по химико-технологическим показателям превосходят не только зарубежные, но и исходный сорт Гаврилов-Ямский.

Исследования, проведенные нами во ВНИИПП и СПТ, в течение ряда лет на сырье, поступавшем из хозяйств Хмельницкой области на Славутский цикоросушильный завод, показали, что содержание земли, песка и других посторонних включений в массе свежесобранного цикория находится в пределах 3–5%. Кроме того, в общей массе корнеплодов удельный вес стандартного сырья колеблется от 75 до 85%. В состав нестандартного цикория входят ветвистые корнеплоды, недогоны, цветушные, а также частично загнившие. Почти аналогичная картина, но с несколько меньшим содержанием нестандартных корнеплодов обнаружена в сырье, поступавшем на Ростовский завод производственного объединения "Ростовкофецикорпродукт" Ярославской области.

Сырье хозяйственной заготовки поступает на предприятия с различным товарным качеством. Наблюдается тенденция увеличения стандартных корнеплодов в общей массе сырья по годам как в Ярославской, так и в Хмельницкой области. Корнеплоды Хмельницкой области по средней

массе и длине заметно уступают корнеплодам цикория Ярославской области. Очевидно, это объясняется разностью сортов, культивируемых в этих зонах. Так, в Ярославской области распространены преимущественно сорта Гаврилов-Ямский и Силезский, а в Хмельницкой области в каждом районе произрастает по нескольку разных сортов.

Состав и физико-химическая характеристика свежих корнеплодов цикория

Состав свежих корнеплодов цикория определяет его пищевую ценность и полезные свойства. Содержание веществ, входящих в состав цикория, сильно варьирует в зависимости от сорта, почвенно-климатических условий, агротехники, продолжительности и условий хранения. В среднем свежие корнеплоды содержат 25–27% сухих веществ и 73–75% воды.

Вода. Содержание воды в корнеплодах цикория по месту произрастания по годам характеризуется данными, приведенными в табл. 5.

Таблица 5

Содержание воды в цикории для хозяйственной заготовки (в %)

Место произрастания	1972 г.	1975 г.	1977 г.	1979 г.	1980 г.	1981 г.
Ярославская область	69,3	73,4	74,2	72,6	71,5	75,0
Хмельницкая область	70,1	75,0	76,3	73,7	73,0	76,0

Динамика содержания влаги в цикории из разных мест произрастания находится в прямой зависимости от погодных условий (влажность определяли в период массового поступления сырья и при одинаковых условиях проведения анализов).

Важнейшие вещества корнеплодов (углеводы, азотистые вещества, соли минеральных и органических кислот) растворены в основном в свободной воде, составляющей 70–80% общего количества воды в свежем цикории.

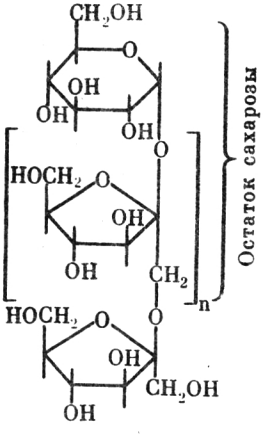
Сухие вещества. В состав сухих веществ цикория входят водорастворимые и нерастворимые в воде компоненты. Количество сухих веществ играет важную роль при разработке технологических схем переработки цикория и влияет на выход и качество готовой продукции. Наиболее важное значение имеет водорастворимая часть сухих веществ, т.е. собственно экстрактивные вещества (углеводы, азотистые вещества, минеральные вещества, органические кислоты и др.).

Наши многолетние исследования показали, что содержание водорастворимых экстрактивных веществ в свежем цикории сорта Ярославский достигает 57–60%, сорта Донор – 67–68 и сорта Силезский – 65–66% от сухого вещества.

Углеводы. На их долю приходится 75–80% водорастворимых сухих веществ, причем значительную часть (50–58%) составляет инулин, а остальную – фруктоза, сахароза, глюкоза и пентозы. Наряду с водорастворимыми формами углеводов в цикории содержатся также клетчатка, слизистые вещества (гумми) и другие полисахариды.

Инулин практически определяет основную пищевую ценность цикория. Это высокомолекулярный углевод, состоящий из фруктозы и небольшого количества глюкозы. Количество остатков фруктозы, связанных в молекуле инулина глюкозидными связями между первым и вторым углеродным атомом, равно приблизительно 34.

Строение молекулы инулина показано ниже.



В корнеплодах свежего цикория из Ярославской области содержание инулина в среднем за ряд лет (1972–1982 гг.) составляет 14,6–16,8%, в цикории из Хмельницкой области – 14,3–17,0%. Инулин в корнеплодах цикория служит запасным углеводом и может легко подвергаться гидролитическому расщеплению с образованием фруктозы и сахарозы. Гидролиз инулина протекает при прорастании корнеплодов в теплых условиях под действием фермента инулиназы. При этом образовавшиеся моносахариды частично расходуются на дыхательные процессы, и в результате сырье теряет свои технологические качества. В благоприятных условиях хранения энергичный гидролиз инулина под действием инулиназы сопровождается сначала образованием, а затем повторным превращением сахарозы и фруктозы в инулин по схеме

$$\text{Инулин} \rightleftharpoons \text{Сахароза} \rightleftharpoons \text{Фруктоза}.$$

Содержание инулина по сортам в свежем цикории из Ярославской области следующее (в %): Ярославский 18,4–18,8; Донор 14,06–14,3 и Силезский 11,22–11,40, а в пересчете на сухое вещество – соответственно 56,9–57, 50,0–51,7 и 49–50.

Фруктоза в свежем цикории всегда сопутствует инулину. Долгое время считали, что в цикории нет свободной фруктозы, так как этот компонент является неотъемлемой частью инулина и настолько лабилен, что его не удавалось определить общеизвестными методами химического анализа. Возможно, что при хранении свежего цикория фруктоза очень быстро включается в ферментативные процессы и участвует в

восстановлении инулина. Очевидно, поэтому в литературе существуют противоречивые данные о содержании фруктозы в свежем цикории.

Пользуясь методом тонкослойной хроматографии, нами установлено, что через 5 дней после сбора в цикории сорта Ярославский содержалось 12,8–14,4% фруктозы, сорта Донор – 8,05–8,27% и сорта Силезский – 10,85–11,63%.

Впервые на наличие сахарозы в цикории указал академик Н.М. Сисакян.

В корнеплодах сорта Силезский количество сахарозы достигает 4,0–4,3% (в пересчете на сухие вещества сырья), а сорта Магдебургский – 2,0–3,0%.

В литературе отсутствуют данные о содержании в корнеплодах цикория глюкозы в свободном состоянии.

Методом хроматографии нами обнаружено, что содержание глюкозы в свежих корнеплодах цикория незначительно 0,2–0,3%. Однако следует отметить, что в отличие от сахарозы при хранении корнеплодов цикория при температуре 3–5°С в течение 1,5–2 мес содержание глюкозы возрастает до 0,7–0,8%. Вероятно, это связано с расщеплением сахарозы под действием фермента инвертазы.

В свежем цикории сорта Ярославский содержится 2,05–2,32% пентозанов (в пересчете на сухое вещество), сорта Донор – 1,9–2,0% и сорта Силезский – 2,1–3,0%.

Азотистые вещества. Методом жидкостной ионообменной хроматографии на ЛКБ-4101 (Швеция) установлено, что в цикории разных сортов содержится 16 аминокислот, в том числе незаменимые (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и лизин, табл. 6).

Таблица 6

Содержание аминокислот в сыром цикории разных сортов (в г/100 г сухого вещества)

Аминокислота	Сорт цикория			Аминокислота	Сорт цикория		
	Донор	Силезский	Ярославский		Донор	Силезский	Ярославский
Аспарагиновая кислота	1,16	1,81	1,01	Метионин	Следы	Следы	Следы
Треонин	0,31	0,50	0,32	Изолейцин	0,20	0,38	0,26
Серин	0,43	0,59	0,35	Лейцин	0,26	0,48	1,59
Глутаминовая кислота	1,07	1,53	1,70	Тирозин	0,14	0,70	0,26
Пролин	0,32	0,83	0,28	Фенилаланин	0,11	0,20	0,52
Глицин	0,28	0,51	0,37	Гистидин	Следы	Следы	0,77
Аланин	0,38	0,89	0,42	Лизин	”	”	0,97
Цистин	–	–	–	Аргинин	0,81	0,69	0,51
Валин	0,21	0,41	0,22				

Минеральные вещества. Цикорий характеризуется богатым набором минеральных элементов. Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии нами определено количество некоторых макро-и микроэлементов в свежем цикории (табл. 7).

Таблица 7

Минеральный состав свежего цикория (в мг/100 г сухого вещества)

Сорт цикория	Калий	Натрий	Кальций	Магний	Железо	Медь	Марганец	Цинк
Донор	270,3	442,4	522,7	57,1	9,4	0,7	1,4	1,7
Силезский	605,7	318,0	454,3	98,4	4,5	1,5	0,7	1,6
Ярославский	583,1	345,2	435,4	95,7	6,0	1,8	1,2	1,8

В цикории найдены также фосфор, хлор и кремний.

Органические кислоты. В корневищах цикория методом бумажной хроматографии нами обнаружено и определено количественно 1,54–1,95% яблочной, 0,79–1,1% лимонной, 0,5–0,6% винной и 0,01–0,02% щавелевой кислот.

Мазурова и Хабарова (1971) изучали динамику органических кислот в процессе роста и развития растений цикория. Ими показано, что корнеплоды и стебли в 2–3 раза беднее органическими кислотами, чем листья. Однако по мере созревания общее количество органических кислот в цикории увеличивается, качественный состав ди- и трикарбоновых кислот в листьях и корнеплодах выравнивается. Доминирующей кислотой в корнеплодах во все периоды развития растения является яблочная, на долю которой приходится 64–83% от суммы кислот. Абсолютное содержание ее по фазам развития составляет 0,98, 1,78, 1,35%. От фазы бутонизации и до плодоношения количество лимонной и винной кислот возрастает. Содержание хлорогеновой кислоты составляет 1,2–1,32%.

Основные сорта цикория имеют близкие друг другу значения pH. Так, в сорте Ярославский pH 6,1–6,2, в сорте Донор pH 5,6–5,64 и в сорте Силезский pH 6,0–6,1.

Глюкозиды и другие компоненты. В корневищах цикория, а также во всех вегетативных частях растения содержится горький млечный сок. Показатель горечи 1:600. Горький вкус цикория обусловлен наличием глюкозидов интибина (0,032–0,186% в пересчете на сухую массу сырья), лактуцина, лактопикрина, тараксатола. Интибин представляет собой бесцветное желатинообразное вещество с очень горьким вкусом. Оно растворяется во многих растворителях, за исключением петролейного и серного эфиров, а также восстанавливает Фелингову жидкость. Если к раствору интибина прибавить концентрированную серную кислоту и несколько капель раствора нафтола, то зона соприкосновения окрасится в темно-фиолетовый цвет. При гидролизе разбавленной минеральной кислотой отщепляется фруктоза. Вторым компонентом глюкозида интибина является производное протокатехина.

В корнеплодах цикория обнаружены также фенольные соединения и липиды, а также витамины группы В.

Таким образом, по химическому составу цикорий представляет собой источник разнообразных органических веществ, необходимых организму человека.

Требования к сырью

В свежем цикории должно содержаться не менее 60% инулина (в пересчете на сухое вещество). Это главный критерий оценки качества цикория на международном рынке.

Содержание экстрактивных веществ должно находиться в пределах 75–80% в пересчете на сухие вещества. Следует отметить, что в некоторых международных стандартах, например фирмы "Леру" (Франция), при заготовке и поставке цикория на первое место ставится экстрактивность сырья, а не количество инулина. Этот показатель важнее при производстве продуктов из цикория, особенно растворимых пастообразных и порошкообразных. Такой подход следует считать более целесообразным, так как выход готовой продукции зависит прежде всего от экстрактивности исходного сырья.

Сырье должно содержать не менее 95% стандартных корневищ; не допускается наличие в массе сырья подмороженных, гнилых и испорченных корневищ; содержание песка, земли и посторонних включений в массе свежего собранного сырья не должно превышать 3%.

Широкое внедрение сортового цикория позволит обеспечить кофецикорную промышленность сырьем, отвечающим необходимым технологическим требованиям.

ДРУГИЕ ВИДЫ СЫРЬЯ

Ячмень. Известно, что в качестве заменителя кофе ячмень в промышленном масштабе использовался более чем сто лет назад.

Зерно ячменя состоит из зародыша, эндосперма и оболочки. Продольный разрез ячменного зерна показан на рис. 3.

Эндосперм, или мучнистое тело, состоит из тонкостенных клеток, заполненных крахмальными зернами. Эндосперм окружен слоем алейроновых клеток, содержащих белковые вещества, минеральные элементы и липиды. По мере приближения к зародышу клетки алейронового слоя постепенно исчезают и начинается зародышевая часть. Алейроновый

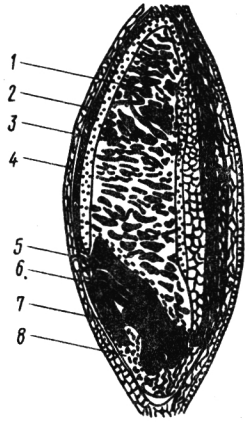


Рис. 3. Продольный разрез ячменного зерна:
1 – эндосперм; *2* – алейроновый слой; *3* – плодовая оболочка; *4* – семенная оболочка; *5* – щиток; *6* – зачатки почки; *7* – зародыш; *8* – первичный стебель и корешки

слой снаружи покрыт оболочкой из нескольких клеточных слоев, в которых различают семенной и плодовый. Зародыш расположен у самого основания зерна, состоит из щитка, отделяющего его от эндосперм, зачатков почки, первичного стебля и корешков (Булгаков, 1965).

Ячмень относится к роду Hordeum. Это однолетнее травянистое растение семейства злаковых. Все культурные сорта ячменя подразделяются на 31 агроэкологическую группу. Группы делятся на три подвида: многорядный ячмень, двухрядный и интермедиум. Известно около 30 видов ячменя, распространенных в Европе и Америке, и свыше 10 видов – в СССР. В нашей стране ячмень культивируют в европейской части страны, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Средней Азии и Закавказье.

В культуре распространено три вида: ячмень культурный (H. Vulgare), который произрастает на всех континентах; ячмень эфиопский (H. aethiopicum) – в Эфиопии и прилегающих к ней странах; ячмень низкорослый (H. humile) – в Китае и Японии, который часто объединяют в один сборный вид – ячмень посевной (H. sativum).

По биологическим особенностям ячмень подразделяют на яровой и озимый. Яровой ячмень возделывают на всей территории СССР – от Заполярья до субтропиков, в горах (на высоте до 3500 м над уровнем моря). Озимый ячмень возделывают в основном в Средней Азии, Закавказье, Крыму, на Северном Кавказе, Юге Украины и Молдавии. У нас районировано 86 селекционных сортов ярового ячменя (пивоваренный – Винер, Московский 121 и др.; фуражный – Донецкий 4, Нутанс 187 и др.) и 34 сорта озимого (Паллидум 596, Одесский 46 и др.).

В Советском Союзе лучшими пивоваренными сортами, которые используются также и в производстве кофепродуктов, являются: Ильиницкий 5, Ильиницкий 43, Ганна Лоосдорская, Уманский, Черниговский, Майя, Ауксиняй, Джюгай, Казанский 6/4, Носовский 2 и др.

В зависимости от сорта, места произрастания и почвенно-климатических условий, а также применяемой агротехники химический состав зерна колеблется. В состав ячменного зерна входят (в %): вода 12–14, белки 10–12, крахмал 45–55, липиды 2,5–3, пентозаны 5–6, сахароза 1,5–2, клетчатка 3,5–5, минеральные вещества (зольные элементы) 2,3–3.

Содержание водорастворимых экстрактивных веществ в ячменном зерне не более 25%, большая их часть представлена крахмалом и другими полисахаридами, которые при термической обработке быстро гидролизуются и превращаются в водорастворимые формы.

На переработку для производства кофейных напитков поступает ячмень продовольственный, предназначенный для пивоварения, и кормовой. В соответствии с действующими ГОСТами основные требования, предъявляемые к ячменю, можно характеризовать следующими показателями: зерно должно иметь влажность по базисным кондициям не более 14–15%, натурную массу 570–630 г/л, содержание сорной примеси не более 2% и зерновой примеси до 2%. Не допускается использование

для переработки в кофейные напитки ячменя, зараженного амбарными вредителями.

ГОСТ предусматривает также поставку ячменя с ограничительными кондициями, по которым основные показатели сырья должны соответствовать следующим требованиям: влажность 17–19%; сорные примеси не более 8% (в том числе: галька 1, вредная примесь 1, спорынья 0,5, горчак розовый, горчак-софора, мышатник 0,1, вязель 0,1, гелиотроп опущенноплодный 0,1%); наличие триходесмы седой (инканум) не допускается; содержание зерновой примеси не более 15%, в том числе проросших зерен 5%.

Сырье в здоровом состоянии должно быть негреющимся, иметь цвет и запах, свойственные нормальному ячменю (без затхлого, солодового, плесневого и других запахов). Допускается приемка потемневшего под влиянием неблагоприятных условий уборки или хранения зерна. При повышенной влажности в период хранения ячмень подвергается поражению Aspergillus niger и Aspergillus flavus, которые интенсивно продуцируют микотоксины: охратоксин А, цитринин, стеригмацистин и т.д. В связи с этим увлажненное и заплесневелое сырье в производство не допускается. В производстве кофейных напитков ячмень используется как в чистом виде, так и в смеси с другими компонентами.

Рожь. Это однолетнее травянистое растение семейства злаковых. В культуре широкое распространение получила рожь посевная, или культурная (Secale cereale), имеет несколько разновидностей. Рожь – одна из важнейших продовольственных зерновых культур, которая в мировом производстве уступает только пшенице, рису, кукурузе и ячменю.

Химический состав ржи (в %): вода 16–18, белки 7,2–9,9, липиды 1,5–1,6, крахмал 55–60, клетчатка 1,6–1,9 и минеральные вещества 1,5–1,7.

В отличие от ячменя и других злаковых ржаное зерно содержит 1,5–2% так называемых слизей – веществ углеводной природы, растворимых в воде и образующих очень вязкие и клейкие растворы (Кретович, 1981; Козьмина, 1976).

В производстве кофейных напитков используют рожь продовольственную в соответствии с требованиями действующего ГОСТа. Основные требования, предъявляемые к качественным показателям ржи, следующие: влажность (по базисным кондициям) 14–17%, натурная масса 680–715 г/л, содержание сорной примеси 1% и зерновой примеси 1%. По ограничительным кондициям продовольственная рожь по качеству должна соответствовать следующим требованиям: влажность 17–19%, содержание сорной примеси не более 5% [в том числе: галька 1%, вредная примесь 1% (спорынья 0,5%, горчак розовый и горчак-софора 0,1%; наличие триходесмы седой не допускается)]; содержание зерновой примеси не более 15%, в том числе проросших зерен 5%. Как по базисным, так и по ограничительным кондициям зараженность ржаных зерен амбарными вредителями не допускается. К основному зерну относят целые и поврежденные зерна ржи, по характеру повреждений не относящиеся к сорной или зерновой примеси.

К минеральным примесям относят комочки земли, гальку, шлак, руду и т.п.; в органическую примесь входят части стеблей и стержней колоса, пленки и т.п.

Рожь входит в состав рецептур растворимых и нерастворимых кофейных напитков.

Овес. Это однолетнее и многолетнее растение семейства злаковых. В культуре широкое распространение получил овес посевной (Avena sativa L.), но известны также овес византийский, или средиземноморский (Avena byzantina Koch), который сеют в республиках Закавказья, овес щетининский, или песчаный, который распространен в некоторых северо-западных районах СССР. Овес – важная зерновая культура преимущественно фуражного назначения.

В овсе содержится 13,5–14% воды, 9,5–10% белков, 32–35% крахмала, 4,7–6% липидов, 10–12% клетчатки и 3,2–3,5% минеральных веществ.

Овес содержит много липидов, в нем меньше экстрактивных веществ, чем в других хлебных злаках. Овес широко применяется в мукомольно-крупяной промышленности для изготовления муки, круп, толокна и т.д.

В кофейной промышленности овсяное зерно применяют в небольшом количестве. Поступающее на кофеперерабатывающие предприятия зерно по качественным показателям должно соответствовать требованиям действующих ГОСТ 12771–71 и ГОСТ 6584–73.

Соя (Glycine hispida Max.). Это однолетнее растение семейства бобовых. Соя богата белками (35–37%) и липидами (17–18%), в ней содержится 10–12% воды, 23–24% углеводов, 4–4,5% клетчатки и 4,5–5% минеральных веществ. Соя ширико используется для производства пищевого и технического масла, в кондитерской и других отраслях пищевой промышленности. Из-за низкой экстрактивности и высокого содержания липидов сою добавляют в рецептуры нерастворимых кофейных напитков в весьма ограниченных количествах. Качественные показатели сои, используемой в производстве кофейных напитков, должны отвечать требованиям действующего ГОСТа.

Желуди дубовые. Для производства кофепродуктов используются высушенные семядоли дикорастущего дуба черешчатого (Quercus robus L.) и дуба скального, или сидячецветного (Quercus petraea), семейства буковых (Fagaceae). В состав желудей входит 9–10% воды, 5,5–6% белков, 50–52,4% крахмала, 7,8–9% моно- и дисахаров, 10,4–11% дубильных веществ, 5,5–6% липидов, 2,5–2,9% клетчатки и 1,9–2% минеральных веществ (зольные вещества).

Желуди дубовые заготовляют и поставляют предприятиям в соответствии с требованиями действующего ГОСТа. Дубовые желуди должны соответствовать следующим требованиям. По внешнему виду очищенные от кожуры и отделенные друг от друга семядоли должны быть яйцевидно-продолговатой формы, наружная сторона семядолей выпуклая, бороздчатая, внутренняя – плоская или немного вогнутая; цвет светло- или темно-бурый, вкус вначале сладковатый, затем горьковато-вяжущий; размеры плодов: длина 15–20 мм, поперечник 7–12 мм; влажность должна быть не более 11%; зольность 3%; содержание в массе сырья

неочищенных желудей и частей плодовой кожуры 2%; содержание измельченных частей, проходящих через сито с отверстием диаметром 3 мм, 2%; содержание минеральных примесей не более 0,5%; наличие посторонних включений, а также устойчивого постороннего запаха, не исчезающего при проветривании, не допускается.

Желудевые кофейные напитки давно известны. Выпускают чисто желудевый (100% желудей) кофейный напиток либо вместе с другими компонентами. Благодаря содержанию дубильных веществ желуди повышают вкус напитков и обогащают их состав *р*-активными веществами.

Орехи каштана съедобного. Свежие орехи каштана (Castanea sativa M.) – плоды дерева семейства буковых, заготовляемые для реализации через торговую сеть и для промышленной переработки. Каштан произрастает в основном в субтропических зонах в диком и культурном состоянии. Известно более 10 видов, но преимущественное распространение получил каштан настоящий съедобный (C. sativa M.).

Плоды каштана (съедобные орехи) содержат около 62% крахмала, до 17% сахара, 6% белка, 2 – 2,5% липидов. В них содержатся также яблочная, лимонная и молочная кислоты.

В СССР орехи каштана съедобного заготовляют в соответствии с требованиями действующего ГОСТа.

Согласно ГОСТу орехи каштана по внешнему виду должны быть свежими, чистыми, коричневого цвета, разных оттенков, без пятен и механических повреждений, треугольно-шаровидной формы с разной степенью сплюснутости; по консистенции ядро должно быть плотным, а по окраске в разрезе – белым или слегка желтым, без пятен; вкус и запах ядра свойственные свежему каштану, без посторонних привкуса и запаха; масса ореха должна быть не менее 5 г, влажность ядра 40–55%, орехов с массой менее 5 г должно быть не более 5%, с треснутой кожурой (для промышленной переработки) – не ограничено; орехи, раздавленные и механически поврежденные, а также поврежденные вредителями, на переработку не допускаются. В общей массе сырья может содержаться не более 10% орехов со скрытыми повреждениями и вредителями.

В производстве кофейных напитков орехи каштана применяют с целью придания продукту полноты вкуса.

Орехи буковые. Эти плоды буковых деревьев (Fagus L.). В СССР произрастает два вида: бук восточный и бук лесной. Кроме того, в Крыму распространена разновидность – бук крымский (F. tanrica Popl.). Но наиболее широкое распространение получил бук восточный, плоды которого собирают для получения масла, а также используют для добавления в рецептуры кофейных напитков.

Химический состав буковых орехов (в %): неочищенные – вода 7,94, азотистые вещества 15,0, липиды 26,12; экстрактивные вещества 28,2, клетчатка 19,2, зола 3,5; очищенные (ядра) – вода 9,8; азотистые вещества 22,8, липиды 31,8, экстрактивные вещества 27,9, клетчатка 3,7, зола 4,0.

Буковые орехи состоят из 66,8% ядра и 33,2% скорлупы. В ядре содержатся также сахара, яблочная, лимонная и щавелевая кислоты,

дубильные вещества, крахмал и слизистые вещества. Заготовку буковых орехов производят в соответствии с требованиями действующего ГОСТа.

Во влажных условиях буковые орехи быстро плесневеют, в результате чего в них накапливаются микотоксины. Поэтому буковые орехи должны храниться в высушенном состоянии и в сухих условиях.

Орехи кедровые. Это семена плодов кедра (Pinus cembra L.) семейства сосновых. В промышленности семена кедра используются для получения кедрового масла. В среднем кедровые орехи содержат 43% ядер, 55% скорлупы и 2% пленок ядра. В ядрах, высушенных до влажности 12,5%, содержится 15% белковых веществ, 54,9% липидов, 10,4% крахмала, 2,2% клетчатки, 2,1% пентозанов и 2,3% зольных веществ. В скорлупе содержатся 69% клетчатки, 22,7% пентозанов, а также красящие вещества, дубильные, в небольшом количестве липиды и белки. Требования, предъявляемые к качеству кедровых орехов, должны соответствовать действующему ГОСТу.

Плодовые косточки. Это косточки, получаемые от плодов абрикосов, сливы, персиков, ткемали, урюка, вишни и черешни и используемые для выработки из них масла.

В ядре абрикосов содержится 7,08% воды, 24,9% белковых веществ, 35,28% липидов и 3,1% зольных веществ, а в скорлупе содержится 2,45% воды, 32,9% клетчатки, 2,11% белковых веществ и 9,5% золы.

В ядрах косточек персиков содержится в среднем 48% липидов, 26% белков, 3,6% глюкозида амигдалина и 2,7–3,3% свободных жирных кислот. Скорлупа персиковой косточки содержит 5,53% воды, 70,6% клетчатки, 0,09% липидов, 0,58% белковых веществ, 22,8% безазотистых веществ и 0,36% золы.

В ядрах сливовых косточек до 59% липидов, 20–30% азотистых веществ, 0,96% амигдалина и до 10% растворимых углеводов. Все плодовые косточки богаты белками, липидами и полисахаридами.

Плодовые косточки заготовляют в соответствии с требованиями действующего ОСТ 18-28–70. Качество плодовых косточек должно соответствовать следующим требованиям: внешний вид – поверхность чистая, без плесени и остатков мякоти; цвет скорлупы от светло-желтого до темно-коричневого, свойственный высушенным плодам; вкус ядер абрикосовых косточек сладкий или горький, свойственный косточкам; влажность не более 13%; засоренность примесями по массе не более 3%; наличие косточек с ядрами, поврежденными сельскохозяйственными вредителями, ссохшимися, плесневелыми, почерневшими (по счету) не более 10%, наличие косточек других культур по массе не более 10%.

К сладким косточкам абрикоса допускается примесь горьких косточек не более 3%, дефектных (с плесневелым и поврежденным ядром) не более 2% (по счету). При содержании в партии сладких косточек свыше 3% горьких косточек либо при наличии более 2% дефектных косточек всю партию сырья принимают как горькие косточки.

В состав кофейных напитков добавляют не более 5% плодовых косточек.

Плоды шиповника. Высушенные плоды дикорастущих кустарников высоковитаминных и низковитаминных видов шиповника предназначены для использования в качестве лекарственного сырья и в пищевой промышленности. Известно более 250 видов шиповника. Особенно богаты плоды шиповника аскорбиновой кислотой (от 5,5 до 14%), в них также много витамина Р (до 2,5%) и провитамина А (до 1,17%), несколько меньше витаминов B_1 (0,25%), B_2 (0,5%), в масле семян около 0,3% витамина Е. Кроме того, в плодах шиповника содержатся минеральные элементы (железо и калий). Мякоть плодов содержит до 20% сахаров, в основном глюкозу и фруктозу, пектиновые, дубильные и красящие вещества, лимонную и яблочную кислоты, 8–10% липидов.

В СССР заготовку плодов шиповника производят в соответствии с требованиями действующего ГОСТа. Плоды шиповника собирают в период их полного созревания. Качество их должно соответствовать требованиям, приведенным в табл. 8.

Таблица 8

Качественные показатели плодов шиповника

Показатель	Характеристика сырья	
	высоковитаминного	низковитаминного
Внешний вид, размер и строение плода	Цельные, очищенные от чашелистиков и плодоножек ложные плоды от шаровидной или овальной до сильно вытянутой веретеновидной формы длиной от 0,7 до 3 см, диаметром от 0,6 до 1,7 см. Единичные плоды сохраняют чашелистики, направленные вверх и иногда наверху сомкнутые. При механической очистке чашелистики отламываются вместе с основанием чашечки и в плоде остается небольшое круглое отверстие. Стенки высушенных плодов твердые, хрупкие, наружная поверхность блестящая, реже матовая, более или менее морщинистая. Внутри плоды обильно выстланы длинными очень жесткими щетинистыми волосками; более короткие волоски имеются на заостренном конце орешков. Орешки мелкие, продолговатые, со слабо выраженными гранями	Цельные, очищенные от чашелистиков и плодоножек ложные плоды шаровидной, яйцевидной и продолговатой формы длиной от 0,8 до 2,8 см, диаметром от 0,7 до 2,1 см. На верхушке плода находится пятиугольная площадка. Стенки высушенных плодов твердые, хрупкие, наружная поверхность блестящая, реже матовая, более или менее морщинистая. Внутри плоды обильно выстланы длинными очень жесткими щетинистыми волосками. Орешки мелкие, продолговатые, со слабо выраженными гранями
Цвет плодов	От оранжево-красного до буровато-красного	
орешков	Светло-желтый	

Окончание таблицы 8

Показатель	Характеристика сырья	
	высоковитаминного	низковитаминного
Запах	Отсутствует	
Вкус	Кисловато-сладкий, слегка вяжущий	
Содержание влаги, %, не более	14,0	15,0
Содержание общей золы, %, не более	3,0	4,0
Содержание аскорбиновой кислоты, %, не менее	1,0	–
Содержание органических кислот, %, не менее	–	3,0
Количество стеблей, веток, чашелистиков и плодоножек, %, не более	1,0	2,0
Количество почерневших, пригоревших, поврежденных вредителями и болезнями плодов и их частей, %, не более	1,0	3,0
Количество измельченных частиц плодов, в том числе орешков, проходящих сквозь сито № 30 (по ГОСТ 214–77), %, не более	3,0	3,0
Количество недозревших плодов (от зеленой до желтой окраски), %, не более	–	5,0
Содержание посторонних примесей, %, не более		
органических (плоды или части других неядовитых растений)	0,5	0,5
минеральных (земля, песок и др.)	0,5	0,5
Наличие ядовитых растений и их частей	Не допускается	
Наличие плесени и гнили	То же	
Наличие устойчивого постороннего запаха, не исчезающего при проветривании	"	
Зараженность сырья амбарными вредителями II, III степени	Не допускается	

Кофейные напитки, витаминизированные плодами шиповника, высоко ценятся потребителями, и поэтому спрос к таким напиткам не ограничен.

Семена винограда. Получают при сушке виноградной выжимки. Виноградные семена в последние годы стали применять в кофейной промышленности.

По данным исследований, проведенных во ВНИИПП и СПТ, химический состав сухих виноградных семян, используемых для производства кофейных напитков, следующий: влажность 7,98–8,5%, pH 4,74–5,0, количество экстрактивных веществ 10,54–12,2%, общих сахаров 6,4–7,5, редуцирующих сахаров 4,4–4,8, сахарозы 1,9–2,1, пентозанов 3,5–4,2, липидов 12,3–16,9, общего азота 1,23–1,45, аминного азота 0,15–0,17, дубильных веществ 2,5–8,0, клетчатки 20–22, зольных веществ 2,78–3,2%. В семенах винограда методом газовой хроматографии установлено наличие линолевой (74,4–78% общего количества липидов), олеиновой (12,3–18,4%), пальмитиновой (6,4–8,5%), пальмитолеиновой (3,1–4,7%) кислот, а также неомыляемых жирных кислот (0,9–1,74%), в том числе β-ситостерина, кампестерина и стигмастерина. Кроме того, показано, что в липидах содержатся α- и γ-токоферолы в количестве 65–73 мг/100 г.

На виноградные семена, вырабатываемые в СССР, существует ОСТ, в соответствии с которым к семенам, поступающим на промышленную переработку, предъявляются требования, приведенные в табл. 9.

Таблица 9

Качественные показатели сухих семян винограда

Показатель	Характеристика	Норма для	
		I сорта	II сорта
Внешний вид	Поверхность чистая, без следов плесени, не допускается комкование семян		
Цвет	Коричневый или темно-красный разных оттенков, характерный для данного сорта винограда		
Запах	Свойственный виноградным семенам, без затхлого, плесневелого и постороннего запаха		

Окончание табл. 9

Показатель	Характеристика	Норма для	
		I сорта	II сорта
Содержание влаги, %, не более	–	7,0	7,0
Содержание масла, %, не менее	–	15	10–15
Кислотное число масла, мг/КОН, не более	–	2,5	4,0
Наличие поврежденных семян, %, не более	–	3,0	5,0
Наличие примесей растительного и минерального происхождения, %, не более	–	3,0	3,0

Ввиду высокого содержания масла семена винограда рекомендуется хранить в тканевых мешках или контейнерах в хорошо вентилируемых прохладных (при температуре не выше 22°С) помещениях. При хранении навалом во избежание самосогревания семян необходимо производить еженедельное перелопачивание сырья.

Семена винограда по всем основным показателям, за исключением кофеина, близки к сырому кофе. Поэтому кофейный напиток, вырабатываемый с применением семян винограда, имеет тонкий приятный аромат, напоминающий аромат натурального кофе.

Какаовелла. Это оболочки бобов какао, получающиеся при их переработке. Химический состав какаовеллы (в %): влажность 4,2–5,8, экстрактивные вещества 12,3–17,0, дубильные вещества 2,6–2,8, липиды 4,0–4,5, общие сахара 6,9–7,4, редуцирующие сахара 2,5–3,2, клетчатка 48,0–52,8, белковые вещества 6,7–8,2, зольные вещества 6,5–7,3; pH 4,6–4,8. Кроме того, в какаовелле найден целый ряд макро- и микроэлементов (калий, фосфор, магний, натрий, кальций, железо, медь, марганец, цинк, алюминий, свинец, хлор, сера и др.). Какаовелла вырабатывается и поставляется на промышленную переработку в соответствии с требованиями действующего ОСТа. Ассортимент кофейных напитков, выпускаемых с использованием какаовеллы, ограничен.

Груши и яблоки сушеные. Вырабатывают их из предварительно вымытых, калиброванных, нарезанных кружками толщиной 5–6 мм и высушенных при температуре 55–80°С плодов.

Химический состав сушеных яблок (в %) следующий: содержание влаги 17–20, общих сахаров 35–45, органических кислот 1,5–4,0. В сушеных грушах содержание влаги также не должно превышать 20%, углеводов в них 47–52%, а кислот 0,9–2,1%. Груши и яблоки сушеные заготовляют в соответствии с требованиями действующих ГОСТов. Они входят в состав некоторых рецептур кофейных напитков (каждый по 10%).

Ванилин. Синтетическое душистое вещество ($C_8H_8O_3$), применяемое в очень небольшом количестве (0,1% к массе рецептурной смеси) для ароматизации кофейных напитков.

Корица. Натуральная пряность, вырабатываемая из высушенной коры коричного дерева, применяется для ароматизации различных пищевых продуктов, в том числе кофейных напитков. В зависимости от происхождения сырья различают корицу: Вьетнамскую, Индийскую, Китайскую, Цейлонскую и Явскую. На корицу молотую и в виде палочек, выпускаемую в торговую сеть, а также для промышленной переработки, существует отраслевой стандарт.

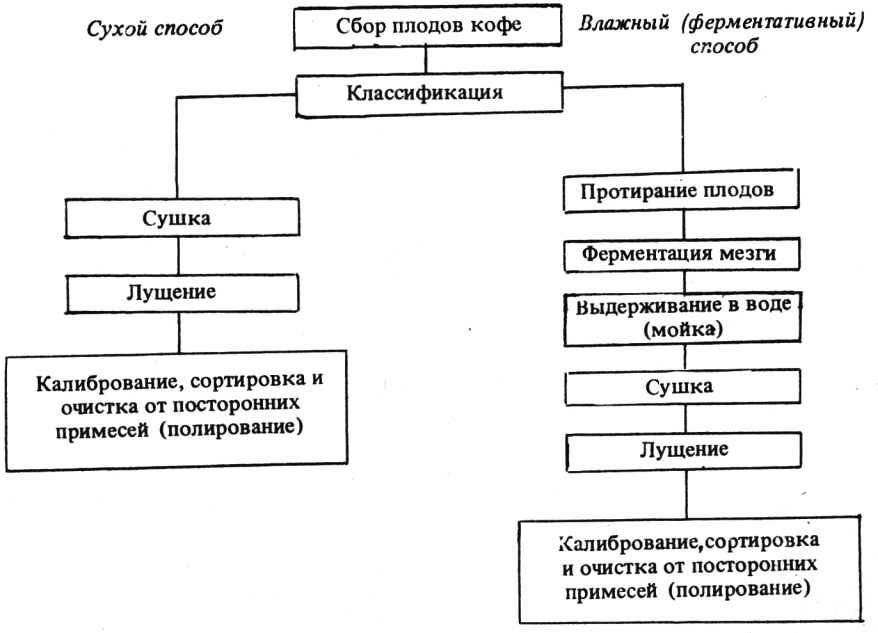
Вода. Является необходимым компонентом при производстве растворимых кофепродуктов. Ее качество может оказать существенное влияние на вкус и аромат растворимого кофе и растворимых кофейных напитков.

Вода, используемая для производства всех видов кофепродуктов, прежде всего должна быть без запаха и вкуса, бесцветной и свободной от загрязнений. Она должна удовлетворять требованиям действующего ГОСТа 2874–82 и быть очищена от солей кальция и магния, иметь жесткость не более 0,35 мг · экв. /дм^3.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОФЕЙНЫХ ЗЕРЕН И КОРНЕПЛОДОВ ЦИКОРИЯ

КОФЕЙНЫЕ ЗЕРНА

В мировой практике производства сырых зерен кофе известно два способа первичной обработки плодов: сухой и влажный (Сивец и Фут, 1963; Кларк, 1976).



Сухой способ обработки плодов кофе

Это самый древний и в то же время наиболее простой способ очистки зерен кофе от плодовой мякоти и оболочек.

По этому способу плоды кофе влажностью 65–70% после сбора разделяют на крупные и мелкие по внешнему виду – классифицируют. Иногда их погружают в воду для отделения недозрелых и легких плодов методом флотации, но при этом плоды еще больше увлажняются и процесс сушки удлиняется. Кроме того, при флотации происходит большой расход воды. При классификации одновременно удаляют прогнившие плоды и посторонние примеси (ветки и грозди плодов).

Плоды кофе сушат в целом виде. Одним из простых способов является солнечная сушка непосредственно на плантациях или вблизи плантаций на открытых площадках. Такая сушка обычно длится 2–3 недели. В некоторых странах, в частности в Бразилии, применяют тепловую сушку в специальных сушильных агрегатах, работающих на электроэнергии. Сушка горячим воздухом, паром или электричеством длится 12–24 ч. После того как плоды подсушены до влажности 12–14%, их транспортируют в помещение и на кофесушильных машинах очищают, снимая пергаментные оболочки. Это обычные лущильные машины, которые работают по принципу трения плодов между вращающимися внутренними цилиндрами. Снаружи лущитель снабжен проволочной сеткой для предварительного отделения шелухи от зерен. Удаление всей высушенной внешней оболочки зерна осуществляется за одну операцию (в процессе лущения), однако оставшаяся серебристосеменная оболочка снимается при полировании зерен. Полирование зерен производят для придания им блеска.

При сухой обработке зерен кофе у некоторых сортов семенная оболочка очень трудно отделяется и поэтому процесс очистки и полирования осложняется. В таких случаях зерна иногда слегка увлажняют, но это ухудшает их качество. Затем зерна поступают на сортировку и калибрование. При этом одновременно удаляются посторонние органические и минеральные примеси.

В некоторых странах по-прежнему практикуется ручная сортировка. Однако в последнее время стали широко применять оптические электронные сортировочные аппараты, разделяющие кофейные зерна по размеру, цвету, массе, степени механического повреждения, порче вредителями, зрелости и т.д. (Стирлинг и Якпон, 1979). В Кении кроме этого способа разделение кофе на категории производят на специальной установке с вентилятором, который фракционирует зерна на легковесные, средние и тяжеловесные группы.

Сухой способ обработки плодов кофе имеет некоторые недостатки. В частности, неравномерное удаление влаги из всех частей плода становится причиной развития микроорганизмов и порчи зерен при хранении. Кроме того, считается, что потери при сухом способе значительны, так как в процессе лущения и сортировки чрезмерно высохшие зерна уходят в отходы. Однако, учитывая, что сухой способ обработки все же наиболее

удобный и простой, стремятся путем механизации некоторых технологических операций интенсифицировать весь технологический цикл и применять его параллельно с влажным способом.

Влажный (ферментативный) способ обработки плодов кофе

Собранные плоды кофе после классификации по сорту, величине, цвету и степени зрелости пропускают через пульперы, на которых протираются. В результате этого наружная оболочка разрывается и плодовая мякоть освобождается. Затем путем мягкого выжимания зерна отделяются от плодовой мякоти и выдавливаются наружу. Однако, учитывая, что эти машины все же оставляют слизистый слой и серебристосеменную оболочку на зернах, протертую мезгу направляют на ферментацию (выдержка при высокой влажности и температуре). Процесс ферментации протекает в течение 24–36 ч. Попытки ускорить его пока не увенчались успехом. Температура ферментации 18–30°С.

Установлено, что в ферментативных процессах кофейной мезги участвуют пектинэстераза, галактоуроназа, α-галактозидаза, пероксидаза и полифенолоксидаза. Эти гидролитические и оксидазные ферментные системы выделены из слизистой оболочки, в которой найдены также пектиновые вещества, редуцирующие сахара, сахароза, хлорогеновые кислоты, аминокислоты и другие вещества. Считается, что в процессе отделения слизистой оболочки от пергаментной сначала участвуют эндогенные ферментные системы, а затем бактерии, плесени и дрожжи, содержащиеся также в слизистых веществах кофейной мезги. При затягивании ферментации до 20 ч в мезге образуются этанол, уксусная и пропионовая кислоты и некоторые другие продукты брожения. При этом качество сырья снижается. На поверхности зерен появляется бурый оттенок, исчезает свежесть вкуса и аромата напитка, поэтому продолжительность ферментации должна быть по возможности короткой.

Наличие переферментированных зерен в общей массе сырья можно обнаружить по характерной флуоресценции в УФ-свете, а также по снижению pH и повышению общей кислотности, уменьшению содержания сухих веществ и углеводов.

Пытаясь сократить время ферментации, в Кении, Гватемале, Бразилии и некоторых других кофепроизводящих странах в кофейную мезгу дополнительно добавляли различные ферментные препараты, например грибной "Бенефакс", пектолитический, "Ультразим-100" и др. Для предотвращения побурения зерен мезгу обрабатывают метабисульфитом калия.

После ферментации кофейная мезга (пульпа) подвергается мойке в аппаратах непрерывного действия (производительность 680–900 кг/ч). Иногда для лучшего отделения слизистых оболочек от зерен по ходу продвижения кофейной мезги через желоба подают воду, нагретую до 43–49°С.

В процессе сушки зерна кофе не только доводятся до необходимой (~12%) влажности, но и пергаментная оболочка их подготавливается для последующего отделения на лущильных установках. Сушку зерен произ-

водят в естественных условиях (с помощью солнечной энергии) или в механических сушилках при температуре 40–60°С. Наилучший эффект (по кислотности, полноте вкуса, аромата и настоя напитка) получается при температуре сушки 45°С. Улучшению качественных показателей кофейных зерен в процессе сушки способствует также активное действие пероксидазы и полифенолоксидазы. Однако при 40°С они начинают инактивироваться. При 60°С и особенно при 80°С зерна приобретают коричневый оттенок, кислотность их падает, а полнота вкуса ослабевает. Продолжительная сушка (6–12 ч) также влияет на качество напитка.

Высушенный пергаментный кофе, т.е. зерна, находящиеся в пергаментной оболочке, подвергают лущению для удаления высохших пергаментной и серебристосеменной оболочек.

Типовые лущильные установки состоят из шнека, изготовленного из хромированной стали, с винтовым зацеплением, увеличивающимся по направлению к разгрузочному концу и вызывающим трение. Разорванные оболочки падают через перфорированную пластину вниз. Удаление серебристосеменной оболочки обычно завершается при полировании зерен.

После этого кофейные зерна калибруют и сортируют по размеру и цвету. Зерна кофе проходят вдоль вращающегося горизонтального сита с изменяющимися отверстиями или решеткой, для того чтобы зерна соответствующих размеров проходили через них. Стандартные решетки имеют номера, в соответствии с которыми зерна нумеруются для поставки на экспорт или для продажи. Обычно используется система сортировальных устройств, где сначала кофе калибруется по ширине зерна, затем по толщине и после этого по длине. При ферментативной обработке в общей массе сырья появляются поврежденные зерна. Их удаляют при сортировке, которую осуществляют вручную по мере движения зерен по конвейеру на упаковку в мешки.

Электронные машины позволяют разделить сырой кофе по тусклому и бледному цвету, по неприятному (затхлому) запаху, степени повреждения при технологической переработке и насекомыми, прокисшему признаку, почерневшему виду, размеру и массе зерен и т.д.

В настоящее время для замены сложной и трудоемкой ручной сортировки сырых зерен кофе, а также для определения содержания дефектных зерен и товарного качества продукции рекомендуются методы, основанные на использовании УФ-спектров (Картер, 1981).

Хранение сырого кофе

Высушенные зерна (сырой кофе) в основном упаковывают в стандартные джутовые мешки (масса нетто 60 кг) или хранят насыпью на специальных лагерях. Практикуется хранение сырого кофе в металлических бункерах из железа, алюминия, бетона на складах с кондиционированием воздуха. Хорошо предохраняют кофе от увлажнения многослойные бумажные мешки с прокладкой из полиэтилена и джутовые мешки с полиэтиленовым вкладышем.

При хранении высушенных зерен кофе в них протекают окислитель-

ные процессы и продолжается дозревание, наблюдается исчезновение травянистого вкуса, характерного для напитка из свежесобранного урожая. В ходе этих процессов часть сухих веществ теряется, зерна приобретают либо коричневатый (из-за продуктов превращения фенольных соединений), либо белесый (из-за потерь пигментов) оттенок. Поэтому хранить сырье рекомендуется в хорошо проветриваемом помещении с относительной влажностью воздуха 70–75%, а штабеля мешков должны быть изолированы от пола деревянными брусками.

Установлено, что при хранении сырого кофе в течение длительного времени при 20–26°С и относительной влажности до 20% кофе имеет равновесную влажность 3,2–4,7%, при относительной влажности 25–45% равновесная влажность 6,7–8%, при влажности 50–65% равновесная влажность 10–11%, при 65–75% равновесная влажность 11–13% и при 80–95% – 16–28%.

Не рекомендуется также хранить сырой кофе вблизи химикатов, резкопахнущих продуктов и материалов, так как зерна легко сорбируют посторонние лабильные вещества.

При длительном хранении в зернах продолжаются дыхательные процессы и они сохраняют жизнеспособность.

КОРНЕПЛОДЫ ЦИКОРИЯ

Существующие способы обработки

В СССР и за рубежом известно несколько способов обработки свежих корнеплодов цикория. В настоящее время в СССР принята следующая схема переработки корнеплодов цикория.

Поступающие на предприятия свежие корнеплоды цикория подвергают мойке. Сначала проводят предварительную отмочку сырья в гидротранспортере, а затем мойку и удаление с поверхности грязи, посторонних примесей, микроорганизмов и др.

Для мойки используют кулачковые моечные машины или вибрационные марки ВМ-25 производительностью 2,5 т/ч. Вода подается непрерывно со стороны, противоположной загрузке сырья. Расход воды составляет 2–3 $м^3$ на 1 т. Для мойки используют обычно водопроводную или артезианскую воду.

При мойке теплой водой (40–50°С) комочки грязи лучше набухают и легче удаляются из впадин и глазков. Однако использование теплой воды связано с затратами на ее нагревание, поэтому этот способ не нашел широкого применения.

Степень чистоты корнеплодов цикория устанавливают путем контрольной мойки сырья чистой водой, прозрачность которой при этом не должна изменяться.

Из моечных машин цикорий поступает на измельчение на режущие машины типов МРК, "Ритм" и др., где его режут на кубики, столбики и пластины следующих размеров (в мм):

	Длина	Ширина	Толщина
Кубики	10–20	10–20	10–20
Столбики	20–60	12–15	5–10
Пластины	10–20	15–20	5–7

Для удаления мелочи применяются металлические штампованные сита с отверстиями диаметром 5 мм.

Нарезанный цикорий сушат в конвейерных сушилках типов СПК-42Г, СПК-90, КСА-80, ПКС-40 до влажности 12–14%.

Режимы сушки цикория приведены в табл. 10.

Таблица 10

Технологические параметры сушки нарезного цикория в различных сушилках

Параметры	КСА-80			СПК-90		
	кубики	столбики	пластины	кубики	столбики	пластины
Загрузка в сушилку, кг/мин	12–13	13–14	11–13	12,5–14	14–15	12–13
Нагрузка на поверхность первой ленты, кг/м²	16,0	16,2	15,8	16,0	16,5	16,0
Скорость ленты, м/мин						
первой	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
второй	0,26	0,26	0,26	0,28	0,28	0,28
третьей	0,17	0,17	0,17	0,20	0,20	0,20
четвертой	0,11	0,11	0,11	0,18	0,18	0,18
пятой	–	–	–	0,16	0,16	0,16
Температура воздуха над лентами, °С						
первой	50	50	50	60	60	60
второй	70	70	70	70	70	70
третьей	65	65	65	70	70	70
четвертой	60	60	60	60	60	60
пятой	–	–	–	60	60	60
Расход воздуха, тыс. м³/ч	20	20	20	25	25	25
Относительная влажность отработавшего воздуха, %	36	36,5	36,0	40,0	42,0	40,0
Продолжительность сушки, ч	3,0–3,5	3,5–4,0	3,0–4,0	3,0	3,5	3,0–3,5

Исследования показали, что наиболее равномерно и интенсивно обезвоживается цикорий, нарезанный кубиками. Трудно поддается сушке цикорий, нарезанный столбиками 60×15×10 мм. Чаще всего такой продукт оказывается более влажным (15–16%), чем кубики и пластинки (12–14%). Пластинки цикория из-за большого количества мелочи быстро пригорают при последующей обжарке, но еще хуже сохнут столбики, у которых содержание равномерно обжаренных частиц составляет лишь 55–60% общей массы.

Самым оптимальным вариантом нарезания цикория являются кубики размерами 10х10х10 и 15х15х15 мм. Кусочки этой формы равномерно высушиваются, дают меньше потерь, чем при сушке столбиков и пластин, а по содержанию влаги всегда соответствуют требованиям ГОСТа. Одинаково высушенные кубики цикория равномерно и быстрее обжариваются, образуют меньше угара.

Высушенный цикорий охлаждают до 30–40°С, сортируют путем просеивания через набор сит с отверстиями диаметром 25 мм (верхнее сито) и 5 мм (нижнее сито). Сход с нижнего сита инспектируют. Поджаренные, запаренные, недосушенные, а также частицы другой формы и посторонние примеси отбирают. Рассортированный цикорий упаковывают в джутовые, бумажные, непропитанные льняные или из полимерных материалов мешки по 30–50 кг и отправляют на кофеперерабатывающие предприятия.

В настоящее время за рубежом разработано несколько поточно-механизированных линий производства сушеного цикория.

Аппаратурно-технологическая схема производства сушеного цикория фирмы "Пфистер" приведена на рис. 4.

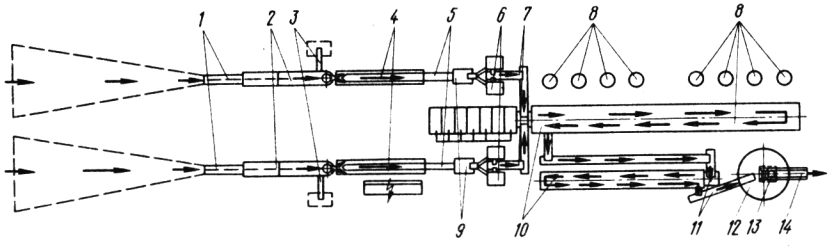


Рис. 4. Аппаратурно-технологическая схема переработки корнеплодов цикория фирмы "Пфистер" (ФРГ):
1 – гидротранспортеры; *2* – моечные машины; *3* – камнеотборники; *4* – машины для дочистки и сортировки; *5, 7* и *11* – механические транспортеры; *6* – резательные машины; *8* – сушильные аппараты; *9* – компрессоры; *10* – охладители; *12* – промежуточный бункер; *13* – весовые устройства для упаковки; *14* – сшивательная установка

Корнеплоды цикория с остатками земли (до 20%), но без ботвы и хвостиков предварительно отмывают в гидротранспортере и направляют при необходимости в промежуточный сборник или сразу механическим транспортером в моечные машины.

Моечные машины с прутковыми (стержневыми) барабанами установлены одна над другой. Длина барабана 2950 мм, диаметр 950 мм, общая длина машины около 3750 мм, общая ширина машины около 1400 мм. Барабан имеет профильное железное кольцо, на которое наварены плоские прутья, расстояние между которыми ~13 мм. В нижней части барабана имеется ячеистая ванна. При подаче ~3 м^3/мин воды и постоянном вращении барабана оставшаяся на корнеплодах земля удаляется.

Обработка производится на двух параллельных линиях, на каждой из которых установлено по две моечные машины. В конце каждой моечной машины имеется сетка для струйной обмывки корнеплодов.

За моечными машинами стоят два камнеуловителя со шнековой вертикальной подачей. Механическое приспособление выводит отделенные камни из проточного резервуара в контейнеры непрерывно. Примесь мелкозернистого песка не удаляется, она оседает в нижней подпорной емкости камнеуловителя и выводится оттуда периодически вручную.

От камнеуловителей продукт поступает на установку окончательной очистки, состоящую из трех разделенных лент, причем подача осуществляется с наружных лент, а дальнейшая транспортировка окончательно очищенных корнеплодов – посредством средней ленты.

На установках окончательной очистки производится сортировка: вручную удаляют прилипшие хвостики, листочки или гнилые корнеплоды. После этого мытый цикорий поступает на машины для резки.

Цикорий сначала режут на ломтики, затем ломтики режут на палочки, из которых на окончательной стадии нарезаются кубики различных размеров. Вид и размеры нарезанного цикория регулируются в большом диапазоне. Резательные машины (в линии их четыре) оснащены магнитными отделителями для удаления металлических включений.

Через механическую систему транспортеров нарезанные кубики поступают в сушильный аппарат, выполненный в виде двойного барабана. Длина барабана 28 м, с калорифером 40 м, диаметр 2,6 м, ширина 3 м, высота 4 м. Пропускная способность сушильного барабана 15 т цикория влажностью 75–78% или 3665 кг/ч, высушенного до влажности 10–12%.

Нарезанный цикорий сначала поступает во внутренний барабан и, двигаясь, омывается горячим воздухом, подаваемым в том же направлении. Сушка осуществляется по прямоточному принципу. В конце барабана цикорий через внутренний барабан попадает в наружный, где также идет прямоточная сушка.

Нагревание сушильного барабана производится либо прямым нагревом его от семи горелок, либо же косвенным обогреванием теплым воздухом через семь размещенных в ряд калориферов.

Через двухкамерный шлюз цикорий из сушилки выводится и подается на механическое транспортирующее устройство, по которому направляется в охладительный барабан. Охладительный барабан работает по тому же принципу, что и сушильный. Продукт охлаждается до комнатной температуры и с помощью элеватора поступает в промежуточный бункер вместимостью ~10 м^3, который оснащен электронными датчиками наполнения и опорожнения. Выгрузка из этого бункера производится посредством виброжелоба, который направляет продукт на весы, где его затаривают в бумажные или джутовые мешки по 30–50 кг. Часовая производительность при затаривании по 30 кг составляет 280 засыпок, а при затаривании по 50 кг – 120 засыпок. К весам подключено устройство, обеспечивающее зашивку мешков. Готовые мешки с высушенным

цикорием направляют в складское помещение. Производительность линии по сушеному цикорию 3300–3500 кг/ч.

Все агрегаты поточно-механизированной линии имеют отдельные щиты управления и включаются отдельно. Имеется центральный пульт управления, в который встроено устройство для регистрации как отдельных весовых единиц, так и общей массы готовой продукции.

Установленная мощность электродвигателей всей линии 410 кВт·ч, расход воды 18 $м^3$/ч.

Аппаратурно-технологическая линия производства сушеного цикория фирмы "Ниро-Атомайзер" (Дания) приведена на рис. 5.

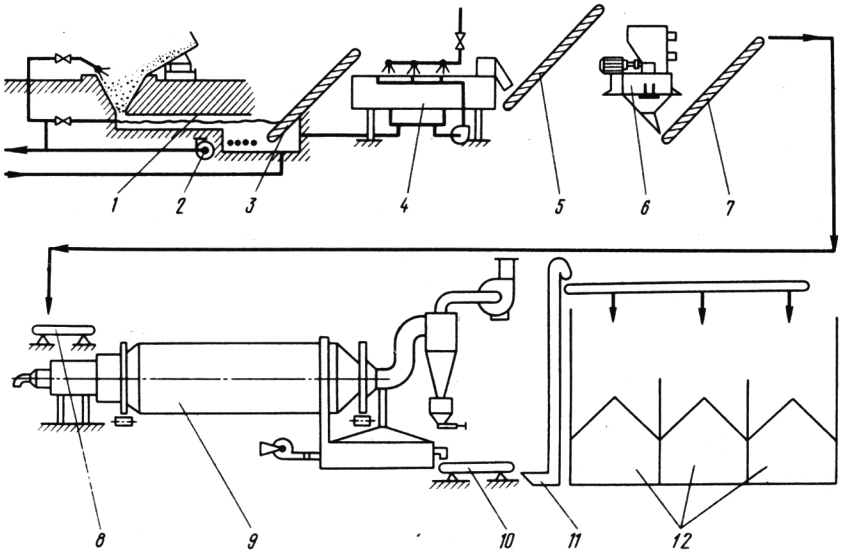


Рис. 5. Аппаратурно-технологическая линия производства сушеного цикория фирмы "Ниро-Атомайзер" (Дания):
1 – гидротранспортер; *2* – насос возврата использованной воды на регенерацию; *3, 5* и *7* – транспортеры; *4* – моечная машина; *6* – корнеплодорезка; *8* и *10* – ленточные весы; *9* – сушильный барабан; *11* – элеватор; *12* – бункера для хранения сушеного цикория

Цикорий доставляют на призаводской склад без ботвы и земли. Вместимость склада (типа открытых бетонных бункеров) рассчитана на 2–3 сут работы. Со склада цикорий поступает в гидромониторы. На линии имеются также насосы для подачи воды для окончательной мойки от отстойника и возврата использованной воды в отстойник. На гидротранспортере отделяются камни, песок, а также остатки ботвы и соломы. Последние улавливаются специальным устройством. Цепным наклонным транспортером предварительно промытый цикорий перемещается на окончательную мойку.

Мойку осуществляют на машине корытного типа размером 6×2 м. Корыто разделено на секции и оборудовано промывочным валом, на

котором закреплены ряд промывных кулаков и два метателя, обеспечивающих продвижение и интенсивную мойку корнеплодов. Отмытые корнеплоды ковшовым элеватором транспортируются до промежуточной емкости над резками. В них установлены устройства для дистанционного регулирования уровня загрузки. Кроме того, в днище промежуточной емкости смонтирован электромагнитный вибратор для непрерывной загрузки и равномерного распределения корнеплодов на конвейерной ленте.

Для резки цикория предусмотрено четыре машины. Сырье через неподвижную кубическую решетку поступает непосредственно на вращающийся диск, где режется на кубики размером 15×15×15 мм. Нарезанный цикорий конвейером через непрерывные ленточные весы передается на сушильную установку. Ленточные весы служат как для мгновенного взвешивания, так и для указания накопленного количества нарезанного сырья.

Процесс сушки осуществляют на прямоточной барабанной сушилке непрерывного действия при 70–80°С. Выходящий из барабана продукт влажностью ~ 10% попадает на охладительную ленту и затем, проходя через непрерывные ленточные весы и ковшовый элеватор, направляется в бункер для хранения.

Цикорий затаривают в джутовые мешки, которые вручную надевают на пневматический мешкодержатель упаковочного автомата. Мешконаполнитель питается от двух промежуточных емкостей через пневматическую всасывающую установку. Наполненные мешки транспортером подводятся к мешкозашивочной машине. Оператор фасовочной машины вводит верхний край мешка в зашивочную машину, после чего остальные операции (передача, поворачивание, опрокидывание и разглаживание) осуществляются автоматически. Машина для пакетирования принимает мешки и штабелирует их на поддоне.

Производительность линии фирмы "Ниро-Атомайзер" 15 000 кг/ч по свежему сырью и 3300 кг/ч по сушеному продукту. Общая потребность линии в электроэнергии 437 кВт · ч, расход топлива 920 кг/ч.

Преимущество линии фирмы "Ниро-Атомайзер" перед линиями, предложенными другими иностранными фирмами, заключается в значительном сокращении расхода воды за счет ее рециркуляции, в меньшем расходе топлива и электроэнергии на технологические процессы, в значительно меньшем числе единиц используемого оборудования и соответственно меньшей потребности в производственной площади.

На линии фирмы "Ниро-Атомайзер" цикорий нарезается на кубики, минуя нарезание сначала на ломтики или кусочки, а затем уже на кубики.

Линия фирмы "Ниро-Атомайзер" установлена на Славутском цикоросушильном заводе Хмельницкой области.

Перспективные способы обработки

Во ВНИИПП и СПТ была разработана технологическая схема переработки свежих корнеплодов цикория с предварительным замораживанием сырья.

По этой схеме свежее сырье моют, режут на кубики размерами 10×10×10,

15×15×15 или 20×20×20 мм, настилают на противни слоем 5–7 см, замораживают при – 25 ÷ –40° С в течение 25–30 мин, снимают с морозильной установки и сразу же (без оттаивания) направляют на сушку и обжаривание, которые осуществляются совместно при температуре 120–140° С в течение 2,5–3 ч до влажности готовой продукции 4,0–4,5%.

Аппаратурно-технологическая схема производства сушеного цикория по такой технологии приведена на рис. 6.

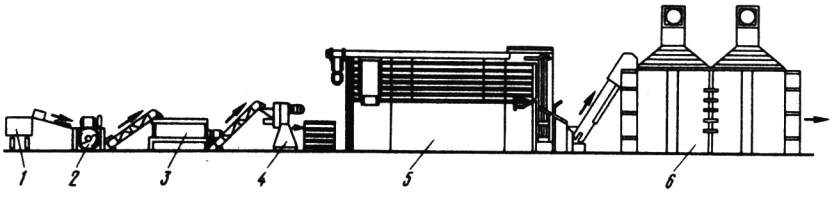


Рис. 6. Аппаратурно-технологическая схема производства сушеного цикория с применением предварительного замораживания сырья:
1 – автотранспорт; *2* – гидротранспортер; *3* – моечная машина; *4* – резательная машина; *5* – скороморозильный аппарат; *6* – паровая конвейерная сушилка

В основе технологии лежит принципиально новый процесс – предварительное замораживание сырья. Замораживание применяется для увеличения проницаемости тканей и повышения диффузионной способности клеточной системы. Это достигается благодаря образованию льда из клеточного сока. Образующиеся кристаллы разрушают клеточные стенки, раздвигают их, и межклеточные пространства увеличиваются. В последующих, затем совмещенных процессах сушки и обжаривания кристаллы, минуя жидкое состояние, сразу превращаются в пар. Вследствие образования у предварительно замороженных кубиков пористой и гигроскопической структуры испарение влаги протекает очень быстро и равномерно со всей поверхности массы тела, так как прочность связи влаги с материалом при замораживании снижается и соответственно возрастает давление пара над поверхностью продукта. При этом цикорий приобретает цвет, вкус и аромат сушеного продукта за более короткое время (2–3 ч). В течение этого времени влажность продукта доходит до требуемой нормы и дополнительная обжарка исключается. Очевидно, в нарезанном и предварительно замороженном цикории процессы меланоидинообразования между сахарами и аминокислотами при совмещаемых сушке и обжарке протекают значительно быстрее и без потерь ароматических веществ. Известно, что процесс улетучивания эфирных масел в большой степени зависит от интенсивности

Таблица 11

Влияние технологической обработки на химический состав обжаренного цикория

Компонент	Свежий цикорий	Обжаренный цикорий	
		по действующей технологии	по новой технологии
Вода, %	73,1	4,0	4,0
Водорастворимые экстрактивные вещества, %	21,4	74,2–76,0	77,3
Инулин, %	16,6	24,0	20,5
Общие сахара, %	4,0	18,2	21,2
Редуцирующие сахара, %	3,39	14,1	15,9
Зола (общая), %	1,07	4,5	4,4
pH	5,7	5,1	5,1

Таблица 12

Органолептические показатели обжаренного молотого цикория разной технологии

Образец цикория	Вкус	Цвет	Аромат	Средняя оценка по 5-балльной системе, баллы
Изготовлен по новой технологии	Приятный, горьковатый	Темно-золотистый	Выраженный	4,8
по действующей технологии	Горечь сильнее, чем в предыдущем образце	Черный	Слабый	4,0
Французской фирмы "Леру"	Кисло-сладкий карамельный привкус	"	Специфический, но приятный	4,5

отрыва от материала адсорбированных молекул воды в виде паров. Это объясняется высокой скоростью проникновения тепла во внутреннюю массу сырья и созданием благоприятных условий для протекания физико-химических процессов.

В табл. 11 приведен химический состав некоторых основных компонентов обжаренного цикория, полученного при раздельной сушке и обжарке (действующая технология) и при предварительном замораживании и совместной сушке и обжарке (новая технология).

Таким образом, предварительное замораживание способствует увеличению содержания общих и редуцирующих сахаров.

Сравнительная дегустация обжаренного молотого цикория, полученного по новой технологии, образцов цикория, изготовленных по действующей технологии, и образцов французской фирмы "Леру" (табл. 12) показала, что по внешнему виду порошка, а также вкусу, настою и аромату экстракт цикория, изготовленный с предварительным замораживанием сырья, заметно лучше цикория, вырабатываемого по обычной технологии.

ГЛАВА 3. ПРОИЗВОДСТВО КОФЕ НАТУРАЛЬНОГО ЖАРЕНОГО В ЗЕРНАХ И МОЛОТОГО

Кофе натуральный жареный в зернах представляет собой продукт, получаемый путем обжаривания сырых зерен и фасовки их в различную тару. Кофе натуральный жареный молотый – продукт, получаемый размалыванием обжаренных зерен, смешиванием компонентов по рецептуре с другими сортами кофе или цикорием и фасовки готовой продукции.

Кофе натуральный жареный в зернах вырабатывают только из натурального кофе одного товарного сорта. В зависимости от вида и сорта сырого кофе жареный кофе в зернах выпускают двух категорий: высшего и I сорта.

Кофе высшего сорта в зернах изготовляют из натуральных кофейных зерен одного из следующих товарных наименований: индийский Плантейшн, колумбийский Арабика, мексиканский Прима-Вошд, никарагуанский Арабика, перуанский Арабика-Лавадо и др.

Кофе жареный I сорта в зернах изготовляют из кофейных зерен одного из следующих товарных сортов: бразильский Сантос, вьетнамский

Арабика, эфиопский Джимма, индийский Арабика-Черри, индийский Робуста–Черри и другие, равноценные им по своим органолептическим и физико-химическим показателям.

Кофе натуральный жареный молотый выпускают также высшего и I сортов как с добавлением жареного молотого цикория, так и без него.

Кофе высшего сорта молотый изготовляют из кофейных зерен высшего сорта следующих товарных наименований: индийский Плантейшн, колумбийский Арабика, мексиканский Прима-Вошд, никарагуанский

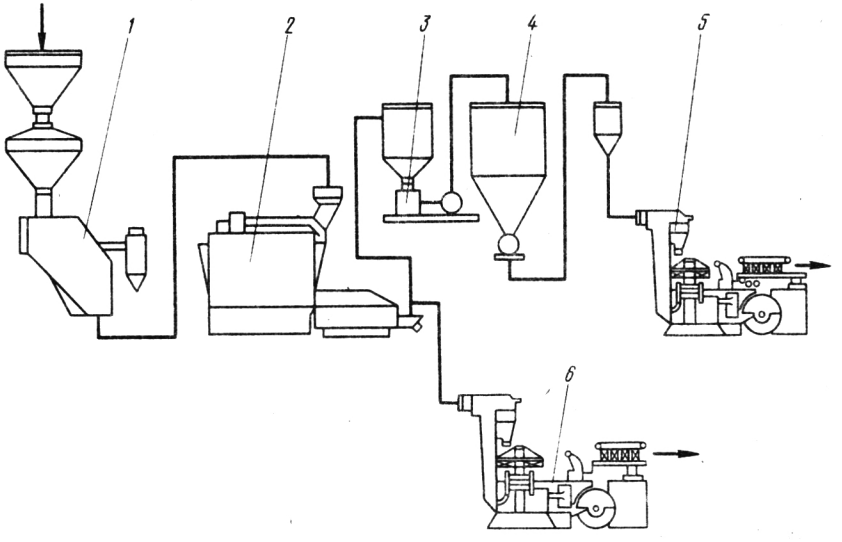


Рис. 7. Технологическая схема производства кофе натурального жареного в зернах и молотого:
1 – сепаратор; *2* – обжарочный аппарат; *3* – вальцовый станок; *4* – бункер-смеситель; *5* – фасовочно-упаковочный автомат для кофе в зернах; *6* – то же, для кофе молотого

Арабика, перуанский Арабика-Лавадо и другие, равноценные им (в количестве не менее 75%), и кофейных зерен I сорта следующих наименований: бразильский Сантос, вьетнамский Арабика, эфиопский Джимма, индийский Робуста-Черри и другие, равноценные им (в количестве не более 25%).

Кофе высшего сорта молотый вырабатывают также из смеси, состоящей из 60% кофейных зерен высшего сорта, 20% кофейных зерен I сорта и 20% жареного молотого цикория.

Технологический процесс производства кофе натурального жареного в зернах и молотого (рис. 7) состоит из следующих операций: приемка, сепарация, обжаривание, фасовка (для кофе жареного в зернах), размол, просеивание обжаренного полуфабриката, смешивание компонентов и фасовка молотого порошка.

ПРИЕМКА И СЕПАРАЦИЯ СЫРЬЯ

Поступающее сырье принимают по его фактической массе по видам и сортам в соответствии с рецептурой вырабатываемой продукции.

Сырье засыпают в завальную яму, откуда оно поступает на сепарацию. Сепарирование осуществляют в вибрационном сепараторе типа "Гумп" (США), отделяющем примеси путем аспирации, просеивания и магнитоулавливания. Производительность сепараторов до 6 т/ч. Легкие примеси (пыль) отбираются вентилятором и осаждаются в съемных бачках циклонов. По мере накопления пыли и легковесных примесей бачки освобождают, а магниты очищают. При необходимости прочищают сита сепаратора и фильтры воздуходувки.

Сита на сепараторах штампованные металлические и имеют отверстия следующих диаметров (в мм): приемное (ловушка с овальными ячейками) 13×16 или 9×16; сортировочное (проходное с ромбическими ячейками) 10×17; подсевное проволочное сито с прямоугольными ячейками 1,5×20 или 1,2×25.

Сырой кофе, прошедший через подсевное сито, поступает в бункер или секцию. В каждый бункер или секцию подают один вид (сорт) кофе.

Сушеный цикорий в основном не сепарируют, а только пропускают через магнитоуловители. Но иногда для отсева мелкой фракции сушеный цикорий предварительно подвергают контрольному просеиванию через проволочное тканое сито № 2,5.

Потери и отходы, появляющиеся при сепарировании сырого кофе, разделяются на улавливаемые и неулавливаемые. К улавливаемым относятся различные органические и минеральные примеси, количество которых по странам-поставщикам колеблется от 0,25 до 1,0% (Дмитриева, Чесноков, Нахмедов и др., 1976).

При очистке сырья на сепараторах каких-либо механических повреждений в структуре тканей зерна не происходит, температура как внутри, так и между зернами не меняется, остаются без изменений также влажность и количество сухих веществ.

ОБЖАРИВАНИЕ СЫРЬЯ

Теоретические основы процесса

Вода является самым сильным активатором всех биохимических и физико-химических процессов, протекающих при обжаривании кофе, цикория и других видов сырья. Все изменения в составе продукта при термическом воздействии на него начинаются с изменения состояния и формы нахождения и передвижения воды во внутриклеточном пространстве, а также с отрыва молекул воды от твердого тела.

По классификации академика П.А. Ребиндера формы связи влаги с материалом делятся на три группы: химическая, физико-химическая и физико-механическая. Установлено, что в сыром кофе, сушеном цикории и в других видах сырья влажностью 10–14% вода находится во всех трех состояниях. Этапы процесса обжаривания таковы, что затрагивают все формы связи влаги с материалом.

Все виды сырья в процессе обжаривания проходят три стадии: начальная – подсушка сырья; средняя – собственно обжаривание; конечная – выдерживание обжаренного сырья (стадия ароматизации). В начальной стадии в первую

очередь удаляется механически связанная (капиллярная) влага, испаряющаяся с поверхности и изнутри капилляров. Это свободная влага, испарение которой подчиняется закону испарения жидкости с открытой поверхности. На средней и конечной стадиях из тканей удаляется адсорбционная, осмотически связанная и наиболее прочно связанная с материалом часть влаги, т.е. химически связанная форма воды, которая для испарения требует значительно больше тепла (200–225° С).

Методом термогравиметрического анализа на дериватографе определен характер изменения общего физического состояния сырья под влиянием нарастающей температуры обжаривания.

Дериватограф – комплексное термоаналитическое устройство, посредством которого внутри исследуемого образца измеряются температура, масса, скорость изменения массы и теплосодержание (энтальпия). Регистрирующее устройство позволяет на одной диаграммной ленте одновременно записывать следующие показатели: зависимость изменения массы от температуры (термогравитометрическая кривая *TG*), скорость изменения массы (производная термогравитометрической кривой *DTG*), производную изменения энтальпии (*DTA*) и изменение температуры образца во времени (температурная кривая *T*).

Характер процессов, происходящих в продукте при термической обработке, проявляется на термограммах следующим образом: если при нагревании в образце не происходит никаких физических и химических процессов, то разность температур остается постоянной и кривая *DTA* идет практически параллельно оси времени, если же происходят изменения физического состояния, то кривая отклоняется от параллели. Изменения, сопровождающиеся тепловыми эффектами, изображаются в виде пиков на кривой *DTG*.

Термограммы кофе, измельченного до размера частиц 0,5–2 мм в процессе обжаривания, показаны на рис. 8.

Из рис. 8 видно, что первая стадия обжаривания характеризуется увеличением скорости изменения массы вещества в единицу времени (отрезок *AB* на *DTG*), при этом масса кофе снижается на 5%. Уменьшение массы в данном случае связано с потерей влаги.

Вторая стадия обжаривания изображается на термограмме *TG* отрезком *1–3*, на кривой *DTG* – отрезком *BC* и характеризуется уменьшением скорости изменения массы сырья. Масса кофе при этой стадии обжаривания снижается на 10%, наблюдается образование темноокрашенных пигментов и ароматических веществ.

Третья стадия обжаривания соответствует на кривой *TG* отрезку *3–4*, на кривой *DTG* – отрезку *СД*, на этой стадии происходит резкое увеличение скорости изменения массы сырья. Масса кофе уменьшается до 25%, при этом наблюдается образование черного слоя на поверхности сырья и постепенное его обугливание.

Таким образом, период интенсивного обжаривания наступает после достижения температуры 185° С, а период усиленной потери массы сырья, изображенный отрез-

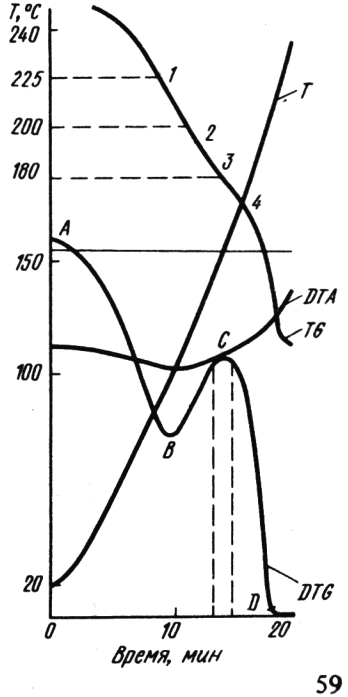


Рис. 8. Термограмма обжаривания кофе: *TG* – термогравитометрическая кривая; *DTG* – производная термогравитометрической кривой; *DTA* – производная изменения энтальпии; *T* – температурная кривая

ком *1–4* на кривой *TG*, лежит в диапазоне температур от 185 до 240° С. Это сопровождается значительным снижением массы измельченных зерен кофе.

На кривой *DTG* точка *B* соответствует максимальной и точка *C* – минимальной скорости изменения массы кофе; отрезок *2–4* определяет оптимальную зону обжаривания, которая лежит в интервале температур 170–200° С и времени 13–16 мин. Критической является температура обжаривания > 225° С. Дальнейшее повышение температуры приводит к значительной потере массы.

В процессе термической обработки ферментные системы сырья играют активную роль в превращении тех или иных компонентов. Установлено (Г. Эйморим, В. Эйморим, 1977), что полифенолоксидаза и пероксидаза сохраняют почти 20% своей активности в течение 8 мин нагревания при 125° С и полностью инактивируются только при 187° С; фосфатаза и β-глюкозидаза инактивируются через 2–3 мин при температуре 155–165° С, а β-галактозидаза – только на 12-й минуте при температуре 225° С. В течение 5 мин обжаривания при 170° С кофе фактически не имеет ароматических веществ, при 187° С на 8-й минуте начинается формирование летучих ароматических веществ, вкуса и цвета, которые интенсивно усиливаются к 12–15-й минуте. Следовательно, промежуток между 5-й и 8-й минутами обжаривания является той стадией, когда происходят распад и превращение наиболее лабильных компонентов сырья (свободных аминокислот, пептидов, моносахаридов, тригонеллина и фенольных соединений). В дальнейшем по мере повышения температуры и продолжения обжаривания начинаются процессы разложения белка, полисахаридов, липидов и других веществ сырья.

Во ВНИИПП и СПТ исследовано влияние различных режимов обжаривания кофе и цикория на углеводы, белки, фенольные соединения и на формирование основных качественных показателей готовой продукции.

Объектами исследований были виды кофе и сорта цикория, используемые в промышленности. Режимы лабораторного обжаривания сравнивали с режимами, установленными в производственных условиях на промышленных аппаратах различных конструкций.

Показано, что в процессе обжаривания кофе Робуста II сорта из Анголы при 185–200° С происходит постепенное накопление кислот. Максимум кислотности (7,5%) достигается при температуре 210–215° С на 13-й минуте. Дальнейшее обжаривание при более высокой температуре (230–240° С) вызывает понижение кислотности. Это связано с разложением органических кислот, особенно хлорогеновых (Нахмедов, Доронин, 1980).

Понижение кислотности обусловливается также образованием на последних стадиях обжаривания летучих и нелетучих кислот (муравьиной, уксусной, молочной, гликолевой, щавелевой, лимонной, янтарной и др.) (Накабаяши, 1978). Но все же считается, что летучие кислоты не играют существенной роли в изменении pH и кислотности кофе в процессе обжаривания. Большее влияние на эти показатели оказывают хлорогеновая, изохлорогеновая, неохлорогеновая кислоты и нелетучие кислоты (лимонная, яблочная, фумаровая, молочная, винная, пировиноградная, щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая и малеиновая). Муравьиная кислота появляется в кофе только во время обжаривания, и по мере протекания процесса ее количество возрастает. Содержание хлорогеновой кислоты уменьшается на 65–67%, криптохлорогеновой – в 2 раза, изохлорогеновых кислот – в 2,5–3 раза, лимонной кислоты на 33–56% и яблочной – на 16–40%. Содержание неохлорогеновой кислоты во время обжаривания увеличивается с 0,88 до 1,02%.

Превращения органических кислот в процессе обжаривания отражаются на величине pH в напитках. В начале обжаривания кофе pH снижается, достигает минимума (pH 5–5,1) через 13–14 мин при 210–215° С, а затем несколько увеличивается.

Изменение содержания хлорогеновой кислоты в процессе обжаривания (при 80–220° С) кофе вида Робуста I сорта (Индия) и Робуста II сорта (Мадагаскар) приведено в табл. 13. Данные получены методами тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии. Здесь же приводятся значения отражательной способности (цветность определена на приборе ФТ-2) порошков кофе, характеризующие его качество.

Таблица 13

Влияние обжаривания на качество кофе

Кофе	Время обжаривания, мин	Хлорогеновые кислоты, % на сухое вещество	Отражательная способность порошка при длине волн, нм					
			$\lambda \doteq 410$	$\lambda = 440$	$\lambda = 510$	$\lambda = 540$	$\lambda = 597$	$\lambda = 615$
Робуста I сорта (Индия)								
Сырой	–	6,94	17,6	23,6	26,1	29,5	32,9	38,2
Обжаренный	10	2,38	8,5	9,9	9,5	12,4	14,2	15,9
	12	1,74	9,0	9,7	8,9	10,3	13,4	15,9
	13	1,50	8,7	9,8	8,7	10,0	14,0	14,9
	14	1,43	8,9	9,0	7,5	7,8	10,3	10,6
Робуста II сорта (Мадагаскар)								
Сырой	–	7,26	17,7	23,3	26,0	30,2	32,6	38,0
Обжаренный	10	2,92	9,8	10,7	10,6	12,0	15,3	18,8
	12	1,93	9,4	9,5	8,1	8,8	11,5	12,1
	13	1,44	9,9	9,9	8,0	8,6	10,9	11,9
	14	1,41	9,0	9,4	7,4	8,0	10,5	10,0

Содержание хлорогеновой кислоты резко уменьшается в начале обжаривания, затем несколько стабилизируется. Аналогично изменяется и цветность порошков. Это свидетельствует о том, что наиболее глубокие изменения состава кофе происходят на первой и второй стадиях обжаривания, когда формируется цвет и вкус продукта.

При обжаривании кофейных зерен продукты термического разложения хлорогеновой кислоты могут связываться с белками, образуя темноокрашенные соединения, которые группируются в гуминовые кислоты. Частично хлорогеновая кислота при обжаривании распадается на хинную и кофейную кислоты. Тот факт, что концентрация кофейной кислоты в кофе в процессе обжаривания заметно возрастает, видимо, этим и объясняется. Накопление хинной кислоты при обжаривании кофе также доказано.

Кроме того, возможно, что часть хлорогеновой кислоты превращается в неохлорогеновую, содержание которой вначале при термической обработке возрастает примерно в 2 раза, а затем при повышении температуры начинает уменьшаться.

Содержание дубильных веществ в процессе обжаривания (особенно при температуре 175–205° С) резко уменьшается, и в готовом продукте их остается 0,5–1%, так как они – весьма лабильные компоненты кофе и интенсивно окисляются за 5–8 мин термической обработки при температуре 80–125° С. На этой стадии активно действует полифенолоксидаза, которая способствует окислению дубильных веществ. В дальнейшем протекает неферментативное превращение дубильных веществ, в результате чего образуются продукты их вторичного превращения – темно-коричневые пигменты.

Окислительные и неферментативные превращения дубильных веществ в процессе обжаривания не считаются отрицательным фактором. Наоборот, они в определенной степени способствуют формированию цвета и вкуса кофе. Однако при чрезмерном обжаривании они полностью разлагаются. Иногда пустой, или плоский, вкус обжаренного кофе, очевидно, можно частично объяснить исчезновением этих веществ, поэтому, учитывая разложение и хлорогеновой кислоты, важно сохранять в кофе хотя бы часть фенольных соединений.

Белковые вещества и углеводы играют, пожалуй, главную роль в окончательном формировании вкуса, цвета и аромата обжаренного кофе. Из белковых ве-

ществ кофе наибольшее значение имеют аминокислоты, которые, как известно, участвуют в реакциях с моносахарами, образуя темноокрашенные соединения (меланоидины).

С помощью жидкостной ионообменной хроматографии (рис. 9) нами установлено, что при обжаривании различных сортов кофе ощутимо уменьшается содержание серина (до обжаривания 0,91 г на 100 г сухого вещества, а после обжаривания 0,31), глицина (соответственно 1,84 и 0,88), цистина (0,11 и 0,04), лизина (0,81 и 0,40), аргинина (0,81 и 0,42), аспарагиновой кислоты (1,80 и 1,22), лейцина (1,25 и 1,18), изолейцина (0,60 и 0,48) и треонина (0,73 и 0,42). Другие аминокислоты подвергаются изменению в меньшей степени. В обжаренном кофе, как и в сыром, было определено 16 аминокислот. Общее содержание их в процессе обжаривания кофе снизилось на 15% (по сравнению с первоначальным содержанием их в исходном сырье).

Свободные аминокислоты в процессе обжаривания фактически полностью исчезают и обнаруживаются только следы аспарагиновой и глутаминовой кислот, треонина, серина, валина. Очевидно, они в первую очередь вступают в сахароаминные реакции и участвуют в образовании аромата и меланоидинов кофе. Это подтверждается еще и тем, что содержание аминокислот, связанных в белках, за весь период обжаривания (16 мин при 80–215°) уменьшается только на 11% по сравнению с исходным сырьем.

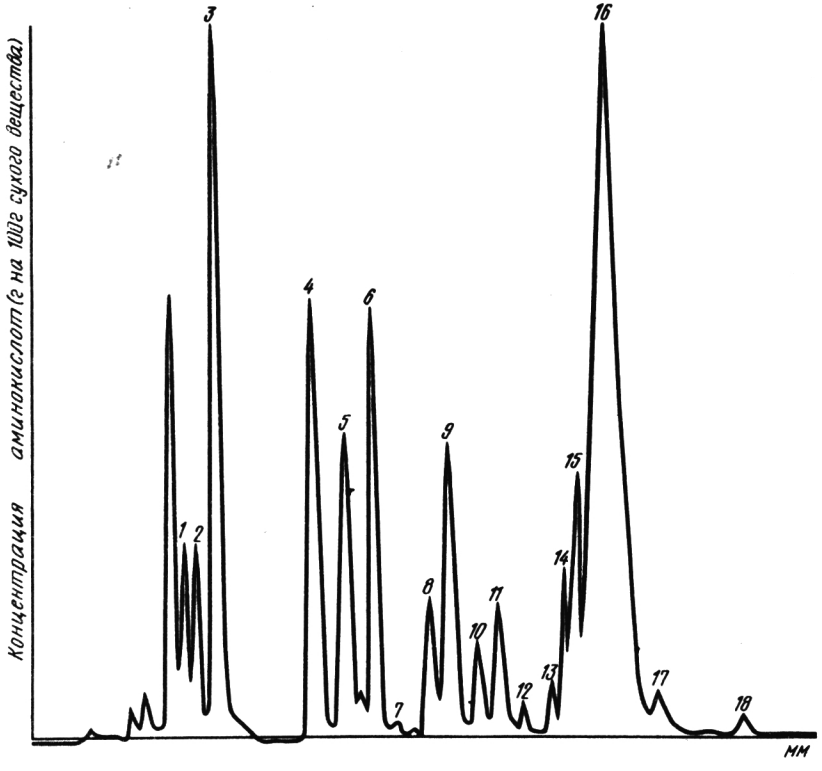


Рис. 9. Хроматограмма аминокислот, связанных в белках кофе после обжаривания: *1* – аспарагиновая кислота; *2* – треонин; *3* – серин; *4* – глутаминовая кислота; *5* – пролин; *6* – глицин; *7* – аланин; *8* – цистин; *9* – валин; *10* – метионин; *11* – изолейцин; *12* – лейцин; *13* – тирозин; *14* – фенилаланин; *15* – лизин; *16* – аммиак; *17* – гистидин; *18* – аргинин

Следовательно, в продукте сохраняются биологически ценные вещества – как заменимые, так и незаменимые аминокислоты.

В процессе обжаривания происходит глубокий обмен углеводного состава кофе. Сахароза, которая является основным компонентом сахарной фракции сырья (около 65–70%), почти полностью разлагается.

Известно, что пиролиз моно-, ди- и полисахаридов ведет к образованию большого количества продуктов с низкой молекулярной массой, таких, как карбоксильные кислоты, кетоны, дикетоны, альдегиды и др. (Леричи, Пейпи и Матасса, 1978).

Спектрофотометрическими анализами на приборе "Перкин-Элмер", проведенными во ВНИИПП и СПТ, показано, что в процессе обжаривания кофе суммарное содержание как редуцирующих сахаров, так и моносахаров сначала (при 155–185° С) резко уменьшается, а затем вновь возрастает. Так, к концу обжаривания в кофе Робуста I сорта (Индия) количественно найдено 2,22% редуцирующих сахаров, 0,56% сахарозы, 1,25% глюкозы, 1,1% фруктозы, 0,15% арабинозы и 0,1% галактозы. Колебания в составе и содержании моносахаров в кофе при его термической обработке объясняются расходом некоторого их количества на процессы карамелизации и меланоидинообразования (в начальной и средней стадиях обжаривания), а затем увеличения их концентрации за счет гидролиза клетчатки, галактоманнана и других полисахаридов при достижении температуры 205–220° С.

Аналогичная закономерность была установлена (Нахмедов, Князева, 1980) при обжаривании цикория, когда в результате гидролитического распада полисахарида инулина содержание фруктозы периодически меняется.

Алкалоиды кофе при обжаривании ведут себя по-разному. Кофеин теряется на 10–20% в зависимости от применяемого температурного режима. Снижение содержания кофеина в ходе обжаривания происходит исключительно в результате распада без химических превращений.

Если кофеин термостабилен, то тригонеллин по мере повышения температуры и продолжительности обжаривания постепенно разлагается и при 230° С на 16-й минуте исчезает, образуя никотиновую кислоту, *N*-метилникотинамид, *N*-метилпиррол и 29 летучих соединений. Основной продукт превращения тригонеллина – никотиновая кислота (провитамин РР) легкорастворима в воде и почти полностью переходит в экстракт, так что количество никотиновой кислоты в обычной чашке кофе обеспечивает десятую часть суточной потребности человека в провитамине РР.

Липиды в процессе термической обработки в количественном отношении не меняются, а лишь подвергаются качественным изменениям. На ранней стадии обжаривания благодаря активности липолитических ферментов содержание свободных жирных кислот возрастает на 30–40%; при обжаривании заметно снижается йодное число кофейного масла, уменьшается перекисное число, а тиобарбитуровое число увеличивается. Незначительно разлагаются также 5-окситриптамиды.

Минеральные элементы играют роль катализаторов в реакциях пиролиза. Примерно 85–90% солей растворимо в воде и составляет 5–7% массы сухого вещества кофе. При термической обработке сырья ряд минеральных элементов отделяется от органических соединений и ферментных систем, содержащих медь, железо и другие активные катализаторы, что приводит к увеличению их содержания в обжаренном продукте.

Одним из важных показателей в производстве кофе является его экстрактивность. Известно, что оптическая плотность раствора зависит от его экстрактивности. С увеличением температуры обжаривания оптическая плотность экстракта возрастает: до 200° С она повышается незначительно, а затем начинает резко возрастать.

Содержание экстрактивных веществ в сырье в первые минуты обжаривания несколько уменьшается, а затем интенсивно возрастает и достигает максимума на 14-й минуте при 210–215° С. При дальнейшем повышении температуры экстрактивность обжаренного кофе вновь снижается.

В то же время некоторое количество водорастворимых веществ в результате превращений теряется. В связи с этим часто на практике делают попытки улучшить аромат и цвет кофе натурального, ужесточив режимы обжаривания. Но это сопро-

вождается снижением экстрактивности обжаренного кофе и соответствующим увеличением расхода исходного сырья на единицу готовой продукции.

Органолептической оценкой установлено, что партия кофе II сорта, обжаренного до максимальной температуры 210–215° С в течение 13,5–14 мин, имеет полный со слабой кислинкой вкус, темный настой и приятный аромат. Образец слабой обжарки (при 190–200° С в течение 10–11 мин) имел худший вкус, цвет, близкий к цвету чая, и травянистый аромат. Образцы чрезмерной обжарки (220–230° С в течение 15 мин) были с горечью, темно-бурого цвета, но с сильным ароматом.

Следовательно, для кофе II сорта, например Робуста, оптимальными режимами обжаривания следует считать температуру 210–215° С при продолжительности 13,5–15 мин. При этом pH напитка из этого кофе 5,1–5,3, оптическая плотность (цветность) экстракта 1,12–1,15%, экстрактивность 32–33%, потеря массы 10,5–11% (Нахмедов, Доронин, 1980).

Физико-химические изменения, происходящие в составе цикория в процессе обжаривания, хотя и подчиняются общей закономерности пиролиза биологически активных объектов, но несколько отличаются от изменений в кофе (рис. 10) (Нахмедов, Князева, 1980; Ломачинский, Нахмедов, 1981).

Наибольшим изменениям при обжаривании цикория подвергаются инулин (*И*) и фруктоза (*Ф*), оптимальный цвет у экстрактов (*Э*) обжаренного цикория достигается за 35–40 мин, когда величина оптической плотности *D* (при двукратном разбавлении экстракта) равна 0,2–0,3, а pH экстракта 4,1–4,5.

Органолептическое исследование показало, что наиболее приятный вкус и аромат также у тех образцов цикория, у которых оптическая плотность экстракта 0,2–0,3, а pH 4,0–4,5, т.е. существует прямая зависимость между отражательной способностью порошка и pH экстракта обжаренного цикория и его вкусом, цветом и ароматом.

Кривые динамики инулина при обжаривании цикория имеют направление, обратное кривой фруктозы (редуцирующие сахара), поэтому можно было ожидать соответствующего баланса образующихся редуцирующих сахаров. Однако этого не происходит. Кроме того, если учесть, что из одной молекулы инулина при распаде может образоваться несколько молекул фруктозы, то при таком резком уменьшении (почти в 3 раза) содержания инулина содержание редуцирующих сахаров должно увеличиться значительно. Но этого тоже не отмечается. Очевидно, что здесь

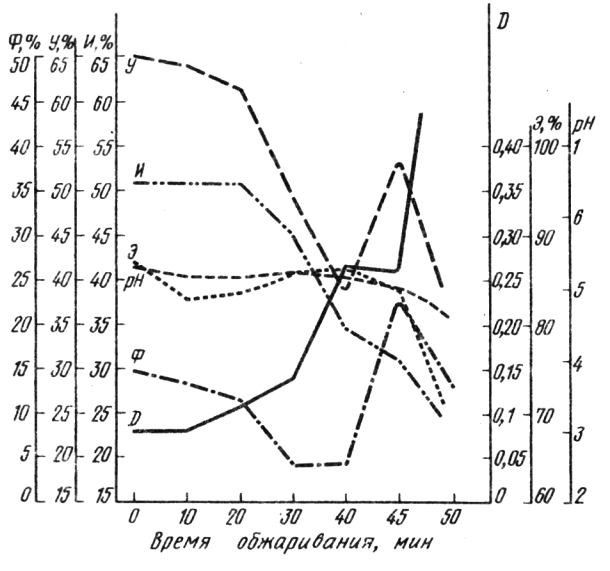


Рис. 10. Влияние режимов обжаривания на физико-химические показатели цикория: *D* – оптическая плотность; *Ф* – фруктоза; pH – активная кислотность экстракта; *Э* – экстрактивные вещества; *И* – инулин; *У* – углеводы

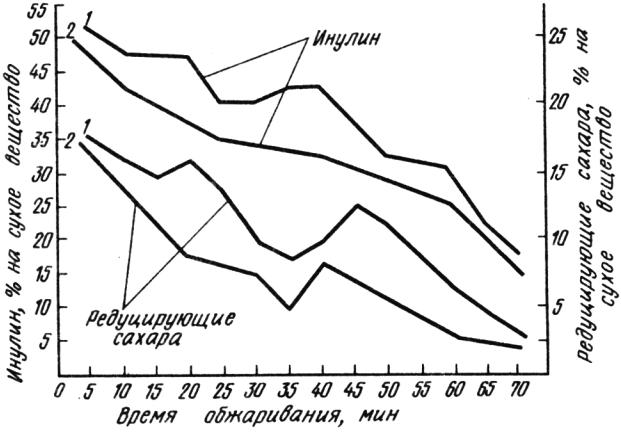


Рис. 11. Зависимость содержания углеводов от режимов обжаривания цикория: *1* – обжаривание с предварительным замораживанием сырья; *2* – обжаривание по общепринятой технологии

протекают реакции меланоидинообразования между фруктозой и аминокислотами, что обусловливает темный цвет, вкус, аромат цикорного напитка.

Динамика изменения основных компонентов цикория показала, что для определения оптимальной степени обжаривания критериями могут служить содержание экстрактивных веществ, оптическая плотность экстракта, содержание в жареном цикории фруктозы, инулина, а также значение pH. С этими показателями коррелируют потери массы (угар) и расход исходного сырья на единицу обжаренного полуфабриката.

Из рис. 11 можно вывести и другую закономерность: при обжаривании предварительно замороженного цикория распад инулина идет более интенсивно и равномерно, редуцирующих сахаров накапливается значительно больше, чем в цикории при обычном обжаривании. В то же время иногда при обычных методах обжаривания цикорий сверху пригорает, а с внутренней стороны остается недожаренным. Такие кусочки цикория довольно бедны как инулином, так и редуцирующими сахарами. Это свидетельствует о глубоких изменениях, происходящих при обжаривании в условиях высокой температуры. Поскольку клетки и ткани замороженного цикория имеют высокую проницаемость, тепловой агент действует на всю массу равномерно, и поэтому продукт приобретает темно-золотистый цвет (без поверхностного почернения) за очень короткое время.

Следовательно, предварительная обработка при низкой температуре (–38 ÷ ÷ –40° С) способствует сохранению инулина и моносахаров, ускоряет процесс обжаривания, при этом значительно улучшается цвет, вкус и аромат готовой продукции. Об этом свидетельствует и тот факт, что образцы предварительно замороженного цикория после обжаривания менее горькие, чем обычные. Очевидно, какое-то количество интибина – вещества, придающего цикорию горечь, при этом также разрушается.

Таким образом, обжаривание сушеного цикория должно проводиться при постепенном нарастании температуры, а продолжительность процесса должна устанавливаться в зависимости от размеров кусков и типа обжарочного аппарата.

Спектрофотометрические методы анализа позволяют более точно определить степень обжаривания кофе, цикория и других видов сырья.

Однородно размолотые порошки сырого кофе Робуста I сорта (Индия), Робуста II сорта (Ангола и Мадагаскар), обжаренные до разной степени, массой по 0,1 г экстрагировали в мерной колбе в 50 мл воды при температуре 85–90° С в течение 1 ч. После охлаждения объем экстрактов в колбе доводили до метки и фильтровали через складчатый фильтр. Один объем фильтрата соединяли с пятью объемами дистиллированной воды. Смесь помещали в кюветы и определяли оптическую плот-

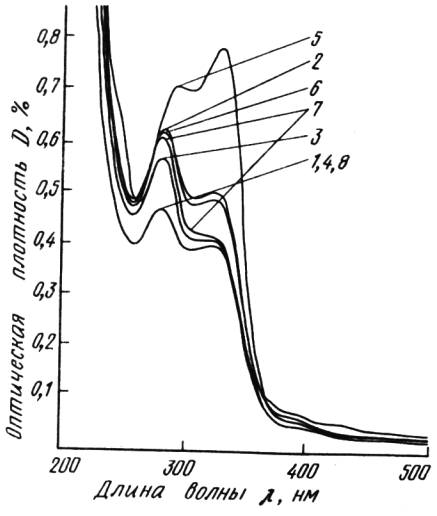


Рис. 12. Влияние процесса обжаривания на интенсивность образования коричневых пигментов в кофе:
1 – сырой кофе Робуста II сорта (Ангола); *2* – кофе Робуста II сорта (Ангола) после нормального обжаривания; *3* – кофе Робуста I сорта (Индия) после слабого обжаривания; *4* – сырой кофе Робуста II сорта (Мадагаскар); *5* – кофе Робуста II сорта (Мадагаскар) после нормального обжаривания; *6* – кофе Робуста I сорта (Индия) со средним обжариванием; *7* – кофе Робуста I сорта (Индия) после нормального обжаривания; *8* – сырой кофе Робуста I сорта (Индия)

ность пигментов на спектрофотометре "Перкин-Элмер" в диапазоне длины волн (λ) от 200 до 500 нм (рис. 12).

Анализ пиков, полученных на спектрофотометре, показал, что по мере обжаривания кофе оптическая плотность экстрактов возрастает. Следует отметить, что максимальное накопление коричневых пигментов в кофе Робуста II сорта из Анголы и Мадагаскара достигается за 14 мин, а в кофе Робуста I сорта из Индии – за 13 мин.

Однако природа коричневых пигментов, образующихся в различных сортах кофе при обжаривании, различна. Так, если у нормально обжаренных образцов кофе Робуста II сорта (Ангола) и кофе Робуста I сорта (Индия) максимум поглощения света находится в области 275 нм, то у нормально обжаренного кофе Робуста II сорта (Мадагаскар) – в области 282,8 нм. Кроме того, у последнего образца второй пик более четко выражен, чем у остальных. Из спектрограмм видно также, что разные сорта кофе, обжаренные при одинаковых режимах, содержат разное количество коричневых пигментов: для кофе Робуста I сорта (Индия) $D = 0{,}61$; для кофе Робуста II сорта (Ангола) $D = 0{,}63$ и для кофе Робуста II сорта (Мадагаскар) $D = 0{,}72$.

Различия в физических свойствах коричневых пигментов обжаренного кофе объясняются по-прежнему характером превращения прежде всего фенольных соединений, углеводов и белковых веществ, так как известно, что продукты их превращений имеют максимумы поглощения УФ-света в области 265–285 нм.

Это подтверждается данными Трессла и сотр. (1978), которые методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии в обжаренном кофе Робуста идентифицировали и количественно определили 11 дифенолов и 7 продуктов карамелизации углеводов (малтолы), а в кофе Арабика – большее количество фуранеола, изомальтола, 5-оксимальтола и 5-окси-5, 6-дигидромальтола.

Кроме того, коричневые пигменты обжаренного кофе имеют в своем составе хромофорные ядра, образующиеся путем полимеризации термолабильных органических соединений сырья при термической обработке (Барбетти и Чиаппини, 1977).

В результате реакции Майяра образуются не только пигменты, обусловливающие цвет напитков из обжаренного кофе, цикория и др., но и ароматические вещества (Трессл и Сильвер, 1981).

Индийские исследователи Шанкаранараян, Рагхаван и др. (1974) в обжаренном кофе идентифицировали более 350 компонентов ароматических веществ.

Сумма абсолютных концентраций 2-метилпропана, 3-метилбутанала, диацетила и 2-метилфурана в сортах обжаренного кофе, вырабатываемых в ФРГ и анализированных методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии, составили 110 ± ± 21 мг/кг продукта. Снижение до значения < 89 мг/кг при хранении в различных условиях соответствовало снижению сенсорного уровня оценки до значения < 5,5 по 9-балльной шкале.

Показано, что в кофе Робуста больше фурфуролмеркаптана, фурфуролметилсульфида, фурмуролметилдисульфида и дифурфуролсульфида, чем в кофе Арабика, в котором содержалось больше кавеофурана и серосодержащих компонентов. При хранении содержание фурфуролмеркаптана и 5-метилфурфуролмеркаптана сильно уменьшается. Это свидетельствует о том, что эти компоненты ответственны за аромат кофе.

Характерный аромат жареного цикория обусловливается содержанием в нем эфирного масла цикореоля в количестве 0,08–0,7%, образующегося в процессе обжаривания. В состав цикореоля входит 63,5% уксусной кислоты, 5,43% валериановой кислоты, 2,5% акролеина, 2,3% фурфурола, 23,3% фурфуролового спирта.

Установление корреляционной зависимости сенсорной оценки обжаренного кофепродукта с измерением абсолютной концентрации ароматических веществ инструментальными методами является необходимым объективным методом оценки качества продукции.

Способы обжаривания

При производстве кофе натурального жареного в зернах сырой кофе рекомендуется обжаривать раздельно по видам и сортам, а при производстве кофе натурального жареного молотого допускается обжаривать зерна как раздельно, так и вместе смесь сортов или видов. Но учитывая, что обжаривание смеси может привести к неравномерному прогреванию различных по размеру зерен, этот способ используют в крайнем случае при отсутствии необходимой мощности обжарочных аппаратов, целесообразно же каждый вид или сорт кофе обжаривать отдельно.

Процесс обжаривания является главной операцией при производстве всех видов кофепродуктов. При обжаривании кофе объем продукта увеличивается и происходят потери массы сырья за счет испарения влаги, сгорания посторонних частиц, пыли и разрушенных зерен, образования газообразной фракции и улетучивания частиц сухих веществ.

Обжаривание кофе проводят тремя способами: тепловым (контактным и конвективным), диэлектрическим (в поле токов высокой или сверхвысокой частоты), радиационным (инфракрасными лучами). В настоящее время наиболее широко применяется тепловое обжаривание (контактное и конвективное).

Контактное обжаривание. Это наиболее старый способ, когда сырье подвергается прямому воздействию тепла или воздействию тепла через разделяющую стенку, передача тепла при этом от пламени к середине материала осуществляется благодаря контакту металла с зерном или зерна с зерном. Аппараты для контактного обжаривания кофе не нашли широкого применения.

Тепловое конвективное обжаривание. До настоящего времени этот способ является наиболее распространенным. Воздух предварительно подогревают и подают в обжарочную камеру, где находятся зерна кофе. Для равномерного контакта с теплоносителем зерна механически пере-

мешиваются, тепло проникает частично во внутренние слои продукта, а частично распределяется вокруг него, создавая теплообменную среду между твердыми частицами сырья и образовавшейся газообразной оболочкой.

Первые конвективные аппараты появились на кофеперерабатывающих предприятиях Бразилии и США в 1935 г.

Сравнивая тепловые способы обжаривания, следует отметить, что контактный способ имеет некоторое преимущество с точки зрения компактности аппаратов и их высокой производительности. Однако непосредственное воздействие тепла на сырье приводит к неоднородному обжариванию: на поверхности зерен кофе могут появиться пятна, которые портят внешний вид и ухудшают способность продукта сохраняться.

В процессе конвективного обжаривания улучшается равномерность обжаривания, зерна не содержат примесей, имеют одинаковый цвет, обжарены изнутри, масса их однородна, поверхность блестящая, но не маслянистая.

Обжаривание диэлектрическим способом. Равномерность нагревания, практически неограниченный по мощности подвод энергии, возможность автоматизации процесса и др. открывают большие возможности перед диэлектрическим нагревом, т.е. нагревом продукта в электромагнитном поле высоких или сверхвысоких частот (СВЧ).

Основными особенностями СВЧ-энергии являются способность проникать на значительную глубину внутрь продукта, независимость продолжительности нагревания от объема и формы продукта, отсутствие контакта обрабатываемого продукта с теплоносителем, высокий коэффициент полезного действия преобразования СВЧ-энергии в тепловую, возможность концентрации высокой энергии в небольших объемах продукта.

Для кофейной промышленности СВЧ-энергия оказалась эффективной для сушки экстрактов кофепродуктов и получения быстрорастворимых порошков.

Во Франции (Мейсел, 1979) для сушки экстрактов кофе с содержанием сухих веществ 30% применили вакуумные сушилки с микроволновым (СВЧ) обогревом. Сушка в них протекает непрерывно в течение 25–40 мин. Готовую продукцию по качеству приравнивают к продукции сублимационной сушки, а стоимость сушки СВЧ-энергией оценивается значительно ниже. Умеренные температуры при сушке СВЧ-энергией не вызывают изменения состава сахаров, органических кислот и белков. Потери летучих веществ также гораздо меньше, чем при сушке сублимацией.

СВЧ-способ обработки является весьма перспективным и для обжаривания сырья, используемого в кофейной промышленности, поскольку тепловые способы не всегда обеспечивают нормальное и равномерное обжаривание как внутренней, так и наружной поверхности зерен кофе.

При СВЧ-нагревании кофе особенно резкое снижение влажности происходит в первые минуты (рис. 13), причем у кофе высшего сорта (Арабика-Черри) влажность изменяется более плавно, чем у кофе Робуста II сорта. В это же время начинается постепенное накопление кислот, максимальное количество которых появляется через 8 мин, при этом для кофе высшего сорта pH 5,0, для кофе II сорта pH 4,9. Дальнейшее нагревание ведет к увеличению pH для кофе Арабика-Черри до 5,9, для кофе Робуста II сорта до 5,99.

Характер изменения углеводов при СВЧ-обжаривании кофе почти такой же, как и при конвективном: по мере нагревания материала общее содержание сахаров интенсивно падает, а содержание редуцирующих сахаров сначала увеличивается, а затем уменьшается (рис. 14).

Содержание водорастворимых экстрактивных веществ (рис. 15) в начале процесса уменьшается, достигая минимума через 8 мин обжаривания, затем несколько

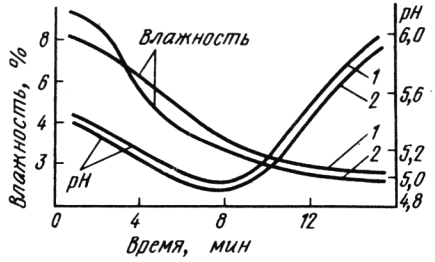


Рис. 13. Изменение влажности и pH кофе при СВЧ-обжаривании:
1 – Арабика-Черри высшего сорта; *2* – Робуста II сорта

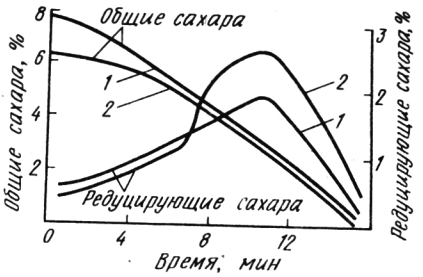


Рис. 14. Изменение общих и редуцирующих сахаров кофе при СВЧ-обжаривании:
1 – Арабика-Черри высшего сорта; *2* – Робуста II сорта

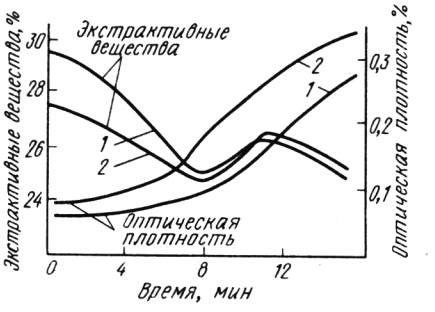


Рис. 15. Изменение экстрактивных веществ кофе и оптической плотности кофейного экстракта в процессе СВЧ-обжаривания:
1 – Робуста II сорта; *2* – Арабика-Черри высшего сорта

возрастает, а потом вновь снижается. Это объясняется превращением части водорастворимых экстрактивных веществ в коричневые пигменты и компенсацией количества экстракта на определенном этапе обжаривания за счет расщепления клетчатки и других полисахаридов. Об этом же свидетельствуют накопления коричневых и бурых веществ в продукте, проявляющиеся в изменении оптической плотности экстракта (см. рис. 15) и отражательной способности порошка (табл. 14).

На основании этих исследований установлено, что СВЧ-способ нагревания способствует равномерному обжариванию всей массы зерен кофе и тем самым устраняет поверхностное пригорание. При этом потери органических и водорастворимых веществ, т.е. угар, составляют 9–11%.

Таблица 14

Изменение отражательной способности (в %) порошков кофе при СВЧ-обжаривании

Время обжаривания, мин	Длина волны светофильтров, нм					
	λ = 420	λ = 440	λ = 510	λ = 540	λ = 597	λ = 615
Арабика-Черри (высший сорт)						
0	12,2	16,9	21,2	23,2	24,0	26,5
8	10,1	12,9	16,0	20,9	24,9	30,0
11	7,1	7,4	7,9	9,5	10,5	14,1
Робуста (II сорт)						
0	13,1	17,7	21,5	24,3	25,3	30,9
8	7,9	8,2	10,3	13,2	17,5	22,5
11	6,8	6,9	7,0	8,6	9,7	12,1

Очевидно, что при обработке зерен кофе СВЧ-энергией взаимопревращения компонентов протекают быстрее, чем при конвективном обжаривании, так как процессы достижения сырьем оптимального цвета, вкуса и аромата завершаются на 2–4 мин раньше. Распад углеводов, превращение органических кислот, образование коричневых пигментов при СВЧ-обжаривании хорошо сочетаются с достижением максимального содержания экстрактивных веществ.

Учитывая также, что СВЧ-обжаривание – непрерывный процесс, использование его в технологии кофепродуктов весьма перспективно. Внедрение его позволит перейти от периодических методов обжаривания к непрерывным, улучшить санитарное состояние в цехах и повысить эффективность производства за счет ускорения процесса обжаривания и снижения потерь массы на 3–5%.

Радиационные способы обжаривания. Это также перспективные способы, но пока практического применения в производстве кофе и кофепродуктов не нашли.

Энергия ионизирующих излучений (энергия радиации) применяется для воздействия на структуру клеток и тканей растительного сырья с целью подготовки его для последующих технологических процессов (сушка, обжаривание, экстрагирование и т.д.). Были выявлены большие преимущества ионизирующих излучений Co^{60} перед другими физическими способами обработки сырья. Так, нами было показано, что предварительная обработка растительного сырья γ-лучами Co^{60} дозами 25–100 Крад резко увеличивает диффузионную способность и проницаемость тканей, вызывает распад полисахаридов и тем самым способствует повышению концентрации моносахаров в сырье. Кроме того, было установлено, что ионизирующие излучения ускоряют окислительные процессы превращения фенольных соединений и интенсифицируют образование коричневых пигментов в продукте.

В США сырые зерна кофе облучали ионизирующими лучами дозой от 10 до 100 Крад и затем подвергали конвективному обжариванию за время, меньшее, чем потребовалось без обработки его γ-лучами.

Дисфанди и Эйгюлар (1975) также применяли комбинированные способы обжаривания кофе. Сначала кофе (Арабика и Робуста из Пуэрто-Рико) облучали γ-лучами дозами 0,5, 1,0 или 12 Мрад, после чего обжаривали при 200–250°С.

Эти исследования подтвердили установленные нами ранее явления: обработка γ-лучами вызывает повышение содержания растворимых углеводов в сырье, и тем самым показатель экстрактивности в нем возрастает; предварительное облучение ускоряет последующий процесс обжаривания. Однако, учитывая, что ионизирующие излучения требуют специальных условий для обработки сырья, этот способ пока не нашел практического применения в производстве кофепродуктов.

Терморадиационный способ обжаривания инфракрасными (ИК) лучами не менее перспективен, чем обработка ионизирующим излучением.

Нагревание инфракрасными лучами применяется для интенсификации технологических процессов производства лекарственных препаратов, выпечки хлеба, приготовления кукурузных хлопьев, кулинарных изделий и т.д. В Московском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте пищевой промышленности разработаны и рекомендованы для внедрения в промышленность коротковолновый ИК-излучатель и параметры энергоподвода к различным пищевым продуктам с целью их выпечки, сушки или обжарки (Доронин, 1983).

На экспериментальной установке нами изучена возможность применения ИК-лучей для обжаривания двух видов кофе: Арабика-Черри (Индия) и Робуста II сорта из Вьетнама (табл. 15).

Таблица 15

Изменение физико-химических показателей кофе в процессе обжаривания с использованием ИК-лучей

Показатель	Сырого	Обжаренного при температуре				
		210°С	230°С	250°С	255°С	260°С
Арабика-Черри (Индия)						
Влажность, %	8,25	2,83	1,97	1,57	1,45	1,43
Потеря массы, %	–	6,5	7,3	9,2	16,0	18,0
pH (экстракта)	5,45	5,39	5,12	5,22	5,30	5,38
Общие сахара, % на сухое вещество	8,3	3,41	2,34	2,28	2,20	2,15
Редуцирующие сахара, % на сухое вещество	0,69	1,7	1,58	1,45	1,98	1,95
Оптическая плотность экстракта (*D*)	0,06	0,2	0,28	0,31	0,32	0,37
Экстрактивные вещества, % на сухое вещество	27,1	27,8	28,3	28,2	29,0	27,5
Робуста II сорта (Вьетнам)						
Влажность, %	9,14	2,65	2,7	2,1	1,58	1,40
Потеря массы, %	–	7,3	10,5	13,5	16,0	17,0
pH (экстракта)	5,40	5,31	4,94	5,11	5,22	5,30
Общие сахара, % на сухое вещество	6,95	3,17	3,08	2,86	2,95	2,49
Редуцирующие сахара, % на сухое вещество	0,52	0,21	0,59	1,65	1,57	2,22
Оптическая плотность экстракта (*D*)	0,06	0,1	0,21	0,28	0,35	0,39
Экстрактивные вещества, % на сухое вещество	27,85	26,8	28,64	30,03	29,12	28,19

Обжаривание сырого кофе в печи ИК-излучателя проводили при следующих режимах: слабое обжаривание при 230–240° С в течение 3 мин; среднее обжаривание при 230–245° С в течение 4,5 мин; нормальное обжаривание при 230–250° С в течение 5,5 мин; сильное обжаривание при 230–255° С в течение 6 мин; чрезмерно сильное обжаривание при 230–260° С в течение 7 мин.

Оптимальная степень обжаривания кофе при использовании ИК-лучей находится в интервале температур 250–255° С и времени 5,5–6,0 мин. При этом режиме потери массы сырья (угар) относительно низкие, экстрактивность высокая, а физико-химические и органолептические показатели удовлетворительные. Однако при незначительном отклонении от этих режимов как температуры (на 10–15° С), так и времени (вплоть до 0,5 мин) наступает критический момент: зерна обугливаются, резко уменьшается их масса, ухудшаются органолептические свойства продукта.

Кофейное зерно обладает значительным поглощением света в области спектра с λ = 0,8 нм, при этом его поглотительная способность равна 55–60%. При длине волны 1 нм отражение заметно снижается, затем снова возрастает. При длине волны 1,5–1,9 нм отражение спектров резко падает. В дальнейшем при длине волны 2,5 нм отражение спектров вновь постепенно увеличивается. В области длины волн 1,5–1,7 нм пропускание лучей зернами кофе постепенно увеличивается. Следовательно, для обжаривания кофе необходимо применять нагревательные элементы со спектром в области длины волн 1,0–2,5 нм.

Режимы обжаривания

Режимы обжаривания сырого кофе и цикория в барабанах обжарочных аппаратов периодического действия и в барабанах с наружным электрообогревом приведены в табл. 16.

Для ускорения охлаждения сырья, уменьшения распыла при размоле и предотвращения загорания мелкой фракции в конце обжаривания непосредственно в барабане производят увлажнение зерен водой из такого расчета, чтобы влажность готового продукта не превышала 4%.

Обжаренный полуфабрикат охлаждают до температуры 35–40° С при перемешивании в охладительной чаше, колонках или охладительных барабанах в зависимости от конструкции обжарочных аппаратов.

Охлажденный кофе, прошедший через камнеотборники и магнитоуловители, взвешивают на весах и направляют на фасовку в случае выпуска кофе

Таблица 16

Режимы обжаривания кофе и цикория

Обжарочный аппарат	Количество загружаемого сырья, кг	Температура обжаривания, °С	Время обжаривания, мин
	Кофе сырой		
"Пробат"	240–300	180–215	13–20
"Рапидо"	240	180–210	8–10
А9-КЖА	240	180–200	15–20
Нестандартные аппараты	120–180	180–200	45–60
	Цикорий		
А9-КЖА	120–150	150–170	35–40
"Ленгренц"	120–130	150–170	30–40
Нестандартные аппараты	100–120	140–180	40–50

в зернах или на размол и просеивание при производстве кофе натурального жареного молотого. Охлажденный цикорий, пройдя магнитоуловители, также направляют на размол.

Контроль процесса обжаривания

Основными контролируемыми параметрами процесса являются температура и продолжительность обжаривания, влажность зерна кофе, pH и потеря массы. Температуру и продолжительность процесса контролируют для каждой партии, а другие показатели – дважды в смену. Влажность обжаренного полуфабриката определяют общепринятыми стандартными методами.

В готовом обжаренном кофе не допускается наличие постороннего запаха, в частности запаха продуктов сгорания топлива, pH должен находиться в пределах 5,2–5,4, цикория – 4,3–4,5.

Температура обжаривания регистрируется датчиком электронного потенциометра. Во время обжаривания необходимо строго следить за ходом процесса, систематически отбирать пробы полуфабриката специальным пробоотборником и тщательно контролировать параметры процесса.

РАЗМОЛ И ПРОСЕИВАНИЕ ОБЖАРЕННЫХ КОФЕ И ЦИКОРИЯ

Обжаренный кофе в зернах размалывают на грануляторе типа "Гумп-888", просеивают через штампованное сито с ячейками диаметром 5 мм и пропускают через магнитоуловители, после чего направляют на смешивание и фасовку.

Кофе, размолотый на вальцовых станках, просеивают на рассевах с контрольным ситом № 0,95; проход через сито должен быть не менее 85–90%, сход с сита № 1 – не более 15–10%.

При производстве кофе натурального высшего сорта проход частиц размолотого кофе через сито № 0,95 должен составлять не менее 98,5%.

Цикорий размалывают на дробилках или вальцовых станках и просеивают через сито № 1,6; проход через сито должен составлять 100%.

Просеянные и пропущенные через магнитоуловители полуфабрикаты и готовые кофейные смеси хранят в емкостях, откуда их подают на дозирование, фасовку и упаковку.

СМЕШИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ

Размолотые, просеянные и очищенные от металлопримесей кофе и цикорий дозируют по рецептуре на весовых дозаторах или на смесительно-дозировочных установках (допускается отклонение по рецептуре ± 1%).

Подготовленные полуфабрикаты загружают в смесительный барабан непрерывного или периодического действия и перемешивают при медленном вращении в течение 3–5 мин в зависимости от вместимости и конструкции барабана.

ФАСОВКА И УПАКОВКА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Обжаренные зерна при выходе из аппарата содержат 1,5–2,0% CO_2, который образуется в результате распада главным образом карбоксильных кислот. При измельчении и размалывании кофе примерно половина CO_2 выделяется в атмосферу. Естественно, чем больше открытой поверхности у частиц, тем интенсивнее идет газовыделение и тем больше абсорбция влаги из окружающей среды. Поэтому целые обжаренные зерна кофе достигают равновесной влажности медленнее, чем измельченные.

Влажность обжаренного кофе – главный фактор сохраняемости его качества, так как от содержания влаги зависит скорость поглощения кислорода, к которому компоненты обжаренного кофе проявляют высокую лабильность. Кроме того, CO_2, который выделяется из продукта, уносит за собой летучие ароматические вещества и тем самым вызывает его быстрое старение. Газовыделение из обжаренных целых зерен или молотого кофе – естественный процесс, его можно или ускорить, например быстрым и сильным размолом, что сопровождается потерей ароматических веществ, или замедлить путем немедленной упаковки обжаренного продукта в герметичную тару. Но поскольку размол необходим для выработки молотого кофе, важно, чтобы, во-первых, при осуществлении его избегали любого повышения температуры в измельчаемой массе, во-вторых, молотый порошок необходимо собирать в закрытые бункера и, в-третьих, фасовать его надо в тару в течение не более 8 ч.

Исходя из этого, рекомендуется упаковывать жареный кофе как в зернах, так и молотый прежде всего в водо- и кислородонепроницаемую тару с герметически сваренными швами. Упаковку кофе целесообразно производить в тару с созданием в ней вакуума, поскольку доказано, что при содержании над поверхностью кофе внутри тары более 3% O_2 продукт теряет свое качество через 1,5–2 мес, при содержании 0,5–1,0% O_2 качество кофе изменяется в течение 4 мес, упаковка в отсутствии воздуха практически гарантирует полное сохранение аромата кофе в течение 6 мес.

Еще лучший эффект дает заполнение вакуума внутри тары азотом или другими инертными газами. Учитывая, что диоксид углерода также является защитной инертной средой, вакуумирование в сочетании с выделяющимися из кофе CO_2 способствует сохранению качества в течение 2–3 мес. Однако малейшее нарушение вакуума нарушает равновесие системы CO_2:O_2 и вызывает изменение состава продукта. Для устранения повреждения упаковки в результате выделения CO_2 рекомендуется применять пакеты с выпускным клапаном и материалы, поглощающие диоксид углерода из обжаренного кофе.

В ФРГ создано оборудование для изготовления из ламинированной пленки упаковок, снабженных дегазирующим клапаном, и фасовки свежеобжаренного кофе. Производительность линии до 120 упаковок в минуту. Остаточное количество кислорода примерно 10 мкг на 1 г кофе. В течение первых 10 сут хранения количество кислорода снижается еще на 1/10 исходного количества. В случае повышения давления

окружающего воздуха клапан герметизирует упаковку. Клапанные пакеты лучше удерживают летучие ароматические вещества кофе по сравнению с традиционными пакетами и коробками.

Для фасовки жареного кофе в зернах и молотого существует более сотни видов материалов и упаковок. Кроме жестяных и стеклянных банок как самых популярных и, пожалуй, самых надежных используют упаковку из комбинированных пленочных материалов, например специальную бумагу, покрытую тонкой пленкой нейтрального пластика, термонил, а также 2-, 3-слойную пленку на основе полиэтилена, целлофана и бумаги (ГДР). Фирма "Тейлоу" (Англия) применяет отбеленный картон с блестящей поверхностью с внутренним пакетом из специального ламинированного материала, металлизированную целлюлозную пленку, ламинированную полиэтиленовой пленкой. В Швеции используют полистирол-полиэтилен, картон-алюминиевую фольгу с полимерной пленкой и полиэфирную пленку с полиэтиленовым покрытием. Во Франции кофе упаковывают в бумагу, лакированную полиэтиленом и алюминиевой фольгой, в Италии – в ламинат-полистирол-алюминий-полиэтилен. В США фирма "Дауберт" применяет прозрачный целлофан, покрытый с одной стороны непроницаемым для влаги покрытием, а с другой – прозрачной пленкой из сополимера винилацетата с винилхлоридом.

Во Франции, ГДР и других странах кофе, упакованный в коробку из комбинированных материалов, помещают в вакуум-камеру, где подвергают прессованию, осуществляемому специальным устройством. Благодаря прессованию в несколько раз уменьшаются объем упакованного продукта и контактирование его поверхности с кислородом воздуха, что предотвращает окисление обжаренного молотого кофе.

В табл. 17 приведены перечень видов упаковки и оборудование, используемые для фасовки и упаковки кофе.

Таблица 17

Тара и фасовочное оборудование для кофе натурального жареного в зернах и молотого

Вид упаковки	Оборудование	Масса нетто, кг	Срок хранения, мес., не более
Кофе натуральный жареный в зернах			
Четырехслойные бумажные мешки, вложенные в джутовые и тканые; ящики дощатые и фанерные, выстланные двумя слоями бумаги	Весовые дозаторы	До 25,0	3,0
Пачки из бумаги с внутренним пакетом из пергамента, подпергамента или пергамина	То же	До 10,0	3,0
Пакеты из комбинированных термосваривающихся материалов	Автоматы типа "Ровема"	До 3,5	6,0
Пачки из картона марки А или хромэрзаца с внутренним полимерным покрытием из термосваривающихся материалов	Автоматы типа "Экопрессо", АПБ, А-5КРВ и др.	0,2–0,25	6,0

Окончание табл. 17

Вид упаковки	Оборудование	Масса нетто, кг	Срок хранения, мес., не более
Кофе натуральный жареный молотый с цикорием и без цикория			
Четырехслойные бумажные мешки, вложенные в джутовые или тканые мешки; пакеты из пленочных материалов	Весовые дозаторы	До 10,0	3,0
Комбинированные банки	Автоматы типа "Альбро"	0,25	3,0
Двойные бумажные пакеты (внешний слой из мешочной бумаги)	Автоматы типа АПБ	0,2	3,0
Пачки из картона марки А или хром-эрзаца с внутренним полимерным покрытием	Автоматы типа "Экспрессо"	0,25	5,0
Пакеты из комбинированных термосваривающихся полимерных материалов	Автоматы типа "Ровема"	0,2–0,25	5,0
Металлические банки без вакуума	Автоматы типа "Альбро"	0,15	5,0
Кофе по-турецки			
Металлические банки без вакуума	"	0,15	2,0

Кроме перечисленных тароупаковочных материалов проходят испытания отечественные одно-, двух-, трех- и четырехслойные полимерные материалы: бумага с поливинилхлоридным покрытием, бумага-полипропилен, целлофан-алюминиевая фольга-полиэтилен, лавсан-полиэтилен и др.

УЧЕТ ПОТЕРЬ И НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ

Маршрут движения сырья контролируется по стадиям процесса производства кофе натурального жареного в зернах и молотого, начиная с момента поступления его в цех.

Потери сырья устанавливают в процессе сепарации и обжаривания зерен кофе, размола, просеивания, смешивания и фасовки компонентов.

Потери при сепарации определяют исходя из разности фактической массы сырья до и после сепарации. Учитывая, что влажность сырья при сепарации не изменяется, эти потери принимают в натуре.

Потери массы сырья (угар) при обжаривании определяют в натуральном выражении по разности фактической массы до и после обжаривания, отнесенной к первоначальной массе сырья.

При поступлении новых видов и сортов кофе и цикория проводят контрольную проверку потери массы, при которой потери при обжаривании вычисляют как среднее арифметическое потерь не менее трех обжарок.

Для установления норм расхода сырья на 1 ед. продукции, а затем на общий объем выработанной продукции каждая принимаемая партия сырья (сорт или вид) фиксируется по фактической массе.

При расчете норм расхода для определения потерь массы при обжаривании пользуются суммарной массой отсепарированного исходного сырья и обжаренного полуфабриката, за смену, сутки, месяц.

Следовательно, имея контролируемые показатели (влажность сырья и обжаренного полуфабриката, а также данные по потерям массы при сепарации и обжаривании), расход P_1 (в кг) исходного сырья на 1000 кг обжаренного полуфабриката рассчитывают по формуле

$$P_1 = [(1000 \cdot 100)(100 - W_2)100]/[(100 - x_1)(100 - x_2)(100 - W_1)],$$

где W_2 – влажность обжаренного полуфабриката, %; x_1 – потери при сепарации, %; x_2 – потери при обжаривании, %; W_1 – влажность исходного сырья, %.

В пересчете на сухое вещество потери при обжаривании (в %) определяют по формуле

$$x_2 = [F_1 (100 - W_1) - F_2 (100 - W_2)]100/[F_1 (100 - W_1)],$$

где F_1 – фактическая масса сырья до обжаривания, кг; W_1 – влажность исходного сырья, %; F_2 – фактическая масса сырья после обжаривания, кг; W_2 – влажность обжаренного полуфабриката, %.

Потери при размоле, смешивании компонентов и фасовке готовой продукции устанавливают по разности фактической массы обжаренного полуфабриката до и после этих операций, отнесенной к первоначальной массе обжаренного полуфабриката, а также по влажности готовой продукции. Расход P_2 (в кг) обжаренного полуфабриката на 1000 кг фасованной продукции рассчитывают по формуле

$$P_2 = [(100 - W_3)10^5]/[(100 - x_3)(100 - W_2)],$$

где W_3 – влажность готовой продукции, %; x_3 – потери при размоле, просеивании, смешивании и фасовке в пересчете на сухое вещество, %.

Потери при этих операциях x_3 (в %) определяют по формуле

$$x_3 = [m_1 (100 - W_2) - m_2 (100 - W_3)]100/[m_1 (100 - W_2)],$$

где m_1 – фактическая масса обжаренного полуфабриката, поступающего на размол и фасовку, кг; m_2 – фактическая масса обжаренного полуфабриката после размола и фасовки, кг.

Вычислив P_1 и P_2, рассчитывают норму расхода исходного сырья на 1000 кг готовой продукции P_3 (в кг) по формуле

$$P_3 = (P_1 P_2)/1000.$$

ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Кофе натуральный жареный в зернах и молотый по основным показателям должен соответствовать требованиям, приведенным в табл. 18.

В этих стандартизированных органолептических и физико-химических показателях готовой продукции указаны основные свойства натурального жареного кофе, вырабатываемого в СССР. Аналогичные требования к натуральному жареному кофе предъявляются в стандартах кофепроиз-

Таблица 18

Требования к качеству кофе натурального жареного

Показатель качества	В зернах	Молотого	Молотого с добавлением цикория
Внешний вид высшего и I сортов	Равномерно обжаренные зерна коричневого цвета с матовой или блестящей поверхностью, со светлой бороздкой посередине и остатками оболочки кофейных зерен	Порошок коричневого цвета с включением оболочки кофейных зерен	Порошок темно-коричневого цвета с включением оболочки кофейных зерен
Вкус и аромат кофе высшего сорта	Вкус приятный с различными оттенками (кисловатым, горьковато-вяжущим и др.). Аромат тонкий и ярко выраженный. Не допускаются посторонние привкус и запах		Вкус приятный с различными оттенками (кисловатым, горьковато-вяжущим и др.) и привкусом цикория Аромат ярко выраженный с запахом жареного цикория
I сорта	Хорошо выраженный вкус, но слабый аромат. Не допускаются посторонние привкус и запах		Хорошо выраженный вкус с привкусом цикория, аромат слабовыраженный
Влажность, %			
при выпуске с производства, не более	4,0	4,0	4,0
при хранении в течение гарантийного срока, не более	7,0	7,0	7,0
Содержание общей золы в пересчете на сухое вещество, %, не более	5,0	5,0	5,5
Содержание золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,1	0,1	0,3
Количество растворимых экстрактивных веществ в пересчете на сухое вещество, %	20–30	20–30	30–40
Содержание кофеина в пересчете на сухое вещество, %, не менее	0,7	0,7	0,6
pH экстракта	5,2–5,4	5,2–5,4	4,6–4,8

Окончание табл. 18

Показатель качества	В зернах	Молотого	Молотого с добавлением цикория
Степень помола (проход через сито № 0,95), %, не менее	–	90,0	90,0
Содержание металлопримесей, мг/кг продукта, не более	5	5	5
Посторонние примеси		Не допускаются	

водящих и кофеперерабатывающих стран мира. Эти показатели наиболее легко контролируются в условиях производства, и поэтому они получили общее признание во всех странах.

Следует отметить, что немаловажную роль для качества готовой продукции имеет содержание в готовом кофе сахаров, незаменимых аминокислот, жирных кислот, Р-активных фенольных соединений и минеральных элементов.

ГЛАВА 4. ПРОИЗВОДСТВО КОФЕ НАТУРАЛЬНОГО РАСТВОРИМОГО

Кофе натуральный растворимый представляет собой высушенный до порошкообразного состояния экстракт кофе натурального жареного и предназначен для быстрого приготовления напитка или в качестве вкусовой добавки при производстве различных пищевых продуктов.

Для производства кофе натурального растворимого используют кофе натуральный I и II сортов, кофе высшего сорта, как правило, не используют из-за низкой экстрактивности этого сырья и, следовательно, невысокого выхода готовой продукции. Предпочтение отдается кофе Робуста вида Канифора II сорта, в котором содержание экстрактивных веществ и кофеина значительно больше, чем в Робусте I сорта и во всех сортах кофе Арабика. В то же время при изготовлении кофе растворимого только из Робусты II сорта качество напитка получается грубым, без аромата и с чрезмерно высоким (> 5%) содержанием кофеина. Растворимый кофе вообще характеризуется более слабым ароматом и плоским вкусом, чем нерастворимый (натуральный жареный в зернах и молотый), что обусловлено технологией этого продукта.

В настоящее время во всех странах проводится большая работа по совершенствованию режимов и параметров приготовления растворимого кофе и созданию более совершенных машин и аппаратов с целью улучшения качества продукции. Данные исследований показывают, что наилучшие результаты дает сублимационная сушка экстрактов, при которой в продукте в максимальной степени сохраняются ароматические и вкусовые свойства натурального кофе.

В СССР кофе растворимый вырабатывают распылительной сушкой экстракта. Отечественные рецептуры и технологические режимы, предусматривающие в отличие от зарубежных более мягкую обработку

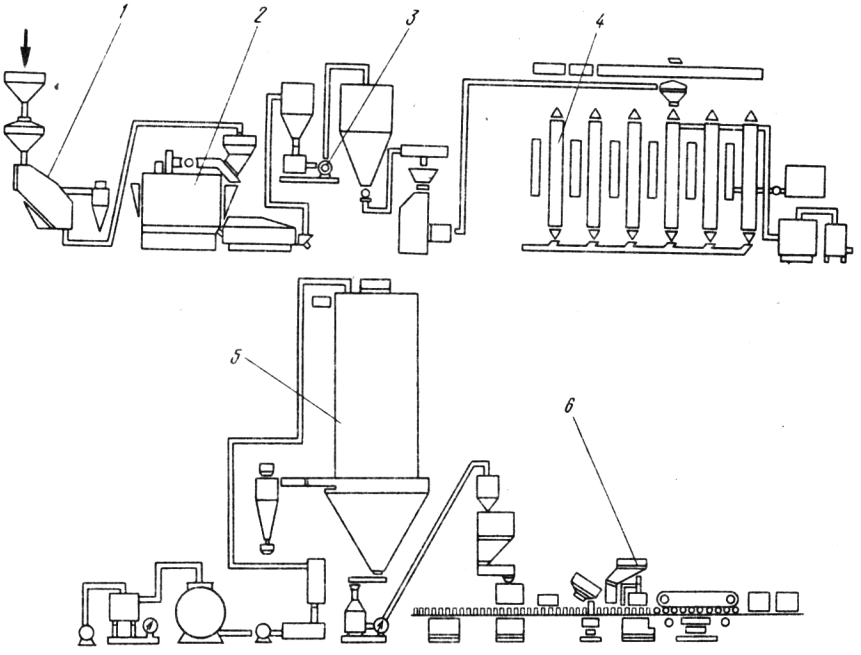


Рис. 16. Аппаратурно-технологическая схема производства кофе натурального растворимого:
1 – сепаратор; *2* – обжарочный аппарат; *3* – измельчитель; *4* – экстрактор; *5* – сушилка; *6* – фасовочно-упаковочные аппараты

сырья и экстракта, позволяют получать продукт, в котором хорошо выражены сортовые особенности сырья. Рецепты предусматривают следующие соотношения (в %) кофе I и II сортов: 40:60; 50:50; 65:35 и 15: 85. Установлено, что при этих соотношениях кофе растворимый имеет полноценный вкус, цвет и аромат, а также уравновешенное содержание кофеина.

Производство кофе натурального растворимого состоит из следующих основных процессов: приемки, сепарации и обжаривания сырья, измельчения и экстрагирования обжаренного полуфабриката, сушки экстракта и фасовки готовой продукции. Осуществляется оно на поточной технологической линии (рис. 16) с остановкой ее для чистки оборудования и коммуникаций один раз в месяц. Продолжительность непрерывной работы линии зависит от сорта и вида перерабатываемого кофе, обусловливающего интенсивность отложения смолистых веществ.

ПРИЕМКА И СЕПАРАЦИЯ КОФЕ

Кофе принимают по видам и сортам раздельно, отбирая от каждой партии среднюю пробу для технических и физико-химических анализов. Фактическую массу поступившего сырья определяют взвешиванием. Сепара-

цию проводят на аппаратах типа ВР-6К производительностью до 6 т/ч, используя те же сита, что и в производстве кофе натурального жареного в зернах и молотого. Кофе подают на сепаратор после полной очистки его от предыдущего сорта.

Кофе после сепарации с помощью системы пневмотранспорта высокого давления транспортируют потоком очищенного воздуха через распределитель в 4–6-секционные бункера для дополнительного улавливания пыли. В каждую секцию бункера подают только один вид кофе. Степень заполнения секций бункера фиксируется датчиком.

По мере накопления легких примесей и пыли съемные бачки циклонов освобождают, а магниты зачищают. Сита сепаратора и фильтры воздуходувки очищают по мере необходимости.

При сепарации механическое трение в системах зерно – металл и зерно – зерно не вызывает изменения температуры в массе сырья и ощутимого снижения его влажности. Вентиляционный воздух, очищая зерна от пыли и остатков пергаментной оболочки, может только заметно ускорить дыхательные процессы. Но, учитывая, что продолжительность нахождения зерен в потоке воздуха и в бункерах перед обжариванием незначительна (обычно от 2 до 8 ч), этот процесс не оказывает отрицательного влияния на качество сырья.

ОБЖАРИВАНИЕ КОФЕ

Кофе после сепарации обжаривают. Процесс ведут при режимах, обеспечивающих максимальное накопление водорастворимых экстрактивных веществ. Это достигается при условии полного разрушения клеток и тканей зерен кофе и минимального сгорания органических веществ. Экспериментально установлено, что оптимальным режимом обжаривания являются температура 200–210°С и продолжительность 13–16 мин (рис. 17). При более длительном обжаривании вместо продукта с хорошим ароматом и интенсивным настоем получается кофе с низким содержанием экстрактивных веществ и высокой потерей массы.

Экстрактивность и потеря массы могут быть низкими, средними, оптимальными и высокими. Многолетние наблюдения показывают, что сырой

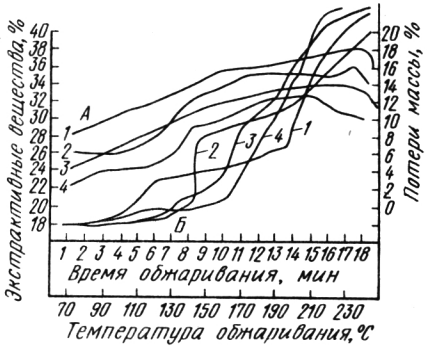


Рис. 17. Влияние обжаривания на экстрактивные (*А*) вещества и потери массы (*Б*) различных сортов кофе:
1 – Робуста II сорта (Гвинея); *2* – Робуста I сорта (Индия); 3 – Сантос I сорта (Бразилия); *4* – Джимма (Эфиопия)

кофе, хранившийся более двух лет, при обжаривании дает полуфабрикат с повышенной потерей массы и меньшим содержанием экстрактивных веществ. Это объясняется тем, что при длительном хранении сырого кофе изменяются абсолютная плотность, масса, цвет зерен, содержание в них влаги, сухих и азотистых веществ, снижается активность окислительных ферментов.

Кофе обжаривают в аппаратах различных конструкций. Из разных отсеков бункера по соответствующей заданной программе отвешивают от 240 до 600 кг на каждую загрузку. При необходимости разрешается подавать на обжаривание смесь сырья одного и того же сорта из разных стран. Кофе засыпают в барабан при достижении в нем температуры 185–225°С (табл. 19). В конце обжаривания в барабан подают воду для более быстрого охлаждения кофе и уменьшения образования мелкой фракции при последующем измельчении. Увлажнение приостанавливает также дальнейший пиролиз составных веществ кофе и потерю сухих (растворимых) веществ. Расход воды на увлажнение зависит от массы обжариваемого сырья и его влажности. Обычно при загрузке 240–300 кг кофе расходуют 50–55 л воды. Это позволяет достичь влажности в обжаренном полуфабрикате 5–7%. Для "ароматизации" обжаренного кофе его выдерживают в барабане аппарата с выключенными горелками.

Таблица 19

Режимы обжаривания сырого кофе для производства кофе растворимого

Марка аппарата	Количество загружаемого сырья, кг	Температура обжаривания (максимальная), °С	Продолжительность обжаривания	
			всего, мин	в том числе выдерживания, с
"Пробат-Верке"	240–300	195–220	14–17	55–60
"Рапидо"	260–300	185–225	12–14	55–60
"Метеор-350"	500–600	195–230	30–35	60–80

Обжаренные полуфабрикаты охлаждают до температуры 35–40°С потоком холодного воздуха при перемешивании в охладительной чаше, транспортируют пневмотранспортером в бункер с попутным аспирационным отделением камней в камнеотборнике, взвешивают на весах и подают пневмопроводом через циклон-разгрузитель в бункер.

В процессе обжаривания контролируют влажность, pH, экстрактивность и потерю массы. Степень обжаривания кофе определяют по эталонам, которые устанавливают по контрольным партиям обжаренного полуфабриката.

Массовую долю влаги в обжаренном кофе определяют по стандартному методу.

Для определения оптимальной степени обжаривания во ВНИИПП и СПТ разработан и рекомендован для внедрения в промышленность метод, который предусматривает регулирование процесса по показателям pH и экстрактивности. Так, установлено, что при значениях pH 5,2–5,6 удовлет-

ворительные органолептические свойства обжаренного кофе соответствуют максимальной экстрактивности обжаренного полуфабриката. При этом для каждого вида и сорта обжариваемого кофе установлены следующие величины соответственно pH и экстрактивности (в %): Робуста I сорта из Индии 5,2–5,4 и 26,5–27; Сантос I сорта из Бразилии 5,25 – 5,35 и 23–25; Джимма I сорта из Эфиопии 5,25–5,35 и 25–26; Робуста II сорта из Анголы, Вьетнама, Гвинеи, Мадагаскара и Уганды 5,35 – 5,6 и 27,5–28.

Для определения pH обжаренный кофе предварительно измельчают до такой степени, чтобы проход через сито № 1 составил 100%. Берут навеску массой 10 г, разводят ее в 20 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают до образования кашицеобразной массы. Приготовленную смесь сразу же переносят в сосуд калиброванного pH-метра, погружают в него концы электрода, включают прибор и снимают показания по шкале (согласно инструкции, прилагаемой к данному pH-метру). Измерение pH проводят дважды, каждый раз приготавливая новую пробу. Значение pH выражают как среднее арифметическое этих определений. Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 0,1 ед. pH.

Содержание экстрактивных веществ в обжаренном кофе определяют так же, как в сыром кофе.

После завершения обжаривания и достижения оптимальной степени этого процесса для того или иного вида или сорта кофе обжаренный полуфабрикат из бункеров поступает в гранулятор на измельчение.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ОБЖАРЕННОГО КОФЕ

Измельчение обжаренного кофе производят на грануляторах типа "Гумп-888", состоящих из пяти валков, три из которых (верхние) служат для предварительного грубого измельчения зерна, а два доводят частицы продукта до требуемых размеров.

Установлено, что один и тот же сорт кофе при разной степени измельчения может содержать различное количество экстрактивных веществ (табл. 20). При этом чем крупнее частицы, тем меньшим получается выход экстрактивных веществ, определенных одним и тем же аналитическим методом. Однако это не означает, что в частицах размером > 0,5 мм содержится меньше экстрактивных веществ, чем в частицах размером < 0,5 мм, или что частицы зерен размером 2 мм беднее экстрактивными

Таблица 20

Зависимость выхода экстрактивных веществ от гранулометрического состава обжаренного кофе (в % на сухое вещество)

Размер частиц d, мм	Робуста I сорта (Индия)	Джимма (Эфиопия)	Робуста II сорта из		
			Анголы	Вьетнама	Мадагаскара
0,4–0,5	28,7–29,0	28,0–29,0	29,9–30,5	29,8–30,1	30,0–31,9
0,9–1,0	27,5–28,0	27,2–27,5	26,9–27,5	27,0–27,5	25,8–26,5
1,5–2,0	25,0–27,2	23,5–25,2	21,9–22,3	23,0–24,3	24,1–25,0

веществами, чем частицы размером 0,9–1 мм. Дело лишь в том, что способность к экстракции крупных частиц намного ниже, чем мелких.

Изучение в течение ряда лет гранулометрического состава измельченного кофе производственной выработки показало, что в общей массе продукции удельный вес частиц размером 5 мм составляет 0,9–1,5%, 3 мм – 32–33, 2 мм – 37–39, 1 мм – 20–22 и 0,5 мм – 3,5–4%.

На основании исследований, проведенных на Днепропетровском комбинате пищевых концентратов, Московском ордена Ленина пищевом комбинате, Ленинградском пищевом комбинате, Лиепайском сахарном заводе, Львовской кофейной фабрике и Одесском комбинате пищевых концентратов, для производства кофе растворимого рекомендовано измельчать обжаренный кофе так, чтобы количество частиц размером < 1,5 мм составляло 40–45%, в том числе мелкой фракции (частицы размером 0,5–0,63 мм) 3%. Для удобства в производственных условиях гранулометрический состав измельченного кофе определяют по номерам сит. Следовательно, сход с сита № 1,6 должен составить 55–60%, а проход через сито № 0,63 – 2,5–3,5%. Регулирование размера валков гранулятора позволяет получать такую степень измельчения.

Измельченный кофе транспортируют в подвесной промежуточный бункер-весы и оттуда порциями загружают в экстракторы.

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ОБЖАРЕННОГО ИЗМЕЛЬЧЕННОГО КОФЕ

Теоретические основы процесса

Экстрагирование (экстракция от латинского extraho – извлекаю) – это извлечение из смеси жидких или твердых веществ основных компонентов с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов).

В.М. Лысянский, рассматривая массообменные процессы в зависимости от агрегатного состояния фаз, выделил два типа экстрагирования: в системе твердое тело – жидкость, когда одна из фаз представляет собой твердое вещество, и в системе жидкость – жидкость, когда обе фазы находятся в жидком состоянии. Измельченный кофе, подвергаемый экстрагированию, представляет собой систему твердое тело – жидкость. Экстракция в такой системе проходит четыре стадии: проникновение растворителя в поры частиц растительного сырья, растворение целевого компонента или компонентов в экстрагенте, перенос экстрагируемых веществ из частицы растительного сырья к поверхности раздела фаз и, наконец, перенос экстрагируемого вещества в жидкой фазе от поверхности раздела фаз во всю массу экстрагента (Стабников и др., 1976).

При экстрагировании измельченного кофе протекают три процесса: замачивание, собственно экстракция водорастворимых веществ и гидролиз.

На стадии замачивания при температуре 75–80° С измельченные частицы кофе избирательно абсорбируют воду (экстрагент) в количестве, приблизительно вдвое превышающем их сухую массу. При этом повышается концентрация растворимых веществ в частицах. Одновременно из частиц выводится диоксид углерода (CO_2). Мелкоизмельченные частицы ($d = 1 \div 1{,}5$ мм) удерживают больше абсорбированной воды, чем частицы с $d \geqslant 2$ мм.

На стадии экстракции водорастворимые вещества измельченных частиц кофе диффундируют в экстрагент (воду). Концентрация их в воде становится намного выше, чем в экстракте, окружающем измельченные частицы. Максимальная интенсивность экстракции достигается при противоточном ведении процесса, когда постоянно имеется разница между концентрацией веществ в абсорбированной се-

лективной воде и экстрагенте, окружающем частицы кофе, т.е. когда для растворимых веществ существует наибольшая движущая сила. Любое перемешивание экстрактов или частиц кофе приводит к снижению эффективности экстракции. Колебания или изменения скорости движения фаз также уменьшают эффективность процесса экстракции. Выход экстрактивных веществ на данном этапе процесса экстракции, который протекает при 95–100° С, составляет 28–30%.

Последняя стадия процесса экстракции – гидролиз, когда при температуре порядка 170–180° С и соответствующем давлении насыщенного пара происходят разложение нерастворимых в воде высокомолекулярных углеводов и образование растворимых в воде редуцирующих сахаров, пентоз и других углеводов, а также переход белковых веществ в растворимые формы. При этом благодаря гидролизу гемицеллюлозы клетчатки и других нерастворимых в воде веществ выход водорастворимых экстрактивных веществ достигает максимального уровня – 40–45%.

Эффективность диффузии, в первую очередь коэффициент диффузии, зависит от целого ряда факторов: рода диффундирующего вещества, температуры диффузии, давления насыщенного пара, площади поверхности, размера и массы частиц, скорости перемещения частиц и т.д. При экстракции кофе основными факторами являются температура и pH среды, а также открытая поверхность клеточной системы, образованная в результате воздействия теплового агента при обжаривании зерен и механического повреждения их при измельчении.

В целом коэффициенты диффузии различных солей и кислот значительно выше, чем углеводов, белков и липидов, поэтому низкомолекулярные соединения диффундируют быстрее, чем соединения с разветвленной цепью. Этим объясняется тот факт, что в первые фракции экстракта диффундируют кофеин, тригонеллин, хлорогеновая кислота и свободные сахара (низкомолекулярные соединения), во вторые и третьи фракции – фрагменты продуктов гидролиза, такие, как полимеризованные простые сахара, карамелизованные полисахариды и денатурированные белковые вещества, т.е. вещества с большой молекулярной массой, превращенные в растворимые формы благодаря жесткому гидролизу под воздействием высокой температуры и давления.

Нами установлено, что первостепенную роль в процессе экстракции для выхода растворимых веществ играют размеры частиц измельченного кофе и температура воды. Так, из частиц, измельченных до размера 0,5, 1,0, 1,5 мм, больше половины растворимых веществ диффундирует в экстрагент за 35–40 мин при температуре до 100° С (рис. 18).

На последующих этапах, когда экстрагирование идет при повышенных температуре и давлении насыщенного пара, вновь нарастает перенос массы растворимых веществ, образованных в результате гидролитических процессов. На этом этапе максимальный выход экстрактивных веществ из мелкоизмельченных фракций достигается значительно раньше, чем из частиц размером 2 мм. Для крупных частиц характерен равномерный и медленный массообмен. Частицы размером < 1 мм при экстрагировании быстро теряют ароматические вещества, кроме того, они выделяют много коллоидной фракции, которая затем переходит в экстракт, что во всех отношениях – технологическом и качественном – является отрицательным явлением.

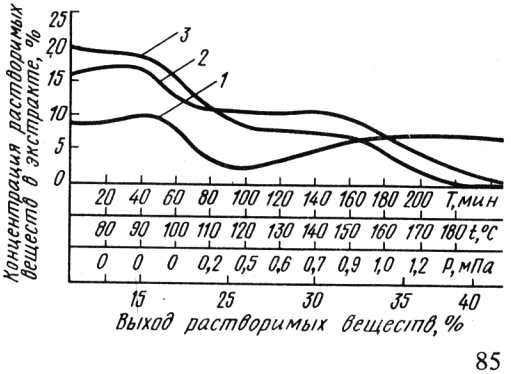


Рис. 18. Динамика процесса экстракции кофе в зависимости от размера частиц, времени, температуры и давления:
1 – размер частиц 2 мм; *2* – то же, 1 мм; *3* – то же, 0,5 мм

Изучение температурных условий экстракции (Нахмедов, Завьялова, Большакова, Весельева, 1982) показало, что при незначительном повышении температуры (на 8–12° С) на втором и третьем этапах (стадии экстракции водорастворимых веществ и гидролиза) перенос веществ в экстрагент значительно интенсифицируется. Это явление соответствует правилу Вант-Гоффа, согласно которому с увеличением температуры на 10° С скорость реакции возрастает в 2–4 раза.

Способы экстрагирования

Впервые промышленная экстракция кофе была осуществлена путем паровой дистилляции в 1865 г. в США. В дальнейшем были разработаны и другие способы, однако все они предусматривали низкотемпературные (от 25 до 100°С) режимы экстрагирования кофе в открытых или полузакрытых условиях, при которых выход растворимых веществ не превышал 20%. Только в 1943 г. фирмой "Нестле" (Швейцария) был запатентован способ проведения гидролиза при экстрагировании кофе в условиях высокой температуры (160–175°С) и давления, позволивший получить выход растворимых веществ до 27%. С этого времени фактически и началось бурное развитие в области техники и технологии процесса экстракции для производства растворимого кофе, растворимых кофейных напиков из хлебных злаков, цикория и других видов сырья.

Помимо холодной экстракции для гидролиза клетчатки и гемицеллюлозы прибегали к кислотному гидролизу кофе с применением растворов фосфорной, серной и других кислот. Однако и эти способы оказались неэффективными из-за высоких затрат на проведение многочисленных операций и ухудшения качества растворимого кофе.

Для сохранения аромата кофе в ФРГ разработан способ, предусматривающий предварительное экстрагирование ароматических веществ обжаренного измельченного кофе с помощью CO_2, затем экстрагирование водой этого сырья, смешивание с водным экстрактом ароматических веществ и сушку смеси методом сублимации.

Для стабилизации процесса экстракции кофе и качества получаемого кофейного экстракта в США предложено заполнять инертным материалом незаполненные пространства экстракционной батареи (примерно до 35%) после помещения в нее обжаренного измельченного кофе.

В последние годы проводятся работы по использованию мацерирующих ферментных препаратов для гидролиза клетчатки и гемицеллюлозы кофе в процессе экстрагирования (Эхлер, 1981). Это, однако, приводит к увеличению концентрации коллоидных и диспергированных соединений в экстракте.

В производстве растворимого кофе как в СССР, так и за рубежом широкое применение нашло экстрагирование обжаренного измельченного кофе в экстракционных батареях полунепрерывного действия, которые вошли в практику с начала 40-х годов (в СССР с 1962 г.). В середине 50-х годов появились первые экстракторы непрерывного действия, работающие при атмосферном давлении, а с 1967 г. – экстракторы непрерывного действия нового типа, работающие под давлением насыщенного пара (Кьергард, Андресен, 1974).

Режимы экстрагирования

Экстракционные батареи полунепрерывного действия состоят из 6–8 колонн (в СССР из 6 и 7 колонн), соединенных последовательно посредством труб из нержавеющей стали и патрубков, которые позволяют любой колонне быть первой в ряду (рис. 19). Между колоннами установлены промежуточные подогреватели (теплообменники) для нагревания экстракта. Высота колонн 5–6 м, диаметр 0,5–0,6 м, рабочая вместимость 765–800 л, рабочее давление 1,5 МПа при 180°С.

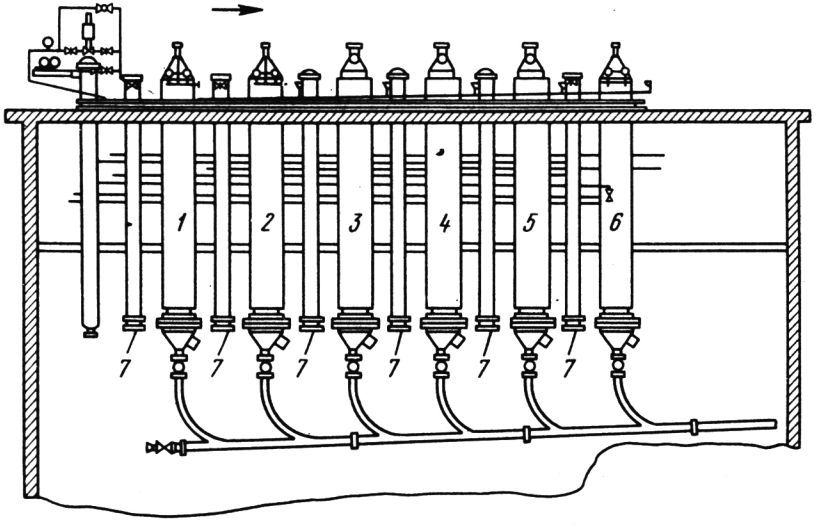


Рис. 19. Экстракционные батареи фирмы "Ниро-Атомайзер" (Дания):
1–6 – экстракционные колонны; *7* – подогреватели

Для экстрагирования применяют воду, очищенную от солей кальция и магния, жесткостью не более 0,35 мг · экв./дм^3. Подготовленная вода подается под давлением 1,5 МПа в автоматический регулятор, контролирующий скорость ее потока, и через главный подогреватель поступает в экстракционные батареи со скоростью 800–850 л/ч (на линиях производительностью 2 т готовой продукции в сутки) и 1100–1150 л/ч (на линиях производительностью 3 т/сут). Подача горячей воды осуществляется через колонну с наиболее истощенным кофе. Вода абсорбирует оставшиеся в нем растворимые вещества, последовательно проходит через колонны в направлении от более высоких температур к низким, в сторону менее истощенного кофе, и, наконец, экстракт, насыщенный растворимыми веществами свежезагруженного кофе, выходит из колонны.

Режимы экстрагирования в колонных батареях полунепрерывного действия, применяемые в производстве кофе натурального растворимого, приведены в табл. 21.

Таблица 21

Режимы экстрагирования кофе в колонных батареях полунепрерывного действия

1-й экстрактор		2-й экстрактор		3-й экстрактор	
t, °С	p, МПа	t, °С	p, МПа	t, °С	p, МПа
70–80	0	Загрузка	–	–	–
105–110	0,2–0,3	70–80	0	Загрузка	–
120–140	0,6–0,7	105–110	0,2–0,3	70–80	0
150–160	0,9–1,0	120–140	0,6–0,7	105–110	0,2–0,3
170–180	1,2–1,4	150–160	0,9–1,0	120–140	0,6–0,7
Разгрузка–загрузка		170–180	1,2–1,4	150–160	0,9–1,0
70–80	0	Разгрузка–загрузка	–	170–180	1,2–1,4

4-й экстрактор		5-й экстрактор		6-й экстрактор	
t, °С	p, МПа	t, °С	p, МПа	t, °С	p, МПа
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
Загрузка	–	–	–	–	–
70–80	0	Загрузка	–	–	–
105–110	0,2–0,3	70–80	0	Загрузка	–
120–140	0,6–0,7	105–110	0,2–0,3	70–80	0
150–160	0,9–1,0	120–140	0,6–0,7	105–110	0,2–0,3

Во избежание кипения жидкости в ходе экстрагирования температуру воды или экстракта повышают только после предварительного повышения давления.

В выходящем из колонны экстракте содержание растворимых веществ колеблется от 20 до 26% в зависимости от вида или сорта экстрагируемого кофе. При использовании смеси кофе нескольких сортов (особенно II сорта) содержание растворимых веществ в экстракте может достичь 27–28%. Но в любом случае отбор экстракта для последующей сушки производят при достижении в нем массовой доли сухих веществ не менее 20%.

В установившемся режиме работы экстракционных батарей экстракт отбирают порциями по 350–500 кг из каждого экстрактора в зависимости от его типа, а также сорта перерабатываемого кофе. Отбор экстракта проводится через каждые 25–30 мин.

В процессе экстракции пять колонн постоянно работают, а одна находится под выгрузкой и загрузкой.

Разгрузку шлама из экстрактора осуществляют за счет созданного в нем давления с помощью пара и воды.

Выходящий из колонны экстракт фильтруют через фильтры грубой и тонкой очистки при 85–90°С, взвешивают и подают в резервуар для промежуточного хранения.

Иногда экстракт после фильтрации охлаждают до 20–40°С в пластинчатых охладителях. Опыт показал, что вязкость охлажденного экстракта повышается, что затрудняет его сушку. В охлаждении экстракта нет необходимости, если он подвергается дополнительному концентрированию для увеличения содержания сухих веществ до 45% и повышения производительности сушилок. Поэтому в отечественной технологической схеме охлаждение экстракта исключено. Концентрирование экстракта производят в двухступенчатых вакуум-испарительных установках "Вейганд" (ФРГ) при температуре 40–45°С и остаточном давлении 0,09–0,095 МПа.

При заданных постоянных режимах экстракции (температура, давление, соотношение сырья и воды, продолжительность процесса) и неизменном гранулометрическом составе обжаренного измельченного кофе выход растворимых веществ остается постоянным. Он меняется лишь при изменении содержания экстрактивных веществ в обжаренном кофе.

При экстракции температуру воды и экстракта задают и регулируют с помощью терморегулятора или вентилей. Контроль давления осуществляют с помощью манометров. Качество экстракта, выходящего из экстракционных батарей, определяют по содержанию в нем растворимых (сухих) веществ, пользуясь рефрактометрическим методом. Для этого среднюю пробу экстракта охлаждают до температуры 20°С и 1–2 капли наносят между призмами рефрактометра. Отсчет ведут по правой шкале. Полученный результат умножают на коэффициент пересчета 0,82.

Степень экстракции устанавливают по остаточному содержанию растворимых (экстрактивных) веществ в шламе (в отходах, образующихся после экстракции). Массовую долю растворимых веществ в шламе определяют так же, как и в сыром и обжаренном кофе. Но, учитывая, что исследуемый материал – шлам – отличается от сырого и обжаренного кофе, вначале отбирают среднюю пробу шлама (смесь густой и жидкой фракции около 0,5 кг), высушивают ее до остаточной влажности 25–30%, а затем подвергают анализу, минуя повторное измельчение. Массовая доля растворимых (экстрактивных) веществ в шламе не должна превышать 4%.

На кофеперерабатывающих предприятиях страны экстракторы непрерывного действия применяются в основном в производстве растворимых кофейных напитков из хлебных злаков и цикория.

СУШКА ЭКСТРАКТА

Кофейный экстракт – это коллоидная жидкость, содержащая 20–28% растворимых (сухих) веществ. Для обезвоживания экстракта его высушивают. При этом содержание сухих веществ повышается до 95,5–96%. Сушка помимо удаления влаги способствует получению порошка соответствующей агломерации с максимальным количеством питательных и ароматических веществ.

Сушка – это термический процесс удаления влаги вследствие ее испарения и диффузии. Для отвода испаряемой влаги с поверхности экстракта главным сушильным агентом является нагретый воздух, который поглощает ее и уносит из сушилки.

Распылительная сушка

Наиболее широкое применение, обоснованное технологически и экономически во многих отраслях пищевой промышленности, нашел метод сушки экстракта кофе на распылительных сушилках.

Механизм сушки экстракта на распылительной сушилке состоит в распылении жидкого или пастообразного материала в теплоносителе, т.е. получении аэрозоля для максимального увеличения площади поверхности высушиваемого материала, а также достижения требуемой конвективной кривизны испарительной поверхности; теплообмене между влажными частицами материала и сушильным агентом; испарении и улетучивании влаги и других летучих веществ из частиц материала (при этом происходят химические и биохимические изменения состава материала, в особенности его биологически активных веществ); структурообразовании при переходе аэрозоля в ксерозоль; разделении ксерозоля на порошок и сушильный агент.

Для получения горячего воздуха (сушильного агента) используют калориферную установку, куда воздух засасывается вентилятором через фильтр. Калорифер обогревается электроэнергией, жидким топливом или газом. Собственно процесс сушки осуществляется в цилиндрической части сушильной башни, где происходит влаго- и массообмен между материалом и горячим воздухом. В конической части происходит грубое отделение сухого продукта от сушильного агента. Для отделения мелких частиц в установке имеется циклон.

Важнейшим условием для правильного проведения процесса сушки является распыление материала с целью получения частиц, максимально одинаковых по размеру. Это может быть достигнуто подбором соответствующей распылительной форсунки или диска, регулированием давления жидкости или воздуха в форсунке или же скорости вращения распылительного диска, регулированием вязкости и температуры материала, а также содержания в нем сухих веществ.

Обезвоживание частиц материала начинается тотчас после их выхода из форсунки или диска и заканчивается в цилиндрической части башни.

Интенсивность испарения влаги из капельки зависит от внешних условий: переноса тепла, скорости воздуха и частицы, влажности сушильного агента и др., а также от внутренних условий – влажности и влагопроницаемости высушиваемого материала (Тшейшнер, Доан, 1972).

В первом периоде сушки важнейшими являются внешние условия, поскольку унос влаги с поверхности капелек через пограничный слой не превышает количества диффундирующей из них жидкости. При контакте в башне капелек материала с теплым воздухом их температура повышается и начинается испарение влаги. Испарение интенсифицируется по мере нагревания капелек. При этом повышение температуры капелек происходит до тех пор, пока она не сравняется с температурой сушильного агента (период нагрева). Эта температура постоянна в первом периоде сушки.

Второй период отличается убывающей скоростью сушки. С увеличением концентрации нелетучих веществ в капельках последние приобретают капиллярно-пористую структуру. Влага движется по капиллярам к наружной поверхности капелек в виде жидкости или же термодиффундирует в виде пара. В зависимости от условий перемещения влаги внутри капелек могут образовываться шаровидные полости или сплющенные пористые плотные шарики. Во втором периоде сушки температура капелек значительно повышается и достигает температуры теплоносителя. После этого обезвоживание материала практически прекращается.

Аналитическое определение параметров процесса при непрерывной сушке распылением весьма сложно. Длительность сушки и другие параметры можно рассчитать только для определенного экстракта с учетом конструктивных особенностей сушилки.

Режим сушки зависит от свойств высушиваемого материала, а также от технологических факторов. Для установления хорошего технологического режима должны быть оптимизированы температура сушки, способ подвода воздуха, скорость воздуха в башне, концентрация распыляемого экстракта, способ распыления, величина капелек, конечная влажность и растворимость получаемого порошка.

Поскольку сушка происходит мгновенно, контактирование капелек экстракта с сушильным агентом тоже мгновенное. Это возможно при оптимальном способе подвода экстракта в башню при минимальном расходе энергии.

Для улучшения массообмена между материалом и сушильным агентом скорость воздуха в поперечном сечении башни должна быть от 0,3 до 1 м/с. При меньшей скорости происходит недостаточно хорошее смешивание; при повышенной скорости в башне возникают возвратные воздушные потоки и происходит излишнее распыление сушеного продукта.

Режим сушки, особенно температура, наиболее сильно влияет на формирование структуры и размера частиц. Высокая температура способствует, с одной стороны, образованию шаровидных полостей, с другой – скорейшему образованию структурированной оболочки на поверхности капельки, которая при дальнейшей сушке утолщается. Перенос остаточной влаги происходит через неуплотненные участки оболочки, обладающие хорошей паропроводностью. При пониженной температуре сушки структурированная оболочка образуется медленнее, капельки сморщиваются и образования в них пустот не происходит. Вследствие такого сморщивания частицы материала могут приобретать гладкую или шероховатую поверхность.

При правильно выбранном режиме сушки порошок имеет хорошие показатели гранулометрического состава, плотности, структуры, смачиваемости, сыпучести, растворимости и быстроты растворения.

Для сушки экстракта кофе установлены следующие режимы:

Температура воздуха на входе в сушильную башню, °С	230–280
Температура воздуха на выходе из сушильной башни, °С	95–120
Остаточное давление в конусе башни, МПа	$4 \cdot 10^{-5} - 7 \cdot 10^{-5}$
Давление на форсунке, МПа	2,5–5

Известно несколько типов распылительных сушилок, используемых для производства различных быстрорастворимых порошков: горизонтальные "Блоу-Ноукс" (США), вертикальные "Ниро-Атомайзер" (Дания), двухступенчатые ИСА-200 (СССР) и др.

Наиболее важным показателем качества получаемого порошка растворимого кофе является его сыпучесть, которая определяется степенью агломерации. Агломерированный порошок имеет меньшую площадь поверхности и, следовательно, меньше подвержен воздействию влаги, окружающего воздуха и света, он более удобен для фасовки и длительного хранения, чем пылевидный порошок.

Фирма "Дженерал Фудз" (США) разработала метод агломерации порошка, который заключается в следующем. Экстракт, высушенный в распылительной сушилке, подается в молотковую дробилку, на которой частицы материала, содержащие воздух, разрушаются, и всплывания агломерированного порошка при растворении не происходит. Затем порошок поступает в вибрирующий дозатор, на выходе из которого образует завесу, сбивающуюся в агломераты струей пара. Агломераты направляются в зону досушки и далее транспортируются к охлаждающему конвейеру.

Принцип получения агломерата в аппарате с вращающимся диском, реализованный в сушилке фирмы "Ниро-Атомайзер", оказался более успешным. Поверхность порошка на пути из дозатора к вращающемуся диску увлажняется жидкостью и паром из форсунки; продукт падает на центральную зону диска, который вращается с частотой до 5 тыс. $мин^{-1}$; частицы сбиваются на поверхности диска в агломераты и затем сбрасываются центробежной силой. Агломераты поступают в виброфлюидизатор, который работает как дополнительная сушилка-охладитель. Для улучшения вкуса и аромата порошка растворимого кофе в экстракт добавляют небольшое количество метилмеркаптана, а затем выдерживают до стабильной влажности.

На кофеперерабатывающих предприятиях нашей страны сушку кофейного экстракта производят на распылительной сушилке фирмы "Ниро-Атомайзер", состоящей из сушильной башни, распылительных устройств, калорифера, приточного и вытяжного вентиляторов, системы циклонов со шлюзовыми затворами, пневматической установки, двух вибротранспортеров и системы воздуховодов. Работа установки автоматизирована.

Экстракт с заданной плотностью (содержание сухих веществ > 19%) подкачивается насосом низкого давления в трехплунжерный насос высокого давления. Этот насос снабжен ресивером для сглаживания пульсаций в форсунке и может создавать давление до 0,6 МПа. Штоки плунжеров насоса имеют водяное охлаждение. Через ресивер экстракт поступает в подогреватель, а затем в форсунку, установленную в центре потолка сушильной башни. На конусе распыла экстракт превращается в мелкие частицы, которые, встречаясь с потоком горячего воздуха, быстро высыхают.

Башня имеет общую высоту около 28 м и состоит из цилиндрической

и конусной частей. Башня собрана из секций. Цилиндрическая часть имеет теплоизоляцию.

Теплота, необходимая для сушки, образуется при сгорании газа в топке с трехрожковой газовой горелкой, рассчитанной на потребление 67 $м^3$ газа в час. Из топки горячий воздух засасывается приточным ветилятором и по воздухопроводу подается в сушильную башню. Во время сушки экстракта в сушильной башне поддерживаются заданная температура на входе (265–280°С) и выходе (105–120°С) и остаточное давление в конусе башни (около $7 \cdot 10^{-5}$ МПа). Крупные гранулы сухого порошка падают на дно конусной части сушильной башни, а мелкие частицы уносятся в циклоны-осадители, из которых при помощи шлюзовых затворов подаются пневматической установкой высокого давления (по пневмопроводу) на конус распыла экстракта. Соединяясь с распыленным экстрактом, мелкие частицы укрупняются и высушиваются, превращаясь в крупные гранулы.

Под конусом сушильной башни установлено два вибротранспортера, обеспечивающих сначала просев, а затем охлаждение порошка и его разгрузку в контейнер. Охлаждение порошка до 18–20°С производится в токе кондиционированного воздуха с относительной влажностью не выше 40%.

Параметры сушки можно регулировать путем корректировки плотности высушиваемого экстракта и замены сопел и форсунки. Для уменьшения объемной массы порошка в экстракт перед сушкой вводят CO_2, при необходимости увеличения ее на сушку подают экстракт при температуре не выше 80°С. Объемная масса порошка обычно колеблется от 170 до 250 $г/дм^3$.

Работу установки начинают и прекращают на воде. Во избежание потерь порошка сушку прекращают в момент поступления на форсунку остатков экстракта со дна емкости и подачи автоматического сигнала. После этого на форсунку подают воду, а отбор порошка продолжают еще 10–15 мин. Порошок отбирают в контейнеры вместимостью 1–2 $м^3$, изготовленные из некорродирующего металла и снабженные герметизирующими крышками. Таким образом, порошок растворимого кофе с момента сушки в распылительной камере до загрузки в контейнеры не соприкасается с воздухом.

Охлажденный просеянный порошок растворимого кофе в контейнерах взвешивают на платформенных весах и транспортируют к бункерам, питающим фасовочные автоматы.

Сублимационная сушка

Сублимационная сушка в производстве растворимого кофе в СССР не применяется. Однако за рубежом, главным образом в США, около 40% общего объема растворимого кофе вырабатывается методом сублимационной сушки. Повсеместное распространение этого метода сушки, несмотря на высокое качество получаемого порошка, сдерживается главным образом из-за экономических соображений: сублимационная сушка по-прежнему остается значительно дороже распылительной. В ФРГ, США и других странах ведутся работы по созданию сублимационных установок непрерывного действия и использованию более дешевых хладагентов.

Хороший эффект дает сублимирование экстракта, предварительно сконцентри-

рованного до содержания сухих веществ 50% вместо 20–30%, как было раньше.

Представляет интерес применение метода вспенивания экстракта перед сублимационной сушкой. Так, для получения порошка темного цвета и снижения его объемной массы с 300 до 200–250 г/л предусматривается (патент Великобритании, 1975) частичное замораживание экстракта, содержащего 20–40% сухих веществ, до кашицеобразного состояния и вспенивание его путем добавления газообразного CO_2 или какого-нибудь другого инертного газа (закиси азота, аргона, галоидированного фторированного углеводорода). Затем экстракт полностью замораживают и подвергают сублимационной сушке. При этом частичное замораживание в морозильной трубе длится 10–35 с при температуре $-1 \div -4°$ С, а газ вводится в экстракт в количестве 40 л на 100 кг экстракта через дозирующее устройство и смешивается в миксере при давлении 0,5 МПа, которое затем резко сбрасывается до атмосферного для вспенивания экстракта. Вспененный экстракт полностью замораживают при $-45°$ С в течение 2 ч, а затем измельчают и фракционируют. Гранулы размером 0,5–2,5 мм подвергают сублимационной сушке, гранулы меньшего размера после оттаивания добавляют к жидкому экстракту, а большего размера – повторно измельчают.

В Канаде запатентован способ, предусматривающий подачу кофейного экстракта с содержанием сухих веществ 35–40% в пневматическое смешивающее и распыляющее сопло при температуре 10° С и давлении 3,8 МПа. Получаемый вспененный экстракт пропускают через охлаждающий змеевик (температура $-10°$ С). Охлажденный вспененный экстракт поступает на замораживание и сублимационную сушку. Плотность экстракта до вспенивания 1,2 г/см^3, после вспенивания 0,69 г/см^3; плотность получаемых гранул вспененного высушенного порошка 0,2 г/см^3.

Предварительное замораживание кофейного экстракта (криоконцентрирование) и последующая сублимационная сушка его способствуют получению частиц красивой формы и цвета и однородных размеров.

Растворимый кофе сублимационной сушки-сыпучий агломерированный порошок с частицами диаметром 1,5–2,5 мм, светло-коричневого цвета, со стабильным ароматом натурального кофе.

При сублимационной сушке составные компоненты экстракта кофе благодаря низкой температуре и вакууму не подвергаются существенным изменениям. Особенно благоприятны условия для сохранения летучих ароматических веществ кофе. Поэтому, возможно, со временем сублимационный способ сушки вытеснит распылительную сушку.

ФАСОВКА, УПАКОВКА И ХРАНЕНИЕ РАСТВОРИМОГО КОФЕ

Кофе натуральный растворимый относится к пищевым продуктам низкой влажности. В отличие от обжаренного кофе в зёрнах и молотого, у которых растворимые вещества защищены от окружающего воздуха клеточной оболочкой, частицы порошка растворимого кофе со всех сторон открыты и чрезвычайно лабильны в отношении кислорода, паров воды, тепла, света и других физических факторов. Эта их высокая реакционноспособность требует применять для упаковки продукта тару, обеспечивающую герметичность (минимальные газо-, паро- и ароматопроницаемость) и обладающую хорошими защитными свойствами. Таковыми являются жестяные и стеклянные банки, а также трехслойные термосвариваюшиеся полимерные пленки. Исследованиями, проведенными во ВНИИПП и СПТ (Нахмедов, Худоминская, Князева, Монахова, 1978), установлено, что растворимый кофе в течение 24 мес можно хранить в жестяной банке с пропаянным швом и трехслойных пакетах из ламинированной фольги (целлофан–алюминиевая фольга – полиэтилен) без существенных изменений физико-химических и органолептических пока-

Таблица 22

Изменения физико-химических и органолептических показателей растворимого кофе при хранении в различной упаковке

Показатель	Продолжительность хранения, мес															
	в трехслойных пакетах (целлофан – алюминиевая фольга – полиэтилен) по 2,5 г				в трехслойных пакетах (целлофан – алюминиевая фольга – полиэтилен) в групповой упаковке из хостафан-металла РЕ по 30 шт.				в жестяных банках по 50 г				в жестяных банках по 50 г с нарушенной герметичностью			
	0	8	15	24	0	8	15	24	0	8	15	24	0	8	15	24
Влажность, %	3,0	3,1	3,35	3,55	3,0	3,1	3,4	3,55	3,0	3,42	3,8	4,0	3,0	4,6	6,42	7,0
Содержание кофеина, % на сухое вещество	3,6	3,7	3,8	4,26	3,6	3,6	3,9	4,2	3,6	3,9	4,2	4,3	3,6	3,9	4,25	4,7
Содержание общей золы, % на сухое вещество	10,6	10,6	10,8	11,0	10,6	10,9	11,2	11,3	10,6	10,8	11,3	11,4	10,6	11,0	10,4	11,5
pH (напитка)	5,04	5,12	5,26	5,36	5,04	5,12	5,27	5,36	5,04	5,19	5,20	5,24	5,04	5,1	5,3	5,5
Полная растворимость в воде, с																
горячей (95–98° С)	8	8	9	10	8	8	11	12	8	9	12	13	8	15	25	30
холодной (20° С)	60	90	90	90	60	90	90	90	60	120	120	120	60	120	150	150
Средняя оценка, баллы (по пятибалльной шкале)	5,0	4,9	4,6	4,4	5,0	4,9	4,8	4,5	5,0	4,6	4,4	4,0	5,0	3,5	3,0	2,5

зателей. Однако в жестяных банках с незначительным нарушением герметичности, что имеет место при пропайке швов, влажность продукта через несколько месяцев хранения возрастает, что влечет за собой изменение вкуса, цвета, аромата, растворимости и сыпучести порошка кофе (табл. 22).

Пропайку продольных швов банок производят оловом. Эта операция вызывает дополнительные затраты и требует особой тщательности (попадание олова в растворимый кофе не допускается). Хотя внутренняя поверхность банок покрывается пищевым лаком, тем не менее при транспортировке на большие расстояния лак иногда дает трещины и отходит с запаянного продольного шва.

В связи с этим внесено изменение в конструкцию жестяных банок (рис. 20) и рекомендован промышленности выпуск банок с непропаянным швом для фасовки в них растворимого кофе (Нахмедов, Пушкарев, Безуменко, Булаева, 1980). Хранение растворимого кофе в течение 9 мес при 18–20°С и относительной влажности воздуха 70–75% показало, что физико-химические и органолептические показатели продукции в жестяных банках с пропаянным и непропаянным швами почти идентичны (табл. 23): к концу хранения содержание влаги в порошках возрастает на 1,5–2%, pH снижается, продукт теряет свежесть, способность к быстрому растворению, приобретает матовый оттенок и уплотненную структуру.



Рис. 20. Разрезы продольных швов жестяной банки через замок:
а – с пайкой шва; *б* – без пайки шва

Учитывая, что белая жесть электролитического лужения по своим механическим свойствам отличается от хромированной лакированной жести и алюминиевой лакированной ленты, были проведены исследования герметичности банок из хромированной жести и алюминиевой ленты и сохранности качества растворимого кофе в этих упаковках (Нахмедов, Левенко, Белькова, Шамович, 1982; Нахмедов, Левенко, Белькова, Большакова, 1983). Для этого на отечественной жестянобаночной линии САЛ-1, которая выпускает банки из белой жести электролитического лужения, были изготовлены банки из хромированной лакированной жести толщиной 0,25 мм, банки, корпус и донышко которых делали из алюминиевой лакированной ленты толщиной 0,3 мм, а сложные концы – из белой жести, и банки из белой жести электролитического лужения (контрольные экземпляры). Корпуса всех видов банок сделали без пайки продольных швов, но для сравнения некоторое количество изготовили с пайкой шва. Высота банок (наружная) 126 мм, диаметр внутренний 72,8 мм, наружный – 76 мм.

В процессе испытаний выяснилось, что хромированная лакированная жесть на всех участках производства банок идентична жести электролитического лужения. По-иному ведет себя алюминиевая лента: при штамповке она требует применения смазочных материалов, а изготовленные

Таблица 23

Органолептические и физико-химические показатели кофе натурального растворимого, фасованного в банки с непропаянным и пропаянным швом

Показатель	в начале хранения		через 3 мес		через 6 мес		через 9 мес	
	Банки со швом							
	непропаянным	пропаянным	непропаянным	пропаянным	непропаянным	пропаянным	непропаянным	пропаянным
Цвет	Коричневый						Коричневый с легким матовым оттенком	
Консистенция	Порошок гранулированный, сыпучесть нормальная						Уплотненная структура	
Вкус и аромат	Хороший, без постороннего запаха						Нет свежести в аромате, но вкус нормальный	
Средний балл (по 5-балльной шкале)	4,5	4,5	4,2	4,3	3,6	3,8	3,0	3,5
Влажность, %	3,2	3,2	4,2	4,3	4,8	4,5	5,2	4,7
pH (напитка)	5,1	5,1	4,95	4,94	4,93	4,93	4,91	4,91
Содержание общей золы, % на сухое вещество	10,1	10,1	10,1	10,0	10,15	10,15	10,21	10,18
Содержание кофеина, % на сухое вещество	3,5	3,5	3,45	3,45	3,47	3,49	3,48	3,46
Содержание металлопримесей, мг/кг	Не обнаружено							
Полная растворимость в воде, с								
горячей (95–98° С)	9	9	10	10	10	10	11	10
холодной (20° С)	90	90	90	90	120	120	150	120

из нее корпуса банок деформируются во время технологического процесса (до 25%). Кроме того, лючок сложной крышки из-за отсутствия подпружинивания после запрессовки выпадает.

Фасовку продукции в новые виды тары осуществляли на автомате-наполнителе "Альбро" (Италия) и закаточной машине "Феррум". Разрежение при наполнении банок всех видов было в пределах 1,69–5,05 кПа. Фасовали порошок растворимого кофе производственной выработки с органолептическими и физико-химическими показателями, соответствующими необходимым требованиям стандарта.

Опытно-промышленные партии продукции были разделены на две части: одну хранили при температуре 18–23°С и относительной влажности воздуха 65–75%, а вторую подвергали механическим и климатическим воздействиям, аналогичным воздействиям при транспортировке и хранении продукции на базах и предприятиях торговли и общественного питания.

С целью определения защитных свойств банки с продукцией упаковывали в картонные ящики в соответствии с требованиями действующего ГОСТа и подвергали испытаниям: воздействию транспортной вибрации и дождя, сопротивлению перевалкам.

Первое испытание проводили на вибростенде СИТ, имитирующем транспортировку по булыжной мостовой. Вибростенд воспроизводил полигармоническую вибрацию с основной частотой 14 Гц и амплитудой ускорения до 3*g*. Для имитации действия штабеля на упаковку накладывали дополнительный груз массой 40 кг, а для устранения перемещений в горизонтальной плоскости ее специально отгораживали. Испытания проводили в течение 9 ч. После испытания при визуальном осмотре видимых повреждений банок не обнаружили.

Испытания упаковки и банок на сопротивление перевалкам проводили в малом тароиспытательном барабане в соответствии с требованиями ГОСТа. После испытания визуальный осмотр показал, что все виды банок заметных повреждений не получили.

Банки с продукцией подвергали испытанию на боковое и торцевое сжатие на прессе "Мартин" (Италия). Оба вида сжатия почти одинаково воздействуют на корпус банки из белой жести электролитического лужения (с пайкой и без пайки шва оловом) и из хромированной жести (с непаянным швом). Банки из алюминиевой ленты, изготовленные без пайки шва, подвергались сильной деформации как при боковом, так и при торцевом сжатии и были сняты с дальнейших испытаний.

Затем кофе растворимый в банках из белой жести электролитического лужения и из хромированной жести без пайки шва заложили на хранение. Качество продукции сравнивали с контрольной партией, не прошедшей транспортных испытаний. Все варианты опытно-промышленных партий фасованной продукции хранились в складских помещениях института в течение 8 мес при одних и тех же условиях. Органолептическую оценку и физико-химические анализы продукции проводили в момент закладки на хранение, через 3, 6 и 8 мес в соответствии с требованиями стандарта. Результаты анализов показали (табл. 24), что в банках из хромированной

жести растворимый кофе хранится вполне удовлетворительно и совершенно не уступает показателям кофе в банках из белой жести электролитического лужения.

Таблица 24

Сохранность качества растворимого кофе в банках

Показатель	Банки из жести			
	хромированной		белой	
	до испытаний	после испытаний	до транспортных испытаний	после транспортных испытаний
	В начале хранения			
Массовая доля влаги, %	4,6	4,6	4,7	4,71
кофеина, % на сухое вещество	4,3	4,3	4,3	4,3
pH напитка	4,8	4,8	4,8	4,8
Растворимость в воде, с горячей	10	11	10	11
холодной	60	60	60	60
Дегустационная оценка по пятибалльной системе	5,0	5,0	5,0	5,0
	Через 8 мес			
Массовая доля влаги, %	5,8	5,82	5,9	5,9
кофеина, % на сухое вещество	4,4	4,4	4,3	4,3
pH напитка	4,8	4,8	4,8	4,8
Растворимость в воде, с горячей	14	14	14	14
холодной	76	80	76	80
Дегустационная оценка по пятибалльной системе	4,9	4,9	4,8	4,8

В результате проведенных работ были внесены соответствующие изменения в техническую документацию по использованию хромированной жести в производстве растворимого кофе. Замена белой жести хромированной выгодна также с экономической точки зрения.

Наиболее дешевыми упаковочными материалами для фасовки растворимого кофе являются полиэтилентерефталат – алюминиевая фольга – полиэтилен, саран–целлофан–алюминиевая фольга–полиэтилен, лакированная бумага–алюминиевая фольга–полиэтилен и целлофан–алюминиевая фольга– полиэтилен (ламинированная фольга). В производстве растворимого кофе в СССР практическое применение нашла только трехслойная ламинированная фольга, которая используется для фасовки этой продукции в пакетики по 2,5 г.

Для фасовки растворимого кофе испытаны новые отечественные комбинированные полимерные материалы: бумага–поливинилиденхло-

Таблица 25

Сохранность качества растворимого кофе в пакетах из новых видов полимерных материалов

Показатели продукта	До хранения	При хранении в пакетах							
		ВХВД-65		из полипропилена		из лавсана-полиэтилена		из целлофана—фольги—полиэтилена	
		без вакуума	под вакуумом	без вакуума	под вакуумом	без вакуума	под вакуумом	без вакуума	под вакуумом
Через 3 мес									
Влажность, %	3,0	8,1	Нарушение вакуума	7,36	6,89	8,45	7,70	2,99	3,79
pH	5,1	4,85		5,09	5,16	4,95	5,32	5,15	5,42
Содержание кофеина, % на сухое вещество	4,1	4,08		4,1	4,08	4,09	4,1	4,1	4,1
Растворимость в воде, с									
горячей	7	7		7	7	7	7	7	7
холодной	60	60		60	60	60	60	60	60
Через 6 мес									
Влажность, %	3,0	7,29	Нарушение вакуума	7,51	7,37	7,45	7,38	4,02	4,12
pH	5,1	4,99		5,05	5,01	5,06	5,01	5,13	5,02
Содержание кофеина, % на сухое вещество	4,1	4,45		5,5	5,4	5,24	5,12	5,4	5,5
Растворимость в воде, с									
горячей	7	8		8	7	8	7	8	7
холодной	60	70		70	72	70	70	70	72
Через 8 мес									
Влажность, %	3,0	7,04	Нарушение вакуума	7,02	Нарушение вакуума	5,28	6,34	3,92	3,87
pH	5,1	5,1		5,09		5,07	5,07	5,15	
Содержание кофеина, % на сухое вещество	4,1	4,23		4,70		5,0	5,0	5,0	5,0
Растворимость в воде, с									
горячей	7	8		8,0		8	8	8	8
холодной	60	60		72		60	70	70	70
Дегустационная оценка по пятибалльной системе	5,0	3,0		3,0		4,5		4,5	
Органолептическая характеристика	Светло-коричневый цвет, приятный вкус, нормальный настой и аромат	Посторонний вкус и аромат, нетипичный для кофе		Ярко выражен запах бумаги, посторонний вкус		Слабый посторонний запах и комкование порошка		Без постороннего запаха. Сыпучий порошок, нормальный вкус	

ридное покрытие (ВХВД-65), бумага–полипропилен, целлофан–алюминиевая фольга–полиэтилен и лавсан–полиэтилен (Нахмедов, Ломачинский, Додонов, Белькова, Белитова, Дубова, 1981). В пакеты размером 100 х 160 мм помещали по 50 г растворимого кофе и герметизировали сваркой. Часть пакетов упаковывали под вакуумом. Исследования показывали (табл. 25), что растворимый кофе хорошо хранится в пакетах из лавсана–полиэтилена и целлофана–алюминиевой фольги–полиэтилена. Паро- газо- и ароматопроницаемость пакетов из ВХВД-65 и бумаги–полипропилена со временем несколько снижается. Это приводит к повышению влажности продукта и ухудшению его качества. Кроме того, полимерные материалы на основе бумаги–поливинилиденхлоридного покрытия и бумаги с полипропиленом придают растворимому кофе посторонние вкус и запах. Поэтому эти материалы не рекомендованы для фасовки растворимого кофе.

Отечественные полимерные материалы лавсан–полиэтилен и целлофан–алюминиевая фольга–полиэтилен обеспечивают удовлетворительное сохранение качественных показателей растворимого кофе в течение 6 – 8 мес и рекомендованы для фасовки и упаковки этой продукции.

На кофеперерабатывающих предприятиях страны фасовку кофе натурального растворимого производят в жестяные банки на автомате-наполнителе "Альбро", состоящем из вращающегося стана с определенным количеством стаканов, бункера с таким же количеством питателей-наполнителей, пластинчатого транспортера для подачи пустых банок и возврата наполненных.

Порошок кофе натурального растворимого подают в автоматы из бункеров. Пустые банки обдувают воздухом и пластинчатым транспортером подают к фасовочному автомату открытым донышком кверху. При подходе к питателю-наполнителю стакан поднимается, и банка прижимается к резиновой прокладке питателя. Одновременно с отсосом воздуха из банки в него под разрежением засыпается порошок кофе. Уплотнение порошка в банке, а также его массу регулируют степенью разрежения (вакуума). Затем банки с порошком кофе подают транспортером к закаточной машине для закатки донышек. Закатанные банки с порошком кофе укладывают полуавтоматическим укладчиком в гофрированные короба или ящики.

Фасовку порошка кофе натурального растворимого в пакетики из ламинированной фольги по 2,5 г производят на фасовочных автоматах, укомплектованных счетным устройством, вакуум-насосом и компрессором. Производительность этих автоматов 100–120 пакетов в минуту. Отсчитанные пакеты с кофе укладывают в гофрированные короба.

В каждый короб или ящик вкладывают ярлык с номером укладчика. Короб оклеивают липкой лентой с последующей наклейкой трафарета. Заклеенные короба и забитые ящики поступают на склад готовой продукции цеха и после получения качественного удостоверения их сдают в экспедицию предприятия.

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА, УЧЕТ ПОТЕРЬ И НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ

Контроль технологического процесса. В соответствии с инструкцией технического контроля производство растворимого кофе начинается с контроля каждой партии сырья и тары.

При подготовке и очистке сырья на сепараторах контролируют наличие посторонних примесей (не реже одного раза в сутки), массовую долю влаги (по мере поступления новых партий, но не реже одного раза в сутки) и наличие металлических примесей (по усмотрению заведующего лабораторией цеха).

При дозировании сырья в обжарочный барабан периодически контролируют массу сырья с целью проверки точности работы весоизмерительных устройств.

В процессе обжаривания контролируют температуру и время обжаривания (непрерывно), массовую долю влаги и pH полуфабриката (не реже двух раз в смену), потерю массы и экстрактивность (не реже одного раза в сутки). При контроле потери массы производят не менее трех обжарок соответствующего вида или сорта кофе.

При измельчении обжаренного кофе контролируют не реже двух раз в смену гранулометрический состав измельченных частиц.

В процессе экстракции следят за жесткостью воды (два раза в смену), расходом воды (постоянно, но не реже одного раза в час), температурой воды и давлением в экстракторах (постоянно), содержанием сухих веществ в экстракте (не менее трех раз в середине каждого отбора), массой отбираемого экстракта (постоянно) и массовой долей экстрактивных (растворимых) веществ в шламе (не реже двух раз в неделю).

В процессе сушки экстракта на распылительной сушилке контролируют температуру воздуха на входе в сушилку и выходе из нее, давление в форсунке и разрежение в конусе башни (постоянно), содержание сухих веществ в экстракте перед сушкой (2–3 раза в смену), проверяют объемную массу порошка и влажность (в каждой партии и в контейнере).

При фасовке, упаковке и маркировке контролируют массу нетто и качество упаковки и маркировки (не реже одного раза в час и 2–3 раза в смену контролером ОТК).

При приемочном контроле готовой продукции проверяют каждую партию выпускаемого из цеха растворимого кофе.

Учет потерь и отходов сырья. Потери при производстве растворимого кофе резделяются на улавливаемые (возвратные) и неулавливаемые (безвозвратные). Все они контролируемые, и величина их зависит от выполнения правил эксплуатации технологического оборудования и соблюдения режимов его работы, установленных технологической инструкцией.

К улавливаемым потерям относится остаточное содержание растворимых (экстрактивных) веществ в шламе кофе. При строгом соблюдении технологических режимов экстракции содержание экстрактивных веществ в шламе кофе можно снизить до 1–2% вместо 4%, допускаемых

в настоящее время. Эти растворимые (экстрактивные) вещества можно извлечь из шлама и повторно использовать.

К неулавливаемым потерям относят потерю массы при обжаривании и унос увлажненным воздухом из распылительной сушилки в атмосферу летучих ароматических и термолабильных веществ. Некоторое количество неулавливаемых веществ теряется также при экстракции кофе в результате гидролитического распада углеводов, белков, липидов и фенольных соединений (хлорогеновые кислоты, дубильные вещества и т.д.) и образования смолистых веществ, которые оседают на стенках экстракторов и трубопроводов. Эти потери контролировать не удается, и поэтому они не включены в перечень контролируемых показателей технологической схемы. Так, нами установлено, что в процессе сушки экстракта потери сухих веществ колеблются от 0,4 до 0,89% массы высушенного экстракта, а по данным фирмы "Дженерал Фудз Корпорейшин" (США; Клинтон, Менни и Ферри, 1980), потери массы при сушке экстракта кофе методом распыления составляют 0,026–0,7%. Колебания величины потерь, очевидно, зависят от концентрации растворимых веществ в экстракте, конструкции сушилок и других факторов.

Отходы, образующиеся при производстве растворимого кофе, улавливаются и контролируются. К ним относятся отходы при сепарации и шлам после экстракции кофе. Сепарационные потери зависят главным образом от технической характеристики сырья. Отходы (шлам) при экстракции растворимого кофе зависят от анатомо-морфологической структуры кофейных зерен, содержания в них растворимых (экстрактивных) веществ. Но величина отходов (шлам) может меняться в зависимости от режимов гидролиза при экстракции. В целом количество отходов в виде шлама колеблется в пределах 57–64% общей массы обжаренного экстрагированного сырья.

Отходы и потери в производственных условиях определяются (в %) следующим образом.

Потери при сепарации X_1 устанавливают, исходя из разности фактической массы сырья до и после сепарации, отнесенной к первоначальной массе сырья. Эти потери принимаются как потери в натуральном выражении, так как влажность сырья до и после сепарации не изменяется.

Потери массы при обжаривании в натуре определяются по разности фактической массы сырья до и после обжаривания, отнесенной к первоначальной массе сырья.

Потери при обжаривании X_2 в пересчете на сухое вещество определяют по формуле

$$X_2 = \frac{F_1 (100 - W_1) - F_2 (100 - W_2)}{F_1 (100 - W_1)} \, 100 \, ,$$

где F_1 – фактическая масса сырья до обжаривания, кг; F_2 – фактическая масса сырья после обжаривания, кг; W_1 – фактическая влажность исходного сырья, %; W_2 – фактическая влажность обжаренного сырья, %.

Потери при грануляции X_3 в пересчете на сухое вещество устанавливаются по разности массовой доли сухих веществ обжаренного полуфабри-

ката до и после измельчения, отнесенной к массовой доле сухих веществ обжаренного полуфабриката до измельчения.

Отходы и потери при экстракции, фильтрации и сушке X_4 определяются совместно, так как на участке линии экстракция – сушка процессы идут в закрытой системе и почти непрерывно. Отходы и потери на этой стадии определяются по формуле (в пересчете на сухое вещество)

$$X_4 = \frac{F_3 (100 - W_2) - F_4 (100 - W_3)}{F_3 (100 - W_2)} 100,$$

где F_3 – фактическая масса обжаренного полуфабриката, поступившего на экстракцию, кг; F_4 – фактическая масса полученного порошка после сушки, кг; W_2 – фактическая влажность обжаренного полуфабриката, %; W_3 – фактическая влажность готовой продукции, %.

Учитывая, что в состав отходов и потерь при экстракции, фильтрации и сушке входят потери экстрактивных (растворимых) веществ и отходы (шлам), их определяют раздельно.

Потери экстрактивных веществ ($X_{4а}$) составляют потери со шламом ($П_ш$), которые определяются аналитически, и потери растворимых веществ при сушке и с фильтрационным осадком ($П_с$), которые определяют в пересчете на сухое вещество исходя из разности массовой доли сухих веществ в определенном количестве экстракта и в полученном из него порошке, отнесенной к массовой доле сухих веществ экстракта.

Отходы ($X_{4б}$) при экстракции, фильтрации и сушке (в пересчете на сухое вещество) определяются по разности $X_{4б} = X_4 - П_с$.

Потери порошка при фасовке (X_5) устанавливаются исходя из разности фактической массы порошка в контейнерах и фасованной готовой продукции, отнесенной к фактической массе порошка в контейнерах. Эти потери принимаются как потери в натуре, так как влажность порошка до и после фасовки не изменяется.

Нормы расхода сырья. При производстве кофе натурального растворимого нормы расхода рассчитываются в два этапа: 1 – определяется расход сырья на 1000 кг полуфабриката; 2 – определяется расход обжаренного полуфабриката на 1000 кг готовой продукции.

Расчетную норму расхода сырья определяют с учетом фактической влажности исходного сырья, фактической влажности и экстрактивности обжаренного полуфабриката и базисной влажности готовой продукции при соблюдении всех базисных потерь, которые являются предельно допустимыми.

Расход исходного сырья на 1000 кг полуфабриката определяют по формуле

$$P_1 = \frac{(1000 \cdot 100)(100 - W_2)100}{(100 - X_1)(100 - X_2)(100 - W_1)},$$

где P_1 – норма расхода исходного сырья на 1000 кг обжаренного полуфабриката в натуре, кг.

Расход обжаренного полуфабриката на 1000 кг готовой продукции определяют по формуле

$$P_2 = \frac{(100 - W_3)\,10^9}{(100 - X_3)\,(100 - q)\,(100 - X_5)\,(100 - W_2)},$$

где P_2 – норма расхода обжаренного полуфабриката на 1000 кг готовой продукции в натуре, кг; W_3 – базисная влажность готовой продукции, %; X_3 – базисные потери при измельчении (в пересчете на сухое вещество), %; q – отходы и потери при экстракции, фильтрации и сушке с учетом экстрактивности обжаренного полуфабриката в пересчете на сухое вещество; X_5 – базисные потери при фасовке (в пересчете на сухое вещество), %.

$$q = X_4 \frac{Э_б}{Э_ф},$$

где X_4 – базисные потери и отходы при экстракции, фильтрации и сушке, в пересчете на сухое вещество, %; $Э_б$ – экстрактивность базисная, %; $Э_ф$ – экстрактивность фактическая (определяется по контрольным обжаркам), %.

Расход исходного сырья на 1000 кг готовой продукции определяется по формулам:

$$P_{3а} = \frac{P_1 P_2}{1000},$$

где $P_{3а}$ – норма расхода исходного сырья на 1000 кг готовой продукции в натуре, кг;

$$P_{3б} = P_{3а} \frac{(100 - W_1)}{100},$$

где $P_{3б}$ – норма расхода исходного сырья на 1000 кг готовой продукции в пересчете на сухое вещество, кг.

Фактический расход сырья за отчетный период (месяц, квартал) в натуре определяется по формуле

$$P_{4а} = \frac{C}{Г} \cdot 1000,$$

где C – масса затраченного сырья за отчетный период, кг; $Г$ – масса полученной готовой продукции, кг;

в пересчете на сухое вещество – по формуле

$$P_{4б} = \frac{P_{4а}(100 - W_1)}{100}.$$

Полученный фактический расход сырья сравнивается с расчетной нормой, выведенной с учетом фактической влажности исходного сырья, фактической влажности и экстрактивности обжаренного полуфабриката, базисной влажности готовой продукции и при базисных потерях и отходах.

Пример. На завод поступило сырье – кофе Робуста из Индии I сорта влажностью 11%; экстрактивность обжаренного полуфабриката 26,7%, влажность обжаренного полуфабриката 6%, влажность готовой продукции 4%. Рассчитаем норму расхода сырья с учетом фактической влажности и экстрактивности обжаренного полуфабриката и фактической влажности исходного сырья. В расчете используем базисные показатели потерь при сепарации (0,1 % в натуре) и обжаривании (7,5 % в пересчете на сухое вещество).

$$P_1 = \frac{1000 \cdot 100\,(100 - 6)\,100}{(100 - 0{,}1)\,(100 - 7{,}5)\,(100 - 11)} = 1142{,}9 \text{ кг}.$$

При экстрактивности обжаренного кофе 26,7% базисные потери и отходы при экстракции, фильтрации и сушке составляют 59,2%, следовательно, $q = X_4 \frac{Э_б}{Э_ф} = 59{,}2 \frac{26{,}7}{26{,}7} = 59{,}2\%$.

Рассчитываем расход обжаренного полуфабриката на 1 т готовой продукции:

$$P_2 = \frac{(100 - 4)\,10^9}{(100 - 0{,}1)\,(100 - 59{,}2)\,(100 - 0{,}1)\,(100 - 6)} = 2508{,}1 \text{ кг};$$

$$P_{3а} = \frac{1142{,}9 \cdot 2508{,}1}{1000} = 2866{,}5 \text{ кг}; \qquad P_{3б} = \frac{2866{,}5\,(100 - 11)}{100} = 2551{,}2 \text{ кг}.$$

По такой же форме рассчитывают фактическую норму расхода для любого другого вида или сорта кофе, поступившего на переработку.

ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОМУ ПРОДУКТУ

Кофе натуральный растворимый по органолептическим и физико-химическим показателям, а также применяемым видам упаковочных материалов, массе нетто продукта и допустимым отклонениям от массы должен соответствовать требованиям действующего ОСТ "Кофе натуральный растворимый. Технические требования".

Основные органолептические и физико-химические показатели растворимого кофе приведены в табл. 26.

Таблица 26

Качественная характеристика растворимого кофе

Показатель	Характеристика и нормы
Цвет	Коричневый разной степени интенсивности
Консистенция	Порошкообразная однородная
Вкус и аромат	Свойственный данному продукту. Посторонние привкус и запах не допускаются
Массовая доля влаги, %, не более	
при выпуске с производства	4
к окончанию гарантийного срока хранения	6
Массовая доля кофеина, % на сухое вещество, не менее	2,8
Массовая доля золы, % на сухое вещество, не менее	10,0
pH (напитка), не менее	4,7
Полная растворимость без осадка в воде, с	
горячей	30
холодной (20° С)	180
Содержание металлопримесей (величина отдельных частиц металлопримесей в наибольшем линейном измерении не должна превышать 0,3 мм), мг на 1 кг продукта, не более	2

Порошок растворимого кофе должен иметь агломерированную структуру и обладать нормальной сыпучестью.

Следует отметить, что растворимый кофе ценится не только указанными стандартизированными показателями. В нем содержится довольно большое количество других компонентов, которые хотя и не входят в перечень контролируемых показателей, но играют важную роль в общей оценке качества напитка растворимого кофе. Так, установлено, что кроме аргинина в растворимом кофе содержатся те же белковые вещества и аминокислоты, которые были обнаружены в сыром и обжаренном кофе. Не отмечено также различий в составе углеводов между обжаренным и растворимым кофе (Тхейлер, 1977).

Колебания количества минеральных элементов в растворимом кофе идентичны колебаниям в сыром и обжаренном кофе.

В отношении содержания общего количества летучих ароматических веществ растворимый кофе фактически не уступает обжаренному кофе. Методом газожидкостной хроматографии в нем идентифицировано и количественно определено более 300 ароматических соединений с точками кипения 160–250°С.

В растворимом кофе в значительных количествах присутствуют хлорогеновая кислота (2–3,7%), дубильные вещества (2,7–3,5%), углеводы: арабиноза (2,5%), галактоза (0,9%), манноза (1%), глюкоза (0,3%), фруктоза (0,5%), а также следы рибозы и ксилозы. Установлено, что арабиноза, галактоза и манноза образуются при гидролизе полисахаридов в процессе экстракции (Кроплин, 1974).

В растворимом кофе присутствуют свободные жирные кислоты с числом углеродных атомов в молекуле от 3 до 24. В группе насыщенных жирных кислот в нем количественно преобладает пальмитиновая, а среди ненасыщенных – линолевая кислота.

Растворимый кофе является, пожалуй, одним из самых богатых меланоидинами продуктов, которые придают напитку не только цвет и вкус, но и обладают антиокислительными свойствами, ингибируя окисление липидов.

ГЛАВА 5. ПРОИЗВОДСТВО НЕРАСТВОРИМЫХ КОФЕЙНЫХ НАПИТКОВ

Нерастворимые кофейные напитки представляют собой продукт, изготовляемый из хлебных злаков, цикория, кофе, семян бобовых, желудей, орехоплодных, плодовых косточек, какаовеллы, шиповника и других видов растительного сырья путем их предварительной очистки от посторонних примесей, обжаривания, размола, смешивания некоторых компонентов и фасовки в различные виды тары.

Нерастворимые кофейные напитки отличаются от кофе натурального жареного молотого наличием в своем составе различных белково-сахаристых, танин- и витаминсодержащих видов растительного сырья и относительно небольшим содержанием или же полным отсутствием кофеина и других алкалоидов, а также глюкозидов.

В СССР ежегодно вырабатывается около 20 тыс. т нерастворимых кофейных напитков более 30 наименований. Как объем производства, так и ассортимент этих напитков продолжают интенсивно увеличиваться.

Производство нерастворимых кофейных напитков исторически связано с производством натурального кофе, так как именно появление кофе создало проблему поиска идентичного напитка, способного заменить натуральный кофе. Исторические данные свидетельствуют о том, что приготовление первых таких напитков берет свое начало в глубокой древности и связано фактически с историей возделывания цикория. Несколько позже в состав нерастворимых кофейных напитков стали добавлять ячмень. Подъемы или спады в производстве натурального кофе всегда сопровождаются спадом или подъемом производства кофейных напитков.

Кофейные напитки из цикория, злаковых, орехоплодных и других видов растительного сырья твердо вошли в состав кофепродуктов с начала XX в. До сих пор их еще называют суррогатами, хотя такое название не соответствует действительной природе этих напитков, так как вырабатываются они из натурального растительного сырья и отличаются от кофе только тем, что не содержат кофеина, зато они богаты углеводами, белками, дубильными веществами, минеральными элементами, органическими кислотами и другими физиологически активными соединениями и биологически ценными питательными веществами.

Нерастворимые кофейные напитки – это не заменители натурального кофе, как их тоже называют, это – самостоятельный продукт, по вкусу, запаху и цвету напоминающий натуральный кофе. Следует отметить также, что за рубежом на упаковках с кофейными напитками все реже указывают "суррогат" или "заменитель кофе".

Наиболее бурное развитие во всех странах кофейные напитки получили в начале 70-х годов XX в. Основной причиной этого были сильные заморозки в странах Латинской Америки и Африки, повлекшие за собой гибель значительной части кофейных плантаций. В результате заготовка сырого кофе в крупных кофепроизводящих странах (Бразилия, Колумбия, Берег Слоновой Кости и др.) резко упала.

В США до 1975 г. кофейные напитки совсем не вырабатывали, но за последние годы здесь освоен выпуск нескольких их видов. Широкую популярность получил кофейный напиток "Меллоу-Роуст" (фирмы "Дженерал Фудз"), состоящий из 60% кофе и 40% пшеницы. Кроме того, здесь налажено производство кофейного напитка, состоящего из нескольких компонентов. Для его приготовления смешивают равное количество мелкого зерна ячменя и ржи с соком моркови и пастернака. Смесь нагревают до 135–177°С. Далее на четыре единицы массы этой смеси добавляют одну единицу кукурузы или сои. Смесь снова обжаривают при перемешивании в течение 35–40 мин при 149–163°С до темного цвета, измельчают и при необходимости добавляют в нее молотый цикорий. Фирма "Линч Бразер" (США) выпускает напиток, в котором 45% составляет кофе, 45%–мелкий турецкий горох и 10%–плоды рожкового дерева.

Большое развитие получило производство кофейных напитков на основе цикория во Франции, на долю которой приходится до 2/3 всего мирового производства их и потребления. Здесь с добавлением цикория вырабатывают более 10 наименований нерастворимых кофейных напитков.

Потребление нерастворимых кофейных напитков в ГДР занимает значительное место. Широко распространены здесь солодовые напитки из ячменя.

В ФРГ (фирмы "Якобс", "Пфистер", "Ивка" и др.) вырабатывают кофейные напитки из смеси цикория с пшеницей, цикория и турецкого гороха, а также свеклы, бобовых и пшеницы.

Несколько видов нерастворимых кофейных напитков выпускается в ЧССР: "Сладовка" – из 100%-ного обжаренного ячменя, "Житовка" – из 100%-ной ржи, "Мельта" и "Кавона" – молотые зерна злаковых с сахаром, "Каро" – брикетированный цикорий разной формы. В качестве сырья кроме цикория, ячменя и ржи используются здесь также инжир и сахарная свекла. Молотые нерастворимые кофейные напитки, содержащие натуральный кофе, в ЧССР не вырабатывают. Для производства жареных молотых кофейных напитков здесь зерновое сырье перед обжариванием замачивают (для отмывания загрязнений, набухания и частичного осоложения), а в процессе обжаривания применяют растительное масло в количестве 0,8–10% к массе сырья.

В ПНР нерастворимый кофейный напиток вырабатывают из злакового сырья и натурального кофе.

В Японии с применением ячменя изготовляют напиток, который может стать одновременно кофейным и чайным. Ячмень обжаривают, очищают от оболочки, смешивают с зеленым чаем и фасуют в бумажные пакетики.

В практике производства жареных молотых кофейных напитков нашли применение также корни одуванчика, земляная груша и ряд других.

Для производства нерастворимых кофейных напитков большое значение имеет подбор смеси. Различные виды сырья могут дать неодинаковые результаты, поэтому смеси подбирают очень тщательно.

Большое разнообразие видов сырья в СССР обусловливает создание широкой гаммы рецептур кофейных напитков с учетом вкуса и запроса самых разных потребителей. Однако тенденция развития должна идти в направлении расширения ассортимента диетических и диабетических напитков. Наряду с цикорием для этой цели перспективными являются семена и корки арбуза, кожура граната, морковь, инжир и другие виды сырья, содержащие фруктозу, Р-активные вещества, незаменимые аминокислоты, макро- и микроэлементы, благотворно влияющие на обмен веществ и физиологическое состояние организма.

Технологическая схема производства нерастворимых кофейных напитков состоит из следующих операций: приемка и сепарация, обжаривание,

дробление, размалывание и просеивание обжаренного полуфабриката, смешивание размолотых компонентов и упаковка молотого порошка.

При производстве обжаренного цикория в виде крупки последний непосредственно после дробления направляют на упаковку.

ПРИЕМКА И СЕПАРАЦИЯ СЫРЬЯ

Перед обжариванием каждый вид сырья очищают от посторонних примесей. Для этого сырье раздельно взвешивают, засыпают в завальную яму или бункер, питающий сепараторы. Ячмень, овес, рожь, зерна натурального кофе и сои, желуди, каштаны, плодовые косточки, орехи (кедровые, буковые и арахисовые) и семена шиповника очищают на зерновых сепараторах типов ЗСП-2,5, ЗСМ-5, ЗСМ-10 и др. с магнитоуловителями или на вибрационных сепараторах, отделяющих примеси путем аспирации, просеивания и магнитоулавливания.

Размеры сит на сепараторах должны соответствовать размеру сепарируемых зерен или плодов (табл. 27).

Таблица 27

Размер отверстия сита (в мм)

Сырье	Приемное сито	Сортировочное сито	Подсевное (сходовое) сито
Кофе натуральный и соя	13 × 16 или 9 × 16	10 × 17	2 × 6 или 1,5 × 20
Ячмень, овес, рожь	10 и 20	3	1,5 × 20
Желуди и каштаны	25	–	2
Плодовые косточки, орехи кедровые, буковые и арахисовые, семена шиповника	25	–	2

Сушеные цикорий, яблоки и груши для отсева мелочи просеивают через проволочно-тканое сито № 2,5, а затем пропускают через магнитоуловители.

После сепарации некоторые виды сырья требуют дополнительной обработки. Так, ячмень и овес подвергают обрушению для удаления зерновой оболочки. Это необходимо для того, чтобы оставшаяся на зернах лузга не создавала пожароопасные условия при обжаривании. Кроме того, часть лузги после обжаривания и просеивания все же переходит в полуфабрикат, а затем и в готовую продукцию, что ухудшает ее качество. Поэтому целесообразность отделения оболочки зерен до обжаривания не вызывает сомнения. Эту операцию производят на наждачных обоечных машинах типа ЗНМ-2,5 или на рушильных поставах с последующим отсеиванием лузги на воздушных сепараторах с аспирационной колонкой типа А1-БВЗ-1.

После такой обработки в полуфабрикате ячменя количество необрушенных зерен должно быть не более 25%, овса – 40%.

Такой же операции подвергают желуди и каштаны для удаления с них оболочки. Их обрабатывают на семярушильных машинах с последую-

щим отбором лузги. В обрушенном сырье допускается не более 3% необрушенных плодов и не более 1,5% лузги.

После сепарации и очистки все виды сырья инспектируют и пропускают через магнитоуловители.

ОБЖАРИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ

Обжаривание производят в барабанах обжарочных аппаратов периодического действия при определенных режимах (табл. 28).

Таблица 28

Режимы обжаривания сырья в аппаратах разных марок для нерастворимых кофейных напитков

Обжарочный аппарат	Сырье	Количество сырья, кг	Температура обжаривания, °С	Продолжительность обжаривания, мин
"Пробат"	Кофе натуральный	240–300	195–215	14–17
	Ячмень	240–300	195–220	19–21
	Рожь	240–300	175–190	17–19
"Метеор-350"	Кофе натуральный	500–600	160–185	40–60
	Рожь, ячмень, овес	400–550	180–220	40–60
	Цикорий	400–420	120–160	35–50
	Соя, каштаны, желуди, орехи, косточки плодовых	400–500	160–180	40–60
"Рапидо"	Кофе натуральный	260–300	185–220	12–14
	Цикорий	180–210	170–190	35–40
"Ленгренц"	Кофе натуральный	160–170	180–200	35–40
	Цикорий	120–160	150–180	35–40
	Желуди	100–160	180–200	35–40
	Ячмень и семена шиповника	120–160	150–180	30–35
	Овес, рожь, соя, каштаны, орехи, плодовые косточки	100–160	150–180	40–60
А-9-КЖА	Кофе натуральный	230–240	180–200	15–20
	Рожь, овес, ячмень, плоды шиповника	230–240	180–200	20–30
	Цикорий	120–150	170–180	35–40
Нестандартизированные аппараты	Кофе натуральный	120–180	180–200	45–70
	Рожь, овес, ячмень, плоды шиповника	90–210	180–200	60–70
	Цикорий	100–120	180–190	35–60
	Соя, каштаны, желуди, орехи, плодовые косточки	150–160	150–180	50–60

Загрузку каждого вида сырья в барабаны обжарочного аппарата производят при достижении в нем температуры 200–250°С в зависимости от конструкции аппарата. В момент засыпки сырья температура в барабане резко падает (до 80–90°С), затем постепенно повышается, достигая максимального уровня к концу процесса обжаривания.

Основные стадии процесса обжаривания (подсушка, собственно обжаривание и выдержка) в разных обжарочных аппаратах у каждого вида сырья протекают по-разному, так как используемые виды сырья настолько разнохарактерны и обжарочные аппараты конструктивно так сильно отличаются друг от друга, что процессы изменения состава ячменя, ржи, овса, кофе, цикория и др. происходят самыми разными путями. Однако биохимические и пирогенетические превращения веществ подчиняются общей закономерности: ферментативные окислительные превращения → неферментативные процессы гидролиза (или распада) → → пиролиз → образование продуктов вторичного превращения (карамелен), меланоидинов, летучих ароматических веществ и т.д.

Изменение состава этого сырья при обжаривании происходит аналогично превращениям таких компонентов в кофе и цикории. В производстве нерастворимых молотых кофейных напитков главная цель – достичь равномерного обжаривания каждого вида сырья и получить темно-коричневый цвет порошка (без наличия недожаренных кусочков или частиц). Важно также не пережаривать продукт, чтобы в нем не было горелых (обугленных) частиц. Поэтому в процессе обжаривания систематически берут пробу и сравнивают ее с эталонными образцами. Каждый обжаренный продукт имеет свой специфический вкус, цвет и запах.

В конце процесса обжаривания непосредственно в барабане производят увлажнение обжаренного сырья для уменьшения его распыления при дроблении, для предотвращения загорания мелкой фракции, а также для быстрого охлаждения. Количество расходуемой на это воды зависит от массы сырья и составляет 8–10%. При таком увлажнении влажность обжаренного полуфабриката обычно равна 5–7%.

Некоторые виды сырья можно обжаривать без увлажнения. На обжарочных аппаратах типов "Пробат", "Метеор-350" и "Рапидо", снабженных автоматическими регулирующими устройствами и контрольно-измерительными приборами с самописцем, можно не применять воду.

Одним из важных показателей оценки процесса обжаривания является pH. Для кофе натурального оптимальные качественные показатели достигаются при pH 5,2–5,6, для цикория – при pH 4,4–4,9, ржи – при pH 5,3–5,8, ячменя – при pH 4,9–5,4, овса – при pH 5,3–6,0, желудей – при pH 4,2–4,5, каштанов – при pH 4,1–4,4, орехов – при pH 4,1–4,3, семян шиповника – при pH 5,4–5,8, сои – при pH 5,5–5,8 и плодовых косточек – при pH 4,0–4,2.

При завершении процесса обжаривания увлажненный полуфабрикат необходимо выдерживать 1,5–2,0 мин, неувлажненный – 4–5 мин. В это время подача теплоносителя в барабан прекращается и продукт под действием собственной температуры равномерно и глубоко прогревается. При этом ощущается интенсивное выделение аромата. Для жареных молотых кофепродуктов выдерживание в нагретом состоянии в барабане имеет большое значение для их ароматизации.

Обжаренные полуфабрикаты необходимо охлаждать для замедления выделения из них CO_2, ароматических веществ и предотвращения даль-

нейшего самосогревания продукта. Для этого горячий полуфабрикат выгружают на охладительную чашу и при перемешивании в течение 10–15 мин охлаждают до 35–40°С. В аппаратах типа "Ленгренц" охлаждение обжаренного полуфабриката производят в охлаждающем барабане, расположенном под обжарочным барабаном.

Охлажденный полуфабрикат проходит через магнитоуловители, взвешивается и направляется на дальнейшую переработку.

ДРОБЛЕНИЕ, РАЗМАЛЫВАНИЕ И ПРОСЕИВАНИЕ

Дробление и размалывание – это физико-механический процесс, сопровождающийся трением и механическим разрушением клеток обжаренного полуфабриката.

В зависимости от вида получаемой продукции обжаренные полуфабрикаты подвергают дроблению или размалыванию.

Так, при производстве цикория в виде крупки (жареная цикорная крупка) обжаренный цикорий подвергают дроблению на молотковых дробильных установках и пропускают через бурат со штампованными металлическими ситами № 5 и 10. Сход с сита № 5 идет на выработку цикорной крупки, а проход через сито № 5 – на размол и выработку молотых кофейных напитков. Цикорная крупка по гранулометрическому составу должна иметь проход через сито № 10 100%, проход через сито № 5 не более 20%. После прохождения через магнитоуловители цикорная крупка поступает на фасовку и упаковку.

При производстве молотых кофейных напитков цикорий, желуди, каштаны, семена шиповника, орехи и косточки плодовых перед размалыванием предварительно дробят до размера частиц 3–6 мм. При этом одновременно удаляют остатки лузги путем просеивания дробленых полуфабрикатов.

Обжаренные кофе, ячмень, рожь и овес дроблению не подвергают, а сразу направляют на размалывание. Кофе размалывают на гранулляторах типа "Гумп-888", а зерновое сырье – на вальцовом станке. Все виды обжаренного сырья измельчают раздельно.

Размолотые полуфабрикаты просеивают на рассевах с контрольным ситом № 1. Проход через сито должен составить не менее 85–90%, сход – не более 15%. Сход с сита возвращают на повторный размол.

Просеянные и пропущенные через магнитоуловители полуфабрикаты поступают в приемные емкости, откуда их направляют на дозирование, смешивание по рецептуре и упаковку.

ДОЗИРОВАНИЕ И СМЕШИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ

Дозировку размолотых компонентов производят согласно действующим рецептурам на весовых дозаторах или смесительно-дозировочных установках. При дозировке допускается отклонение компонентов на ± 1%.

Смешивание компонентов производят в смесительных барабанах периодического или непрерывного действия. Подготовленные полуфаб-

рикаты загружают в барабан и перемешивают при медленном вращении в течение 3–5 мин в зависимости от вместимости и конструкции барабана. После тщательного перемешивания полуфабрикаты передают на автоматы для фасовки и упаковки.

ФАСОВКА, УПАКОВКА И ХРАНЕНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Молотые кофейные напитки и цикорную крупку фасуют на автоматах АПБ-45, А-5-КРВ, "Экспрессо" и др.

Для фасовки этих продуктов применяются коробки из бумаги плотностью не менее 220 г/м^2 с внутренним пакетом из пергамента, подпергамента или пергамина, пакеты из полимерных и комбинированных упаковочных материалов, комбинированные (картонно-металлические) банки.

Наряду с этим упаковка нерастворимых кофейных напитков без кофе допускается в коробки из бумаги плотностью менее 180 г/м^2 с внутренним покрытием из пергамента, подпергамента и пергамина, парафинированной бумаги или оберточной бумаги типа А, В, Д плотностью не менее 45 г/м^2.

Молотые кофейные напитки фасуют по 200, 250 и 300 г, цикорную крупку – по 130 г.

Для систем общественного питания молотые кофейные напитки и цикорную крупку упаковывают в двойные бумажные пакеты (верхний слой – мешочная бумага, нижний слой – пергамент или подпергамент), а также в полимерные и комбинированные материалы массой нетто до 5 кг. Цикорий молотый и цикорную крупку, предназначенные для промышленной переработки, упаковывают в четырехслойные бумажные непропитанные мешки массой нетто до 30 кг.

Бумажные коробки, пакеты, комбинированные банки с кофейными напитками упаковывают в чистые сухие дощатые или фанерные ящики, а для контейнерных перевозок – в ящики из гофрированного картона (или из других типов картона), выстланные оберточной бумагой, массой нетто до 25 кг.

Сроки хранения кофейных напитков, содержащих натуральный кофе, следующие: упакованных в бумажные коробки и комбинированные банки 6 мес со дня их выпуска; упакованных в полимерные материалы 9 мес; кофейных напитков, не содержащих натуральный кофе, – соответственно 9 и 12 мес.

УЧЕТ ПОТЕРЬ И НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ

Учет потерь в производстве нерастворимых кофейных напитков ведут на всех стадиях технологического процесса в соответствии с требованиями инструкции по техническому контролю производства нерастворимых кофейных напитков.

Потери и отходы устанавливают в процессе очистки и сепарации исход-

ных компонентов, обжаривания сепарированного сырья, дробления и размалывания обжаренных полуфабрикатов, смешивания и фасовки размолотых порошков. Методика расчета норм расхода сырья, используемая в производстве нерастворимых кофейных напитков, такая же, как и при производстве кофе натурального жареного молотого.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В СССР нерастворимые кофейные напитки выпускаются в соответствии с требованиями действующего ОСТа. Вырабатываемая продукция по органолептическим и физико-химическим показателям характеризуется данными, приведенными в табл. 29.

Кофейные напитки условно подразделены на три типа:

кофейные напитки, содержащие в своем составе натуральный кофе

Таблица 29

Требования к качеству нерастворимых кофейных напитков

Показатель	Характеристика и нормы
Внешний вид	Порошок коричневого цвета разных оттенков с включением светлых оболочек кофейных зерен, хлебных злаков и других компонентов
Вкус и аромат	Свойственные нормально обжаренным продуктам, входящим в состав, без посторонних привкуса и запаха
Влажность, % не более	
при выпуске с производства	5,0
при хранении в течение гарантийного срока	7,0
Массовая доля экстрактивных (растворимых в воде) веществ в пересчете на сухое вещество для кофенапитков, %, не менее	
первого типа	30
второго типа	35
третьего типа	20
Массовая доля общей золы в пересчете на сухое вещество, % , не более	5,5
Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,5
Степень помола	
проход через сито № 1,6, %, не менее	100,0
сход с сита № 1, %, не более	15,0
Степень измельчения цикорной крупки	
проход через сито № 10, %, не менее	100,0
проход через сито № 5, %, не более	20,0
Массовая доля металлопримесей (величина частиц не должна превышать 0,3 мм в наибольшем линейном измерении), мг на 1 кг	5,0
Массовая доля органических примесей, %, не более	0,5
Посторонние примеси и плесень, видимая невооруженным глазом	Не допускается

Рецептуры нерастворимых кофейных напитков

Кофейный напиток	Содержание						
	кофе натуральный I или II сортов	ячмень продовольственный	ячмень пивоваренный	цикорий	овес	рожь	желуди дубовые
"Арктика"	15	40	–	–	–	–	25
"Балтика"	–	35	–	35	–	–	–
"Валгумс"	20	50	–	–	–	30	–
"Верховина"	–	45	–	25	–	–	–
"Десертный"	–	40	–	20	10	–	–
"Детский"	–	35	–	15	15	–	20
"Дружба"	20	35	–	30	–	–	–
"Желудевый"	–	–	–	–	–	–	100
"Здоровье"	–	30	–	10	–	–	30
"Золотой колос"	–	75	–	–	15	10	–
"Кубань"	–	30	–	15	15	40	–
"Курземе"	–	95	–	5	–	–	–
"Львовский"	15	40	–	25	–	20	–
"Народный"	20	80	–	–	–	–	–
"Наша марка"	35	–	–	30	–	–	25
"Нева"	30	–	–	–	–	–	35
"Новость"	10	40	–	25	10	15	–
"Осенний"	–	–	–	50	–	–	50
"Пионерский"	–	10	–	–	–	–	45
"Смена"	5	25	–	20	10	–	20
"Солодовый"	–	–	100	–	–	–	–
"Старт"	–	–	–	70	–	–	–
"Тукумс"	–	30	–	15	–	20	15
"Утро"	15	40	–	–	–	–	35
Цикорная крупка	–	–	–	100	–	–	–
Цикорий молотый	–	–	–	100	–	–	–
Экстра	15	30	–	30	–	–	25
"Юбилейный"	35	–	–	30	–	–	–
"Ячменный"	–	80	–	20	–	–	–

("Арктика", "Дружба", "Львовский", "Народный", "Наша марка", "Новость", "Смена", "Экстра", "Утро", "Юбилейный");

кофейные напитки, содержащие в своем составе цикорий и не содержащие натуральный кофе ("Балтика", "Детский", "Здоровье", "Кубань", "Осенний", "Тукумс", "Старт", "Цикорий", "Ячменный");

кофейные напитки, не содержащие в своем составе натуральный кофе и цикорий ("Желудевый", "Золотой колос", "Ячменный", "Любительский" и др.).

Однако следует отметить, что данная классификация весьма условна и требует существенной доработки. Так, напитки, состоящие на 40–80% из злакового сырья, отличаются высокой экстрактивностью (40–60%), и поэтому их нельзя отнести к третьему типу. Очевидно, кофейные на-

Таблица 30

в готовом продукте, %									
орехи	орехи каштана съедобного	плоды шиповника	косточки плодовые	яблоки сушеные	груши сушеные	соя	какавелла	корица	ванилин
–	–	–	–	–	–	20	–	–	–
–	10	–	–	–	–	20	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	10	–	10	10	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	29,8	0,1	0,1
15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	15	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	–	5	5	–	–	15	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	10	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	10	–	–	–	25	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	30	15	–	–
–	5	–	–	–	–	–	15	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	20	10	–	–
–	–	–	–	–	–	–	20	–	–
–	–	10	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	5	–	–	20	10	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

питки, вырабатываемые на основе злакового сырья (ячмень, рожь, овес), необходимо выделить в отдельную группу.

Более точной была бы классификация кофейных напитков по содержанию в рецептуре превалирующего компонента, влияющего в наибольшей степени на органолептические показатели готовой продукции и проявляющегося в напитке характерным для данного сырья веществом (например, при содержании кофе–кофеин, цикория–инулин и фруктоза, злаковых–белки и аминокислоты, желудей–дубильные вещества, орехов и сои–жиры и т.д.). В таком случае кофейные напитки можно разделить на следующие группы: на основе кофе и содержащие кофеин; на основе цикория; на основе злакового сырья; на основе желудей; на основе орехов, каштанов, плодовых косточек; витаминизированные, содержащие шиповник; ароматизированные, содержащие корицу, ванилин, и др.

Такая схема разделения наиболее четко отражает тот широкий ассортимент кофейных напитков, который вырабатывает отечественная кофейная промышленность.

В табл. 30 приведены рецептуры нерастворимых кофейных напитков, которые вошли в ассортимент кофепродуктов, вырабатываемых в стране и пользующихся спросом у потребителей.

ГЛАВА 6. ПРОИЗВОДСТВО СУХИХ РАСТВОРИМЫХ КОФЕЙНЫХ НАПИТКОВ

Растворимые кофейные напитки представляют собой высушенные до порошкообразного состояния экстракты, полученные из обжаренного растительного сырья.

Растворимые кофейные напитки по внешнему виду, цвету, вкусу и консистенции близки к растворимому кофе, но ввиду наличия в них кроме натурального кофе и других видов сырья [хлебных злаков (ячмень, рожь), цикория, семян винограда и др.] в порошках проявляются характерные особенности, свойственные использованному сырью.

Растворимые кофейные напитки предназначаются для быстрого приготовления напитка, а также для использования в качестве вкусовой добавки при производстве кофе с молоком, некоторых видов ликероводочных, кондитерских и других изделий.

Растворимые кофейные напитки выпускают с добавлением натурального кофе и без него. Напитки, вырабатываемые с добавлением кофе, содержат незначительное количество (не более 0,8%) кофеина, а благодаря наличию в них высокосахаристых и высокобелковистых видов сырья они богаты сахарами (инулин, фруктоза), белковыми веществами, в том числе аминокислотами, а также минеральными элементами, дубильными веществами и другими биологически ценными компонентами. В связи с этим растворимые кофейные напитки в отличие от натурального растворимого кофе рекомендуются для неограниченного контингента потребителей.

СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

В ПНР З. Пазола и З. Пордамб (1977, 1980) разработали технологию растворимых кофейных напитков на основе цикория, очищенных зерен ржи и ячменя, сушеных корнеплодов сахарной свеклы.

По этой технологии после очистки зерна сортируют на воздушно-ситовом сепараторе, затем замачивают в воде при 55–60°С (ячмень, на 6–8 ч, рожь на 2 ч) и направляют на обжаривание. Сырье каждого вида обжаривают отдельно в аппаратах типа "Пробат" или "Барт" (ФРГ) в три стадии. Первая стадия длится 10–25 мин с момента достижения температуры 100°С, вторая – 25 мин при 100–110°С и третья – еще 25 мин при 160–200°С. Потери массы зерна при обжаривании составляют

около 20%, цикория и сахарной свеклы – 16–18%. После обжаривания продукт быстро охлаждают.

Экстракцию проводят по принципу противотока в специальных аппаратах полунепрерывного или непрерывного действия. Экстрагирующим агентом является вода, умягченная на колонке с ионообменными смолами.

Полунепрерывным методом экстрагирование осуществляют в батарее, состоящей из шести колонных экстракторов, по форме и конструкции близких к экстракторам, используемым при производстве растворимого кофе, но имеющим специальные сечения. Экстракцию проводят при 120–140°С и давлении 0,4–0,8 МПа.

Непрерывным методом экстрагирование проводят в аппаратах, состоящих из узкого наклонного желоба с обогревающей рубашкой, разделенной на три секции. Обжаренное сырье автоматически загружается порциями в воронку и поступает в нижнюю часть желоба, где два шнека передвигают его в верхнюю часть экстрактора. Отходы после экстракции периодически выгружаются в бункер. Горячую воду подают в верхнюю часть, экстракт движется вниз самотеком. Из обжаренного сырья в экстракт переходит 45–47% водорастворимых сухих веществ.

Экстракт фильтруют, охлаждают и направляют в специальные емкости для обработки амилолитическими и пектолитическими ферментными препаратами для снижения вязкости и последующего концентрирования. Обработка ферментными препаратами длится 3–5 ч при pH 4,6–5,2 и температуре 40–60°С, pH регулируют добавлением цитрата натрия в количестве 0,7% к массе экстракта, а доза ферментных препаратов составляет около 0,05% к массе экстракта. Затем экстракт концентрируют в тонкослойном вакуумном испарителе фирмы "Виганд" (ФРГ) до содержания сухих веществ 40–45% и сушат в распылительной сушилке при температуре воздуха на входе 240–280°С и на выходе 100–110°С.

По другому варианту обжаренное сырье увлажняют водным раствором, содержащим 1,4% цитрата натрия (к массе сырья) для доведения pH до 4,8, добавляют около 0,13% ферментного препарата, выдерживают 60 мин при 35–60°С, затем температуру смеси повышают до 70–118°С и осуществляют процесс экстракции. Экстракт со средним содержанием сухих веществ 23% концентрируют до 40–45% сухих веществ и сушат в распылительной сушилке при тех же параметрах, что и в первом варианте.

В ПНР освоен выпуск растворимых кофейных напитков двух типов: без добавления вкусовых и ароматических веществ – "Анка", "Чарка", "Эвка", "Новита", "Франка", "Дэсэрова" и "Инка", вырабатываемых из хлебных злаков, цикория и сахарной свеклы, и с добавлением вкусовых и ароматических веществ – "Алька" и "Турек", вырабатываемых на основе хлебных злаков, цикория, сахарной свеклы, какаовеллы, ванилина или других ароматизаторов.

Эти кофейные напитки выпускают в банках из белой литографированной жести массой нетто по 150–200 г, а также в банках из поливинилхлорида с полистирольной крышкой, защищенных мембраной из алюминие-

вой фольги, и в картонных коробках с внутренним вкладышем из белой бумаги, покрытой полиэтиленом и диофаном, массой нетто по 250 г и больше.

Приготовление растворимых кофейных напитков в ПНР организовано в основном на оборудовании фирмы "Ниро-Атомайзер" (Дания), предназначенном специально для этих напитков.

Поступающее на предприятие сырье контролируют по содержанию влажности. Степень обжаривания сырья устанавливают визуально.

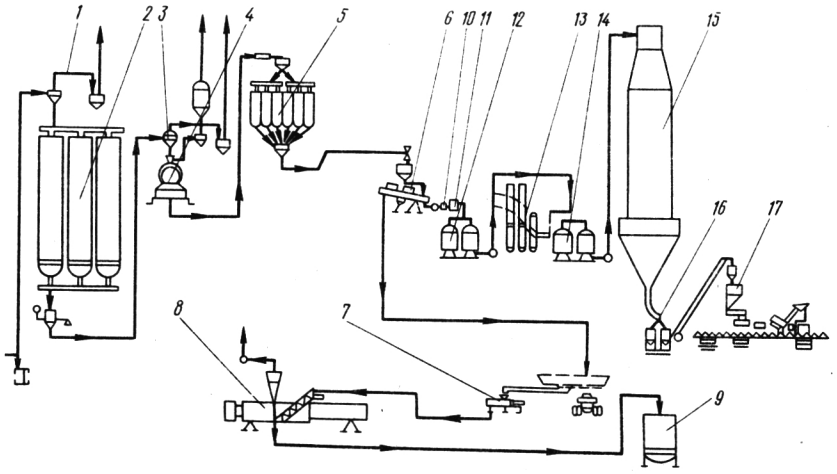


Рис. 21. Аппаратурно-технологическая схема производства сухих растворимых кофейных напитков на основе цикория, злаковых и других видов сырья фирмы "Ниро-Атомайзер":
1 – всасывающая станция; *2* – силосный бункер; *3* – бункерные весы; *4* – обжарочный аппарат; *5* – бункера для хранения обжаренного полуфабриката; *6* – экстракционная установка; *7* – шнековый пресс для шламов; *8* – барабанная сушилка; *9* – бункер для высушенного шлама; *10* – двойной фильтр; *11* – двухступенчатый пластинчатый охладитель; *12* и *14* – емкости; *13* – выпарная установка; *15* – сушильная башня; *16* – герметичный контейнер; *17* – линия фасовки

В Дании О. Къергаард (1974), А. Штользе и К. Мейстерз (1979) и др. разработали технологические процессы и специальное оборудование для производства растворимого порошкообразного цикория в чистом виде и растворимых кофейных напитков на основе цикория, злаковых культур, кофе и других видов растительного сырья производительностью до 1200 т/год (рис. 21).

По этой технологии сушеный цикорий и злаковое сырье по конвейеру или пневмотранспортеру поступает на всасывающую станцию, состоящую из ротационной воздуходувки, пылеотделителя и пылесборника, затем направляется в силосные бункера вместимостью по 55 м^3. Бункера имеют коническое днище и оборудованы выключателем фиксирования уровня и донным вибрирующим устройством. Из этих бункеров сырье

направляют на бункерные весы с дистанционно управляемым разгрузочным прибором, откуда порциями оно поступает в обжарочный аппарат *4*. Загрузка сырья, температурные режимы, продолжительность обжаривания, выгрузка обжаренного продукта и его охлаждение осуществляются автоматически, разовая загрузка сушеного цикория в обжарочный аппарат 400 кг/ч, злакового сырья 500 кг/ч, продолжительность обжаривания 55–60 мин, габаритные размеры 5700 Х3400 Х2950 мм.

Обжаренный материал через подводящие каналы поступает в бункера для хранения вместимостью по 6,6 м^3. Через отводные трубы обжаренный полуфабрикат подают на установку для взвешивания и дозирования, затем направляют в питатель непрерывного действия экстракционной установки. Экстрагирование цикория и злаковых производят умягченной водой.

Экстрактор для цикория представляет собой аппарат непрерывного действия горизонтального типа, оборудованный нагревательной рубашкой. Внутри аппарата имеется двухвинтовой шнек, частота вращения которого регулируется в зависимости от требований технологического режима и размера частиц цикория. Обжаренный цикорий непрерывно подается в нижнюю часть наклонного желоба, а вода поступает в верхнюю часть аппарата. Цикорий продвигается шнеком вверх и обрабатывается горячей водой (температура 90°С, давление, близкое к атмосферному) по принципу противотока. Производительность экстрактора по сырью 140–150 кг/ч.

Для экстрагирования ячменя и других злаковых этой фирмой рекомендован наклонный экстрактор, работающий под высоким давлением (Штользе и Майстерз, 1979). Отработавший материал по специальному желобу поступает в промежуточный резервуар через определенные интервалы и затем автоматически удаляется. По винтовому конвейеру (600 Х 800 Х 6600 мм) с поддоном (для улавливания частиц) и секцией для отжима шлам поступает на шнековый пресс для удаления воды. Отжатый шлам шнековым питателем направляют в барабанную сушилку. Высушенный шлам пневматической системой передается в специальные бункера.

Экстракт циркуляционным насосом подается через двойные фильтры и двухступенчатые охладители в емкости вместимостью по 5 м^3. Емкости снабжены мешалками и указателями уровня. Экстракт цикория с содержанием сухих веществ 27–28% направляют в выпарную установку для концентрирования до содержания сухих веществ 40–45%. В комплект оборудования выпарной установки входят испаритель, противоточный конденсатор с встроенным спиральным трубчатым подогревателем, собственно подогреватель, пароструйный компрессор, паровые агрегаты для отсоса воздуха, резервуар для продукта и воды, насосы и контрольно-измерительные приборы. Габаритные размеры комплекта 1600 Х3200 Х Х8000 мм.

При переработке злакового сырья экстракт с содержанием сухих веществ 20–25% собирают в специальные сборники, обрабатывают буферными растворами, например раствором карбоната натрия, для поддер-

жания pH в пределах 4,5–5,2, а затем вводят амилолитические и пектолитические ферментные препараты непосредственно в экстракт. Экстракт с ферментными препаратами выдерживают около 4 ч, при этом вязкость его снижается. После этого экстракт концентрируют в две стадии в вакуум-выпарном аппарате до содержания сухих веществ 40–45%, и он поступает в две емкости вместимостью по 5 $м^3$. Концентрированный экстракт пропускают через двойные фильтры с размером ячеек 160 мм, а потом направляют на сушку. Распылительная сушилка снабжена устройством для смешивания экстракта с CO_2 с целью регулирования объемной массы порошка. Для сушки экстракта чистого цикория рекомендуются следующие режимы: температура на входе в сушильную башню 210–215°С, на выходе 120°С, а режимы сушки экстракта смеси цикория и злаковых соответственно 240 и 115°С.

Учитывая высокую гигроскопичность и термолабильность порошка чистого цикория и смеси различных компонентов, рекомендуется сбор порошка в контейнеры и фасовку осуществлять в помещении с относительной влажностью воздуха не более 40% при температуре не более 20°С. Порошок из распылительной сушилки поступает в герметичные контейнеры, которые транспортным устройством передаются на линию фасовки.

Фасовочная машина карусельного типа снабжена 15 головками. Производительность ее 140 банок в минуту. Наполнение жестяных банок (высота 122,5 мм и диаметром 47,4 мм) порошком осуществляется под вакуумом.

Наполненные банки проходят через контрольные весы, а затем попадают на автоматическую машину для закатывания. Производительность закаточной машины 110 банок в минуту. Она может быть настроена на любой размер банки. Можно регулировать также и производительность машины. Банки с порошком укладываются в картонные ящики полуавтоматической укладочной машиной, а затем транспортером направляются в склад готовой продукции.

В США начали выпускать полурастворимые напитки на основе соевых бобов, семян подсолнечника, цикория, корневищ одуванчика и скорлупы грецкого ореха. Водную суспензию обжаренного молотого кофе смешивают с предварительно измельченной в виде крупки обработанной горячей водой или паром и высушенной скорлупой грецкого ореха в соотношении 1 : 4. Влажную массу сушат и получают гранулированный сыпучий продукт.

По другому варианту водную суспензию обжаренных соевых бобов, семян подсолнечника, цикория и корневищ одуванчика смешивают с подготовленными пористыми гранулами из скорлупы грецкого ореха. Во влажную массу добавляют небольшое количество молотого кофе, смесь высушивают.

В Англии для получения растворимого кофейного напитка из семян рожкового дерева после извлечения из

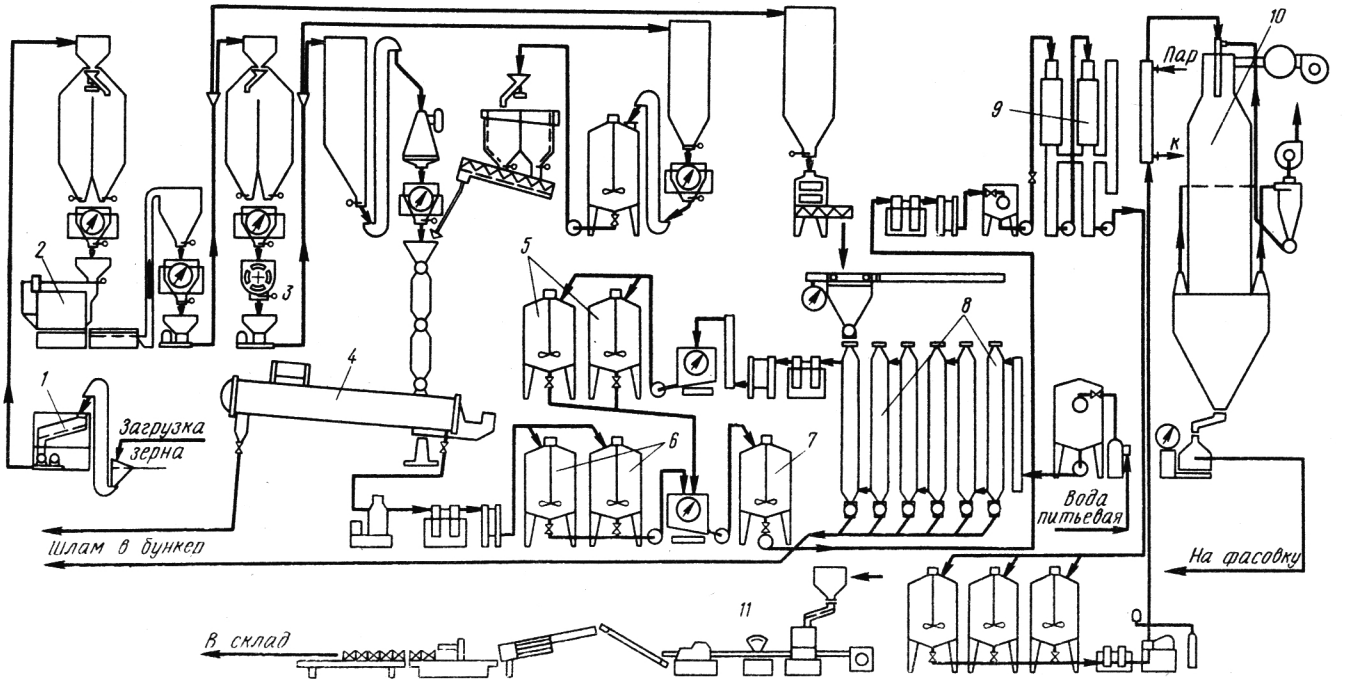


Рис. 22. Аппаратно-технологическая схема производства порошкообразных растворимых кофейных напитков:
1 – вибрационный зерновой сепаратор; *2* – обжарочный аппарат; *3* – измельчитель кофе и семян винограда; *4* – экстрактор для хлебных злаков и цикория; *5* – резервуары для хранения экстракта кофе и семян винограда; *6* – ферментаторы для экстракта хлебных злаков; *7* – купажный резервуар; *8* – экстракторы для кофе и семян винограда; *9* – вакуум-испарительный аппарат; *10* – распылительная сушилка; *11* –фасовочно-упаковочная линия

них камеди семена обжаривают при 177–191°С в течение 30–35 мин до получения желаемого цвета и значительного снижения содержания изомасляной кислоты. Затем их измельчают и добавляют к смеси равных по массе количеств озимой пшеницы и пшеничных отрубей и мелассу (1 г мелассы на 4 г смеси). После этого массу перемешивают 20 мин и обрабатывают паром, обжаривают в течение 40 мин до темного цвета и влажности 2,5%. Обжаренную смесь экстрагируют горячей водой в перколяционных батареях, фильтруют, осветляют, упаривают и сушат в вакуумной барабанной сушилке. Сухой порошок измельчают и подвергают агломерации. Влажность готовой продукции 2%, объемная масса 0,28 г/см^3.

Во Франции растворимый кофейный напиток получают из смеси кофе натурального (35–55%), пшеницы (35–55%) и мальтодекстрина (3–6%). При этом зерна кофе и пшеницы раздельно обжаривают, экстрагируют и в полученные экстракты после купажирования добавляют мальтодекстрин.

В СССР (ВНИИПП и СПТ) разработана и внедрена в производство технология сухих растворимых кофейных напитков на основе цикория, ячменя, ржи, семян винограда и кофе. Создано десять рецептур растворимых кофейных напитков (Ломачинский, Нахмедов, Худаминская, 1977; Ломачинский, Нахмедов, Ковальчук, 1978; Ломачинский, Нахмедов, Космодемьянский и др., 1979).

Промышленное производство этих напитков без ферментных препаратов начато в 1977 г. на оборудовании фирмы "Ниро-Атомайзер", а с 1982 г. – с применением отечественных ферментных препаратов.

Схема производства сухих растворимых кофейных напитков состоит из следующих операций: приемка и сепарирование, обжаривание, измельчение обжаренных зерен кофе и семян винограда, экстракция обжаренных полуфабрикатов, ферментация экстракта злаковых, концентрирование и сушка экстрактов, фасовка порошка (рис. 22).

ПРИЕМКА И СЕПАРАЦИЯ СЫРЬЯ

В соответствии с рецептурой напитка приемку сырья осуществляют по фактической массе каждого его вида или сорта. Сырье, поступающее в контейнерах или вагонах, взвешивают на весах типа Д-20. Прежде чем подать его на сепарацию, представитель лаборатории берет пробу каждого вида или сорта того или иного вида или сорта и устанавливает его соответствие требованиям стандарта. При обнаружении признаков заплесневения сырье для использования в производстве не допускается. После получения разрешения лаборатории каждый вид сырья подают на автоматические весы, установленные на сепараторе, и после взвешивания порциями сепарируют. Сепарацию ячменя, ржи, кофе и семян винограда осуществляют на зерновых или вибрационных сепараторах.

Сушеный цикорий не требует сепарации и после прохождения магнитоуловителя конвейером подается на всасывающую станцию, а затем в бункер.

Кофе, ячмень, рожь и семена винограда после сепарации по системе пневмотранспорта поступают в четырех- или шестисекционные бункера для последующей подачи на обжаривание.

ОБЖАРИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ

В процессе обжаривания компонентов сырья происходят глубокие изменения состава. Анализируя механизм превращения основных компонентов ячменя при его термической обработке, можно сделать заключение, что взаимопревращения носят закономерный характер и обусловливают получение обжаренного ячменя необходимого качества.

Динамика изменения состава и физико-химических показателей ячменя в процессе обжаривания показана на рис. 23.

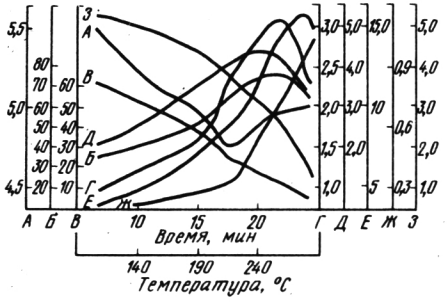


Рис. 23. Динамика изменения состава и физико-химических показателей ячменя при обжаривании (массовая доля компонентов в пересчете на сухое вещество): *А* – pH (экстракта); *Б* – экстрактивные вещества; *В* – крахмал; *Г* – редуцирующие сахара; *Д* – общий сахар (после инверсии); *Е* – декстрины; *Ж* – оптическая плотность (экстракта); *З* – клетчатка

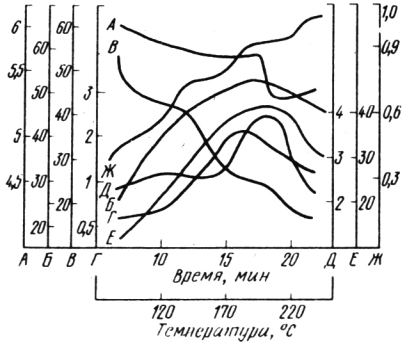


Рис. 24. Динамика изменения состава и физико-химических показателей ржи при обжаривании (массовая доля компонентов в пересчете на сухое вещество):
А – pH (экстракта); *Б* – экстрактивные вещества; *В* – крахмал; *Г* – редуцирующие сахара; *Д* – общий сахар (после инверсии); *Е* – декстрины; *Ж* – оптическая плотность (экстракта)

Увеличению содержания растворимых (экстрактивных) веществ способствует деструкция крахмала и клетчатки с образованием моносахаров и декстринов. Снижение их концентрации при чрезмерном обжаривании объясняется пирогенетическим распадом, что подтверждается повышением количества коричневых и темноокрашенных пигментов и увеличением оптической плотности экстракта.

Интенсивный распад свободных и частично связанных в белках аминокислот свидетельствует об активном участии их в реакциях Майяра и в процессах меланоидинообразования (табл. 31).

Несмотря на глубокий пиролиз, в обжаренном ячмене значительное количество белковых веществ все же сохраняется.

Таблица 31

Содержание аминокислот в ячмене после обжаривания (в мг на 100 г сухого вещества)

Аминокислота	Аминокислоты			
	свободные		связанные в белках	
	до обжаривания	после обжаривания	до обжаривания	после обжаривания
Аспарагиновая кислота	85,3	Следы	1,35	1,18
Треонин	32,8	"	0,66	0,40
Серин	53,0	"	0,90	0,30
Глутаминовая кислота	740,0	"	2,45	2,49
Пролин	200,0	"	0,71	0,88
Глицин	12,3	"	1,06	1,03
Аланин	65,7	"	0,06	0,15
Цистин	следы	"	0,98	1,00
Валин	25,6	"	0,07	0,15
Метионин	следы	"	0,66	0,70
Изолейцин	7,8	"	1,42	1,00
Лейцин	18,3	"	0,54	0,59
Тирозин	52,5	"	0,85	0,70
Фенилаланин	1140,1	"	0,30	0,30
Гистидин	185,0	"	0,51	0,70
Лизин	27,04	"	0,99	0,30
Аргинин	22,4	"	–	–

Общие закономерности взаимопревращения составных веществ ржи при обжаривании почти идентичны закономерностям, происходящим в ячмене (рис. 24).

Отличие лишь в том, что зерна ржи претерпевают пирогенетические изменения при относительно низкой температуре и за более короткое время, чем ячмень.

Оптимальная область обжаривания ячменя находится при температуре 225–235°С на 20–22 мин, а ржи – соответственно при 190–200°С на 17–18 мин. На этой стадии сырье имеет максимальное количество водорастворимых (экстрактивных) веществ, минимальные потери массы (угар) – 13 – 15% и приемлемые органолептические показатели.

Механизм пирогенетических процессов в семенах винограда при их

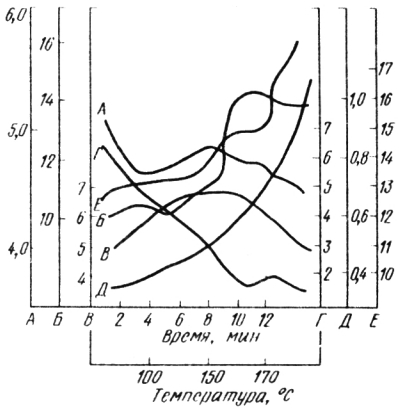


Рис. 25. Динамика изменения состава и физико-химических показателей семян винограда при обжаривании (массовая доля компонентов в пересчете на сухое вещество):
А – pH (экстракта); *Б* – экстрактивные вещества; *В* – редуцирующие сахара; *Г* – общий сахар (после инверсии); *Д* – оптическая плотность (экстракта); *Е* – липиды

обжаривании близок к механизму этих процессов при обжаривании натурального кофе (рис. 25).

Обжаривание семян винограда происходит за 9–11 мин при температуре не более 170°С, оптимальная степень обжаривания достигается на десятой минуте при 160–165°С.

Изменение состава белковых и дубильных веществ семян винограда в процессе обжаривания приведено в табл. 32.

Таблица 32

Влияние обжаривания на изменение состава семян винограда (% на сухое вещество)

Семена винограда	Азот		Белок, N × 6,25	Дубильные вещества
	общий	аминный		
До обжаривания	1,98–2,03	0,61–0,73	12,4–12,7	3,2–3,9
После обжаривания	2,0 –2,07	0,37–0,4	12,5–12,9	1,2–1,7

Достижение оптимальной степени обжаривания, заключающейся в максимальном содержании в сырье питательных веществ и приобретении продуктом вкуса, цвета и аромата, свойственного каждому виду сырья, происходит по-разному. При обжаривании семян винограда на начальном этапе активную роль играют фенольные вещества, а затем сахароаминные реакции, тогда как при обжаривании высокосахаристых видов сырья (злаковых и цикория) вначале активнее проходят процессы карамелизации, а затем сахароаминные реакции. Сахароаминные реакции играют существенную роль в образовании ароматических веществ [оксиметилфурфурола (из гексоз), фурфурола (из пентоз)], а также целого ряда пиррольных альдегидов, гидропиранонов и фуранонов. Кетозы хотя и слабо, но все же участвуют в начальных стадиях сахароаминных реакций и тем самым способствуют образованию летучих ароматических веществ.

Особенности обжаривания отдельных видов сырья связаны также с их анатомо-морфологической структурой и физико-химическими свойствами. Большую роль здесь играет насыпная плотность того или иного вида сырья, которая в свою очередь зависит от плотности, влажности, формы и шероховатости отдельных частиц, составляющих массу сырья.

Как показали исследования, насыпная плотность сырого кофе I сорта (Робуста из Вьетнама, Гвинеи и Индии, Сантос из Бразилии, Джимма из Эфиопии) составляет 580–650 кг/м^3, кофе II сорта (Робуста из Анголы, Вьетнама, Гвинеи и др.) – 630–708 кг/м^3, ячменя – 680–740, ржи – 680–770, цикория – 350–400 и семян винограда – 690–710 кг/м^3.

Казалось бы, цикорий, обладая столь низкой насыпной плотностью, должен был бы обжариваться значительно быстрее, чем кофе, семена винограда, рожь и ячмень. Однако этого не происходит. Очевидно, это связано с плотностью веществ, входящих в состав сырья. Как известно, плотность отдельных частиц растительного сырья находится в прямой зависимости от их химического состава и структуры (Гинзбург, Савина,

1982). Так, плотность крахмала, входящего в состав злаковых культур, достигает 1630 кг/м^3, глюкозы – 1465, жира – 928 кг/м^3. Если учесть, что цикорий, ячмень и рожь содержат 60–65% углеводов (в кофе и семенах винограда преобладают жиры, 13–16%), то можно предположить, что одной из основных причин относительно медленного обжаривания цикория, ржи и ячменя являются входящие в их состав полисахариды и моносахариды, способствующие повышению плотности отдельных частиц сырья. Быстрое обжаривание семян винограда и кофе можно объяснить высоким содержанием жиров. Возможно, что на обжаривание цикория влияет также фруктоза.

Согласно данным Дж. Уильямса (1980), скорость неферментативных реакций между аминокислотами и кетозами протекает иначе, чем между аминокислотами и альдозами, а фруктоза темнеет медленнее, чем глюкоза и пентозы. Поскольку в цикории углеводы представлены главным образом фруктозой и инулином (последний при гидролизе расщепляется также в основном на молекулы фруктозы), то, вероятно, из-за этого на приобретение цикорием темного цвета при обжаривании затрачивается больше времени, чем на кофе, ячмень, рожь и семена винограда, содержащие глюкозу и пентозы.

РЕЖИМЫ ОБЖАРИВАНИЯ

Обжаривание ячменя, ржи, цикория, кофе и семян винограда осуществляют в барабанах обжарочных аппаратов периодического действия разных типов и марок при режимах, приведенных в табл. 33.

Регулирование работы аппарата, загрузку исходного сырья, выгрузку полуфабриката и другие операции производят так же, как и при обжарке зерен кофе и цикория.

Таблица 33

Режимы обжаривания сырья при производстве сухих растворимых кофейных напитков

Сырье	Тип или марка аппарата	Количество загружаемого сырья, кг	Температура, °С	Продолжительность, мин	
				всего	в том числе выдерживание, не более
Кофе натуральный	"Пробат"	240–300	195–215	14–17	1,0
	"Рапидо"	260–300	185–220	12–14	1,0
Рожь	"Пробат"	240–300	195–200	17–19	1,5
Семена винограда	То же	240–300	150–170	9–11	0,5
Цикорий	"Метеор-350"	400–420	150–170	45–60	0,5
	"Рапидо"	140–180	150–170	35–40	0,5
	"Ленгренц"	120–130	150–170	30–35	0,5
	А9-КЖА	120–150	150–170	45–50	0,5
	Нестандартизированные аппараты	100–120	150–180	35–40	1,0
Ячмень	"Пробат"	240–300	195–240	20–22	1,5

Степень обжаривания сырья определяют по эталонам, которые устанавливают при контрольном обжаривании нескольких партий сырья, соответствующих максимальному количеству экстрактивных веществ и pH. Так, для кофе pH 5,2–5,6, для ржи pH 5,1–5,3, для семян винограда pH 4,5–4,8 и для ячменя pH 5,0–5,4.

С учетом размера зерен ржи, ячменя и семян винограда охлаждение их после обжаривания производят в охладительных чашах с сеткой диаметром ячеек не более 1,5 мм. Охлажденные полуфабрикаты взвешивают и направляют в приемные емкости.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ДОЗИРОВАНИЕ ОБЖАРЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

При производстве растворимых кофепродуктов обжаренные ячмень, рожь и цикорий перед экстракцией дроблению не подвергают. Это связано с тем, что фракции измельченных крахмалистых зерен ячменя и ржи, а также высокосахаристого цикория при экстракции блокируют поры между крупными частицами и снижают скорость диффузионных процессов в экстрагируемой массе. Кроме того, часть взвешенных коллоидных частиц оседает на стенках экстракторов, трубопроводов, а также закупоривает фильтры тонкой очистки. Наконец, при измельчении ячменя, ржи и цикория скорость образования смолистых веществ в процессе экстракции увеличивается в 1,5 раза.

Кофе и семена винограда (после обжаривания) раздельно поступают из бункеров в грануляторы, где измельчаются до размера частиц, сход которых с сита № 1,6 составляет 55–60%, а проход через сито № 0,63 – 5–7%.

Обжаренные измельченные кофе и семена винограда и неизмельченные ячмень, рожь и цикорий раздельно подают в подвесной промежуточный бункер-весы, дозируют согласно рецептуре и загружают в экстракторы.

При дозировке компонентов исходят из фактических норм расхода данного сырья, а загрузку того или иного компонента в экстрактор для совместной экстракции производят по соответствующей методике расчета разовой загрузки обжаренных полуфабрикатов.

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ОБЖАРЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Поступающий на экстракцию цикорий, измельченные кофе и семена винограда характеризуются сильной шероховатостью, зазубренностью краев и выпуклостью, некоторые частицы круглые, а большинство – бесформенные. Высокое содержание крахмала (24–30%), декстринов (35–40%), белка (9–15%), слизистых веществ (5–7%), полисахаридов и других высокомолекулярных соединений в обжаренном злаковом сырье оказывают существенное влияние на процесс экстракции. Экстрагируемая масса комкуется, возникает резкий перепад давления в батареях, возрастает вязкость, снижается фильтрующая способность экстракта.

Цикорий из-за высокого содержания углеводов (инулин, фруктоза) может быть экстрагирован при совершенно иных режимах, чем кофе и злаковое сырье.

Для улучшения гидродинамических условий процесса экстракции нами с коллективом сотрудников разработан и внедрен в производство способ, который предусматривает добавление в экстрагируемое сырье танинного экстракта. Танин, действуя на клеточную систему злаковых и цикория, повышает их проницаемость и тем самым ускоряет выход водорастворимых веществ. Эти вещества частично связываются с функциональными группами белка и, видоизменяя их коллоидное состояние, снижают его набухаемость, что сопровождается изменением консистенции и увеличением фильтрующей способности экстракта из злаковых и цикория.

Экстракт танина готовят следующим образом: семена винограда, черноплодной рябины, граната и других видов таниноносных растений сушат при 50–80°С до влажности 10–12%, обжаривают при 150–170°С в течение 10–11 мин, измельчают до размера частиц 1–1,5 мм и затем экстрагируют при 175–190°С, давлении 1,2–1,5 МПа в течение 4–5 ч при соотношении сырья и воды 1:3. Экстракт после фильтрации сгущают до такой степени, чтобы содержание танина в нем было 18–20%, и используют для добавки в начале процесса экстрагирования злаковых и цикория.

Экстракт танина не только снижает вязкость экстрактов злаковых и цикория, что важно для последующего процесса сушки, но и обогащает готовый продукт биологически ценными Р-активными веществами.

При применении экстрактов танинов из семян винограда выход экстрактивных веществ из злаковых и цикория увеличивается на 3–5%, а вязкость экстракта уменьшается с 1,8 до 1,0–1,1 Па · с, что создает благоприятные условия для его концентрирования и сушки.

Установлено, что при повышении температуры экстракции ячменя в колонных батареях от 140 до 170°С содержание веществ в экстракте увеличивается незначительно (примерно на 10%), а динамическая вязкость экстракта возрастает с 1,5 до 1,8 Па · с. Следовательно, повышение температуры не всегда приводит к положительным результатам. При любых режимах давления, любом соотношении воды и сырья и любой температуре некоторое количество водонерастворимых веществ переходит в экстракт. Это создает дополнительные трудности при сушке и ухудшает качество готовой продукции (появляются хлопьевидные сгустки).

Для усиления гидролиза крахмала и снижения вязкости экстракта злакового сырья нами и сотрудниками проведены исследования по применению отечественных амилолитических ферментных препаратов при производстве растворимых кофейных напитков (Нахмедов, Пастушкова, Пушкарев, 1983). В настоящее время эта технология внедрена в производство на Днепропетровском комбинате пищевых концентратов.

В ферментатор, заполненный экстрактом, вносят предварительно приготовленный раствор ферментного препарата, включают мешалку и смесь выдерживают при 40–55°С при перемешивании в течение 30–35 мин.

Дозу ферментных препаратов устанавливают с таким расчетом, чтобы крахмал, содержащийся в экстракте, гидролизовался почти полностью, а вязкость экстракта была минимальной.

В табл. 34 приведены данные, характеризующие изменение вязкости экстрактов, количества экстрактивных веществ и редуцирующих сахаров.

Таблица 34

Влияние ферментных препаратов на состав и физико-химические показатели экстракта

Экстракт из ячменя	Температура ферментации, °С	pH	Вязкость, Па · с	Количество, % (в пересчете на сухое вещество)	
				экстрактивных веществ	редуцирующих сахаров
Не обработанный ферментными препаратами (контроль)					
до концентрирования	–	4,5–5,0	0,94–1,18	19,8–21,2	1,34–1,75
после концентрирования	–	5,35–5,45	3,75–4,0	27,0–28,8	–
Обработанный ферментными препаратами					
через 0 мин	40–48	4,5–5,0	0,94–1,18	19,8–21,2	–
через 20 мин	48–55	4,6–4,9	0,53–0,58	20,0–21,5	3,78
через 40 мин	48–55	4,6–5,25	0,55–0,53	20,26–22,0	4,05
через 1 ч	45–55	4,6–5,3	0,46–0,56	20,3–22,2	4,85
после концентрирования	–	5,25–5,4	1,62–2,21	33,2–38,1	–

При ферментации в течение 1 ч вязкость ячменного экстракта снижается примерно в 2 раза. Еще более четко видна разница в вязкости концентрированных экстрактов, обработанных и не обработанных ферментными препаратами. Если ферментация позволяет концентрировать экстракт до содержания сухих веществ 33,2–38,1% и при этом вязкость его возрастает незначительно (1,62–2,21 Па · с), то без обработки ферментными препаратами упаривание экстракта до концентрации сухих веществ больше 29% невозможно. Кроме того, такой экстракт из-за чрезмерно высокой вязкости (3,7–4,0 Па · с) нельзя сушить на распылительной сушилке. Снижение вязкости экстракта при обработке ферментными препаратами сопровождается увеличением количества редуцирующих сахаров, что объясняется гидролизом крахмала и слизистых веществ.

После ферментации ячменный экстракт купажируют с экстрактом кофе и сушат на распылительной сушилке.

Ферментация экстракта способствует значительному улучшению физико-химических и органолептических показателей готовой продукции. Напиток из порошка, выработанного из ферментированного экстракта,

не содержит хлопьев или сгустков, характерных для напитков, получаемых без применения ферментных препаратов.

Исследования показали, что обработка экстрактов ферментными препаратами позволяет вырабатывать растворимые кофейные напитки высокой агломерации, хорошей растворимости, полного настоя, приятного вкуса, аромата и более темного цвета по сравнению с обычными кофейными напитками.

Учитывая разнохарактерность сырья, в производстве при приготовлении растворимых кофейных напитков применяют раздельное экстрагирование обжаренных измельченных или неизмельченных компонентов и совместное экстрагирование.

Режимы раздельного экстрагирования

Раздельно экстрагируют следующие виды сырья: кофе натуральный I и II сортов, семена винограда, ячмень, рожь и цикорий.

Процесс экстрагирования кофе и семян винограда осуществляют так же, как при производстве кофе натурального растворимого.

Процесс экстрагирования ячменя, ржи и цикория осуществляют в экстракторах непрерывного действия, предназначенных специально для этих целей.

Экстрактор непрерывного действия для экстрагирования ячменя и ржи представляет собой цилиндрическую емкость, расположенную в рабочем положении под углом 2–4° к горизонтальной плоскости. Экстрактор снаружи имеет двутельную рубашку, разделенную на три секции и заполненную водой. Внутри него вращаются два шнека навстречу один другому. Привод снабжен вариатором для изменения частоты вращения от 0 до 4 $с^{-1}$. Сосуд работает под давлением 0,7–1,1 МПа, создаваемым двумя поршневыми компрессорами. Для подогрева питающей воды (экстрагент) экстрактор снабжен водоподогревателем. Кроме того, температура экстрагируемой массы повышается за счет установки дополнительного подогревателя, а циркуляция воды в рубашке обеспечивается насосом.

В процессе экстрагирования компоненты обжаренного полуфабриката (без дробления или измельчения) из четырехкамерного бункера подаются на весы, а затем в смеситель. По пневмотранспортеру смешанный продукт загружается в бункер, из которого подается ковшовым элеватором через весовое устройство и шлюзовые камеры в экстрактор. Смесь компонентов попадает на шнеки и медленно подается к выходу, навстречу ей движется экстрагент (вода). Соприкасаясь с продуктом, вода насыщается экстрагируемыми веществами, проходит через грубые фильтры, представляющие собой четыре щели шириной 1,2–1,5 мм, и поступает в камеру. Уровень экстракта в камере контролируется датчиком. По достижении заданного уровня экстракт через фильтры тонкой очистки поступает в емкости.

Отработавший продукт (шлам) шнеком подается в специальную камеру, откуда смывается водой и сбрасывается двумя поочередно сра-

батывающими клапанами через шламоотвод в бункер, снабженный фильтрующим желобом для отделения жидкой фракции от густой массы. Остаточное содержание растворимых веществ в шламе в пересчете на сухое вещество составляет: для ячменя и ржи 5%, цикория 8%, семян винограда и кофе 4% и при совместной экстракции, например кофе и ячменя, 8%.

Процессы загрузки обжаренного полуфабриката, отбора экстракта, выгрузки шлама, а также контроль режимов давления, температуры, скорости подачи воды автоматизированы. При экстракции злакового и другого сырья используют только умягченную воду.

В промышленности экстракцию обжаренных зерен ржи, ячменя и корнеплодов цикория проводят в экстракторах непрерывного действия при режимах, указанных в табл. 35.

Таблица 35

Режимы экстрагирования ячменя, ржи и цикория в экстракторах непрерывного действия

Режим работы	Ячмень или рожь	Цикорий
Количество обжаренного полуфабриката, кг/ч	190–210	130–140
Температура питающей воды, °С	145–165	90–95
Давление в экстракторе, МПа	0,75–0,8	0
Скорость поступления воды, л/ч	800–1200	850–900

Режимы совместного экстрагирования

При производстве растворимых кофейных напитков совместному экстрагированию подвергаются: кофе натуральный и семена винограда; кофе натуральный и ячмень; кофе натуральный, семена винограда и ячмень; ячмень, рожь и кофе натуральный; ячмень и рожь.

Аппаратурно-технологическая схема производства растворимых кофейных напитков с применением совместной экстракции приведена на рис. 26.

Процесс совместной экстракции ячменя и кофе или ячменя, кофе и ржи осуществляется в шести колонных экстракторах полунепрерывного действия.

Режимы работы каждой колонны экстрактора приведены в табл. 36.

Для максимального извлечения экстрактивных веществ соотношение сырья и воды должно быть 1:5 или 1:6. Для сохранения такого соотношения подача воды на линию производительностью 2 т/сут должна составлять 950–1000 л/ч, а на линию производительностью 3 т/сут – 1200–1300 л/ч.

Процесс отбора экстракта и определение содержания в нем сухих веществ такие же, как при производстве кофе натурального растворимого. Отличие состоит лишь в том, что при экстракции злакового сырья из-за их высокой экстрактивности количество отбираемого экстракта из каждой колонны значительно больше (500–800 л) и содержание в нем сухих веществ также больше (25–27%), чем при экстракции кофе и семян винограда.

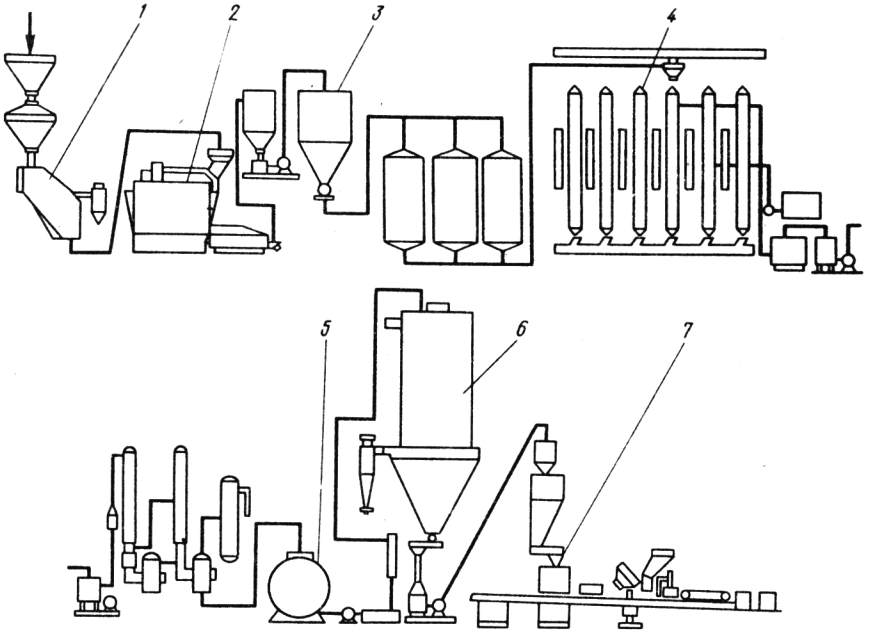


Рис. 26. Аппаратурно-технологическая схема производства растворимых кофейных напитков с применением колонных аппаратов для совместной экстракции нескольких компонентов сырья:
1 – аппарат для сепарации и очистки злаковых и кофе; *2* – обжарочный аппарат; *3* – дозатор обжаренных полуфабрикатов; *4* – колонный экстрактор; *5* – резервуар для экстракта; *6* – сушилка; *7* – фасовочный и упаковочный автоматы

Ввиду высокой сахаристости экстрактов злакового сырья и цикория коэффициенты пересчета сухих веществ при рефрактометрическом методе определения несколько иные, чем у экстракта кофе, и составляют для экстракта ячменя и ржи 0,98, для кофе натурального и ячменя 0,97, для цикория 1,0 и семян винограда 0,82.

Режимы совместной экстракции кофе и злакового сырья в батарее колонн

1-я колонна		2-я колонна		3-я колонна	
температура, °С	давление, МПа	температура, °С	давление, МПа	температура, °С	давление, МПа
70–80	0	Загрузка	–	–	–
95–105	0,1–0,2	70–80	0	Загрузка	–
110–120	0,4–0,5	95–105	0,1–0,2	70–80	0
135–145	0,6–0,7	110–120	0,4–0,5	95–105	0,1–0,2
150–165	0,9–1,1	135–145	0,6–0,7	110–120	0,4–0,5
Разгрузка-загрузка	–	150–165	0,9–1,1	135–145	0,6–0,7

Из емкостей для предварительного хранения экстракт, проходя через систему фильтров без охлаждения, поступает на концентрирование или ферментацию, если экстракт получен из злакового сырья.

ФЕРМЕНТАЦИЯ ЭКСТРАКТА ЗЛАКОВОГО СЫРЬЯ

Растворы амилолитических ферментных препаратов готовят в специальной емкости, установленной в изолированном помещении. Растворы готовят на воде или экстракте при температуре 40–50°С. Подача растворов в ферментаторы осуществляется через дозаторы по закрытой системе трубопроводов. Доза препарата зависит от активности ферментов и концентрации раствора, вносят препарат из расчета 0,02–0,03% к массе экстракта.

Ферментацию экстракта осуществляют в ферментаторах или резервуарах с мешалками, процесс длится 35–40 мин при температуре 40–60°С и pH 4,6–5,5.

Обработанный ферментами экстракт поступает в емкости, затем его купажируют (по рецептуре), исходя из массовой доли сухих веществ в каждом из компонентов, и подают на концентрирование.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ЭКСТРАКТА

Для увеличения производительности распылительной сушилки экстракты концентрируют, причем экстракты из злакового сырья и цикория концентрируют отдельно или в смеси с экстрактом кофе.

Концентрирование производят в двухколонных вакуум-испарительных установках фирмы "Вейганд" (ФРГ) производительностью 850 л/ч при температуре 65–70°С и небольшом разрежении до содержания сухих веществ в продукте 35–40% и вязкости не более 2,0 Па · с. После этого экстракты направляют на сушку.

СУШКА ЭКСТРАКТОВ

За рубежом разработано несколько способов сушки экстрактов, заменителей кофе. По одному из этих способов экстракт заменителя кофе смешивают с сахарным сиропом или кристаллическим сахаром при концентрации сухих веществ 32%

Таблица 36

экстрактора полунепрерывного действия

4-я колонна		5-я колонна		6-я колонна	
температура, °С	давление, МПа	температура, °С	давление, МПа	температура, °С	давление, МПа
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
Загрузка	–	–	–	–	–
70–80	0	Загрузка	–	–	–
95–105	0,1–0,2	70–80	0	Загрузка	–
110–120	0,4–0,5	95–105	0,1–0,2	70–80	0

(соотношение сахара и экстракта 0,2:3,4). Смесь сушат в распылительной сушилке при температуре 160–190° С. Использование при сушке поверхностно-активных веществ, например лецитина, ухудшает вкус готового продукта (Тшейшнер, Доан, 1972; 1972). При сушке в распылительной сушилке экстракта заменителя кофе с молоком эти авторы показали, что при совместной сушке экстрактов с цельным и сгущенным молоком происходят быстрая денатурация белка и свертывание молока. На основании большого количества экспериментальных данных они пришли к выводу, что можно сушить смесь, состоящую из экстракта с содержанием сухих веществ не ниже 35% и свежего молока относительно низкой жирности. Причем смесь рекомендуется высушивать немедленно после составления.

Нами совместно с сотрудниками изучалась возможность применения метода сушки экстрактов во вспененном состоянии для производства сухих растворимых кофейных напитков и исследовались пенообразующие свойства концентрированных экстрактов кофейных напитков на основе цикория и ячменя: "Цикорий растворимый", "Ярославна" и "Ячменный" (Османов, Сыроедов, Нахмедов, 1983).

Вспенивание осуществлялось в механической взбивалке с вариатором, позволяющим регулировать частоту вращения взбивающей лопасти от 13,3 до 46,6 $с^{-1}$. В качестве основных показателей, определяющих свойства пены при сушке, были приняты газосодержание, средний размер пузырьков и устойчивость пены. Изучалось влияние на эти показатели концентрации экстракта, его температуры и частоты вращения лопасти.

Установлено, что концентрация и температура экстракта влияют на свойства пены посредством изменения вязкости и поверхностного натяжения. Повышение температуры ухудшает пенообразующую способность и устойчивость пены. Поэтому вспенивание производилось при температуре 20–25° С, концентрация изменялась в пределах от 60 до 70% (по рефрактометру).

На основании серии опытов установлено, что пена, пригодная к сушке, должна иметь газосодержание не менее 55% и устойчивость к расслаиванию и выделению жидкости в течение не менее 30 мин. Наилучшая пена была получена из концентратов с содержанием сухих веществ 66–70% при частоте вращения лопасти 20 $с^{-1}$.

Газосодержание пены ($Г$, в %) определяли как отношение объема газа $V_г$ к объему пены $V_п$.

$$Г = 100 V_г / V_п, \text{ или } Г = (\rho_ж - \rho_п)\, 100/\rho_ж,$$

где $\rho_ж$ и $\rho_п$ – объемная масса соответственно концентрата и пены, кг/м³.

Дисперсность пены определяли микроскопическим методом. Средний диаметр пузырьков ($d_{ср}$) рассчитывали по формуле

$$d_{ср} = \Sigma d_i N_i / \Sigma N_i,$$

где N_i – число пузырьков газа определенного диаметра d_i.

Зная $Г$ и $d_{ср}$, можно расчетным путем определить кратность ($к$), объемную массу ($\rho_п$), количество пузырьков (N) и поверхность раздела фазы в единице объема (S) по формулам:

$$к = 100/(100 - Г);\ N = Г/52,33\, d^3_{ср};\quad \rho_п = \rho_ж (1 - Г/100);\ S = Г/16,66 d_{ср}.$$

Таблица 37

Расчетные показатели, характеризующие свойства пены

Концентрат	Время взбивания, мин	Γ, %	$d_{ср} \cdot 10^6$, мкм	$N \cdot 10^{-14}$ 1/м³	$S \cdot 10^{-5}$, м²/м³	$\rho_ж$	$\rho_п$	κ
						кг/м³		
Напитка цикория	2	60,80	16,4	2,634	2,220	1330	521	2,5
	4	65,80	26,6	0,668	1,484	–	455	2,9
	6	63,80	27,0	2,396	2,226	–	482	2,7
Напитка "Ярославна"	2	54,40	16,4	2,764	1,990	1347	614	2,2
	4	68,70	22,0	1,184	1,848	–	422	3,2
	6	69,50	24,7	0,886	1,690	–	411	3,3
Напитка "Ячменный"	2	46,70	15,8	2,260	1,770	1314	700	1,9
	4	65,14	21,1	1,325	1,850	–	458	2,8
	6	68,80	24,0	0,951	1,720	–	410	3,2

В табл. 37 приведены рассчитанные значения показателей пены, полученных из концентратов с содержанием сухих веществ 69–70% при частоте вращения лопасти взбивателя 20 $с^{-1}$ в зависимости от продолжительности взбивания τ.

Анализ данных табл. 37 свидетельствует о том, что концентраты кофейных напитков обладают хорошими пенообразующими свойствами, образуют устойчивую пену с максимальным содержанием газа 65,8–69,5%, кратностью 1,9–3,3 и средним диаметром пузырьков 22–27 мкм. Наибольшую скорость насыщения газом имеет концентрат цикория. Увеличение доли экстракта ячменя в кофейных напитках снижает скорость вспенивания, но вместе с тем позволяет получить устойчивую пену с большим содержанием газа.

На рис. 27 представлены графики изменения содержания газа (Γ, в %) в зависимости от продолжительности взбивания.

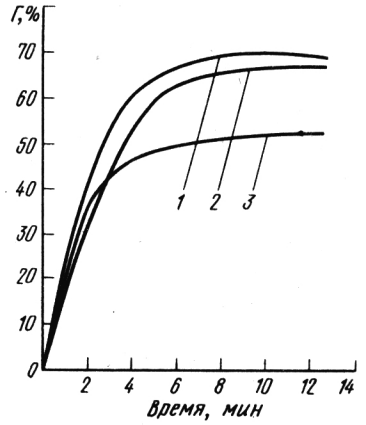


Рис. 27. Зависимость содержания газа и среднего диаметра пузырьков от продолжительности взбивания пены в концентратах кофейных напитков:
1 – цикорий; *2* – "Ярославна"; *3* – "Ячменный"

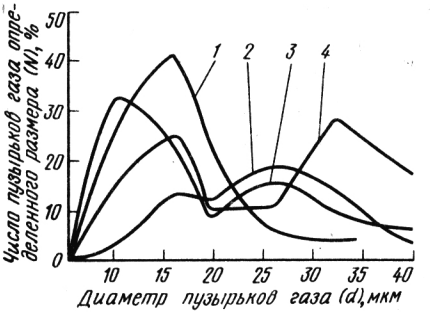


Рис. 28. Кривые распределения пузырьков газа по размерам в процессе взбивания пены в течение:
1 – 2 мин; *2* – 4 мин; *3* – 6 мин; *4* – 8 мин

Из графиков видно, что существует оптимальное время взбивания пены, при котором получается практически устойчивая пена с содержанием газа 63–69%. Дальнейшее увеличение продолжительности процесса приводит к некоторому уменьшению содержания газа, так как наряду с диспергированием происходит обратный процесс – коалесценция пузырьков, сопровождающаяся разрушением крупных пузырьков с выделением газа и образованием более мелких пузырьков. Это подтверждают кривые распределения пузырьков по размерам, представленные на рис. 28.

С увеличением продолжительности взбивания число пузырьков меньших размеров в первые 4 мин взбивания уменьшается, вероятно, за счет коалесценции и увеличивается доля крупных (25–35 мкм) пузырьков. После 8 мин взбивания характер кривых резко изменяется, т.е. увеличивается доля мелких (9–18 мкм) пузырьков, а крупных – уменьшается. Очевидно, произошел обратный процесс–диспергирование и частичное разрушение крупных пузырьков. Появление провалов или новых максимумов на кривых распределения свидетельствует о том, что вероятность коалесценции или дробления неодинакова. Содержание пузырьков (в %) размером 20–25 мкм в процессе взбивания пены практически не изменялось.

Устойчивость пены оценивали по времени расслаивания или выделения первой капли жидкости из пены. Исследования показали, что устойчивость пены зависит от ее газосодержания и дисперсности, но наиболее сильное влияние на устойчивость пены оказывает вязкость концентратов, которая является функцией температуры и концентрации.

При изучении зависимости устойчивости пены от исходной вязкости концентрата при постоянной температуре 25° С показано, что вязкость должна быть не менее 5,0 Па ·с, что соответствует содержанию сухих веществ в экстракте 62–69%.

Исследования показали, что из концентратов кофейных напитков с содержанием сухих веществ 65–70% и вязкостью более 5,0 Па · с можно получить устойчивую пену, вполне пригодную для сушки без применения поверхностно-активных веществ.

Использование метода пеносушки в производстве растворимых кофейных напитков позволит сохранить первоначальные свойства экстракта. Однако высушенный таким методом продукт требует дополнительного измельчения, что, очевидно, может вызвать увлажнение порошков.

Для сушки экстрактов злакового сырья и цикория испытаны распылительные сушилки ИСА-200, ПРСМ-ИТЭ-5 с дисковым распылением экстракта и вихревая распылительная сушилка ВРС-2100000 (разработана в Московском технологическом институте мясной и молочной промышленности). Испытывались экстракты нескольких рецептур растворимых кофейных напитков с содержанием сухих веществ 19–27% и динамической вязкостью 1,18–4,0 Па · с.

Обезвоживание экстрактов осуществлялось при температуре воздуха на входе в сушилку 160–230° С и на выходе из сушилки 80–95° С.

Известно, что подвижность дисперсных материалов зависит от сил сцепления между частицами, размеров и формы частиц, состояния их поверхности, пластичности материала, его адгезии и т.д. Подвижность сыпучих материалов обычно определяют по углу естественного откоса и коэффициенту подвижности.

Полученные порошки были разделены при помощи стандартных сит на фракции с размером гранул 0,1–0,2; 0,2–0,4; 0,40–0,63; 0,63–0,80 мм.

Для определения размера частиц, обладающих наилучшей сыпучестью, выявляли подвижность выбранных фракций по способности порошков к истечению из конусной воронки с отверстием диаметром 20 мм. Угол наклона образующей конуса воронки 77° 30′, вместимость 0,00042 м³, высота 125 мм, наибольший диаметр 80 мм, наименьший–50 мм (рис. 29).

График зависимости коэффициентов сыпучести (K) от размера частиц порошков приведен на рис. 30.

В порошках определяли также некоторые физико-механические свойства. При этом было установлено, что растворимые кофейные напитки, высушенные на дисковых распылительных сушилках, по гранулометрическому составу и интенсивности растворения в холодной и горячей воде не отвечают требованиям, предъявля-

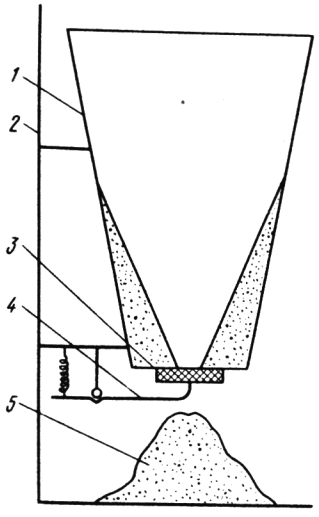


Рис. 29. Схема прибора для определения сыпучести агломерированных порошков:
1 – воронка; *2* – штатив; *3* – дно воронки; *4* – заслонка; *5* – материал

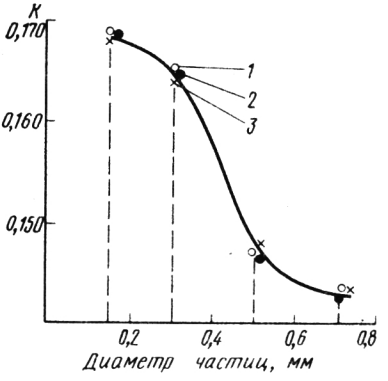


Рис. 30. График зависимости коэффициента сыпучести от гранулометрического состава порошков кофейных напитков:
1 – "Мария"; *2* – "Летний"; *3* – "Юбилейный"

емым к данным видам продукции. Порошки отличались мелкодисперсной структурой, быстрым комкованием и образованием крупных хлопьев в воде. Наряду с этим порошки обладали слабой сыпучестью и большой объемной массой, что затрудняло их фасовку в жестяную и полимерную тару.

Сухие растворимые кофейные напитки, полученные на вихревой распылительной сушилке, в зависимости от размера гранул сильно отличались друг от друга скоростью растворения в горячей и холодной воде.

Кофейные напитки, имеющие гранулы диаметром 0,1–0,3 мм, быстро комковались, образовывали крупные хлопья в холодной и горячей воде.

Следовательно, для предупреждения комкования растворимых кофейных напитков сушку экстрактов необходимо вести с одновременной агломерацией частиц. Такой агломерированный порошок из экстрактов вязкостью 1,18–4,0 Па · с и содержанием сухих веществ 17–35% удалось получить на вихревой распылительной сушилке.

В отличие от экстрактов кофе и злакового сырья экстракт чистого цикория целесообразно сушить при содержании сухих веществ не более 25%.

Кроме того, подача на сушку предварительно нагретого до 65–70° С цикорного экстракта способствует лучшему распылению частиц, чем охлажденного до 20° С. Ввиду большого количества углеводов цикорный экстракт не рекомендуется сушить при температуре воздуха на входе в сушилку более 200° С, для этого достаточна температура 185° С, а на выходе – 80–90° С.

В промышленности для сушки смесей экстрактов злакового сырья, цикория и кофе на распылительных сушилках фирмы "Ниро-Атомайзер" применяют следующие режимы: температура воздуха на входе в сушильную башню 230–270° С; температура воздуха на выходе из башни 95–

120°С; разрежение в конусе башни 0,04–0,08 МПа; давление в форсунках 2,5–6,0 МПа.

Экстракт цикория сушат при температуре воздуха на входе в сушилку 185–190°С, температуре воздуха на выходе из сушилки 80–90°С, разрежении в конусе башни 0,06–0,08 МПа и давлении в форсунках 4,0–6,0 МПа.

Экстракт перед сушкой нагревают до 80°С, а объемную массу порошка регулируют подачей в него инертного газа (CO_2 или азота).

Выходящий из сушилки порошок растворимого кофейного напитка из смеси злакового сырья, цикория и кофе должен иметь влажность не более 4,5% и объемную массу 180–240 г/дм^3, а порошок из чистого цикория – соответственно 3% и 220–250 г/дм^3.

ФАСОВКА, УПАКОВКА И ХРАНЕНИЕ ПОРОШКОВ

Для характеристики гигроскопических свойств и подбора соответствующей тары для фасовки и упаковки сухих растворимых кофейных напитков необходимо знать закономерности изменения равновесной влажности этих продуктов.

Равновесную влажность определяли тензиметрическим методом при температуре 20 + 1° С. Для этого навески помещали в бюксы, закладывали в эксикаторы с серной кислотой различной концентрации. Бюксы с образцами периодически взвешивали до тех пор, пока их масса не становилась постоянной.

Для исследования были взяты образцы растворимого цикория и напитка "Летний", а для сравнения – кофе натуральный растворимый. Начальная влажность этих порошков была соответственно 1,75; 4,0; 3,2; 2,1%. Интерес представляло сравнение сорбционных свойств этих порошков (распылительная сушка) с сухими напит-

Таблица 38

Равновесная влажность, в %, при 293 К (20° С)

Продукт	Процесс	Относительная влажность воздуха, %								
		2,8	11,6	22,5	30,3	39,0	48,4	62,0	71,7	84,8
Распылительная сушка										
Цикорий растворимый	Сорбция	0,7	1,2	2,4	4,0	6,3	8,8	13,9	20,4	29,2
	Десорбция	–	1,6	2,8	4,2	6,1	11,1	–	–	–
Напиток "Летний" (Днепропетровск)	Сорбция	0,9	2,1	3,3	3,8	4,7	6,5	10,0	13,5	20,1
	Десорбция	–	2,3	3,2	4,3	6,0	8,3	10,7	13,5	–
Напиток "Летний" (Львов)	Сорбция	0,9	1,8	3,7	–	5,1	6,8	10,3	13,8	21,0
	Десорбция	–	2,6	4,7	–	5,9	8,5	10,4	13,6	–
Кофе растворимый	Сорбция	0,5	1,6	2,4	3,4	4,9	7,3	11,8	17,4	25,2
	Десорбция	–	1,6	2,9	4,2	5,3	–	11,9	18,2	–
Пеносушка										
Напиток "Русское поле"	Сорбция	2,3	3,0	3,7	4,2	5,7	8,7	14,8	19,3	28,3
	Десорбция	–	3,0	3,5	4,5	6,2	10,3	–	–	–
Концентрат квасного сусла	Сорбция	1,4	3,1	3,8	3,9	5,2	7,7	13,1	18,5	29,0
	Десорбция	–	3,1	3,4	4,0	5,3	9,6	–	–	–

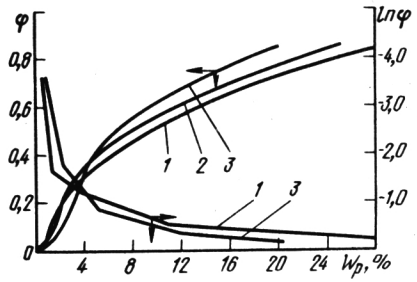


Рис. 31. Изотермы сорбции растворимых кофепродуктов распылительной сушки:
1 – цикорий растворимый; *2* – кофе растворимый; *3* – растворимый кофейный напиток "Летний"

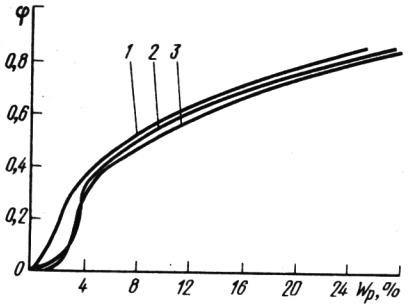


Рис. 32. Изотермы сорбции растворимых порошков, полученных различными методами сушки:
1 – кофе растворимый распылительной сушки (контроль); *2* – концентрат квасного сусла после пеносушки; *3* – растворимый кофейный напиток "Русское поле" после пеносушки

ками, полученными в Московском технологическом институте пищевой промышленности методом сушки пены. В качестве образцов были взяты концентрат квасного сусла и растворимый кофейный напиток "Русское поле".

Значения равновесной влажности (W_p, в %), полученные для процессов сорбции и десорбции при разной относительной влажности воздуха (φ), приведены в табл. 38.

Изотермы сорбции порошков кофепродуктов распылительной сушки показаны на рис. 31.

Из табл. 38 видно, что равновесная влажность сорбции (W_p^c) и десорбции (W_p^d) порошков не совпадает, т.е. наблюдается явление сорбционного гистерезиса.

Изотермы сорбции (см. рис. 31) для всех видов порошков имеют слабовыраженную *S*-образную форму, т.е. их можно отнести к изотермам II типа; в то же время изотермы сорбции цикория и кофе растворимого ближе всего подходят к изотермам III типа.

Изотермы сорбции порошков, полученных методом пеносушки, приведены на рис. 32.

Изотермы сорбции имеют форму, характерную для капиллярно–пористых материалов. Для определения сингулярных точек, свидетельствующих об изменении видов связи влаги с материалом, изотермы сорбции можно представить в логарифмической модификации. Это позволило кривые в исследуемом диапазоне ($\varphi < 0{,}85$) условно разделить на четыре зоны сорбции: I – зона заполнения активных сорбционных центров; II – зона полимолекулярной адсорбции; III – зона аморфизации или набухания; IV – зона саморастворения.

Значения равновесной влажности порошков разных методов сушки в зависимости от относительной влажности воздуха φ, соответствующей каждой зоне, представлены в табл. 39.

Сравнение данных табл. 39 и изотерм сорбции свидетельствует о том, что при почти одинаковом характере сорбции порошки имеют несколько отличные параметры, определяющие их свойства. Равновесная влажность, соответствующая максимальному значению относительной влажности воздуха ($\varphi = 0{,}85$), в обоих образцах кофейного напитка "Летний" значительно меньше, чем в других образцах. Вместе с тем для напитка "Летний" и для порошков, полученных методом пеносушки, аморфное состояние и саморастворение наступают при более высоких значениях относительной влажности по сравнению с порошками кофе и цикория. Это объяс-

Таблица 39

Равновесная влажность некоторых растворимых порошков в зависимости от зоны сорбции

Зона сорбции	Цикорий растворимый порошкообразный	Кофейный напиток "Летний"	Кофе растворимый	Кофейный напиток "Русское поле"	Концентрат квасного сусла
	Распылительная сушка			Пеносушка	
I	0 –0,20	0 –0,18	0 –0,21	0 –0,30	0 –0,30
II	0,20–0,35	0,18–0,43	0,21–0,37	0,30–0,45	0,30–0,44
III	0,35–0,58	0,43–0,67	0,37–0,60	0,45–0,67	0,44–0,56
IV	0,58–0,85	0,67–0,85	0,60–0,85	0,67–0,85	0,65–0,85

няется содержанием в них различных форм углеводов и влиянием способа получения порошка на микроструктуру.

Наиболее важное значение для практики имеют параметры мономолекулярного слоя, так как влагосодержание монослоя $И_m$ дает возможность обосновать значение остаточной влажности после сушки для длительного хранения, а величина φ_m позволяет определить условия и режимы хранения, а также вид упаковки.

Из данных табл. 39 следует, что порошки кофепродуктов распылительной сушки обладают мономолекулярной адсорбцией на участке в интервале φ_m, равном 0–0,20, а продукты, полученные методом пеносушки, – в интервале φ_m, равном 0–0,30.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что фасовку порошкообразных растворимых кофейных напитков из злакового сырья и цикория необходимо производить в герметичные тароупаковочные материалы, так как эти продукты обладают высокой гигроскопичностью.

За рубежом для фасовки и упаковки продуктов сухих растворимых кофейных напитков применяют различные виды полимерных материалов, стеклянную и жестяную тару.

Так, фирмы "Ниро-Атомайзер" (Дания), "Грилл и Гроссман" (Австрия), "Магра" (Франция) рекомендуют упаковывать эти продукты только в герметичную жестяную тару, а фирмы "Италиимпианти-Стар" (Италия) и "Пфистер" (ФРГ) кроме жестяных банок предлагают также различные виды упаковок из картона, полимерных и комбинированных материалов, состоящих из белой жести (нижняя и верхняя часть банки) и картона, покрытого изнутри полимерной пленкой.

Фирма "Копак Вендона" (Англия) предложила упаковывать растворимые кофейные напитки из кофе и цикория в герметичные картонные коробки с вкладышем толщиной 400 мкм.

В ПНР для фасовки сухих растворимых кофейных напитков применяют двух- и трехслойные полимерные материалы на основе диафана.

Для выбора оптимальной упаковки и условий хранения сухих растворимых кофейных напитков нами испытаны пакеты из полимерной пленки полиэтилен–целлофан (ПЦ-2), пакеты из комбинированного материала полиэтилен–алюминиевая фольга–целлофан (ПФЦ) и банки из белой жести.

Исследования показали, что в растворимых кофейных напитках, расфасованных в разные виды упаковки и находившихся в различных условиях хранения, происходят существенные изменения качества.

Так, на третьем месяце хранения в упаковке из пленки полиэтилен–целлофан (ПЦ-2) сыпучесть порошка начинает снижаться и аромат напитка ослабевает. В последующие месяцы порошок приобретает бурый или матовый оттенок, сыпучесть его резко уменьшается, а вкус и аромат становятся неприятными. Через 6 мес продукт становится непригодным для употребления.

Сравнивая температурные режимы хранения, следует отметить, что образцы в ПЦ-2, хранившиеся при относительно низкой температуре (+3÷ –5° С) в течение 3,5–4 мес, имеют удовлетворительное качество; несколько хуже образец, хранив-

шийся при 18–20° С, который пригоден для употребления через 3 мес, а образец, хранившийся при высокой температуре, уже через 1 мес теряет свой вкус и аромат.

В пакетах ПФЦ растворимые кофейные напитки могут храниться в течение 8–9 мес без ухудшения качества. Лишь через 8 мес в варианте продукции, расфасованной в ПФЦ и находившейся в условиях относительно высокой температуры (28–30° С), наблюдаются некоторые изменения в цвете и консистенции порошка, а также во вкусе и аромате напитка. При хранении порошка в жестяных банках при температуре +3 ÷ –5 и +18 ÷ – 20° С вкус и аромат в течение 9 мес не изменялись. Некоторое ослабление аромата и появление слабой горечи в напитке также были отмечены в образце, находившемся в термостате при 28–30° С.

Исследования показали, что процесс адсорбции влаги продуктом наиболее активно протекает в упаковке из пленки ПЦ-2, менее интенсивно – в упаковке из ПФЦ и в жестяной банке. Интенсивное увлажнение продукции в упаковке из ПЦ-2 сопровождается изменением pH и других физико-химических показателей.

При хранении растворимого кофейного напитка в пакетах из пленки ПФЦ и в жестяных банках влажность продукта в течение 9 мес увеличивается незначительно. Хотя отмечаются некоторые изменения pH, общей кислотности и содержания кофеина, но они не отражаются на вкусовых и ароматических свойствах продукта.

Однако в процессе хранения при температуре 28–30° С термическое воздействие на продукт проявляется в менее интенсивном поглощении влаги, относительно низком значении pH и соответственно высокой кислотности, заметном возрастании содержания кофеина и скорости растворения в холодной и горячей воде.

Таким образом, при хранении порошка растворимого кофейного напитка на основе цикория и злакового сырья в негерметичной упаковке в нем прежде всего увеличивается влажность и изменяется pH, что ухудшает вкус, цвет и аромат продукта.

Нами и сотрудниками изучались отечественные комбинированные пленочные материалы для упаковки растворимых кофейных напитков и сохранность качества этих продуктов в вакуумированных и невакуумированных полимерных пакетах при длительном хранении. Были испытаны бумага–поливинилиденхлоридное покрытие (ВХВД-65), бумага–полипропилен (БПЛ), целлофан–алюминиевая фольга–полиэтилен (ЦФП) и лавсан–полиэтилен (ЛП). В результате было установлено, что в процессе хранения растворимые кофейные напитки не влияют на физико-механические свойства материалов упаковки из ЛП и ЦФП; нарушаются паро-, газо- и ароматопроницаемость ВХВД-65 и БПЛ.

Свойства пакетов отразились на органолептических и физико-химических показателях растворимых кофенапитков. Наиболее интенсивное увлажнение продукта наблюдалось в пакетах из поливинилиденхлоридного покрытия и бумаги–полипропилена. Особенно резко повышалась влажность в этих пакетах в первые месяцы хранения, затем некоторое время она оставалась без изменения, а через 8 мес хранения, когда начинался процесс комкования, влажность продукта даже несколько снижалась. Это явление, очевидно, связано с потерей порошком сорбционной способности и характером изотермы сорбции влаги.

Однако в пакетах из целофана–фольги–полиэтилена влажность порошка за тот же период в среднем увеличилась лишь на 1–1,5% и даже не достигла влажности, рекомендуемой в стандартах для данных типов продуктов после 6-месячного хранения.

Это свидетельствует о том, что отечественная трехслойная полимерная упаковка на основе алюминиевой фольги по паро- и водопроницаемости не уступает аналогичным импортным образцам. В вакуумированных пакетах увлажнение продукта при хранении происходит несколько интенсивнее, чем в пакетах без вакуума. Такая зависимость обнаружена в пакетах из ВХВД-65, БПЛ и ЛП. Для пакетов из трехслойного материала целлофан–фольга–полиэтилен такой зависимости обнаружено не было. Это дополнительно подтверждает малую газо- и паропроницаемость упаковок из материала на основе алюминиевой фольги.

По мере повышения влажности продукта при хранении значение pH увеличивается.

Весьма интересным оказался факт, что во всех образцах, подвергнутых анализу в процессе хранения, содержание кофеина в растворимых напитках заметно возрастало. Кофеин, как известно, – биологически активный алкалоид и относится к азотистым соединениям. Его изменения в активных средах допускаются. Возможно, что некоторое увеличение кофеина в процессе хранения происходит за счет взаимопревращения азотистых веществ.

Органолептические показатели растворимых кофейных напитков при хранении в отечественной полимерной упаковке приведены в табл. 40.

Наиболее низкие оценки получили порошки, расфасованные в пакеты из материалов бумага–поливинилиденхлоридное покрытие и бумага–

Таблица 40

Органолептическая характеристика

Вид и способ упаковки	Дегустационная оценка после 3-месячного хранения, баллы	Дегустационная оценка после 8-месячного хранения, баллы
	Кофейный напиток "Мария"	
Бумага ВХВД-65		
под вакуумом	Посторонний вкус, запах бумаги; 4,0	Посторонний вкус, запах бумаги; 3,0
без вакуума	Снят с хранения из-за негерметичности шва	Снят с хранения
Бумага – полипропилен		
под вакуумом	Снят с хранения	Снят с хранения
без вакуума	Вкус слабый с привкусом бумаги; 3,5	Имеет посторонний привкус; 3,0
Лавсан–полиэтилен		
под вакуумом	Со свойственным напитку вкусом и ароматом; 4,0	Вкус и аромат нетипичны, комкуется; 3,0
без вакуума	То же	То же
Целлофан–фольга–полиэтилен		
под вакуумом	Вкус и аромат приятные, цвет напитка хороший; 4,5	Вкус и аромат удовлетворительные, но без вакуумной упаковки лучше; 3,5
без вакуума	То же	То же
	Кофейный напиток "Летний"	
Бумага ВХВД-65		
под вакуумом	Снят с хранения	Снят с хранения
без вакуума	Ощущается запах бумаги; 3,0	Посторонний вкус, запах бумаги; 3,0
Бумага–полипропилен		
под вакуумом	Снят с хранения	Снят с хранения
без вакуума	Вкус слабый с привкусом бумаги; 3,5	Имеет посторонний вкус; 3,0
Лавсан–полиэтилен		
под вакуумом	Со свойственным напитку вкусом и ароматом; 4,0	Вкус и аромат нетипичные для напитка; 3,0
без вакуума	То же	То же
Целлофан–фольга–полиэтилен		
под вакуумом	Вкус и аромат напитка приятные; 4,5	Вкус и аромат удовлетворительные; 3,5
без вакуума	То же	То же

полипропилен, несколько выше – порошки, хранившиеся в упаковках из лавсана–полиэтилена, а лучшими оказались порошки в пакетах из целлофана–фольги–полиэтилена.

Кроме того, в результате систематических наблюдений за качеством продукта при хранении установлено, что бумага ВХВД-65 и бумага–полипропилен совершенно непригодны для упаковки растворимых кофейных напитков, так как уже за 1–1,5 мес хранения продукт приобретает посторонний запах и изменяется во вкусе.

В упаковках из материала лавсан–полиэтилен качественные показатели растворимых кофейных напитков оставались относительно удовлетворительными только 3–4 мес, при более продолжительном хранении этот материал также не защищал продукт от посторонних воздействий.

Комбинированный материал целлофан–алюминиевая фольга–полиэтилен в течение 8 мес хранения растворимых напитков "Мария" и "Летний" обеспечивает сохранность вкуса, цвета и аромата, свойственных этим продуктам.

Сравнивая способы упаковки, следует отметить, что вакуумирование пакетов из бумаги ВХВД-65 и бумаги–полипропилена не дает положительного эффекта: порошок начинает комковаться, влажность увеличивается, и качество его ухудшается, что выражается в появлении бурого оттенка и исчезновении блеска порошка.

Несколько лучше сохраняется продукт в вакуумной упаковке лавсан–полиэтилен, но непродолжительное время. Видимо, из-за высокой газо-, воздухо- и влагопроницаемости этих материалов условия среды воздушного пространства над продуктом меняются: содержание кислорода увеличивается, влажность продукта возрастает и в результате качество порошка ухудшается.

Концентрация кислорода над растворимым кофепродуктом в пакетах из различных полимерных материалов в значительной степени влияет на качество продукта при длительном хранении. Очевидно, хорошая сохраняемость объясняется малым содержанием кислорода в вакуумированных пакетах из трехслойного материала (целлофан–алюминиевая фольга–полиэтилен). Эти материалы показали самую незначительную газо-, воздухо- и влагопроницаемость.

Таким образом, полимерные материалы на основе бумаги и покрытий ВХВД-65 и полипропилен непригодны для хранения растворимых кофейных напитков, вырабатываемых на основе цикория и злакового сырья. Для фасовки этих продуктов можно рекомендовать лавсан–полиэтилен (хранение до 5 мес) и целлофан–алюминиевую фольгу–полиэтилен (до 8 мес). Последний помимо перечисленных преимуществ обладает высокими санитарно-гигиеническими показателями; входящая в его состав алюминиевая фольга легка, хорошо отражает свет, тепло, лучше поддается внешней отделке и придает упаковке эластичность. Удобным является нанесение красочной печати на сторону целлофана, соприкасающуюся с фольгой. В этом случае печать надежно защищена от внешних механических воздействий.

Выпущены опытно-промышленные партии продукции растворимых

кофейных напитков в упаковке из отечественного материала целлофан–фольга–полиэтилен. Замена баночек из белой или хромированной жести полимерными материалами даст значительный экономический эффект.

В настоящее время сухие растворимые кофейные напитки в СССР в основном фасуют в банки из белой или хромированной жести массой нетто 100 г. Из-за высокой объемной массы порошкообразного растворимого цикория его разрешается фасовать порциями до 150 г.

Подачу растворимого кофейного напитка из бункеров в автоматы, наполнение, закатку банок и упаковку фасованной продукции в короба или ящики осуществляют таким же методом, как и в производстве кофе натурального растворимого.

При фасовке чистого порошкообразного цикория разрежение в банке устанавливают экспериментальным путем в зависимости от плотности порошка, агломерации частиц и количества продукта, входящего в каждую банку.

УЧЕТ ПОТЕРЬ И НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ

Потери и отходы в производстве растворимых кофейных напитков определяют по той же методике, что и при производстве кофе натурального растворимого.

Нормы расхода сырья, отходы и потери на каждом этапе технологического процесса регламентируются требованиями утвержденной технологической инструкции.

Методика расчета норм расхода сырья на единицу готовой продукции в производстве растворимых кофейных напитков не отличается от методики расчета норм расхода сырья при производстве растворимого кофе.

Расчет дозирования обжаренных полуфабрикатов производят раздельно по следующей формуле:

$$K = [(A + Б)B]/Г,$$

где K – число загрузок; A – расход первого компонента, кг; $Б$ – расход второго компонента, кг: B – суточная мощность линии, т; $Г$ – общее количество обжаренного полуфабриката, загружаемого в первую батарею, кг.

Разовую загрузку P_A (в кг) первого компонента, $P_Б$ второго компонента обжаренных полуфабрикатов рассчитывают по формулам:

$$P_A = (AB)/K;\ P_Б = БВ/K.$$

Действующие рецептуры растворимых кофейных напитков приведены в табл. 41.

Таблица 41

Состав растворимых кофейных напитков (в %)

Растворимый кофейный напиток	Ячмень	Рожь	Цикорий	Семена винограда	Кофе натуральный I или II сортов или их смесь
"Бодрость"	40	20	40	–	–
"Валгумс"	50	30	–	–	20
"Курземе"	95	–	5	–	–
"Летний"	80	–	–	–	20
"Львовский"	40	20	25	–	15
"Мария"	65	–	15	–	20
"Новость"	40	15	35	–	10
Цикорный растворимый	–	–	100	–	–
"Черноморский"	60	–	10	15	15
"Южный"	70	–	–	10	20

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА И ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОМУ ПРОДУКТУ

Контроль производства растворимых кофейных напитков начинается с проверки качества каждой партии сырья и тары, поступающих на предприятие.

При подготовке сырья и очистке его на сепараторах по мере поступления новых партий сырья, но не реже 1 раза в сутки определяют массовую долю влаги и наличие посторонних примесей, плесеней, видимых невооруженным глазом.

В процессе обжаривания непрерывно контролируют температуру и время обжаривания каждой партии сырья, не менее 2 раз в смену определяют массовую долю влаги, pH, а также не менее 1 раза – экстрактивные вещества обжаренного полуфабриката. Потери массы определяют в каждом новом виде или сорте сырья.

При измельчении обжаренных кофе и семян винограда контролируют гранулометрический состав измельченных частиц не реже 2 раз в смену.

При дозировании компонентов периодически контролируют массу полуфабриката, загружаемого в экстракционную батарею или экстрактор непрерывного действия.

В процессе экстракции обжаренных полуфабрикатов контролируют: жесткость воды для экстрагирования 2 раза в смену; расход питающей воды не реже 1 раза в час; температуру и давление в экстракторах постоянно; массовую долю сухих веществ в экстракте не менее 3 раз в середине каждого отбора экстракта или через каждые 25–30 мин при непрерывном способе экстрагирования; массовую долю сухих веществ в шламе не менее 2 раз в неделю.

В процессе ферментации экстракта контролируют: дозу ферментных препаратов с учетом их активности и осахаривающей способности; время ферментации не реже 1 раза для каждой партии экстракта; температуру ферментации через каждые 15 мин; вязкость и pH ферменти-

руемого экстракта не менее 2 раз в каждой партии; массовую долю сухих веществ до ферментации, не менее 2 раз в процессе выдерживания с ферментным препаратом и в конце процесса.

При смешивании (купажировании) экстрактов определяют массовую долю сухих веществ в них не менее 2 раз в смену и в соответствии с этим по массе и согласно рецептуре производят смешивание двух или трех компонентов.

В процессе концентрирования экстракта контролируют: разрежение в аппарате непрерывно или не реже 1 раза в течение 10 мин; температуру непрерывно или не реже 3 раз в час; вязкость концентрируемого экстракта периодически, но не реже 3 раз в час; массовую долю сухих веществ концентрируемого экстракта в каждой партии и в ходе ведения процесса.

В процессе сушки экстракта контролируют: температуру воздуха на входе и выходе из сушильной установки, разрежение в конусе башни и давление на форсунке постоянно, но реже 2–3 раз в час; массовую долю сухих веществ в экстракте перед подачей на сушилку 2–3 раза в смену; объемную массу и массовую долю влаги в выходящем из сушилки порошке постоянно в течение смены и в каждой партии.

При фасовке, упаковке и маркировке контролируют массу нетто и качество упаковки не реже 1 раза в час и 2–3 раза в смену для контролера ОТК. При приемочном контроле выборочно проверяют каждую партию выпускаемой из цеха готовой продукции в соответствии с требованиями действующего стандарта.

Растворимые кофейные напитки вырабатывают в соответствии с требованиями действующих технических условий. Органолептические и физико-химические показатели качества продукта должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 42.

Таблица 42

Показатели качества растворимых кофейных напитков

Показатель	Характеристика, нормы
Цвет	Коричневый, разной степени интенсивности
Консистенция	Порошкообразная
Вкус и аромат	Свойственные данному продукту, без посторонних вкуса и запаха
Массовая доля влаги, %, не более	
при выпуске с производства	4,5
к окончанию гарантийного срока хранения	6,0
Массовая доля общей золы в пересчете на сухое вещество, %, не менее	3,5
pH (напитка), не менее	4,5
Полная растворимость	
в горячей воде (95–98°С)	В течение 30 с
в холодной воде (20°С)	В течение 3 мин
Массовая доля металломагнитных примесей (величина отдельных частиц в наибольшем линейном	0,0003

Окончание табл. 42

Показатель	Характеристика, нормы
измерении не должна превышать 0,3 мм), %, не более	
Массовая доля кофеина в пересчете на сухое вещество, %, не менее	
при закладке в рецептуры кофе натурального I сорта	
10%	0,3
15%	0,4
20%	0,6
при закладке в рецептуры кофе натурального II сорта	
10%	0,4
15%	0,6
20%	0,8

Примечание. Количество кофеина определяют только в тех растворимых напитках, в состав которых входит кофе натуральный. Гарантийный срок хранения растворимых кофейных напитков 6 мес со дня выработки.

ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КОФЕНАПИТКОВ

Технологический процесс получения растворимых кофейных напитков предусматривает высокие температурные режимы обжаривания, экстрагирования и сушки и может оказывать существенное влияние на пищевую и биологическую ценность продукта.

При высоких температурных режимах (особенно при длительных) происходит взаимодействие между функциональными группами белка, аминосоединениями, с одной стороны, и редуцирующими сахарами, жирами – с другой. При этом снижается биологическая ценность готового продукта, но значительно улучшается его вкус и аромат. Формирование ароматического комплекса и цвета происходит не только за счет участия свободных аминокислот в реакциях окислительно-восстановительного взаимодействия с редуцирующими сахарами, но и участия белковых веществ. Наличие же повышенного количества редуцирующих сахаров ускоряет степень термического повреждения белковых веществ.

Очевидно, что белковые вещества и углеводы злакового сырья и цикория имеют первостепенное значение в технологическом процессе получения растворимых кофейных напитков.

В связи с этим мы изучали содержание связанных с белками аминокислот некоторых растворимых кофейных напитков ("Летний", "Львовский", "Мария", "Южный"), отличающихся составом рецептурных смесей (Нахмедов, Козлова, 1981; Нахмедов, Ломачинский, Козлова, 1982).

Общий азот, необходимый для вычисления содержания белка, определяли по Кьельдалю, аминокислотный состав – на анализаторе ЛКБ 4101 (Швеция). В результате хроматографического анализа было обнаружено 17 аминокислот (табл. 43) и несколько веществ было неидентифицировано. Неидентифицированные вещества дают аналогичную аминокислотам реакцию с нингидрином и, очевидно, относятся к соединениям, имеющим аминные группы. Что же касается незначительного отличия по числу пиков на хроматограммах между напитками "Южный" и остальными, то, очевидно, это вызвано наличием в его составе семян винограда.

Наибольшее количество аминокислот (13,82%) содержалось в напитке "Летний", состоящем из ячменя и кофе, несколько меньше (10,2%) в напитках "Львовский" (ячмень, кофе, рожь, цикорий), "Мария" [9,52% (ячмень, кофе и цикорий)] и "Южный" [8,35% (ячмень, кофе и семена винограда)]. Это свидетельствует о том, что напитки с большим удельным весом злакового сырья в рецептурах ("Летний" и "Львовский") более богаты аминокислотами, чем напитки, содержащие в

Таблица 43

Качественный и количественный состав связанных аминокислот растворимых кофейных напитков (в г на 100 г продукта)

Аминокислота	"Мария"	"Летний"	"Львовский"	"Южный"
Аспарагиновая кислота	0,44	1,10	0,61	0,27
Треонин	0,09	0,34	0,29	0,26
Серин	0,06	0,27	0,20	0,16
Глутаминовая кислота	3,61	3,71	2,48	2,52
Пролин	1,56	1,80	1,80	0,89
Глицин	0,23	0,31	0,38	0,34
Аланин	0,48	0,54	0,46	0,28
Цистин	Следы	0,70	0,58	0,34
Валин	0,53	0,30	0,26	0,24
Метионин	0,10	0,23	0,29	0,14
Изолейцин	0,19	0,38	0,35	0,14
Лейцин	0,21	1,14	0,65	0,29
Тиразин	0,20	0,66	0,80	0,72
Фенилаланин	0,11	0,49	0,31	0,67
Гистидин	0,79	0,99	0,42	0,29
Лизин	0,78	0,61	0,32	Следы
Аргинин	0,14	0,25	Следы	0,40
Суммарное содержание аминокислот	9,52	13,82	10,20	7,95
Сумма незаменимых аминокислот	2,01	3,49	2,47	1,74

значительном количестве бедное белковыми веществами сырье (цикорий, семена винограда, кофе). Кроме того, приведенные нами данные подтверждают известное мнение исследователей о том, что повышенное содержание редуцирующих сахаров в среде интенсифицирует реакции меланоидинообразования (при этом хотя и снижается биологическая ценность продукта, но значительно улучшается вкус и аромат готового продукта). Действительно, внесение в рецептуры цикория в количестве 15–25% способствует улучшению вкуса и аромата.

По сумме незаменимых аминокислот (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и лизин) растворимые кофейные напитки также отличались друг от друга.

Триптофан определяли качественно, поэтому его содержание в напитках установлено в виде следов. Так, доля незаменимых аминокислот в 100 г напитка "Летний" составляла 25,2% от общего количества аминокислот, в напитке "Мария" – 21,1, в напитке "Львовский" – 24,2 и в напитке "Южный" – 21,9%. Значительное колебание в содержании отдельных аминокислот, очевидно, объясняется различиями во взаимодействии связанных и свободных аминокислот с углеводами в ходе пиролитических процессов, протекающих при обжаривании, экстракции сырья и сушке экстракта.

Таким образом, установлено, что в процессе производства растворимых кофейных напитков все же значительное количество аминокислот сохраняется и переходит в готовый продукт. В то же время следует учитывать, что триптофан ввиду своей лабильности может в известной мере разрушаться.

Согласно формуле сбалансированного питания А.А. Покровского (1976) дневная потребность взрослого человека в незаменимых аминокислотах составляет 20–31 г, а в заменимых – 48–51 г. Хотя ясно, что растворимые кофейные напитки не относятся к продуктам первой необходимости, но тем не менее наличие в каждой чашке напитка (в 5 г порошка) 500–700 мг аминокислот, в том числе 110–180 мг незаменимых, позволяет в определенной степени восполнить суточный рацион человека.

Известно, что макро- и микроэлементы являются активными катализаторами окислительно-восстановительных процессов, а также неотъемлемой составной частью пищевых продуктов. Минеральный состав растворимых кофейных напитков исследовали (Нахмедов, Ломачинский, Церевитинов, 1978; Ломачинский, Нахмедов, Андреева, 1980) на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы "Перкин-Элмер" модели 303. Для этого по специальной методике готовили растворы, которые использовали для определения содержания макро- и микроэлементов в напитках.

Аналитическая линия цинка 2138 Å, железа 2483 Å, марганца 2795 Å, магния 2852 Å, меди 3247 Å, кальция 4227 Å, натрия 5890 Å и калия 7665 Å. Оптимальный рабочий предел для цинка от 0,2 до 3,0, для магния от 0,2 до 2,0, для натрия от 0,3 до 3,0, для калия и кальция от 1,0 до 10,0, для железа, меди и марганца от 2,0 до 20,0 мг элемента в 1 мл водного раствора.

Чувствительность прибора на 1%-ной абсорбции позволяет определить 0,01 мкг/мл магния, 0,04 мкг/мл цинка и натрия, 0,1 мкг/мл калия, кальция и марганца и 0,15 мкг/мл железа и меди.

Методика анализа, включая выбор резонансной линии, ввод в пламя горелки растворов и снятие показания прибора, для всех рецептур растворимого кофейного напитка была одинакова.

Содержание элементов в растворимых кофейных напитках в пересчете на сухое вещество определяли по формуле

$$X = (K \circ 50)\,100/[\,a \circ 1000(1 - 0{,}01B)\,],$$

где X – содержание элемента, мг/100 г; K – показание прибора, мкг/мл; a – масса навески продукта, г; B – влажность продукта, %.

Минеральный состав быстрорастворимых кофейных напитков приведен в табл. 44.

Быстрорастворимые кофейные напитки из хлебных злаков и цикория содержат большое количество макро- (калий, натрий, кальций, магний) и микроэлементов (железо, медь, марганец, цинк), необходимых организму человека. При этом оказалось, что особенно богаты минеральными элементами напитки, изготовленные из ячменя и ржи. Так, если в растворимом цикории суммарное содержание минеральных элементов составляет 1562,29 мг%, то в напитке "Новость" оно достигает 2656,47 мг%, в "Южном" – 2709,3, в "Бодрости" – 2805,95 мг%.

Среди минеральных элементов в растворимых кофейных напитках по удельной массе преобладает калий, затем в убывающем порядке следуют натрий > кальций > магний > железо > цинк > марганец > медь.

Кроме аминокислот и минеральных элементов в растворимых кофейных напитках содержатся легкоусвояемые сахара (глюкоза, фруктоза, декстрины, пентоза, крахмал, в напитках с добавлением цикория – и инулин) – от 30 до 60%, фенольные соединения (хлорогеновые кислоты и танин) – 3,5–7,0%, органические кислоты, жирные кислоты, летучие и нелетучие ароматические вещества, водорастворимые и усвояемые организмом коричневые и темноокрашенные пигменты и другие биологически ценные вещества.

Таблица 44

Минеральный состав растворимых кофейных напитков (в мг/100 г сухого вещества)

Кофейный напиток	Калий	Натрий	Кальций	Магний	Железо	Медь	Марганец	Цинк
"Летний"	1721,4	315,0	183,5	112,4	14,95	1,52	2,00	2,54
"Южный"	1985,0	400,0	192,8	110,0	15,80	1,43	1,85	2,45
"Львовский"	1892,0	368,0	210,5	119,0	12,54	1,25	1,74	2,23
"Новость"	2043,4	315,2	165,8	107,34	19,22	1,14	1,98	2,33
"Бодрость"	2164,5	319,5	174,8	125,8	14,74	1,26	1,88	2,52
Растворимый цикорий	716,9	427,1	303,5	101,9	9,09	0,65	1,31	1,84

ГЛАВА 7. ПРОИЗВОДСТВО ПАСТООБРАЗНЫХ РАСТВОРИМЫХ КОФЕЙНЫХ НАПИТКОВ

Пастообразные растворимые кофейные напитки представляют собой продукт, полученный путем обжаривания сырья, экстракции обжаренного полуфабриката или сушеного цикория и концентрирования экстракта до пастообразного состояния.

Пастообразные растворимые кофейные напитки выпускают из чистого цикория или же с его добавлением. Они предназначаются для быстрого приготовления горячего или холодного напитков с добавлением или без добавления сахара, молока или сливок по вкусу. Кроме того, пастообразные растворимые кофейные напитки могут применяться в качестве добавок к натуральному кофе для придания ему полноты вкуса, цвета и насыщенности.

Первые попытки изготовления пастообразного (наподобие студня) цикория в нашей стране были сделаны в 40-х годах нашего столетия. Обжаренный молотый цикорий 3-кратно экстрагировали горячей водой в соотношении 1:2 в течение 15 мин. Каждый раз экстракты отфильтровывали, объединяли и уваривали до концентрации сухих веществ 30%. К каждым 100 частям концентрированной массы добавляли 20 частей по массе патоки с концентрацией сухих веществ 42%, и смесь вновь уваривали до консистенции густого сиропа (до карамельного состояния). Для отдушки к массе добавляли ванилин, затем охлажденный продукт разрезали на плитки или таблетки массой по 6 г. Таблетки завертывали в тонкую бумагу, а сверху в алюминиевую фольгу.

Однако из-за многократного и чрезмерного уваривания при высокой температуре экстракт цикория приобретал вареный привкус и бурый цвет, вследствие чего этот способ не нашел практического применения.

В настоящее время на заводе "Русский квас" производственного объединения "Ростовкофецикорпродукт" работает поточно-механизированная линия производства пастообразного цикория на базе отечественного оборудования.

Известно несколько способов получения жидких или пастообразных кофейных напитков.

Так, в Польше предусматривается добавление глюкозы к предварительно сгущенному экстракту, полученному из злакового сырья. В экстракте примерно с 60% сухих веществ, нагретом до 60–80°С, растворяют кристаллическую глюкозу в количестве, достаточном для получения раствора с содержанием сухих веществ больше 82%. После охлаждения раствора до 30°С в него вводят около 3% мелкокристаллической глюкозы и осуществляют процесс кристаллизации при атмосферном давлении, обычной температуре и 75%-ной относительной влажности воздуха до получения густой пластичной массы. Эту массу измельчают, распределяют на ее поверхности еще около 3% мелкокристаллической глюкозы, выдерживают при 20°С и окончательно измельчают.

Во Франции экстракты кофе, цикория, чая или их заменителей подвергают ультрафильтрации через мембранные фильтры для получения

осадка, содержащего растворимые вещества, и фильтрата, содержащего ароматические вещества. Фильтрат подвергают обратному осмосу через мембрану, удерживающую не менее 99% NaCl. Остаток от обратного осмоса смешивают с осадком от ультрафильтрации и получают концентрированный экстракт.

Много работ проводится по получению из цикория биологически ценных продуктов, обладающих гепатотропными и диабетическими свойствами. В частности, представляет интерес получение фруктозных сиропов из инулина цикория. В качестве примера можно привести способ Кирстана (1980). Концентрированный экстракт свежего цикория обрабатывают раствором $Ca(OH)_2$, доводя pH до 11,0. После выдерживания в течение 1 ч фильтрат подкисляют до pH 6,5, пропускают через ультрафильтр для доведения концентрации сухих веществ до 20%. Концентрат обрабатывают инвертазой и инулазой при pH 2,0–4,0 с целью получения фруктозного сиропа. В другом варианте концентрат последовательно пропускают через колонки, содержащие катионообменные и анионообменные смолы, достигая этим гидролиза инулина. Вместо колонок иногда используют реакторы с перемешивающими и периодически отделяющими фракции устройствами.

Получение из свежего цикория фруктозных сиропов или напитков – перспективное направление и для отечественной цикороперерабатывающей промышленности.

Для производства пастообразных растворимых кофейных напитков применяют цикорий сушеный, злаковое сырье, отходы черного байхового чая, различные ароматизаторы.

В СССР применяют две технологические схемы производства пастообразного растворимого цикория. Первая схема включает в себя процессы очистки и обжаривания сушеного цикория, дробление, фильтрацию, концентрирование экстракта, фасовку и пастеризацию готовой продукции (рис. 33) (Бачурская, Гуляев, 1976).

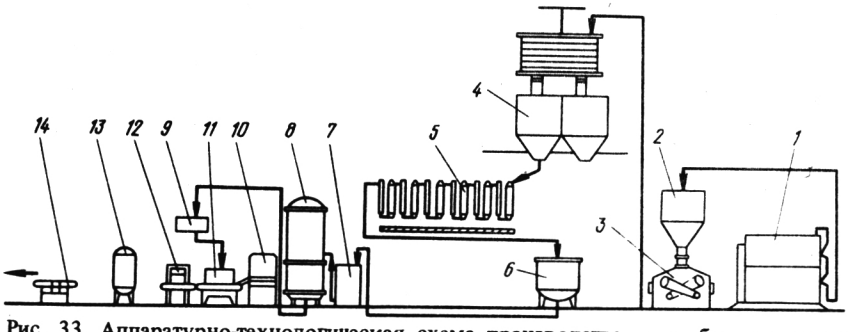


Рис. 33. Аппаратурно-технологическая схема производства пастообразного растворимого цикория:
1 – обжарочный аппарат; *2* – бункер для обжаренного цикория; *3* – вальцовый станок; *4* – мельничный рассев с бункером хранения для цикорной крупки; *5* – диффузионная батарея; *6* – сборник первичного экстракта; *7* – фильтр; *8* – вакуум-выпарной аппарат; *9* – сборник концентрированного экстракта; *10* – машина для мойки банок; *11* – наполнитель; *12* – закаточная машина; *13* – автоклав; *14* – этикетировочная машина

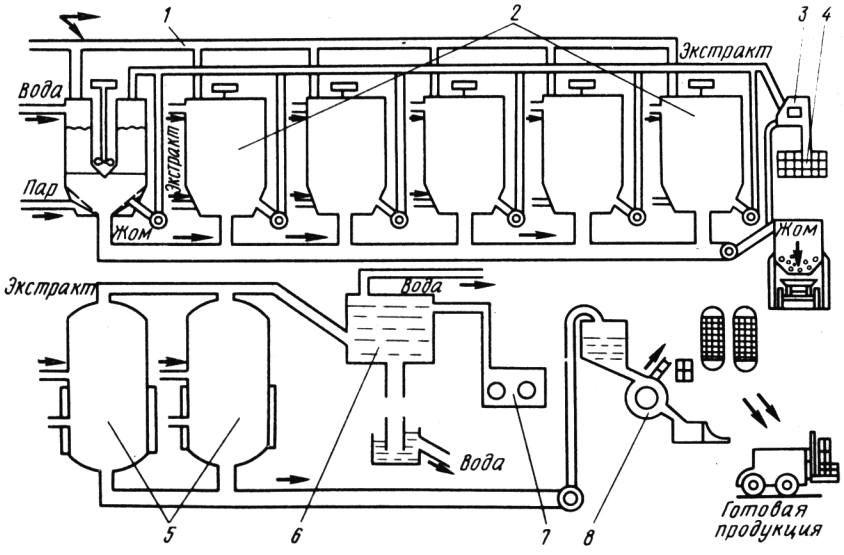


Рис. 34. Аппаратурно-технологическая схема производства пастообразного растворимого цикория без применения обжаривания:
1 – транспортер для загрузки сушеного цикория; *2* – диффузоры-экстракторы; *3* – фильтр; *4* – аппарат для обработки экстракта катализаторами; *5* – вакуум-выпарные аппараты; *6* – подготовка тары; *7* – фасовочный автомат; *8* – пастеризатор

Вторая технологическая схема включает в себя процессы приемки и очистки сушеного цикория на магнитоуловителях, экстракцию сушеного цикория, фильтрацию экстракта, обработку экстракта катализаторами реакции Майяра, концентрирование экстракта, фасовку и пастеризацию готовой продукции (рис. 34).

Оборудование, используемое для производства пастообразного растворимого цикория, в основном отечественного изготовления.

ПРИЕМКА И ОЧИСТКА СУШЕНОГО ЦИКОРИЯ

Сушеный цикорий поступает на заводы в мешках или навалом. Сушеный цикорий, поступающий навалом, взвешивают весь, а стандартные мешки – выборочно. Подсчет общего количества поступивших в производство стандартных мешков с цикорием ведут обязательно.

Сушеный цикорий пропускают через магнитоуловители и затем по пневмотранспортеру направляют в бункер для последующей подачи на обжаривание или непосредственно на экстракцию (в зависимости от применяемой технологической схемы).

ОБЖАРИВАНИЕ СУШЕНОГО ЦИКОРИЯ

Сушеный цикорий обжаривают на аппаратах типа "Ленгренц" с электрообогревом, А-9-КЖА, "Метеор-350" или АО-1 при температуре 150–170 °С.

В аппарат "Метеор-350" (или "Пробат") загружают по 400 кг сушеного

цикория, а в остальные аппараты – по 120–140 кг. Продолжительность процесса 35–60 мин в зависимости от массы загружаемого сушеного цикория и конструкции аппаратов.

При обжаривании добавляют воду в количестве не более 10% от массы загружаемого сырья. Конечная влажность обжаренного цикория 3–6%.

Следует отметить, что в некоторых странах все же продолжается практика использования в процессе обжаривания растительных масел (в основном оливкового) вместо воды. Обычно растительное масло вводят в конце процесса в количестве до 2% к массе сушеного цикория. Исследования показали, что растительное масло действительно препятствует пригоранию мелких частиц цикория, способствует быстрому охлаждению и предотвращает образование слишком большого распыла при последующем дроблении полуфабриката. Однако растительное масло придает продукту посторонний привкус и ухудшает его цвет. Часто на поверхности напитка, изготовленного из обжаренного цикория с применением растительного масла, можно заметить масляные капельки в виде блестящих пузырей. При использовании растительного масла продукт приобретает нетипичные для цикория органолептические свойства.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ЭКСТРАКЦИЯ ЦИКОРИЯ

При экстрагировании в диффузионных батареях обжаренный цикорий предварительно дробят до размера частиц, проходящих через сито с диаметром отверстий 10 мм, – 100%, сход с сита № 5 должен составлять около 98%. Крупка обжаренного цикория более приспособлена к экстрагированию растворимых веществ, чем кубики (размером 15×15×15 мм), столбики (20×10×15 мм) и пластины (10×15×5 мм).

В отличие от горизонтальных шнековых экстракторов непрерывного действия, где между лопастями происходит дополнительное растирание части продукта и количество мелкой фракции увеличивается, затрудняя фильтрацию, в вертикальных диффузионных батареях полунепрерывного действия вода, насыщенная растворимыми веществами, проходит через слой экстрагируемого сырья и подвергается самофильтрации. Частицы в значительной степени удерживаются массой, что ускоряет последующую фильтрацию.

Более мелкие фракции обжаренного дробленого цикория используют для приготовления нерастворимых кофейных напитков, поскольку попадание их в экстракт ухудшает процессы концентрирования, осложняет фасовку и хранение готовой продукции.

Экстрагированию подвергают обжаренный дробленый цикорий (цикорная крупка) или цикорий непосредственно после сушки. Оба вида экстрагируют в диффузионных батареях полунепрерывного действия, однако режимы экстракции различны.

В производстве пастообразного растворимого цикория в СССР для экстракции цикория применяют диффузионные батареи системы Роберта и диффузоры ДКМЗ-81.

В диффузорах системы Роберта экстракцию цикория производят следующим образом (см. рис. 33, поз. *5*).

В каждый аппарат загружают по 12–13 кг дробленого цикория. Батарея состоит из 12 диффузоров и соответствующего числа подогревателей, соединенных трубопроводами в кольца. Экстракция осуществляется противотоком последовательно через все диффузоры. Сначала загружают сырьем четыре или шесть диффузоров, в головной диффузор подают горячую воду температурой 75–80°С под давлением 0,25–0,30 МПа. Заполнив до горловины, головной диффузор закрывают до отказа колпачком, а питающую воду, насыщенную экстрактивными веществами, переводят по трубопроводу и подогревателю во второй диффузор. Так последовательно вводят в действие первые четыре или все шесть аппаратов.

Скорость подачи воды регулируют таким образом, чтобы соотношение сырья и воды составляло 1:7. Вся система снабжена коллектором, который позволяет при необходимости исключить из рабочего цикла любой диффузор с подогревателем. Вместимость каждого диффузора 0,096 м^3.

После загрузки первых четырех (или шести) диффузоров и заполнения их горячей водой цикорий выдерживают в жидкости в течение 20–25 мин для насыщения воды экстрактивными веществами.

Крупка цикория состоит из большого количества разрушенных в процессе обжаривания или дробления клеток, поэтому вся клеточная система цикория (клетчатка, протоплазма и др.) находится как бы в раскрытом состоянии и диффундирование органических веществ начинается уже при прогревании до 25–30°С. При этом в течение 10 мин из цикория извлекается около 5–7% экстрактивных веществ. По мере повышения температуры процесс экстрагирования усиливается, но наиболее интенсивно он проходит при температуре 75–80°С, достигая максимума при 90–95°С на 70-й минуте экстракции.

Отбор экстракта от первых четырех (или шести) диффузоров проводят через 25–30 мин с момента подачи в них питающей воды. Это – этап выдерживания и в то же время начальная фаза процесса экстрагирования.

Выходит из диффузоров экстракт с концентрацией сухих веществ 18–22% в начале отбора и 8–10% по окончании. Затем загружают еще два (или четыре) диффузора и подают питающую воду из первых диффузоров. Операция повторяется до тех пор, пока не будут загружены и подключены в общую систему все диффузоры. Если из 12-го диффузора отбирают экстракт, то два или четыре хвостовых, в которые подается свежая вода, где цикорий является наиболее истощенным, разгружают. Шлам выгружают через нижний люк на шнековый транспортер, который установлен по всей длине батареи. По транспортеру шлам выводится в специальный бункер для дальнейшего использования.

Процесс экстракции на диффузорах позволяет обеспечить непрерывную работу вакуум-выпарных аппаратов. Среднее содержание растворимых веществ в экстракте составляет 15–18%.

Экстракция обжаренного дробленого цикория на диффузионных батареях системы Роберта применяется на заводе "Русский квас" производственного объединения "Ростовкофецикорпродукт". Производительность экстракционных батарей составляет около 100 т готовой продукции в год.

Принцип экстракции цикория на диффузионных батареях ДКМЗ-81, установленных на Чудновском цикоросушильном заводе, аналогичен принципу работы диффузоров системы Роберта. Однако по вместимости сырья и режиму работы ДКМЗ-81 несколько отличается от диффузоров Роберта.

ДКМЗ-81 состоит из шести диффузоров-экстракторов (рис. 34, поз. *2*). Разовая загрузка цикория в каждый аппарат 240 кг. Скорость подачи воды 1600–1700 л/ч, температура экстракции 95–120°С, давление до 0,2 МПа, продолжительность 150–180 мин. Плотность экстракта, выходящего из диффузоров, 18–20%.

Для улучшения массообмена в системе цикорий–экстрагент в качестве дренажирующего агента в сырье добавляют низкосортный черный байховый чай из расчета 1–3% к массе цикория. Добавление отходов чая устраняет уплотнение и комкование высокосахаристой цикорной массы, способствует равномерному перемещению жидкости в экстрагируемой среде, а также снижению вязкости и улучшению фильтрующих качеств экстракта.

Полученный экстракт фильтруют с применением фильтрующих материалов (диагональ, бельтинг, шинельное сукно, капрон и т.д.), обеспечивающих прозрачность экстракта.

Отфильтрованный экстракт направляют в резервуары для предварительного хранения, где его обрабатывают катализаторами, а оттуда – на концентрирование.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ЭКСТРАКТА

Концентрирование экстракта, полученного из обжаренного цикория, проводят в вакуум-выпарных аппаратах системы ВНИИКП-2 (МЗС-320) при разрежении 0,068–0,07 МПа и давлении пара в рубашке аппарата 0,2–0,3 МПа. При таких параметрах температура концентрируемого экстракта 68–70°С.

При достижении экстрактом концентрации сухих веществ 69–70% его перекачивают на линию розлива и фасовку.

Концентрирование экстракта, полученного из сушеного цикория, производят с применением катализаторов реакции Майяра при следующих режимах: разрежение в аппарате 0,055–0,06 МПа; давление пара 0,25–0,35 МПа; температура концентрируемого экстракта 85–90°С. Максимальное содержание растворимых веществ в концентрированном продукте из сушеного цикория 60–65%. Более высокая концентрация сухих веществ повышает вязкость продукта, снижает его качество и потребительские свойства, а также может вывести из рабочего состояния дозирующие устройства фасовочного автомата.

Нахмедов, Османов и Сыроедов (1983) изучали вязкость экстрактов из смесей цикория и ячменя в различных количественных соотношениях при концентрации от 40 до 70% и температуре от 20 до 60°С.

Определение вязкости проводили на ротационном вискозиметре „Ротовиско" (ГДР) при 10 различных скоростях сдвига ($\dot{\gamma}$) от 1,33 до 216 $с^{-1}$.

В этом вискозиметре исследуемые объекты находятся в зазоре между двумя коаксиальными цилиндрами, из которых один неподвижен, а другой вращается.

Сопротивление, которое оказывает вещество вращательному движению, является мерой его вязкости (τ, в Па • с), т.е. измерение вязкости сводится к измерению крутящего момента. Внутренний цилиндр имеет частоту вращения до 486 мин$^{-1}$. Неподвижный цилиндр термостатирован.

На рис. 35 представлены реологические кривые течения экстрактов с различным содержанием цикория и ячменя.

Реограммы дают искривления при малых скоростях сдвига, которые показывают, что вязкость с повышением скорости сдвига уменьшается, а пропорциональность между вязкостью и скоростью сдвига наблюдается только при высоких скоростях сдвига. Это подтверждается также на кривых зависимости, показанных на рис. 36. При повышении скорости сдвига вязкость массы для всех экстрактов уменьшается. Более резкое снижение происходит при изменении малых скоростей от 1,33 до 24 с$^{-1}$, а при γ 24 с$^{-1}$ изменение вязкости становится незначительным.

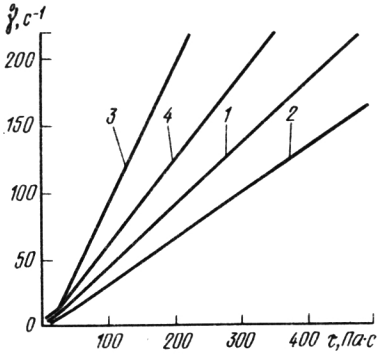


Рис. 35. Реологические кривые течения цикорий-ячменных концентратов при температуре 20° С и содержании сухих веществ 68%:
1, 2, 3 и *4* – состав растворимых кофейных напитков с различным соотношением цикория и ячменя

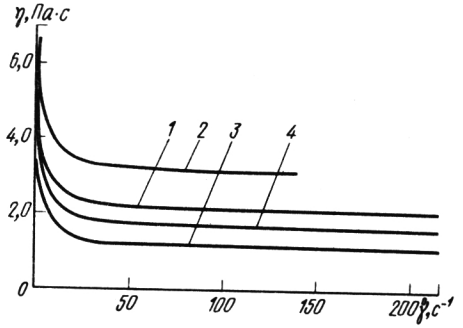


Рис. 36. Зависимость вязкости концентратов кофейных напитков от скорости сдвига при температуре 20° С и содержании сухих веществ 68%:
1, 2, 3 и *4* – состав по рецептуре растворимых кофейных напитков с различным соотношением цикория и ячменя

В интервале скоростей сдвига от 24 до 216 с$^{-1}$ график имеет вид прямой линии для всех образцов и подчиняется уравнению

$$\eta = \beta - \alpha\dot{\gamma},$$

где α и β – коэффициенты, рассчитанные методом наименьших квадратов.

Тангенсы углов наклона прямых к оси абсцисс (коэффициент α) для всех образцов отличаются незначительно. Это указывает на одинаковую степень разрушения структуры, а небольшие их абсолютные значения в этой области сдвига указывают на приближение их к ньютоновским жидкостям. Но наиболее близок к ньютоновской жидкости образец *1* с наибольшим содержанием (50%) ячменного экстракта (в ячменном экстракте кроме моносахаров в значительном количестве содержатся также полисахариды, образующие при разложении глюкозу, которую, как известно, относят к ньютоновским жидкостям).

В табл. 45 даны значения вязкости (в Па ∘ с) образцов в зависимости от температуры при концентрации 67–69% и максимальной скорости сдвига для вискозиметра "Ротовиско" 216 с$^{-1}$.

Во всех образцах вязкость с повышением температуры уменьшается, а характер изменения кривых остается одинаковым (рис. 37).

Таблица 45

Вязкость концентратов четырех образцов (в Па ∘ с)

Температура, °С	Образец концентрата кофейного напитка			
	1-й	2-й	3-й	4-й
20	2,130	–	–	1,6484
30	1,6357	1,3251	0,9974	0,8876
40	0,8763	0,7438	0,5865	0,5072
50	0,5452	0,4628	0,4223	0,3487
60	0,3471	0,3185	0,2390	0,2064

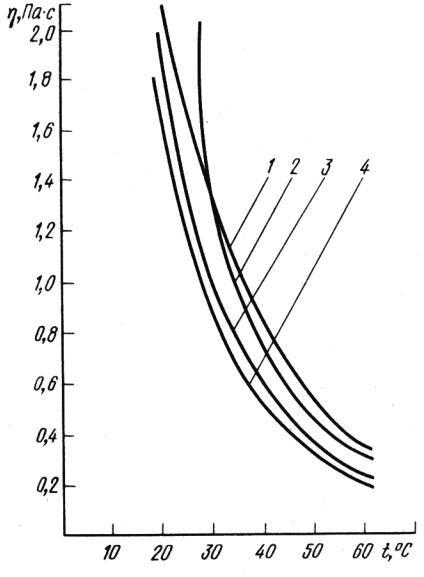


Рис. 37. Зависимость вязкости концентратов от температуры при содержании сухих веществ 68% и скорости сдвига 216 $с^{-1}$:
1, 2, 3 и *4* – состав по рецептуре растворимых кофейных напитков

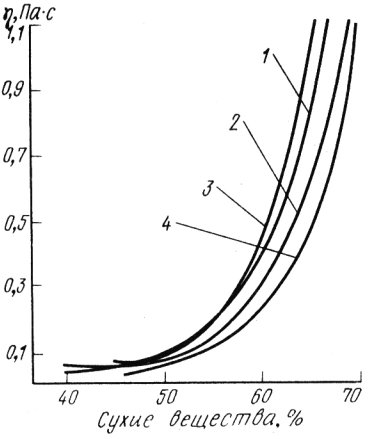


Рис. 38. Зависимость вязкости от содержания сухих веществ при температуре 20°С и скорости сдвига 216 $с^{-1}$:
1, 2, 3 и *4* – состав по рецептуре растворимых кофейных напитков

Так, при нагревании от 30 до 60°С вязкость для всех образцов уменьшилась в 4,1–4,7 раза.

На рис. 38 дана зависимость вязкости от содержания сухих веществ в экстракте. Характер зависимости для всех образцов одинаков и имеет вид параболы, ветви которой резко уходят вверх при концентрациях выше 60%. Так, при изменении концентрации от 40 до 60% вязкость для всех образцов повышается в 8–11 раз. Так же повышается вязкость при изменении концентрации от 60 до 70%.

Результаты исследования вязкости экстрактов ячменя и цикория в смеси показали, что при высокой концентрации и относительно низкой температуре (40°С) эти образцы обладают структурой, разрушение которой начинается только после достижения в смеси определенного напряжения. С увеличением скорости сдвига

вязкость этих систем уменьшается, причем темп снижения и предельные значения вязкости при $\dot{\gamma} = 216\ с^{-1}$ у них различны.

Таким образом, полученные результаты исследования вязкости цикорий-ячменной смеси дают основание считать, что эти экстракты относятся к ньютоновским жидкостям, что необходимо учитывать при производстве пастообразных растворимых кофейных напитков (экстрактов), т.е. содержание сухих веществ упаренного экстракта цикорно-ячменной смеси должно быть 55–65%, экстракта цикория – 70–75%, а температура – максимально допустимой с учетом качественных ограничений.

ФАСОВКА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ЦИКОРИЯ

Готовый растворимый цикорий имеет темно-коричневый цвет, вязкую консистенцию и горьковатый вкус, в холодной и горячей воде растворяется без осадка. Содержание инулина и редуцирующих сахаров в нем 56–60%.

До недавнего времени пастообразный растворимый цикорий промышленность выпускала в основном в стеклянных банках массой нетто 650 г. После фасовки продукт стерилизовали. Такая упаковка неудобна и велика для индивидуального потребителя, нестойка при транспортировке, неэстетична в оформлении.

С учетом имеющихся в пищевой промышленности современных тароупаковочных материалов и специфических особенностей пастообразного растворимого цикория нами была изучена возможность использования для фасовки растворимого цикория алюминиевых туб, выпускаемых для пищевых продуктов. В связи с этим разработаны технологические режимы фасовки пастообразного цикория в алюминиевые тубы и одновременно изучено влияние их на качество продукции в процессе изготовления и при хранении (Гуляев, Нахмедов, Худоминская, Векуа, Хромых, 1978).

Пастообразный цикорий с содержанием сухих веществ 70% и температурой 68–70°С сразу же после выхода из вакуум-выпарного аппарата разделяли на четыре части: одну часть фасовали в стеклянные банки СКО 83-1 массой нетто 650 г, стерилизовали в автоклаве по принятому в производстве режиму $\frac{20-15-15}{100°С}$ и противодавлении 0,12 МПа (контроль), а три другие части фасовали в алюминиевые тубы по 220 г, которые предварительно обрабатывали паром в течение 10–12 мин.

При фасовке оставляли в тубах воздушное пространство размером до 8 $см^3$ для свободного перемещения пасты, затем конец тубы загибали в три оборота для герметизации.

Заполненные таким образом тубы с цикорием разделяли на три части: одну часть сразу после фасовки переворачивали вверх носиками для самостерилизации незаполненного пространства, выдерживали в таком положении 15 мин (метод горячего розлива), после чего укладывали в специальную тару и направляли на хранение; другую часть туб с цикорием стерилизовали в автоклаве при режиме $\frac{20-15-15}{100°С}$ • 0,12 МПа; третью часть стерилизовали при режиме $\frac{20-10-15}{100°С}$ • 0,12 МПа.

Изготовленные партии цикория в тубах вместе с контрольными хранили при температуре 18–20° С и относительной влажности воздуха 68–75%. Перед закладкой на хранение образцы оценивали органолептически, подвергали физико-химическому и микробиологическому анализу (табл. 46).

Таблица 46

Влияние режимов фасовки на качество пастообразного цикория

Показатель	Контрольный образец	Горячий розлив	Стерилизация при режимах	
			20 – 15 – 15 / 100° С × 0,12 МПа	20 – 10 – 15 / 100° С × 0,12 МПа
Цвет	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темный с бурым оттенком
Консистенция	Пастообразная жидкость			
Вкус и аромат	Со слабой горечью и чистым ароматом		С вареным привкусом и слабым ароматом	
Дегустационная оценка, баллы (по 5-балльной системе)	4,7	4,9	4,2	4,0
Массовая доля сухих веществ, %	68,8	68,8	69,0	69,0
pH	4,5	4,5	4,5	4,5
Инулин, %	28,3	39,3	31,9	27,4
Общий сахар, %	57,53	53,68	56,83	60,51
Редуцирующие сахара, %	17,87	17,68	18,47	18,90
Общий азот, %	0,8032	0,8218	0,8331	0,8365
Аминный азот, %	0,5032	0,4160	0,4274	0,4160
Белок (N × 6,25), %	5,02	5,14	5,2	5,2
Зольность, %	3,66	3,60	3,60	3,64
Обсемененность микроорганизмами, клеток в 1 г	10	15	8–10	8–10

По органолептическим показателям образцы цикория в стеклянных банках с последующей стерилизацией и цикория, изготовленного в тубах методом горячего розлива, близки между собой и лучше, чем образцы, фасованные в тубы и подвергавшиеся стерилизации в автоклаве.

Стерилизованные в тубах образцы цикория обладают вареным привкусом и слабым ароматом, поэтому они были оценены ниже, чем цикорий, фасованный методом горячего розлива.

По микробиологическим показателям образцы цикория, фасованные методом горячего розлива, и образцы, прошедшие стерилизацию в автоклавах (в банках и тубах), практически стерильны. Обнаруженная микрофлора относится к группе микроорганизмов Bac. subtilis.

При изучении влияния режимов фасовки на состав и физико-химические свойства пастообразного цикория установлено, что количество сухих веществ, зольных и азотистых веществ, а также pH как при горячем розливе, так и при различных режимах стерилизации практически не

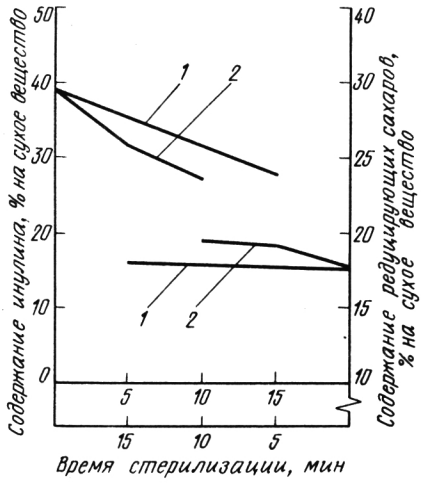


Рис. 39. Влияние продолжительности стерилизации на содержание углеводов в растворимом цикории:
1 – цикорий в стеклянной банке; *2* – цикорий в тубах

изменяется. Однако стерилизация цикория и в стеклянных банках, и в тубах приводит к уменьшению содержания инулина и соответственно к увеличению количества общих и редуцирующих сахаров (рис. 39).

Инулин придает готовому цикорию своеобразные свойства и в сочетании с кислотами и редуцирующими сахарами – полноту вкуса. Поэтому даже незначительное изменение в содержании инулина сопровождается появлением пустого вкуса в готовом продукте.

Кривая динамики инулина при термической обработке цикория имеет направление, обратное кривой динамики редуцирующих сахаров. По этой зависимости можно было ожидать соответствующего баланса образовавшихся редуцирующих сахаров. Однако этого не произошло. Кроме того, если учесть, что из одной молекулы инулина при распаде может образоваться несколько молекул фруктозы, то при уменьшении содержания инулина, которое наблюдается при стерилизации, содержание редуцирующих сахаров должно было бы значительно увеличиться. Однако этого в опытах не отмечалось. Очевидно, здесь протекают реакции меланоидинообразования между редуцирующими сахарами и остатками белковых молекул, что обусловливает темный цвет и привкус, охарактеризованный как "пустой".

Для определения качественного состава сахаров, содержащихся в растворимом цикории, изготовленном при разных режимах стерилизации, нами был применен метод тонкослойной хроматографии. С учетом специфических свойств цикория как высокосахаристого продукта применили модифицированную методику: 1–2 г пастообразного цикория растворяли в 10–20 мл дистиллированной воды и по 5–7 мл полученного раствора пропускали через предварительно подготовленную ионообменную колонку, заполненную катионитом КУ-2 (для освобождения от кислот, красящих пигментов, смолистых веществ и др.).

Ионообменную колонку с катионитами подготавливают следующим образом. Катионит КУ-2 вначале переводят в натриевую соль кипячением смолы с 1 н. раствором NaOH в течение 3 ч на водяной бане и отмывают дистиллированной водой. Затем через колонку со смолой пропускают 4 н.

раствор HCl для удаления тяжелых металлов, промывают дистиллятом и заряжают 1 н. раствором HCl до уравнивания титров в поступающем и вытекающем растворах. После этого смолу промывают дистиллированной водой до отрицательной реакции на метилоранж. Подготовленную таким способом колонку используют для элюирования сахаров. При прохождении экстракта через катионообменные смолы сахара осаждаются на них, а органические кислоты и аминокислоты свободно выходят вместе с раствором.

Для элюирования сахаров через колонку пропускают около 100 мл дистиллированной воды, извлеченный элюат упаривают на водяной бане при 55–60°С до объема 3–5 мл, который затем используют для хроматографирования. На пластинку марки Сулифол УВ-254 для тонкослойной хроматографии микропипеткой наносят элюат в виде полоски размером 5 × 20 мм. По мере нанесения элюата хроматограмму обдувают холодным воздухом для высыхания раствора.

Хроматографическую пластинку ставят на дно стеклянной камеры так, чтобы растворитель перемещался на пластинке по восходящему принципу. Для разделения сахаров используют свежеприготовленный растворитель, состоящий из смеси: *н*-бутанол + уксусная кислота + вода в соотношении 4:1:1. Через 2–2,5 ч хроматографическую пластинку вынимают из камеры, высушивают под вытяжным шкафом, а затем проявляют растворами анилинфталата и мочевины.

В цикории, не подвергавшемся стерилизации, содержатся в основном сахароза, фруктоза и следы глюкозы, в то время как в стерилизованных образцах, особенно в фасованных в тубы, интенсивность пятен фруктозы резко увеличивается, сахароза полностью исчезает, а глюкоза почти остается в неизменном виде.

Следовательно, хроматографические исследования подтвердили предположение о том, что увеличение содержания редуцирующих сахаров при стерилизации обусловливается главным образом распадом инулина и образованием фруктозы.

Через каждые 3 мес в течение года проводили исследования органолептических, микробиологических и физико-химических показателей образцов цикория, хранившихся при 18–20°С и относительной влажности 70–75%. При этом существенных изменений в показателях в первые месяцы хранения не наблюдалось.

Качество образцов пастообразного цикория, выдержавшего гарантийный срок хранения (12 мес), приведено в табл. 47.

В процессе хранения качество образцов цикория в стеклянных банках и алюминиевых тубах практически не изменилось. Это свидетельствует о том, что эти виды упаковки вполне приемлемы для хранения пастообразного растворимого цикория в течение 12 мес.

Важно отметить хорошую микробиологическую сохраняемость продукции в тубах. Вероятно, незначительная микробиологическая обсемененность образцов цикория при длительном хранении объясняется высокой стабилизирующей способностью его за счет высокой сахаристости и относительно низкого pH среды, что лишает микроорганизмы благо-

Таблица 47

Качество пастообразного цикория, фасованного в банки и тубы, после хранения в течение 12 мес

Показатель	Контрольный образец	Горячий розлив	Стерилизация при режимах	
			$\frac{20-15-15}{100°C}$ × 0,12 МПа	$\frac{20-10-15}{100°C}$ × 0,12 МПа
Массовая доля сухих веществ, %	68,8	68,8	69,0	69,0
pH	4,45	4,48	4,50	4,55
Инулин, %	28,5	39,0	31,5	27,0
Зольность, %	3,6	3,6	3,6	3,6
Растворимость в холодной воде, мин	1,5	1,5	1,5	1,5
в горячей воде, с	10	10	10	10
Органолептическая характеристика				
цвет	Темно-коричневый		Темноватый с бурым оттенком	
консистенция	Пастообразная жидкость			
вкус и аромат	Слабая горечь и чистый аромат		Привкус вареного продукта, вкус пустой, аромат слабый	
Дегустационная оценка, баллы (по 5-балльной системе)	4,5	4,5	4,0	4,0
Микробиологическая обсемененность, клеток в 1 г	15	20	8–10	8–10

приятных условий развития как в стерилизованных в автоклавах образцах, так и в нестерилизованных.

Таким образом, можно сделать вывод, что нет необходимости стерилизовать пастообразный цикорий, фасованный в алюминиевые тубы. Достаточно применить более удобный и быстрый способ фасовки – метод горячего розлива.

Исключение из технологического процесса стерилизации позволяет снизить затраты на выработку готовой продукции и способствует улучшению ее качества.

Для подтверждения экспериментальных данных были получены опытно-промышленные партии растворимого цикория, фасованные в алюминиевые тубы на заводе "Русский квас" производственного объединения "Ростовкофецикорпродукт".

Партию цикория, фасованную в алюминиевые тубы, разделяли на три части: одну фасовали методом горячего розлива при 68–70°С, другую – после розлива стерилизовали в автоклаве при режиме $\frac{20-5-15}{100°C}$ и противодавлении 0,12 МПа и третью – при режиме $\frac{20-10-15}{100°C}$ и противодавлении 0,12 МПа.

Партию цикория, фасованную в стеклянные банки СКО 83-1, стерилизовали при режимах, принятых на производстве ($\frac{20-15-15}{100°C}$ · 0,12 МПа). и использовали в качестве контроля. Опытные партии цикория после органолептической оценки, физико-химических и микробиологических анализов были заложены на хранение при разной температуре. Качество продукции проверяли через 3, 6, 9 и 12 мес хранения (табл. 48).

Таблица 48

Влияние температуры хранения на качество растворимого цикория через 12 мес хранения

Растворимый пастообразный цикорий	pH	Микрофлора, клеток в 1 г	Общая бактериальная обсемененность, клеток в 1 г	Дегустационная оценка, баллы (по 5-балльной системе)
В момент закладки на хранение				
Стерилизованный в тубах				
$\frac{20-5-15}{100°C}$	4,35	0	По всей поверхности питательной среды колонии Bac. subtilis	4,3
$\frac{20-10-15}{100°C}$	4,35	0	То же	4,3
Фасованный методом горячего розлива	4,40	0	"	4,5
Стерилизованный в стеклянной банке (контроль), $\frac{20-15-15}{100°C}$	4,40	0	"	4,2
Через 12 мес хранения				
Стерилизованный в тубах, $\frac{20-5-15}{100°C}$, хранение, °С				
при 3–5	4,3	0	8	4,0
при 18–20	4,45	0	2	4,2
при 28–30	4,60	0	4	3,8
Стерилизованный в тубах, $\frac{20-10-15}{100°C}$ хранение, °С				
при 3–5	4,45	0	2	4,0
при 18–20	4,55	0	3	3,8
при 28–30	4,60	0	7	3,8

Окончание табл. 48

Растворимый пастообразный цикорий	pH	Микрофлора, клеток в 1 г	Общая бактериальная обсемененность, клеток в 1 г	Дегустационная оценка, баллы (по 5-балльной системе)
Фасованный методом горячего розлива, хранение, °С				
при 3–5	4,4	0	12	4,2
при 18–20	4,20	0	9	4,0
при 28–30	4,65	0	11	3,8
Стерилизованный в стеклянной банке (контроль), хранение, °С				
при 3–5	4,43	0	1	4,2
при 18–20	4,55	0	4	4,0
при 28–30	4,68	0	5	4,0

В результате исследований установлено, что качество стерилизованного цикория одинаково; исключением является цикорий, приготовленный методом горячего розлива.

Микрофлора растворимого пастообразного цикория как до хранения, так и через 12 мес при разных температурах представлена только бактериями типа Bac. subtilis. В связи с тем что эти бактерии не являются причиной порчи продукта и в процессе хранения цикория не размножаются, нецелесообразно контролировать этот продукт по микробиологическим показателям. Кроме того, качество цикория в тубах сохраняется в течение длительного времени как при относительной низкой температуре, так и при комнатной. Однако температура 28–30°С оказывает заметное влияние на вкус и аромат, а также на pH цикория, фасованного в тубы. На качество цикория в стеклянных банках эта температура не влияет. Это объясняется разной толщиной стенок туб и банок, а также коэффициентом теплопроводимости стекла и алюминия.

На основании исследований нами разработаны и рекомендованы для внедрения в производство технологические режимы приготовления пастообразного растворимого цикория в алюминиевых тубах, которые как дополнения вошли в действующую нормативно-техническую документацию по производству растворимого пастообразного цикория.

В настоящее время фасовку растворимого пастообразного цикория осуществляют в банки вместимостью 0,25 и 0,5 л и алюминиевые тубы вместимостью 0,2 л. Фасовку в тубы производят на наполнителях типа ТИ-23. Тубы предварительно обдувают сжатым воздухом или паром. Розлив продукции осуществляется при температуре 65–70°С. Тубы с цикорием переворачивают вверх носиком для самостерилизации и выдерживают в таком положении 15 мин. Продукт в тубах стерилизации в автоклавах не подвергается. Выпуск продукции в такой упаковке начат в 1979 г.

Фирмы "Ивка" (ФРГ) и "Каликс-Дюпюи" (Франция), специализирующиеся на выпуске автоматических линий для фасовки пастообразных продуктов в тубы, создали ряд тубонаполнительных и укупорочных линий производительностью 100–200 туб в минуту. Линии комплектуются также машинами модели "Картопак-150У" для укладки туб в коробочки производительностью 150 упаковок в минуту.

Наряду с производством чистого пастообразного цикория во ВНИИПП и СПТ разработана технология получения пастообразного кофейного напитка, состоящего из 70% цикория и 30% солодового ячменя, т.е. напитка, обогащенного белками и аминокислотами. Концентрированный солодовый цикорий фасуют в жестяную и стеклянную тару или в алюминиевые тубы, стерилизуют при режимах $\frac{15 - 20 - 30}{120^\circ C}$ · 0,25 МПа и направляют на хранение.

УЧЕТ ПОТЕРЬ И КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Потери и отходы при производстве пастообразных растворимых кофейных напитков из чистого цикория или с добавками определяют на всех основных стадиях технологического процесса в соответствии с требованиями технического контроля.

Технический контроль производства пастообразных растворимых кофейных напитков включает в себя:

контроль за приемкой и очисткой сырья, при котором фиксируют количество и качество поступающего сырья согласно действующей нормативной документации;

контроль процесса обжаривания, в ходе которого определяют влажность сырья до и после обжаривания, экстрактивность обжаренного полуфабриката, потери массы, температуру и продолжительность обжаривания;

контроль процесса экстракции предусматривает контроль количества загрузки обжаренного сырья в диффузоры, скорости подачи и температуры воды, содержания растворимых веществ в экстракте, количества потерь растворимых веществ со шламом, температуры и продолжительности экстракции, выхода общего количества экстракта; концентрирование экстракта требует контроля за разрежением в аппарате, за давлением пара, температурой и плотностью экстракта;

контроль процесса фасовки предусматривает подготовку тары (мойка стеклянных банок или обдувка сжатым воздухом или паром алюминиевых туб) и розлив концентрированного продукта в тару в соответствии с допустимыми нормами;

контроль режимов стерилизации, пастеризации или метода горячего розлива фасованной продукции осуществляется систематически согласно требованиям технологической инструкции;

приемочный контроль готовой продукции проводят представители производственной лаборатории согласно общепринятым правилам.

В производстве пастообразных растворимых кофейных напитков

потери и отходы на стадиях сепарации, обжаривания и экстракции идентичны с потерями и отходами, установленными для производства сухих растворимых кофейных напитков.

Потери растворимых веществ при концентрировании экстракта определяют исходя из разности содержания сухих веществ в определенном количестве экстракта и в полученном из него пастообразном продукте, отнесенной к содержанию сухих веществ в исходном экстракте.

Потери пастообразной продукции при фасовке устанавливают исходя из разности фактической массы концентрированного продукта в емкости и фасованной готовой продукции, отнесенной к фактической массе исходной концентрированной продукции. Эти потери принимают как потери в натуре, так как содержание сухих веществ пастообразной продукции до и после фасовки не изменяется.

Методика расчета норм расхода сырья при производстве пастообразных растворимых кофейных напитков идентична методикам, приведенным для производства кофе натурального растворимого и сухих растворимых кофейных напитков.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ГОТОВОГО ПРОДУКТА

Пастообразные растворимые кофейные напитки должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 49.

Цвет и консистенцию пастообразных растворимых кофейных напитков определяют визуально при соблюдении постоянных условий (ровное и гладкое состояние поверхности слоя, одинаковая освещенность).

Вкус и аромат определяют органолептически. Для этого растворяют 2,5 г пастообразного продукта, если чистый цикорий, или 4 г, если цикорий с добавками, в 150 мл кипящей воды.

Для определения растворимости берут 2,5–4 г продукта и растворяют при помешивании в фарфоровой чашке в 150 мл кипящей или холодной (20°С) воды. В кипящей воде пастообразный кофейный напиток должен раствориться полностью в течение 1 мин, а в холодной – в течение 3 мин.

По составу пастообразные растворимые кофейные напитки по основным показателям близки между собой, но по содержанию азотистых и минеральных веществ солодовый цикорий заметно превосходит чистый цикорий, что можно объяснить наличием злакового сырья.

Определение макро- и микроэлементов на сверхчувствительном атомно-абсорбционном спектрофотометре "Перкин-Элмер" модели 303 показало, что в чистом растворимом цикории содержится (в мг на 100 г сухого вещества): 1667,4 калия, 157,2 натрия, 91,5 кальция, 6,3 магния, 3,0 железа, 0,2 меди, 0,42 марганца, 0,65 цинка, в солодовом цикории – соответственно 1725,1, 164,3, 98,6, 7,5, 3,5, 0,33, 0,49 и 0,83 мг на 100 г сухого вещества.

Внесение в состав цикория низкосортного чая обогащает его биологически активными веществами, так как наряду с другими компонентами в его состав переходят дубильные вещества (0,4%). Кроме того, учитывая, что по своей природе чай характеризуется более высоким содержа-

Таблица 49

Требования к качеству пастообразных растворимых кофейных напитков

Показатель	Цикорий	Солодовый цикорий	Напиток диабетический ("Чудновский")	Напиток "Чайный"
Вкус	Цикорный со свойственной горечью	Цикорный, но со слабо выраженной горечью	Цикорный с выраженной горечью	Мягкий со слабой терпкостью
Цвет	Темно-коричневый			
Аромат	Свойственный цикорию	Специфический цикорный, но с заметным хлебным ароматом	Свойственный цикорию	С чайным ароматом
Консистенция	Густая вязкая жидкость			
Содержание, %				
сухих веществ	68,0–70,0	65,5–69,0	65–67	65–67
общих сахаров	60,5–62,5	36,0–39,4	58–62	56–58
редуцирующих сахаров	18,9–20,6	19,74–21,3	22–24	17–18
инулина	27,4–31,5	14,63–16,7	23–25	25–26
общего азота	0,83–0,94	0,90–0,98	0,95	0,87
аминного азота	0,41–0,52	0,79–0,83	0,38	0,32
белка (N × 6,25)	5,19–5,87	5,63–6,12	5–6	4–5
pH	4,5–4,7	4,4–4,52	4,2	4,1
Обсемененность микроорганизмами, клеток в 1 г	8–10	10–12	10–12	10–12
Массовая доля солей тяжелых металлов, мг/кг продукта, не более				
меди (в пересчете на медь)	10	–	10	10
олова (в пересчете на олово)	200	–	200	200
свинца	Не допускается			
посторонние примеси	" "			

нием кофеина (3,5–5,0%), чем натуральный кофе, добавление в рецептуру растворимого цикория даже небольшого количества низкосортного чая (1–3%) позволяет заметно повысить тонизирующие свойства цикорного напитка.

ГЛАВА 8. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КОФЕПРОДУКТОВ

ВИДЫ ОТХОДОВ

Отходы, образующиеся при производстве кофепродуктов, можно разделить на отходы от производства жареных молотых кофепродуктов (кофе натурального молотого и нерастворимых кофейных напитков из зла-

ковых, цикория, кофе и других видов сырья), а также на отходы от производства растворимых кофепродуктов (кофе натурального растворимого, сухих и пастообразных растворимых кофейных напитков).

Общими являются отходы, образующиеся в процессе сепарации, одинаковой для всех видов и сортов сырья, используемого в производстве как нерастворимых, так и растворимых кофепродуктов. При производстве нерастворимых кофепродуктов дополнительно образуются отходы в процессе размола обжаренных полуфабрикатов и фасовки порошков. Количество отходов при сепарации сырого кофе и семян винограда составляет 0,05–0,1%, ячменя и ржи – 1, цикория и других видов сырья – 0,5% от массы сырья.

При размалывании обжаренных полуфабрикатов и фасовке порошков теряется около 0,1% порошка.

При производстве сухих и пастообразных растворимых кофепродуктов основная доля отходов возникает при экстрагировании. Удельная масса шлама от натурального кофе составляет 57–63%, ячменя – 36, ржи – 50, цикория – 38 и семян винограда – 72,9%. При фасовке сухих и пастообразных растворимых кофейных напитков потери составляют 0,1% к массе готовой продукции.

СОСТАВ ОТХОДОВ

Механический состав. Отходы, образующиеся при сепарации, состоят из недозрелых, поломанных, изъеденных сельскохозяйственными вредителями зерен, шелухи или оболочки сырья, кусочков древесины, веточек, одеревеневших и недозрелых стеблей и побегов, мелких камней и других посторонних включений.

Отходы, образующиеся при измельчении или размалывании обжаренных полуфабрикатов, представляют собой в основном пылевидную массу, оседающую на оборудовании и полу. Некоторая часть пылевидного порошка улавливается в циклонах, но при этом вместе с пылевидной фракцией от основной массы сырья отделяется также часть измельченных и дробленых частиц обжаренного полуфабриката.

Мелкодисперсные (пылевидные) фракции и более крупные частицы при дроблении и размалывании подлежат уборке и возврату в основную массу с целью добавления их в рецептурные смеси (при производстве молотых кофепродуктов) или для экстрагирования и получения растворимых кофепродуктов.

Остатки кофе и других видов сырья после экстракции и фильтрации состоят из шлама и гущи, оседающей на стенки и днище резервуаров, используемых для предварительного хранения экстракта. Шлам состоит из 75–80% воды и 20–25% твердой массы. Гуща кофейного сырья состоит из 55–60% воды и 40–45% твердых частиц диаметром 0,5–0,7 мм. Гуща злакового сырья кроме воды и зернистых частиц содержит слизи, сгустки крахмала, смолообразные вещества и т.д. Последние содержатся также в кофейной гуще. Гуща цикория – сложная пастообразная масса, чаще всего имеющая кашицеобразную с мелкими частицами консистенцию.

Физико-химический состав. Шлам – это основной отход производства кофепродуктов. В зависимости от вида перерабатываемого сырья и режимов экстракции физико-химический состав его меняется. Но в целом в шламе и гуще содержатся в основном все те же вещества, что и в перерабатываемом исходном сырье, pH шламов колеблется от 4,3–4,8.

В отходах, образующихся при производстве растворимого кофе, количество водорастворимых экстрактивных веществ составляет 3,5–4% на сухое вещество, редуцирующих сахаров – 0,75–0,8, белков – 8,0–9,5, общего азота – 1,2–1,9, жиров – 9,6–10,5, зольных веществ – 4,0–4,5, клетчатки 60–64%, калия 1,16–1,22 и фосфора 0,022–0,024%. Кроме этих веществ в шламе и кофейной гуще остается 0,12–0,15% кофеина, 2,4% органических кислот, а также 5,1% кальция, 1,85% магния и 0,11% натрия.

Отходы, образующиеся при производстве растворимых кофейных напитков, несколько отличаются по количеству и составу от отходов, образующихся при производстве кофе натурального.

Состав шламов некоторых растворимых кофейных напитков приведен в табл. 50.

Таблица 50

Состав шламов растворимых кофейных напитков (в г на 100 г сухого вещества)

Состав	"Летний"	"Мария"	"Львовский"
Экстрактивные вещества	6–8	8–10	8–10
Зола	0,3–0,7	0,4–0,8	0,4–0,8
Белки	18,0–18,7	15,3–15,9	14,9–15,0
Жиры	8,4–9,0	7,2–8,5	8,3–8,5
Редуцирующие сахара	2,3–2,8	3,1–3,5	3,3–4,0
Полисахариды	27,5–30,0	36,4–40,0	40,8–42,3
Клетчатка	29,0–31,2	28,5–29,0	30,2–32,0

Таким образом, образующиеся при производстве растворимых кофе и кофепродуктов отходы содержат богатый набор полезных веществ, поэтому шлам и гущу целесообразно перерабатывать.

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Промышленная переработка отходов выгодна только в том случае, если она производится вблизи или на предприятии, производящем растворимый кофе или кофейные напитки. Это позволяет использовать отходы еще в горячем состоянии, облегчает непрерывный отжим из них воды, которую можно использовать для добавления в основной экстракт.

При переработке твердого остатка из-под пресса или фильтра влажностью 55–60% его необходимо подсушивать. Такая предварительная подготовка шлама для дальнейшей переработки обязательна. Методы отделения экстракта от твердого остатка, а также используемое обору-

дование различны. Так, в Бразилии (Тенго, 1971) шлам растворимого кофе подсушивают до влажности 10%, обрабатывают гексаном и получают темного цвета маслянистые вещества, содержащие 9,7% кислот и 7,9% неомыляемых веществ.

Шлам можно использовать для получения из него жирных кислот, белков, аминокислот, меланоидинов, мелкопористого материала, наполнителей, топлива, клейких веществ, удобрений.

Для получения жирных кислот отходы от производства растворимого кофе обрабатывают 5–10%-ным раствором щелочи, отделяя полученный раствор от осадка. Экстракт подкисляют и полученную взвесь, состоящую из жирных кислот и растворимых в щелочи веществ, высушивают, размалывают и обрабатывают растворителями жиров (или щелочной экстракт подкисляют без отделения веществ, нерастворимых в щелочи). Полученную смесь разделяют на центрифуге, а нерастворимый материал и осадок высушивают и еще раз обрабатывают растворителем. Этот способ позволяет извлекать из исходного материала 90 – 92% жирных кислот.

Кофейный шлам в сухом виде содержит довольно много белков, но в этих белках отсутствует почти половина незаменимых аминокислот, что ограничивает использование шлама в качестве источника белков. Из аминокислот в нем содержатся аланин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, глицин, фенилаланин, серин, треонин, валин и другие в небольшом количестве. Коэффициент усвоения белка кофейного шлама составляет в среднем 89,9%.

Кофейный шлам изучали на получение из него аминокислот. Для этого к сухой гуще добавляли концентрированную соляную кислоту до получения 6 н. раствора, затем смесь выдерживали в течение 6 ч при температуре 115–135°С, охлаждали и фильтровали. Осадок промывали горячей водой. Смесь от промывки и фильтрования концентрировали, добавляя к ней воду, затем выпаривали и нейтрализовали питьевой содой. Этим способом извлекается 70–80% аминокислот.

Меланоидины извлекают для добавления их в растворимый кофе, используя для этого шлам от производства растворимого кофе и слабый раствор щелочи (pH 8–8,5) или органические растворители с водой, подкисленной до pH 1–3. Порошкообразный растворимый продукт получают из отходов растворимого кофе при температуре ниже 50°С, добавляя смесь этилового спирта, воды, соляной кислоты в соотношении 225:20:5. Извлеченные экстрактивные вещества абсорбировали активированным углем, а затем растворяли в водном растворе натрия или калия. Раствор пропускали через ионообменную смолу, концентрировали, смешивали с растворимым кофе, извлеченным кипятком, а затем превращенным в порошок методом распыления. Считают, что такой продукт лучше сохраняется и обладает более высоким содержанием физиологически активных веществ. При другом способе получения отходы обрабатывают смесью сульфата железа, сульфата марганца и серной кислоты, затем промывают, высушивают, подвергают термической обработке при температуре 300–350°С в течение 3–5 ч, обрабатывают силикатом натрия и вновь промывают.

Для получения пористого материала отходы растворимого кофе обрабатывают смесью изопропилнафталансульфоната натрия, карбоната кальция и воды, оставляют в этом растворе на некоторое время, а затем просушивают и агломерируют. Отходы растворимого кофе могут использоваться как наполнитель вместо опилок в прессованных материалах с применением синтетических смол, а также в качестве котельного топлива. Сухие отходы имеют теплотворную способность 5000 ккал/кг, тогда как отходы влажностью 75% – лишь 3300 ккал/кг. При этом наиболее выгодным оказалось снижение содержания в шламе влаги до 25%.

Клейкое вещество, извлекаемое из отходов кофе, состоит главным образом из гемицеллюлозы, которая образуется, когда эти отходы подвергают обработке, которая делает возможной их частичную растворимость. Этот материал извлекают и высушивают. Клейкое вещество может быть получено путем щелочной обработки обезжиренных отходов растворами $NaOH$, NH_4OH, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3 или путем ферментации целлюлазой, гемицеллюлазой и пектиназой.

Для превращения отходов от производства растворимого кофе в компост к ним добавляют суперфосфат в количестве 1 кг на 500 кг отходов с последующей ферментацией при относительной влажности 50–60% .Соотношение углерода и азота в них за 22 недели уменьшается с 22:1 до 12:1. Для изготовления удобрения горячие отходы смешивают с 60–80% воды, 0,5–10% SiO_2, органическими полимерами и угольной пылью, а затем подвергают эту смесь ферментации при температуре 45–55°С в анаэробной среде с добавленным железом. Через 24–48 ч получают зернистый продукт с запахом перегноя. К перегною добавляют от 0,5 до 3% муравьинокислого кальция для стерилизации и удаления случайных примесей. Лучший эффект получен при компостировании отходов растворимого кофе инокуляцией смесью бактерий, дрожжей и грибов (Тэнк, Лукато и Дериджи, 1982). При применении этого способа продолжительность компостирования заметно сокращается, а содержание белка, калия, кальция, магния и натрия в компосте резко возрастало.

Большинство стран (Индия, ФРГ, США и др.) предпочитают более простой путь избавления от колоссальных отходов производства растворимого кофе и кофейных напитков: прессование шлама, обезвоживание до 25–35% и сжигание в качестве топлива (Сивец, 1977).

Австрийская фирма "Андриц" предложила двухступенчатый шнековый и винтовой пресс, который позволяет обезвоживать шлам цикория до влажности 55%, а затем до 30%. Производительность пресса 6,0–6,5 т/ч густой массы шлама. Прессованный шлам имеет форму брикета и удобен для отгрузки на тепловые станции.

В СССР и за рубежом продолжаются интенсивные поиски более совершенных и дешевых методов переработки шлама кофе и кофейных напитков.

Во ВНИИПП и СПТ разработана и апробируется в промышленности схема утилизации шлама от производства растворимых кофе и кофейных напитков. Шлам через бункер поступает на прессование. Полученный экстракт направляют в подогреватель, где он нагревается до 70–

80°С, а затем его перекачивают в головной экстрактор для использования в качестве экстрагента. Отжатый шлам направляют в бункер-накопитель, а затем на сушку. Шлам высушивают до 20–25% влажности и направляют на дальнейшую переработку. Одним из наиболее перспективных путей переработки отходов являются предварительное извлечение из них ценных экстрактивных веществ и последующий гидролиз твердых частиц. Это позволяет получать кормовые добавки для использования в животноводстве.

Применение безотходной технологии в производстве растворимого кофе и растворимых кофейных напитков будет способствовать рациональному и комплексному использованию ценного отечественного и импортного сырья, увеличению выхода готовой продукции, улучшению санитарного состояния производства, а также получению некоторых видов продуктов, используемых в других отраслях народного хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пищеконцентратная промышленность нашей страны выпускает около 50 наименований кофепродуктов, производство которых организовано на 13-ти предприятиях страны. На перспективу намечено расширение производства, в первую очередь за счет привлечения нетрадиционного сырья: ячменя, ржи, овса, цикория, желудей, каштанов, сои, орехов, шиповника и др.

В связи с этим перед работниками научно-исследовательских и проектных организаций ставятся задачи разработки и внедрения прогрессивных процессов и режимов, оборудования для производства кофепродуктов.

В настоящее время промышленностью уже освоено производство 10 новых видов растворимых кофейных напитков из хлебных злаков, цикория и других видов отечественного сырья по технологии, разработанной ВНИИПП и СПТ.

Внедрение технологии, предусматривающей использование ферментных препаратов для гидролиза крахмала и других полисахаридов злакового сырья при производстве растворимых кофейных напитков, начато на Днепропетровском комбинате пищевых концентратов. Применение отечественных амилолитических и мацерирующих ферментных препаратов способствует интенсификации процессов экстракции, увеличению выхода водорастворимых экстрактивных веществ из сырья, улучшению реологических свойств экстракта и повышению производительности оборудования. Работы в этом направлении еще продолжаются, но уже сейчас можно сказать, что они дадут большой экономический эффект.

Производство растворимого кофе и порошкообразных растворимых кофейных напитков из злакового сырья, цикория и семян винограда в СССР осуществляется в основном на импортном оборудовании, а пастообразного растворимого цикория – на отечественном. Разнохарак-

терность используемого сырья, а также широкий ассортимент вырабатываемых из него кофепродуктов не позволяют на однотипном оборудовании выполнять сложные технологические процессы обжаривания, экстракции, сушки и фасовки готовой продукции. Поэтому с учетом технической характеристики оборудования, анатомо-морфологической структуры и физико-химических показателей различных сортов кофе, цикория, ячменя, ржи, семян винограда разработаны соответствующие режимные параметры обжаривания для каждого исходного компонента, экстракции обжаренных полуфабрикатов и сушки экстрактов, которые внесены в нормативно-технические документации для руководства в промышленности.

Кофепродукты предъявляют особые требования к таро-упаковочным материалам. Это обусловлено их высокой гигроскопичностью и летучестью ароматических веществ. Долгое время считалось, что единственно надежной тарой для фасовки растворимых кофепродуктов являются банки из белой жести. Однако установлено, что современные комбинированные полимерные материалы (трех- и четырехслойные) также обеспечивают сохранение качества продукции в течение 6–8 мес. Рекомендованные промышленности отечественные комбинированные полимерные материалы для фасовки растворимого кофе позволят полностью заменить дефицитную жесть.

Научно-технические разработки в области производства кофепродуктов направлены на снижение потерь и рациональное использование дорогостоящих отечественного и импортного сырья, сокращение энергозатрат, создание оптимальных технологических схем и прогрессивных видов оборудования, что обеспечит высокие экономические показатели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

А.С. 429791 (СССР). – Б.И., 1974, № 20.

Бачурская Л.Д., Гуляев В.Н. Пищевые концентраты. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 335 с.

Булгаков Н.И. Биохимия солода и пива. – М.: Пищевая промышленность, 1965. – 488 с.

Вильчик В.А. Производственно-технологическая оценка корневого цикория. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1969, № 10, с. 17–18.

Гинзбург А.С., Савина И.М. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 280 с.

Губанов И.А., Крылова И.Л., Тихонова В.П. Дикорастущие полезные растения СССР. – М.: Мысль, 1976. – 544 с.

Гуляев В.Н., Нахмедов Ф.Г., Худоминская Р.Н. и др. Применение алюминиевых туб для фасовки пастообразного цикория. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1978, № 6, с. 19–21.

Дмитриева Е.Т., Чесноков П.И., Нахмедов Ф.Г. и др. Влияние технологических режимов производства натурального растворимого кофе на выход и качество готовой продукции. – В сб.: Овощесушильная и пищеконцентратная промышленность. Вып. 5. М., 1976, с. 14–20.

Доронин А.Ф. Исследование процесса обжаривания ячменя ИК-лучами в производстве напитков, заменяющих кофе. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1983, № 3, с. 13–14.

Колесник А.А. и др. Товароведение вкусовых продуктов. – М.: Госторгиздат, 1962. – 450 с.

Кретович В.Л. Основы биохимии растений. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1971. – 464 с.

Кретович В.Л. Биохимия зерна. – М.: Наука, 1981. – 149 с.

Кузьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос 1976. – 375 с.

Ломачинский В.А., Нахмедов Ф.Г. Цикорий и продукты его переработки. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1981, вып. 5. – 66 с.

Ломачинский В.А., Нахмедов Ф.Г., Андреева Е.Н. Минеральный состав растворимых кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1980, № 2, с. 28–30.

Ломачинский В.А., Нахмедов Ф.Г., Додонов А.М. и др. Применение отечественных полимерных пленочных материалов для упаковки кофепродуктов. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1981, № 4, с. 31–34.

Ломачинский В.А., Нахмедов Ф.Г., Ковальчук З.А. Опыт промышленного производства растворимых кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1978, № 5, с. 18–21.

Ломачинский В.А., Нахмедов Ф.Г., Космодемьянский Ю.В. и др. Получение агломерированных порошков растворимых кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1979, № 2, с. 18–20.

Ломачинский В.А., Нахмедов Ф.Г., Худоминская Р.Н. Растворимые кофейные напитки. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1977, № 3, с. 23–26.

Мазурова Т.А., Хабарова Э.С. Органические кислоты растений цикория. – Вестник ленинградского университета. Биология. Вып. 1, № 3, 1971, с. 91–97.

Нахмедов Ф.Г. Состояние и перспективы мирового производства кофепродуктов. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1981, № 5, с. 37–40.

Нахмедов Ф.Г., Доронин А.Ф. Изучение процесса обжарки кофе натурального с целью разработки оптимального режима. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1980, № 3, с. 20–22.

Нахмедов Ф.Г., Гущина И.М., Фадеева И.В. Влияние видовых и сортовых особенностей сырья на выход и качество растворимого кофе. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1982, № 3, с. 11–14.

Нахмедов Ф.Г., Козлова Г.Г. Аминокислотный состав растворимых кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1981, № 1, с. 19–22.

Нахмедов Ф.Г., Завьялова З.А., Большакова Т.И., Веселъева И.Е. Пути повышения эффективности производства кофе натурального растворимого. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1982, № 1, с. 9–11.

Нахмедов Ф.Г., Князева Г.В. Влияние обжаривания на физико-химические и технологические показатели цикория. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1980, № 11, с. 22–23.

Нахмедов Ф.Г., Левенко В.А., Белькова О.Г., Шамович Л.В. Применение банок из хромированной жести и алюминия в производстве кофе натурального растворимого. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1982, № 2, с. 22–23.

Нахмедов Ф.Г., Левенко В.А., Белькова О.Г., Большакова Т.И. Использование банок из хромированной жести и алюминия для фасовки кофепродуктов и сохранности качества продукции. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1983, вып. 1, с. 12–17.

Нахмедов Ф.Г., Ломачинский В.А., Додонов А.М. и др. Влияние отечественных полимерных упаковок на сохранность качества растворимых кофепродуктов. – В сб.: Консервная, овощесушильная и пищеконцентратная промышленность. М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1981, вып. 1, с. 22–28.

Нахмедов Ф.Г., Ломачинский В.А., Козлова Г.Г. Аминокислотный состав растворимых кофейных напитков. – Вопросы питания, 1982, № 1, с. 66–68.

Нахмедов Ф.Г., Ломачинский В.А., Церевитинов О.Б. Исследование минерального состава быстрорастворимых кофейных напитков – заменителей натурального растворимого кофе. – Вопросы питания, 1978, № 3, с. 80–82.

Нахмедов Ф.Г., Османов С.Г., Сыроедов В.И. Вязкость концентратов кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1983, № 3, с. 15–16.

Нахмедов Ф.Г., Пушкарев А.Ф., Безуменко Д.Г., Булаева Г.Н. Применение жестяных банок с непропаянным швом для расфасовки кофепродуктов. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1980, № 8, с. 20–22.

Нахмедов Ф.Г., Худоминская Р.Н., Князева Г.В., Монахова Н.Г. Влияние видов упаковки на сохранность качества растворимого кофе при длительном хранении. – В сб.: Консервная, овощесушильная и пищеконцентратная промышленность. М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978, № 9, с. 15–22.

Нахмедов Ф.Г., Пастушкова Т.М., Пушкарев А.Ф. Новая технология производства растворимых кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1983, № 3, с. 8–10.

Османов С.Г., Сыроедов В.И., Нахмедов Ф.Г. Пенообразующая способность экстрактов быстрорастворимых кофейных напитков. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1983, вып. 5, с. 13.

Пазола З., Пордамб З. Новая технология производства растворимых кофейных напитков. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1975, № 4, с. 40–42.

Приступа А.А. Основные сырьевые растения и их использование. – Л.: Наука, 1973. – 310 с.

Процессы и аппараты пищевых производств / [В.Н. Стабников, В.Д. Попов, В.М. Лысянский, Ф.А. Редько]. – М.: Пищевая промышленность, 1976, с. 386–425; 613–654.

Уильямс Дж. К. Химические и неферментативные изменения в продуктах с промежуточной влажностью. – В кн.: Пищевые продукты с промежуточной влажностью /под ред. Р. Девиса, Г. Берга, К. Паркера. М., 1980, с. 64–79.

Химический состав пищевых продуктов /под ред. А.А. Покровского. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 228 с.

Церевитинов О.Б., Падарьян Э.М., Андреева Е.В., Бунаева П.И. Исследование минерального состава зеленого кофе методом атомно-адсорбционной спектроскопии. – Вопросы питания, 1972, № 1, с. 85–90.

Чиненова Э.Г. Кофе натуральный и кофепродукты. – ЦНИИТЭИпищепром. – М., 1970, 68 с.

Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии. т. II. – М.: Госхимиздат, 1958. – 767 с.

Amorim H.V., Amorim V.L. Coffee Enzymes and coffee quality. – Enzymes in Food and Beverage processing. – Washington, ACS Symposium Series, 1977, 47, p. 25–56.

Barbetti P., Chiappini Z. Sulla estrazione di pigmente brunida fondi kaffi. – Jnd. bev, 1977, 6, N 6, p. 80–86.

Braxmayer H. Coffee Substitutes are Reborn. – Tea and coffee trade journal. 1977, V. 149, N 6, p. 38–39.

Carter H.J. Coffee sorting with UV-excitation. – 9-eme collogue Sci. int. cafe. – Londres, 16–20 juin, 1980, v. 1. Paris, 1981, p. 219–226.

Clinton W.P., Manni P.H. and Ferri J.M. Mass loss in drying for instant coffee: collaborative study. – J. Association of official Analytical chemists, 1980, v. 63, N 2, p. 178–179.

Clifford M.N. and Wight J. The measurement of Feruloylquinic acids and coffeoylquinic acids in coffee beans. Development of the technique and its preliminary application to green coffee beans. – Journal of the science of Food and agriculture. 1976, V. 27, N 1, p. 73–83.

Clarke R.J. Food engineering and coffee. – Chemistry and Industry. – 1976, N 8, p. 362–365.

Dastoor P. Chicory: 200-year old addition to coffee. – Tea and coffee trade journal, 1976, january, p. 73–74.

Deshpande S.N., Aguilar A.A. Effects of roasting temperatures and gamma irradiation on tne content of chlorogenic acid, caffeic acid and soluble carbohydrates of caffee. – Int. J. Apple. radiation isotop, 1975, 26, N 11, p. 656–661.

Doroszewicz S. Auswertung der Jorption von wasserdampt im Boheren Kaffee. – "Lebensmittel-Ind", 1978, 25, N 7, p. 316.

Ehler G.M. Possible applications of enzymes in coffee processing. – 9-eme collogue Sci. int, cafe, Londres, 16–20 Juin, 1980, V. I. Paris, 1981, p. 267–271.

Folstar P., Vander plas H.C., Pilnik W., De Heus J.G. Tocopherols in the unsaponifiable matter of coffee-bean oil. – J. of agricultural and Food Chemistry. 1977, N 25, N 2, p. 283–285.

Gerhard M.N., Helga W.Z. Lebensmittel-Untersuch. und Forsch. – 1978, 167, N 2, p. 105–107.

Goldoni L. Sastav Sirovich i pzzenih zrna Kave (1 dio). – Prehrambeno-tehnolaska revija, 1979, Knj. 17, N 3, s. 139–145.

Hamonniere M., Dueruix A., Pascard-Billy C., Poisson L. Structure du mascaroside principe amer de coffea Vianneyi. – 7-eme collog. int. chim. cafes verts, torreties et deriv. – Hambourg, 1975, (Paris), s.a. 201–203.

Kjaergaard O.G., Andresen E. Preparation of coffee extracts by continuous extraction. 6-eme collog. int. chim. cafes verts, torref. et Leurs deriv. Bogota, 1973, Paris, 1974, p. 234–239.

Kierstan M. Production of fructose syrups from inulin. – Process Biochemistry, 1980, 15, N 4, p. 2, 4, 32.

Kröplien U. Monosacharides in roasted and instant coffees. – G. Agric. Food chem. 1974, v. 22, N 1, p. 110–115.

Lerici C.R., PepeM., Matassa P. Processi di trasformatione del caffe aspetti chimici, fisici, technologici. – Industria delle bevande, 1978, N 7, N 5, pp. 345–351.

Lierox A. The noble aspects of chicory. Paris: 1963. p. 17–21.

Meisel N. Fabrication de poudres de boissons instantanes par micro-ondes. – 14-eme Symp. int. a ppl. energ. micro ond. Manaco, 1979, Resumes, Paris, 1979, p. 79–81.

Melo M., Faruoli L.C., Teixeira A.A., Amorim H.V. Alteracoes fisices, quimicas e organolepticas em groes de cafe armazenados. – Cienc. e. cult., 1980, 32, N 4, p. 468–471.

Nakabagashi T. – Journal jap. soc. food sci. and technology. 1978, 25, N 5, p. 257–261.

Pazola Z. and Pardab Z. Cereal cofee extracts (ПНР). – Przem. Spoz, 1977, 25 (7), 263–265.

Pereira A., Pereira M. Aminoacides livres de um cafe proveniente do Huambo (Angola) – Separacao e identificacao por cromatoelectroforese e leptocromatografia. – Gareira Orta, ser. estud. agron., 1978, 5, N 1–2, p. 43–49.

Pordab Z. Asortyment oraz. kierunki spozycia kawy w surecie. – Przeglas gastronomiczny, 1980, N 5, s. 15–17.

Punnet P.W.-Tea and coffee trade journal. – 1959, N 6, p. 117.

Shankaranarayana M.L., Raghavan B., Abraham K.O., Natarajan C.P. Complex nature of coffee aroma. – Indian coffee, 1974, 38, N 4, p. 84–90.

Sivetz M.S., Foote P.D. Coffee Processing Technology. – Westport, Connecticut, Avi. Publishing Company, V. 1, 1963, p. 583.

Sivetz M. How and Why Spent grands can be used as fuel. – "Tea and coffee trade J.", 1977, 149, p. 8.

Stirling H.G., Jackpon N.W. New sorting unveiled in Kenya. – Tea and coffee trade journal, 1979, v. 151, N 7, p. 20, 46.

Stolze A. and Masters K. Recent devolopments in the manufacture of instant coffee and coffee Substitutes. – "Food chemistry", 1979, v. 4, N 1, p. 31–39.

Tank S.M., Lucato V.O. and Derigi J.M. Factors affecting composting of instant coffee residue with and without the utilization of inocula. – Science and Technology Letters. – 1982, v. 3, pp. 173–178.

Tango G.Sh. Utilizacao industrial do cafe e dos seus subprodutos. – Boletim do instituto de Technologia de alimentos. 1971, N 28, p. 49–73.

Teply L.J., Krehl W.A. and Elvehjom C.A. Studies on the nicotinic Acid Content of coffee. – Archives of Biochemistry, 1945, v. 6, N 1, p. 139–149.

Thaler H. Makromolekular Strukturen in kaffee. – 7-eme collog. int. chim. cafes verts, torreties et deriv. – Hamburg, 1975, Paris, 1977, pp. 175–187.

Tressl R., Bahri D., Köppler H., Jensen A. Diphenole and Jaramal Komponenten in röst kaffees verschiedenen sorten II. 1. Lebensmittel-Unter such und forsch. – 1978, 167, N 2, p. 111–114.

Tressl R. and Silwar R. Investigation of sulfur-containing components in roasted coffee. – J. of agricultural and food chemistry, 1981, 29, 1078–1082.

Tscheuschner H.D., Du Doan. Verfahren stechnische Grundlagen der Sprühtrocknung von Lebensmittelproducten und extrakten. – Lebensmittel-Ind., 1972, 13, N 71, 463–467.

Tscheuschner H.D., Du Doan. Experimentelle Unter suchumgen zur sprüh trocknung von kaffee-Ersatz-Extrakt mit Milchzusatz. – "Lebensmittel- Ind.", 1972, 19, N 12, 534–536.

Wurziger J. 5-eme collogue int. chim. cafes verts, torreties et burs deriv, Lisbonne, 1971, Paris, 1973, 383–387.

Yoshikazu T., Langerak Dick Js. Effect of j-irradiation on quality and enzyme activies of prepocked cut chicory. – "Rept. Nat. Food Per. Inst", N 32, p. 367–378, 1977.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава 1. Основное и вспомогательное сырье для производства кофепродуктов 8

Кофе натуральный 8
Строение кофейных плодов и их зерен 9
Сорта кофе 10
Состав и физико-химическая характеристика 14
Требования к сырью 24

Цикорий 29
Строение, виды и сорта 29
Состав и физико-химическая характеристика свежих корнеплодов цикория 31
Требования к сырью 35

Другие виды сырья 35

Глава 2. Методы первичной обработки кофейных зерен и корнеплодов цикория 45

Кофейные зерна 45
Сухой способ обработки плодов кофе 46
Влажный (ферментативный) способ обработки плодов кофе 47
Хранение сырого кофе 48

Корнеплоды цикория 49
Существующие способы обработки 49
Перспективные способы обработки 54

Глава 3. Производство кофе натурального жареного в зернах и молотого 56

Приемка и сепарация сырья 58
Обжаривание сырья 58
Теоретические основы процесса 58
Способы обжаривания 67
Режимы обжаривания 72
Контроль процесса обжаривания 73

Размол и просеивание обжаренных кофе и цикория 73
Смешивание компонентов 73
Фасовка и упаковка готовой продукции 74
Учет потерь и нормы расходы сырья 76
Требования к готовой продукции 77

Глава 4. Производство кофе натурального растворимого 79

Приемка и сепарация кофе 80
Обжаривание кофе 81
Измельчение обжаренного кофе 83
Экстрагирование обжаренного измельченного кофе 84
Теоретические основы процесса 84
Способы экстрагирования 86
Режимы экстрагирования 87
Сушка экстракта 89
Распылительная сушка 90
Сублимационная сушка 93
Фасовка, упаковка и хранение растворимого кофе 94
Контроль процесса, учет потерь и нормы расхода сырья 102
Требования к готовому продукту 106

Глава 5. Производство нерастворимых кофейных напитков 107

Приемка и сепарация сырья 110
Обжаривание компонентов 111
Дробление, размалывание и просеивание 113
Дозирование и смешивание компонентов 113
Фасовка, упаковка и хранение готовой продукции 114
Учет потерь и нормы расхода сырья 114
Требования к качеству готовой продукции 115

Глава 6. Производство сухих растворимых кофейных напитков 118

Схемы производства 118
Приемка и сепарация сырья 124
Обжаривание компонентов 125
Режимы обжаривания 128
Измельчение и дозирование обжаренных полуфабрикатов 129

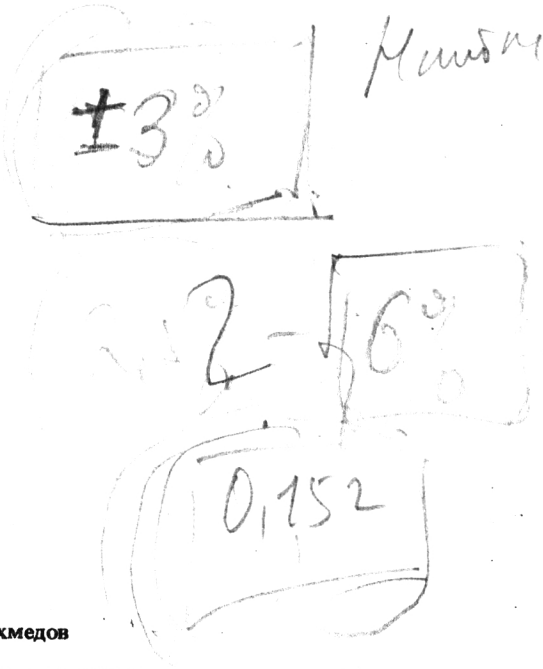
Экстрагирование обжаренных полуфабрикатов 129
Режимы раздельного экстрагирования 132
Режимы совместного экстрагирования 133
Ферментация экстракта злакового сырья 135
Концентрирование экстракта 135
Сушка экстрактов 135
Фасовка, упаковка и хранение порошков 140
Учет потерь и нормы расхода сырья 146
Контроль производства и требования к готовому продукту 147
Пищевая и биологическая ценность кофенапитков 149

Глава 7. Производство пастообразных растворимых кофейных напитков 152

Приемка и очистка сушеного цикория 154
Обжаривание сушеного цикория 154
Измельчение и экстракция цикория 155
Концентрирование экстракта 157
Фасовка концентрированного цикория 160
Учет потерь и контроль производства 167
Требования к качеству готового продукта 168

Глава 8. Переработка отходов производства кофепродуктов 169

Виды отходов 169
Состав отходов 170
Способы переработки отходов 171
Заключение 174
Список использованной литературы 176



Фарух Гидаятович Нахмедов

ТЕХНОЛОГИЯ КОФЕПРОДУКТОВ

Редактор М.С. Рыжова
Художник М.В. Носов
Художественный редактор В.А. Чуракова
Технический редактор Н.Н. Зиновьева
Корректор Т. А. Лашкина

ИБ № 514

Сдано в набор 27.02.84. Подписано в печать 26.07.84
Т – 14559. Формат 60 х 90 1/16. Бумага офсетная
№ 2. Ротапринт. Объем 11,5 п.л. Усл.п.л. 11,5.
Усл.кр.-отт. 14,75. Уч.-изд.л.14,0. Тираж 2000 экз.
Заказ 2518 Цена 75 коп.

Издательство "Легкая и пищевая промышленность".
113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., д. 12.

Московская типография № 9 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, Ж-33, Волочаевская ул., д. 40.