SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA
HANDBOOK SERIES

The Coffee Brewing Handbook

RECOMMENDED READING for SCAA SUBJECT AREAS:

CB | COFFEE BUSINESS
CP | COFFEE PREPARATION
GE | COFFEE GRADING and EVALUATION

SECOND EDITION

СПРАВОЧНИК ПО ЗАВАРИВАНИЮ КОФЕ
Систематическое руководство по приготовлению кофе
Тед Р. Лингл
Второе издание
Специализированная ассоциация кофе Америки
Лонг-Бич, Калифорния

Основанная в 1982 году, Специализированная ассоциация кофе Америки (SCAA) является крупнейшей в мире некоммерческой торговой ассоциацией, представляющей кофейную индустрию. В состав SCAA входят более 2000 компаний из США и других стран мира. Миссия ассоциации заключается в продвижении культуры качественного кофе и стимулировании его потребления посредством образования и обмена информацией. Эту миссию SCAA выполняет как для своих членов, так и при их активной поддержке. В ассоциацию входят производители кофе, экспортеры, импортеры, обжарщики и розничные продавцы, а также специалисты индустрии общественного питания и представители смежных отраслей.

© 2011 Специализированная ассоциация кофе Америки
ISBN 1-882552-02-4

СОДЕРЖАНИЕ

Об авторе — стр. i
Предисловие — стр. ii
Введение — стр. ii

Глава 1: Основы правильного заваривания — стр. 1
Глава 2: Анализ готового напитка — стр. 4
Глава 3: Диаграмма контроля заваривания кофе — стр. 10
Глава 4: Процесс заваривания — стр. 21
Глава 5: Помол — стр. 25
Глава 6: Время, температура и турбулентность — стр. 27
Глава 7: Вода — стр. 36
Глава 8: Фильтрующие устройства — стр. 41

Приложение A: Соотношение глубины кофейного слоя и объема фильтра — стр. 43
Приложение B: Качественные характеристики бумажных фильтров — стр. 45

Глава 9: Температура хранения и подачи — стр. 46
Глава 10: Выбор оборудования для заваривания — стр. 49

ОБ АВТОРЕ

Тед Р. Лингл родился и вырос в Южной Калифорнии. В 1966 году он окончил Военную академию США, получив степень бакалавра наук. В течение четырёх лет проходил действительную службу в армии США, в том числе в Германии и Вьетнаме. В 1978 году он получил степень магистра делового администрирования в Университете Вудбери в Лос-Анджелесе.

В течение первых двадцати лет своей карьеры в кофейной индустрии мистер Лингл занимал должность вице-президента по маркетингу в компании Lingle Bros. Coffee, Inc., основанной его дедом в 1920 году в Лос-Анджелесе. В этот период он руководил программами продаж компании в сегментах общественного питания, офисного обслуживания и специализированного кофейного рынка. К числу его основных обязанностей входила разработка стандартов качества продукции компании и проведение обучающих программ для сотрудников компании и её клиентов. Кроме того, мистер Лингл представлял компанию в различных советах и комитетах кофейной индустрии.

С 1974 по 1990 год мистер Лингл входил в состав Комитета по внедомашнему потреблению Национальной кофейной ассоциации. Он также был членом Совета директоров Национальной ассоциации кофейного сервиса и в 1990 году был избран почётным членом. Мистер Лингл был одним из соучредителей и сопредседателей Специализированной ассоциации кофе Америки (SCAA).

В 1975 году мистер Лингл стал пионером в разработке кофейного кондуктометра — электронного прибора для измерения содержания растворимых веществ в кофейном напитке. Это была первая новая методика оценки качества напитка после появления кофейного ареометра, созданного в 1955 году. При проектировании кофейного кондуктометра мистер Лингл провёл обширные исследования, создав базу данных, связывающую электропроводность с крепостью напитка и температурой, что позволило выполнить электронную калибровку прибора.

Мистер Лингл сыграл ключевую роль в создании и развитии Группы по развитию кофе (Coffee Development Group, CDG) — американского агентства Международной кофейной организации. Он стал первым председателем как Рабочей группы по образованию в сфере общественного питания, так и Рабочей группы по кампусам колледжей. Он входил в Совет директоров CDG и занимал пост председателя в 1985–1986 годах.

В 1985 году мистер Лингл написал *Coffee Cupper's Handbook* — руководство, объясняющее науку и химию, лежащие в основе методов дегустации кофе. Кофейная дегустация (cupping) — традиционный способ, с помощью которого профессиональные дегустаторы оценивают органолептические характеристики кофейных зёрен, отобранных для составления смесей. Книга *Coffee Cupper's Handbook* посвящена основам химии вкуса и тому, как аромат, вкус и тело кофейного напитка соотносятся с его химическим составом, типом и интенсивностью компонентов, а также с температурой и остыванием различных вкусоароматических соединений, содержащихся в кофе.

В 1991 году мистер Лингл был назначен исполнительным директором Специализированной ассоциации кофе Америки. Как первый штатный сотрудник SCAA, он сыграл важную роль в деятельности ассоциации в период её

стремительного роста: с 350 членов в 1991 году до более чем 2400 членов к 1995 году. За это время ассоциация утвердила ряд технических стандартов, продвигающих качественные ориентиры во всех аспектах кофейной цепочки — от зерна до чашки.

В 1995 году мистер Лингл написал *The Coffee Brewing Handbook* с целью содействия совершенству в приготовлении кофейных напитков. Эта работа представляет собой собрание различных научных исследований по завариванию кофе, проведённых индустрией за последние пятьдесят лет, начиная с важнейших исследований доктора Эрнеста Локхарта, научного директора Центра заваривания кофе в 1952–1964 годах. Книга фокусируется на научной базе, лежащей в основе отраслевых стандартов и рекомендаций по надлежащей практике заваривания.

В 1998 году Федерация производителей кофе Колумбии наградила мистера Лингла Национальной медалью за заслуги за его научные усилия по улучшению качества кофе. В 2004 году он был удостоен награды Oren Flor del Café от Национальной ассоциации производителей кофе Гватемалы за продвижение концепции продажи кофе с указанием наименования места происхождения. В 2007 году он получил награду Bwana Kahawa за достижения в течение жизни от Восточноафриканской ассоциации высококачественного кофе за помощь производителям кофе Восточной Африки в увеличении объёмов и стоимости продаж кофе для сегмента specialty. В 2009 году он был награждён Премией за достижения всей жизни от Специализированной ассоциации кофе Америки.

В 2006 году, после пятнадцати лет службы в SCAA, мистер Лингл покинул пост исполнительного директора, чтобы занять аналогичную должность в Coffee Quality Institute (CQI) — некоммерческом фонде, основанном SCAA в 1996 году.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Я написал *Справочник по завариванию кофе* как дополнение к *Руководству по дегустации кофе*. Не нужно проводить много времени за дегустационным столом, чтобы понять: большинство устройств для заваривания не раскрывают всего вкусового потенциала кофе, особенно если речь идёт о действительно качественном кофе категории specialty.

Заваривание кофе создаёт иллюзию простоты. На самом же деле, это очень сложное взаимодействие множества переменных, каждая из которых должна быть чётко контролируема, если результатом должен стать вкусный напиток. В этом справочнике представлена научная база ремесла управления этими переменными с целью достижения желаемого результата.

Справочник по завариванию кофе отражает уроки, извлечённые за двадцать лет выявления, понимания и решения проблем заваривания кофе, с которыми сталкиваются в индустрии общественного питания. Он основан на первоочередной работе доктора Эрнеста Локхарта, выполненной во время его службы научным директором Института заваривания кофе. Также в значительной степени использованы исследования Майкла Сивеца, изложенные в его книге *Coffee Technology*.

Как и большинство технических руководств, этот справочник был существенно улучшен благодаря людям, щедро согласившимся рецензировать первоначальный текст и внести множество важных и конструктивных замечаний. Я особенно признателен Джону Адинолфи, Джону Хьюману, Майклу Сивецу и Карлу Штаубу за их помощь. Также хочу поблагодарить своего редактора Сэнди Сабо за то, что она преобразовала мой зачастую запутанный и перегруженный технический язык в доступный и понятный текст.

Говорят, человеческий разум постепенно подбирается к тайнам природы через череду небольших догадок — это и есть научный метод. Надеюсь, вы с удовольствием будете использовать *Справочник по завариванию кофе* как своего проводника в попытке разгадать тайны и науку кофейного заваривания.

Тед Р. Лингл
15 января 1996 года

ВВЕДЕНИЕ

Первое организованное научное исследование кофейного напитка в Соединённых Штатах началось в 1952 году с основания Института заваривания кофе (Coffee Brewing Institute Inc.) — организации, созданной при участии Национальной кофейной ассоциации и Панамериканского кофейного бюро. Первым научным директором Института стал доктор Эрнест Локхарт, профессор пищевых наук Массачусетского технологического института. С 1952 по 1964 год доктор Локхарт собирал, систематизировал и интерпретировал широкий спектр научных данных о кофе. Он проводил одни из самых передовых на тот момент исследований кофе, и его личное руководство объединило науку, сельское хозяйство и промышленность в стремлении понять сложную природу вкуса кофе.

Как писал доктор Локхарт в мае 1957 года:
«Приемлемость этого напитка, как и любого другого продукта, широко распространённого в торговле, зависит от гармоничного взаимодействия множества факторов, которые вместе составляют его историю. Некоторые из этих факторов контролируются природой, но в основном ответственность лежит на сельском хозяйстве и промышленности. То, насколько хорошо они справляются со своей задачей, напрямую зависит от степени их опыта. Известно, что опыт может быть сформирован методом проб и ошибок и преобразован в промышленное искусство, либо — путём строго организованных исследований — в промышленную науку. В случае с кофе сельское хозяйство и промышленность развили искусство. Лишь недавно, по меркам товарной истории, они признали необходимость организованного научного подхода к множеству нерешённых проблем, с которыми сталкиваются».

Доктор Локхарт вёл большинство технических и научных программ Института заваривания кофе и публиковал их результаты. Он также разработал концепцию соотнесения интенсивности вкуса кофе (концентрации растворимых веществ) с его приемлемостью. С помощью нескольких простых инструментов физической химии он смог создать модель оценивания вкуса, актуальную и поныне. Практически все знания, которыми индустрия располагала о своём продукте в 1950-х и начале 1960-х годов, были результатом исследований доктора Локхарта.

Возможно, не случайно, что пик потребления кофе в США пришёлся на 1962 год — время расцвета влияния Института заваривания кофе. В ту эпоху кофе всё ещё считался недорогим массовым товаром, и вся индустрия была сосредоточена на повышении его потребительской ценности. После закрытия Института отрасль стала смещать акценты в сторону жёсткой ценовой конкуренции в коммерческой торговле; большинство научных исследований переориентировались на поддержание приемлемого качества при использовании более низких сортов и повышении выхода продукции.

Институт заваривания кофе был расформирован в 1964 году и сразу же заменён Центром заваривания кофе (Coffee Brewing Center), созданным как подразделение Панамериканского кофейного бюро. Доктор Локхарт покинул свою должность, и его сменил Кеннет Берджесс. Центр заваривания кофе сосредоточил внимание на индустрии общественного питания и разработал несколько программ, направленных на продвижение качественных практик заваривания в этом сегменте, особенно программу награждения «Золотая чашка» (Golden Cup Award). Центр также проводил обучающие программы для

участников отрасли и дополнительные исследования потребительских предпочтений. В составе центра работала небольшая выездная команда, которая под руководством Джона Адинолфи обучала и поддерживала многочисленных региональных обжарщиков, продававших кофе на рынке общественного питания. Кроме собственных программ и публикаций, Центр также переиздавал большинство материалов, созданных Институтом заваривания кофе.

Центр прекратил свою деятельность в конце 1975 года. Для тех из нас, кому посчастливилось посещать его занятия или получить его печатные материалы, работа СВС представляла собой единственную научную основу, объяснявшую сложные взаимосвязи между дегустацией, обжаркой и завариванием кофе. Хотя к 1990-м годам эти исследования устарели, они по крайней мере обеспечивали точку отсчёта.

Надежду на преодоление нехватки научной информации дал Майкл Сивец — инженер-химик с широким опытом во всех аспектах обработки кофе. Благодаря работе над проектами по разработке, инжинирингу и установке заводов по производству растворимого кофе в Центральной Америке для различных международных компаний, он накопил обширные знания. В 1963 году он совместно с Х. Эллиотом Футом издал *Coffee Processing Technology* в двух томах, а в 1979 году вместе с Норманом Дерозье — *Coffee Technology*. Обе работы являются важным вкладом в развитие исследований, начатых доктором Локхартом.

В 1971 году Норвежская кофейная ассоциация открыла собственный Центр заваривания кофе как часть Норвежского комитета по кофейной информации. Первоначально материалы были ориентированы на рынок общественного питания, и основное внимание уделялось повышению стандартов приготовления кофе в этом сегменте. Многие рекомендации Центра основывались на оригинальных исследованиях доктора Локхарта и впоследствии были уточнены путём дальнейших испытаний, особенно в сфере оценки оборудования для заваривания.

Как и американский Центр, норвежский СВС сотрудничал с представителями отрасли в разработке стандартизированных степеней помола для общественного питания и розничного сегмента. Также были введены стандартизированные веса упаковок. Кроме того, Центр разработал программу одобрения оборудования для заваривания, что привело к значительному росту потребления кофе.

С 1987 по 1991 год Норвежским Центром заваривания управляла Международная кофейная организация (ICO) в Лондоне. Технический отдел ICO подтвердил и расширил большую часть исследований Центра и распространил их через другие офисы ICO в Лондоне, Вашингтоне и Париже. После распада Международного соглашения по кофе в 1989 году ICO была вынуждена закрыть все свои центры из-за нехватки финансирования.

В январе 1991 года Совет Норвежской кофейной ассоциации начал восстановление СВС. Его важнейшие задачи включают одобрение оборудования, разработку и утверждение различных степеней помола, рекомендации по правильным пропорциям заваривания и постоянную поддержку норвежских участников кофейной индустрии и производителей оборудования для обеспечения высокого качества продукта для потребителей.

В целом, рекомендации Центра заваривания кофе в США (в период его существования), норвежского CBC и *Справочника по завариванию кофе* совпадают. Хотя имеются незначительные расхождения при переводе между метрической и английской системой измерений (например, 200°F = 93,3°C, тогда как 94°C = 201,2°F), эти различия несущественны в пределах рекомендуемых температур заваривания (195–205°F против 92–94°C). Однако стандарты оценки оборудования основаны на метрической системе и идентичны стандартам Норвежского центра заваривания. Во *Справочнике по завариванию кофе* метрические единицы приводятся курсивом и являются эквивалентами измерений в английской системе, при этом оба варианта округлены до целых чисел.

Справочник по завариванию кофе охватывает условия заваривания, характерные главным образом для капельных фильтрационных кофеварок. Он не рассматривает отличия, присущие методам заваривания под давлением, таким как приготовление эспрессо. Эти методы создают гораздо более сложный напиток и требуют отдельного анализа и изложения.

Профессионалы кофейной отрасли, овладевшие наукой, изложенной в *Справочнике по завариванию кофе*, значительно повысят свою способность предлагать клиентам лучшие продукты, которые может предложить кофейная индустрия. Чтобы эффективно конкурировать с другими индустриями напитков в XXI веке, участники кофейного рынка должны развивать свои знания как в области методов, так и в области научной базы заваривания кофе.

ГЛАВА 1
ОСНОВЫ ПРАВИЛЬНОГО ЗАВАРИВАНИЯ

Хотя обжаренный кофе приобретается либо в виде цельных зёрен, либо в молотом виде, употребляется он как напиток. Следовательно, качество кофе напрямую связано со способностью превратить его в приятный для питья напиток. Чтобы сделать кофе вкусным, необходимо соблюдать шесть ключевых принципов хорошей практики заваривания.

Путь кофе начинается с зелёных зёрен. Они поступают из различных регионов мира, каждый из которых придаёт кофе характерные вкусовые особенности. Зелёные зёрна часто смешивают. Вид зёрен и пропорции смеси во многом определяют вкус готового напитка. Не менее важную роль играет и способ обжарки зёрен — включая скорость и продолжительность нагрева.

Однако прежде чем кофе можно будет заварить, зёрна необходимо размолоть до частиц, размер которых варьируется от слегка крупного до очень мелкого. Определённое количество этих частиц затем помещают в заранее отмеренное количество воды. На вкус напитка влияют размер помола, точное соотношение кофе и воды, время их контакта, а также качество воды.

Вкус кофе

Кофе получает большую часть своего вкуса за счёт разнообразных химических соединений, высвобождающихся при контакте молотого кофе с водой. В обычных условиях вода извлекает около 80% доступных водорастворимых вкусообразующих соединений, которые формируют аромат, вкус, тело и цвет напитка. В совокупности они создают органолептический профиль кофе.

Вкусы кофейных напитков различаются не только в зависимости от смеси и степени обжарки, но и потому, что вода по-разному извлекает различные вкусообразующие соединения, что в итоге существенно влияет на восприятие вкуса. Соединения, ответственные за вкус (растворимые в воде), и за тело (нерастворимые), извлекаются с разной лёгкостью. И ароматические, и вкусовые соединения включают множество компонентов, которые в различных сочетаниях формируют вкусовой профиль напитка.

Во время заваривания общее количество вкусообразующих веществ в напитке изменяется, как и соотношение между ними. Другими словами, вкус непрерывно меняется по мере течения времени. Как правило, наиболее насыщенные и приятные соединения извлекаются первыми. Чем дольше частицы кофе контактируют с водой, тем больше выделяется менее ароматных соединений. Длительное заваривание приводит к формированию неприемлемого вкуса. Наиболее желательное соотношение вкусовых компонентов достигается до того момента, когда извлечено максимальное количество веществ. Следовательно, чтобы добиться оптимального результата, заваривание необходимо остановить до достижения этой максимальной точки.

Шесть ключевых элементов

Вот шесть элементов, необходимых для превращения обжаренных зёрен в вкусный напиток:

1. **Правильное соотношение кофе и воды.** Готовый напиток должен представлять собой баланс между крепостью (концентрацией растворимых веществ) и степенью экстракции (выходом растворимых веществ). Смещение этого баланса в любую сторону сильно влияет на конечный результат. Кофе обладает очень высокой вкусовой концентрацией и требует разбавления водой. Приемлемая концентрация составляет от 1% до 1,5% кофе и от 99% до 98,5% воды. Кофе с крепостью менее 1% получается слишком слабым, а с крепостью более 1,5% — слишком насыщенным. Допустимый уровень экстракции находится в пределах от 18% до 22%. Недостаточная экстракция (менее 16%) придаёт напитку травянистые или арахисовые ноты, а чрезмерная экстракция (более 24%) приводит к появлению горечи и вяжущих вкусов.

Также возможно извлечь большое количество вкусообразующих веществ и растворить их в малом объёме воды — или наоборот, получить небольшой выход веществ в большом объёме воды. Формула заваривания служит ориентиром при выборе правильного соотношения кофе и воды для контроля как крепости, так и степени экстракции.

2. **Помол, соответствующий времени заваривания.** После того как установлена формула заваривания, вступают в силу метод и оборудование. Чтобы избежать недостаточной или чрезмерной экстракции, размер частиц (помол) должен соответствовать методу заваривания и типу оборудования. Как правило, чем дольше длится заваривание, тем крупнее должен быть помол; и наоборот, короткое время требует более мелкого помола.

3. **Правильная работа оборудования.** Заварочное оборудование обычно регулирует три параметра:

    - **Время контакта молотого кофе с водой.** Частицам нужно время, чтобы впитать воду, вода должна растворить соединения, а затем они должны перейти в напиток. Поскольку вода извлекает разные соединения с разной скоростью, состав раствора постоянно меняется. Контроль времени заваривания способствует оптимальной экстракции и обеспечивает стабильность результата.

    - **Температура воды.** Холодная вода извлекает соединения медленно и неполно. Горячая вода температурой от 92 до 96°C (195–205°F) быстрее высвобождает ароматические вещества и позволяет правильно извлечь остальные соединения за разумное время. Температура должна быть стабильной на всём протяжении заваривания.

    - **Турбулентность.** Когда вода проходит сквозь кофейную массу, она вызывает перемешивание — турбулентность. Этого достаточно, чтобы смочить частицы и обеспечить равномерный поток воды. Смачивание помогает воде проникнуть в волокна частиц, а равномерный поток способствует экстракции. Кроме того, турбулентность предотвращает насыщение воды растворёнными веществами в непосредственном контакте с кофе, что препятствует дальнейшему извлечению вкуса.

4. **Оптимальный метод заваривания.** Даже при использовании одного и того же сорта кофе разные методы заваривания дают напитки с различным вкусом и телом. Существует шесть основных методов извлечения вкуса из молотого кофе:
    - **Настаивание.** Кофейная гуща заливается горячей водой и выдерживается определённое время, после чего гуща отделяется от напитка. На время контакта влияют размер помола, температура воды, степень перемешивания и скорость отделения гущи.
    - **Отваривание.** Свободные молотые зёрна кипятятся в воде произвольное время. Благодаря высокой температуре (100°C) и интенсивному перемешиванию при кипении происходит полная экстракция. Однако этот метод нередко приводит к чрезмерной экстракции.
    - **Перколяция.** Кофе помещается в камеру, которая одновременно служит местом заваривания и фильтрацией. Насос многократно прогоняет горячую воду через кофе. Сначала проходит чистая вода, затем — уже экстрагированный напиток. Время контакта зависит от помола, температуры воды и скорости рециркуляции.
    - **Капельная фильтрация.** Как и при перколяции, кофе размещается в камере с фильтром, но вода проходит через кофе только один раз. Полученный экстракт стекает в ёмкость. Время контакта определяется скоростью подачи воды и размером помола. Также важны температура, форма камеры и тип фильтра.
    - **Вакуумная фильтрация.** Метод, основанный на настаивании, с применением двухкамерного устройства. Пар под давлением поднимает горячую воду в верхнюю камеру с кофе. Перемешивание достигается за счёт пара и ручного помешивания. После выключения нагрева пар конденсируется, создавая вакуум, который втягивает готовый напиток обратно через фильтр, оставляя гущу в верхней камере. Время контакта зависит от скорости образования вакуума, свойств фильтра и размера помола.
    - **Заваривание под давлением.** Вода под давлением от 2 до 10 атмосфер проходит через спрессованный кофейный слой. В результате тепла и давления растворяются вкусообразующие вещества, эмульгируются нерастворимые масла и взвешиваются мельчайшие частицы волокон и пузырьки газа. Получается напиток с очень высокой концентрацией веществ. Для равномерного результата необходимы короткое время заваривания и крайне мелкий помол. Температура воды — 88–92°C (190–195°F), немного ниже, чем при других методах.

5. Качественная вода. При приготовлении кофейного напитка вода так же важна, как и сам кофе. На самом деле, вода составляет более 98% напитка. Наличие в воде определённого количества минералов способствует формированию оптимального вкуса. Как правило, вода с содержанием растворённых минералов от 50 до 100 частей на миллион (3–6 грайн) даёт наилучший вкус. Такая вода

должна напоминать свежую питьевую воду хорошего качества: без запаха, без привкуса и без видимых примесей.

Вода, которая слишком мягкая или слишком жёсткая, не позволяет получить наилучший результат и должна быть предварительно обработана перед использованием. Например, фильтры могут удалить нерастворимые вещества и осадки, а деминерализация — избыточное количество растворённых солей. Активированный уголь — либо предварительное хлорирование с последующей фильтрацией через активированный уголь — эффективно устраняет запахи. Во многих случаях обработка полифосфатами предотвращает образование накипи и коррозию оборудования, не влияя при этом на вкус напитка.

Не рекомендуется использовать методы смягчения воды, при которых ионы натрия заменяют растворённые минеральные вещества — особенно если в воде высокое содержание бикарбонатов. Такая обработка увеличивает щёлочность воды, что негативно влияет на вкус кофе. Более того, она увеличивает время контакта кофе с водой, что приводит к чрезмерной экстракции и появлению неприятной горечи.

---

6. Подходящий фильтрующий материал. Без фильтра, отделяющего экстракт от кофейной гущи, напиток получится мутным и трудным для употребления. В разной степени фильтры очищают напиток, удаляя из него нерастворимые частицы. Таким образом, метод фильтрации напрямую влияет на тело напитка и косвенно — на его вкус.

Тело (насыщенность), влияющее на вкусовое восприятие, частично формируется за счёт нерастворимых веществ, перешедших из кофе в напиток. К ним относятся, прежде всего, масла и мелкие частицы кофейного волокна. Эти вещества создают коллоиды, которые удерживают растворённые соединения и газы, позже высвобождающиеся во рту. Такая задержка усиливает общее вкусовое восприятие.

Фильтры можно разделить на четыре основные категории:

- **Перфорированные металлические пластины.** Эти пластины имеют отверстия, через которые проходит экстракт, в то время как часть мелких частиц задерживается. Размер и количество отверстий должны соответствовать помолу, используемому в оборудовании. Такие фильтры практически не очищают напиток: большая часть мелких и очень мелких частиц проходит сквозь них.
- **Проволочные сетки.** В отличие от перфорированных пластин, сетки содержат большее количество меньших отверстий. Их можно сплести таким образом, чтобы задерживать разное количество мелких частиц, однако уровень очистки остаётся лишь немного выше, чем у металлических пластин.
- **Ткань.** Может использоваться в виде сшитых мешков или в других формах. Тип ткани и плотность плетения определяют её фильтрующую способность. Хорошую степень очистки можно получить при использовании ткани с плотностью до 64×60 нитей на дюйм и весом 5,75 квадратных ярда на фунт. Перед первым использованием ткань необходимо замочить и промыть горячей водой. При постоянном использовании необходимо соблюдать специальные процедуры, чтобы ткань не впитывала масла, разлагающиеся

со временем и искажающие вкус напитка. После каждого использования тканевые фильтры следует хранить в холодной воде.

- **Бумага.** Из всех видов фильтров бумага обеспечивает наилучшую степень очистки напитка. Однако с ней трудно достичь оптимальных условий заваривания: бумага недостаточно прочна и без надлежащей опоры может замедлить фильтрацию настолько, что произойдёт чрезмерная экстракция. Бумажный фильтр должен быть достаточно прочным, чтобы можно было использовать проволочные держатели, не мешающие потоку экстракта. Кроме того, бумага не должна придавать напитку посторонний вкус и не должна сама по себе мешать фильтрации.

Успешное превращение

В конечном итоге качество кофейного напитка зависит от того, насколько точно соблюдаются вышеперечисленные этапы. Даже начав с одного из лучших сортов кофе в мире, можно получить посредственный результат, если, например, будет выбран неподходящий метод заваривания или использована некачественная вода. Успешное превращение зёрен в напиток требует понимания — и строгого соблюдения — этих шести ключевых элементов заваривания.

ГЛАВА 2
АНАЛИЗ ГОТОВОГО НАПИТКА

При заваривании кофе горячая вода извлекает большую часть водорастворимых веществ из обжаренного и молотого кофе в процессе, сочетающем растворение и экстракцию. Вода сначала проникает в кофейную гущу, растворяет некоторые химические соединения, образует раствор этих веществ, а затем выходит из гущи, образуя знакомый нам напиток или экстракт. Кофе содержит множество химических соединений, каждое из которых ведёт себя по-разному. В зависимости от своей химической природы одни соединения растворяются быстро при контакте с водой, другие — медленно.

Измерение выхода растворимых веществ и их концентрации — то есть того, сколько вкусообразующего вещества извлечено из гущи и сколько содержится в самом напитке — напрямую связано с органолептическими (сенсорными) исследованиями, определяющими, каким вкус должен обладать хороший кофе. Другими словами, измерение концентрации и выхода растворимых веществ фокусируется на вкусовой составляющей напитка и предоставляет способ оценки качества чашки.

Однако анализ или объективная оценка качества сваренного кофе — как, впрочем, и любого другого продукта питания или напитка — часто представляет собой сложную задачу. Институт заваривания кофе (CBI) исследовал эту проблему в конце 1950-х годов и в конечном итоге разработал методику измерения количества растворённых вкусообразующих веществ, содержащихся в напитке.

Метод, разработанный CBI, оказался намного проще традиционного химического анализа и предоставил кофейной индустрии объективный подход к оценке напитков, а также общепринятую терминологию для обсуждения кофе, методов заваривания и характеристик оборудования. Он предложил простой, практичный и полезный способ контроля качества и стабильности напитков.

Метод CBI основан на измерении концентрации растворённых вкусообразующих веществ в напитке относительно объёма воды, а затем — на графическом определении выхода растворимых веществ с учётом конкретного соотношения кофе и воды, использованного для заваривания. Этот простой способ оценки до сих пор остаётся ценным аналитическим инструментом, даже несмотря на современные достижения в технологии.

Метод высушивания в печи

Для измерения концентрации растворимых веществ методом высушивания в печи способ приготовления напитка значения не имеет. Однако порядок действий всегда один и тот же:

1. Получите репрезентативную пробу сваренного кофе — около 120 миллилитров (4 унции).
2. Процедите пробу через бумажный фильтр для кофе, чтобы удалить нерастворимые осадки и мельчайшие частицы. (Для получения чистого раствора может потребоваться фильтрация 2–3 раза.)

3. С помощью аналитических весов взвесьте чистую и сухую алюминиевую чашку с точностью до одной десятой миллиграмма. Затем переложите в неё ровно 10 миллилитров очищенного раствора.
4. Поместите чашку с содержимым в сушильный шкаф, поддерживающий постоянную температуру от 105°C до 110°C (221–230°F). Оставьте на три часа. За это время вся вода испарится, и останутся только нев挥учие вещества, извлечённые из кофе.
5. По завершении сушки переместите чашку в эксикатор — герметичную ёмкость с влагопоглотителем. В ней чашка и остатки охлаждаются до комнатной температуры без поглощения влаги из воздуха. Это занимает 15 минут.
6. Снова взвесьте чашку. Разница между массой до и после сушки представляет собой массу растворимых веществ в 10 миллилитрах напитка. Чтобы выразить концентрацию растворимых веществ в процентах, умножьте массу остатка на 10 — это и будет количество граммов на 100 миллилитров, напрямую соответствующее процентной концентрации. *(Примечание: в метрической системе 1 миллилитр соответствует объёму 1 грамма воды при температуре 4°C и давлении 760 мм рт. ст.)*

Пример расчёта:

- Масса чашки с остатками: 1,5007 г
- Масса пустой чашки: 1,3689 г
- Масса растворимых веществ: 0,1318 г

Процент растворимых веществ в 10 мл напитка:

0,1318 × 10 = **1,32%**

Масса растворимых веществ в галлоне напитка:

1,32 × 1,333 = **1,76 унции на галлон**

ТАБЛИЦА 1
Источник: Публикация №27 Центра заваривания кофе
Анализ кофейного напитка на содержание растворимых веществ

В напитке, описанном в Таблице 1, концентрация растворимых веществ составляет 1,32%. Если при его приготовлении использовалось 60 граммов обжаренного молотого кофе на 1 литр воды, то объём готового напитка составил 0,875 литра. Следовательно, количество извлечённых вкусообразующих веществ составило 11,55 грамма (1,32 г на 0,1 л × 0,875 л). Это соответствует выходу растворимых веществ в 19,25% (11,55 г ÷ 60 г).

Иными словами, если из 60 граммов молотого кофе извлечено 11,55 грамма вкусообразующих веществ и растворено в 0,875 литра воды, то готовый напиток содержит 13,20 грамма веществ на литр, или имеет концентрацию растворимых веществ 1,32%.

Количество растворённых веществ также можно выразить на галлон напитка, умножив процентное содержание растворимых веществ на соответствующий

коэффициент пересчёта. Этот коэффициент преобразует граммы в унции, литры в галлоны и соотносит результат с 100 мл напитка:
0,0352 унции/грамм ÷ 0,2642 галлона/литр ÷ 0,1 литра/100 мл = **1,333**.

ТАБЛИЦА 2
Источник: Публикация №27 Центра заваривания кофе
Массы растворимых веществ в 10 повторных 10-миллилитровых пробах из урны

Образец №	Масса осадка (г)	Концентрация растворимых веществ (%)
1	0,1395	1,395
2	0,1392	1,392
3	0,1395	1,395
4	0,1397	1,397
5	0,1397	1,397
6	0,1395	1,395
7	0,1401	1,401
8	0,1393	1,393
9	0,1396	1,396
10	0,1396	1,396

Среднее значение: 0,1396 г (1,396%)
Стандартное отклонение: 0,00025 г
95% доверительный интервал: 0,1396 ± 2,228 × 0,00025 = от 0,1390 до 0,1402 г

Таблица 2 демонстрирует точность метода: 10 одинаковых проб объёмом по 10 мл, отобранных из урны, где кофе заваривался в соотношении 2 галлона воды на 1 фунт кофе. Средняя масса растворимых веществ составила 0,1396 г, а стандартное отклонение — 0,00025 г. При уровне доверия 95% можно утверждать, что из 100 повторных измерений 95 будут находиться в диапазоне от 0,1390 до 0,1402 г. Точность метода при таких объёмах составляет около 0,5%.

Напиток, описанный в Таблице 2, содержит 1,396% растворимых веществ. При пересчёте в унции на галлон:
1,396 × 1,333 = **1,86 унции на галлон**.

Если использовать 2 галлона воды и 1 фунт кофе, то на выходе получится 1,75 галлона готового напитка. Значит, общее количество извлечённых веществ составит:
1,86 × 1,75 = **3,25 унции**,
что соответствует выходу в **20,3%** (3,25 ÷ 16 унций в фунте).

Иная форма выражения этих данных:
Если из 1 фунта кофе извлечено 3,25 унции (20,3%) растворимых веществ и растворено в 1,75 галлона воды, то полученный напиток содержит 1,86 унции растворённых веществ на галлон, или имеет крепость 1,396%.

Этот простой анализ чётко показывает взаимосвязь между **концентрацией** и **выходом** растворимых веществ. Можно извлечь большое количество соединений и растворить их в небольшом объёме воды или, наоборот, получить слабый напиток при малом выходе и большом объёме.

Формула заваривания в определённой степени контролирует оба этих показателя. Зная два из трёх параметров — **процент содержания растворимых веществ**, **процент выхода растворимых веществ** и **формулу заваривания** — можно вычислить третий.

Для расчётов и примеров принято, что каждый фунт кофе впитывает 32 унции воды (1 грамм поглощает 2,086 мл). **Таблица 3** показывает количественную взаимосвязь между содержанием растворимых веществ в напитке, выходом из гущи и формулой заваривания.

Например, если напиток содержит 1% растворимых веществ (считайте по верхней строке 1.00), а выход составляет 20% (по левой колонке), то единственный способ добиться этих условий — использовать 2,63 галлона воды на 1 фунт кофе (перемещаемся вниз по колонке 1.00 и вправо от 20% до 2,63). Для каждого конкретного сочетания концентрации и выхода существует только одна формула заваривания.

Рисунок 1 иллюстрирует данные Таблицы 3. Этот график, используемый так же, как таблица, наглядно показывает взаимосвязь трёх параметров. Хотя иногда значения на шкале приходится оценивать, возможна точность до одной десятой процента (0,1%). Например, чтобы получить напиток с 1,00% растворимых веществ:

- при формуле 2 галлона на фунт требуется извлечь 15,0%,
- при формуле 3 галлона на фунт — уже 24,0%.

Многие обжарщики и операторы в индустрии общественного питания проявили интерес к использованию метода сушки в печи для объективной оценки напитка и стандартизации процессов заваривания. Однако лишь немногие организации располагали лабораториями и персоналом, способным проводить такие измерения.

ТАБЛИЦА 3

Взаимосвязь между растворимыми веществами, экстракцией и формулой заваривания

| Растворимые вещества, унций/галлон | 0.07 | 0.13 | 0.27 | 0.40 | 0.54 | 0.67 | 1.34 | 1.47 | 1.61 | 1.74 | 1.88 | 2.01 | 2.14 | 2.28 | 2.41 | 2.55 | 2.68 |
| Растворимые вещества, % | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 | 1.50 | 1.60 | 1.70 | 1.80 | 1.90 | 2.00 |

Формула заваривания, галлонов на фунт:

Экстракция %, унций/фунт	**0.07**	**0.13**	**0.27**	**0.40**	**0.54**	**0.67**	**1.34**	**1.47**	**1.61**	**1.74**	**1.88**	**2.01**	**2.14**	**2.28**	**2.41**	**2.55**	**2.68**
5	0.80	12.18	6.21	3.23	2.24	1.73	1.43	0.86	0.78	0.73	0.70	0.66	0.64	0.61	0.59	0.57	0.55
10	1.60	24.12	12.18	6.21	4.22	3.23	2.63	1.43	1.29	1.23	1.18	1.09	1.08	0.99	0.94	0.90	0.87
15	2.40	36.05	18.15	9.20	6.21	4.71	3.82	2.03	1.87	1.78	1.69	1.56	1.53	1.44	1.36	1.30	1.25
16	2.56	38.42	19.47	9.79	6.50	4.94	4.05	2.15	1.98	1.89	1.71	1.60	1.57	1.48	1.40	1.33	1.25
17	2.72	40.78	20.83	10.39	7.01	5.31	4.30	2.26	2.08	1.93	1.80	1.69	1.65	1.56	1.48	1.41	1.34
18	2.88	43.22	21.73	10.99	7.40	5.61	4.54	2.39	2.19	2.03	1.89	1.77	1.67	1.58	1.50	1.42	1.37
19	3.04	45.61	22.92	11.58	7.79	5.91	4.78	2.50	2.30	2.13	1.98	1.88	1.75	1.65	1.57	1.49	1.42
20	3.20	48.00	24.12	12.18	8.19	6.21	5.01	2.63	2.41	2.23	2.08	1.94	1.89	1.73	1.64	1.56	1.48
21	3.36	50.39	25.31	12.78	8.60	6.51	5.25	2.74	2.52	2.33	2.17	2.03	1.91	1.81	1.74	1.65	1.58
22	3.52	52.78	26.51	13.37	8.99	6.81	5.49	2.87	2.63	2.43	2.25	2.11	1.99	1.88	1.78	1.70	1.63
23	3.68	55.16	27.70	13.97	9.40	7.10	5.72	2.98	2.74	2.53	2.35	2.20	2.07	1.95	1.85	1.78	1.69
24	3.84	57.55	28.90	14.57	9.79	7.40	5.97	3.10	2.84	2.63	2.44	2.27	2.15	2.03	1.92	1.83	1.75
25	4.00	59.94	30.07	15.17	10.18	7.69	6.21	3.22	2.95	2.73	2.54	2.37	2.23	2.10	1.99	1.90	1.81
30	4.80	71.88	36.08	18.14	12.18	9.20	7.40	3.82	3.49	3.22	2.99	2.80	2.63	2.48	2.34	2.22	2.13
35	5.40	83.82	42.03	21.13	14.17	10.47	8.60	4.42	4.04	3.72	3.45	3.22	3.02	2.85	2.67	2.56	2.44
40	6.40	95.76	48.00	24.12	16.16	12.18	9.79	5.01	4.58	4.22	3.91	3.65	3.43	3.22	3.04	2.90	2.75

Источник: *Coffee Brewing Center Publication No. 27*

Многие обжарщики кофе и операторы в сфере общественного питания выразили интерес к использованию сушки в духовке для объективной оценки кофейных напитков и стандартизации своих процедур заваривания. Однако лишь немногие организации располагали лабораториями или персоналом, способными провести необходимые измерения. Другие не хотели тратить средства и усилия, требуемые для надлежащего оснащения лаборатории. В результате Институт кофе (CBI) предложил программу анализа напитков по почте, охватывающую образцы, приготовленные в любой точке мира.

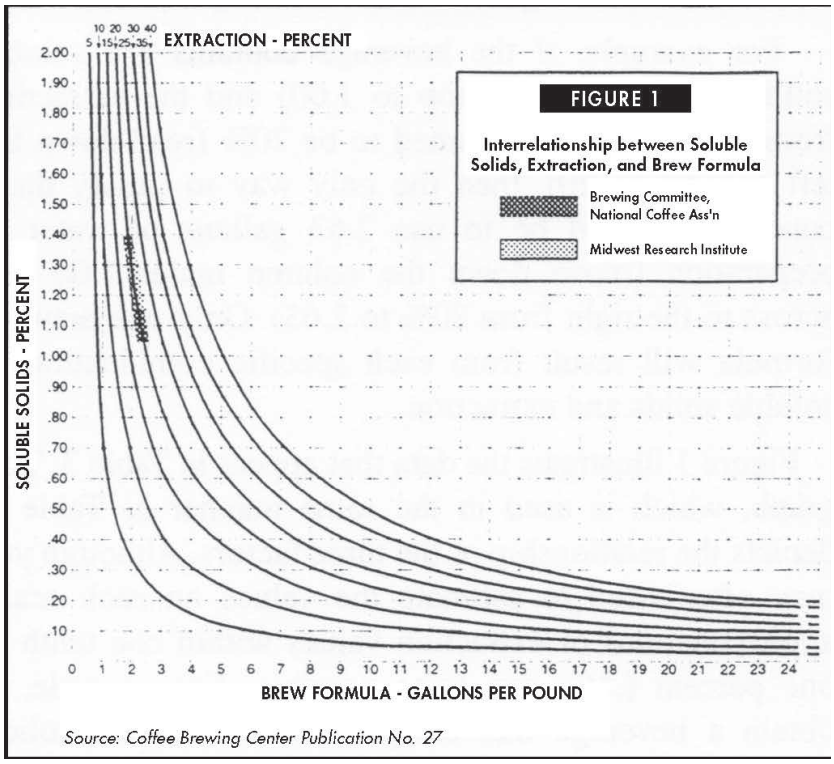


РИСУНОК 1
Взаимосвязь между растворимыми веществами, экстракцией и формулой заваривания

- **Ось Y (вертикальная):** Растворимые вещества — ПРОЦЕНТ
- **Ось X (горизонтальная):** Формула заваривания — ГАЛЛОНЫ НА ФУНТ
- **Кривые на графике:** линии постоянной экстракции — ПРОЦЕНТЫ (обозначены вверху: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40)

Условные обозначения (легенда):
▧ Штриховка (тёмная) — Комитет по завариванию, Национальная Кофейная Ассоциация
▨ Точечная заливка (светлая) — Исследовательский институт Среднего Запада

Источник: *Coffee Brewing Center Publication No. 27*

График показывает, как экстракция, содержание растворимых веществ и соотношение воды к кофе (формула заваривания) взаимосвязаны. Он используется для стандартизации качества напитка в промышленной и профессиональной среде.

CBC также разработал более простой и практичный метод, предназначенный для использования на обжарочных предприятиях, в производственных цехах оборудования и в заведениях общественного питания. Новый метод использует специально сконструированный ареометр для измерения удельного веса кофейного напитка. Удельный вес непосредственно связан с количеством ароматических веществ, находящихся в растворе.

Метод кофейного ареометра
Ареометр представляет собой запаянную стеклянную трубку. Один её конец утяжелён свинцовой дробью; на другом конце находится небольшая закрытая трубка со шкалой измерения. В нижней части ареометра также расположен термометр, регистрирующий температуру жидкости. Когда ареометр помещается в воду — или в другую жидкость, такую как кофе, при соответствующей температуре — он всплывает. Глубина погружения зависит не только от размера трубки и количества свинцовой дроби в нижней части, но также от температуры жидкости и, в случае кофе, от количества растворённых веществ в напитке.

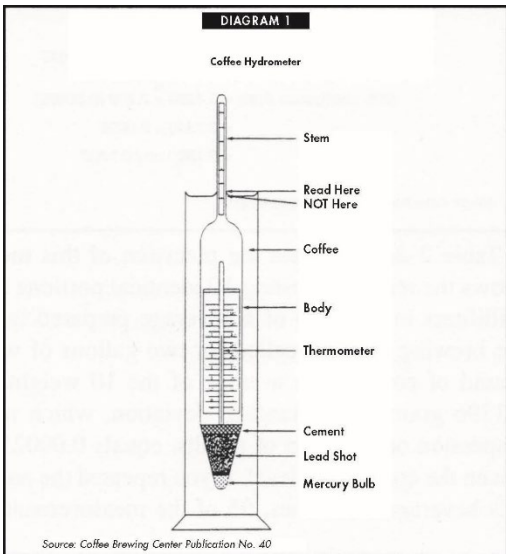


СХЕМА 1
Кофейный ареометр

- **Stem** — Ствол
- **Read Here NOT Here** — Снимать показания **здесь**, а не **здесь**
- **Coffee** — Кофе
- **Body** — Корпус
- **Thermometer** — Термометр
- **Cement** — Цемент (уплотнительный материал)
- **Lead Shot** — Свинцовая дробь (утяжелитель)
- **Mercury Bulb** — Ртутная капсула

Источник: *Coffee Brewing Center Publication No. 40*

Схема иллюстрирует устройство специального ареометра для измерения удельного веса кофейных напитков.

В небольшой закрытой трубке в верхней части кофейного ареометра расположена шкала, разделённая на семь основных делений; каждое из них, в свою очередь, подразделяется на пять меньших. Чтобы откалибровать ареометр, его необходимо поместить в чистую воду при температуре 140˚F (60˚C). Когда он опустится почти полностью, шкалу следует отрегулировать так, чтобы верхняя отметка, обозначенная как 0, совпала с уровнем поверхности жидкости. После этого ареометр считается откалиброванным.

Когда ареометр помещается в кофе, он уже не погружается так глубоко, как в чистую воду. Растворённые вещества поддерживают его. Чем больше в напитке растворённых веществ, тем выше он всплывает. Показание шкалы, находящееся между 0 и 7, отражает плавучесть или крепость напитка по отношению к чистой воде. Слабый, недоэкстрагированный или разбавленный напиток будет показывать низкие значения — около 2 или 3. Сильный, переэкстрагированный или концентрированный — повысит показания до 5 или 6.

Однако само по себе значение по шкале ареометра не имеет смысла. Эту произвольную шкалу в стволе нужно преобразовать в процентное содержание растворимых веществ. Эмпирическим путём был установлен коэффициент корреляции, равный 3,97. Иными словами, чтобы определить процентное содержание растворимых веществ при температуре 140°F (60°C), нужно разделить показание шкалы на 3,97. CBC разработал таблицу, упрощающую такую конвертацию.

Часто бывало неудобно или даже невозможно снимать показания ареометра при точной температуре 140°F (60°C). В связи с этим CBC рассчитал серию поправочных коэффициентов, позволяющих снимать показания в диапазоне от 130°F до 150°F (55°C–65°C). Поправка вычитается при температурах ниже 140°F и прибавляется при более высоких.

Метод прямого считывания ареометра

Ареометр не является столь точным методом измерения, как метод сушки. На итоговые результаты влияет как чистота самого прибора, так и аккуратность пользователя. Кроме того, отдельные экземпляры ареометров могли показывать немного отличающиеся значения.

Разработка ареометра с прямым считыванием усовершенствовала процесс оценки крепости и степени экстракции кофейного напитка. Новый ареометр имел шкалу температурной коррекции прямо под капилляром термометра. Калибровка теперь включала настройку шкалы ствола не по удельному весу, а по процентному содержанию растворимых веществ.

Эти изменения устранили необходимость в отдельных таблицах пересчёта и поправок, существенно упростив задачу получения окончательного значения растворимых веществ. Кроме того, расширенный капилляр термометра позволял пользователю с большей точностью считывать поправки по температуре.

Несмотря на эти усовершенствования, ареометры по-прежнему остаются неудобными и трудоёмкими в полевых условиях. Стеклянные приборы хрупкие и требуют постоянной очистки. Кроме того, они медленные: для точных измерений

напитки, сваренные при температуре 200°F (93°C), должны остыть до 140°F (60°C). Обычно процесс охлаждения занимает от 20 до 30 минут. Лучшие результаты достигаются при усреднении данных от трёх отдельных измерений.

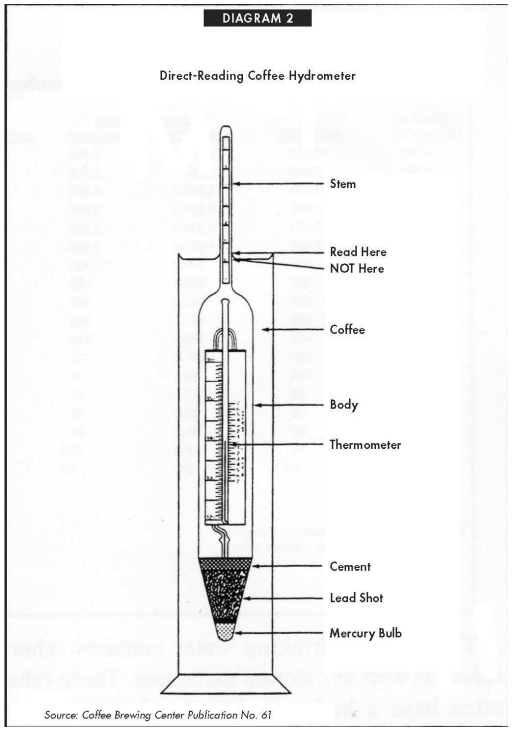


СХЕМА 2
Ареометр с прямым считыванием для кофе (Direct-Reading Coffee Hydrometer)

- **Stem** — Ствол
- **Read Here NOT Here** — Снимать показания **здесь**, а не **здесь**
- **Coffee** — Кофе
- **Body** — Корпус
- **Thermometer** — Термометр
- **Cement** — Цемент (уплотнительный материал)
- **Lead Shot** — Свинцовая дробь (груз)
- **Mercury Bulb** — Ртутная капсула

Источник: *Coffee Brewing Center Publication No. 61*

Схема иллюстрирует конструкцию усовершенствованного ареометра, в котором значения крепости (растворимых веществ) и температурные поправки отображаются напрямую, без необходимости пересчёта по таблицам.

Метод измерения с помощью кондуктометра

В середине 1970-х годов был разработан новый метод измерения, основанный на **электропроводности** — способности жидкости проводить электрический ток. Кофе, являясь слабым электролитическим раствором, частично проводит электрический ток. Количество электрического тока, проходящего через напиток

при фиксированном напряжении, пропорционально количеству растворённых веществ, находящихся в растворе. Измеряя силу тока, можно определить процентное содержание растворимых веществ.

Кофейный кондуктометр представляет собой адаптацию приборов для измерения **общего содержания растворённых веществ (TDS)**, которые обычно используются для оценки количества растворённых примесей в воде. Поскольку масса растворённых веществ (в частях на миллион) прямо пропорциональна электропроводности (в микромо на единицу объёма), измерение электропроводности может указать количество растворённых веществ в пробе воды. Таблица 4 демонстрирует соотношение между общим содержанием растворённых веществ в кофе и электропроводностью, измеренной в микромо.

ТАБЛИЦА 4
Соотношение между электропроводностью и растворёнными веществами

Электропроводность (микромикросименсы)	ТДС воды	ТДС кофе	NaCl (ppm)	$CaCO_3$ (ppm)
15 000	10 000	8 734,9	8 400	7 250
10 000	6 660	5 876,6	5 600	4 700
7 500	5 000	4 283,7	4 000	3 450
6 000	4 000	3 395,3	3 200	2 760
5 000	3 300	2 829,5	2 670	2 300
4 000	3 000	1 680,4	1 550	1 300
3 000	2 000	1 264,2	1 200	1 050
2 000	1 250	840,2	800	700
1 500	1 000	623,9	560	475
1 000	750	467,2	420	355
750	600	311,1	280	235
600	400	326,0	245	210
500	330	232,8	210	175
375	250	155,1	140	115
250	165	99,6	85	70
150	100	66,0	71	60
100	66	39,8	47	40
75	50	29,9	35	30
50	33	19,9	24	20
37,5	25	15,6	18	15
10	6,6	5,2	4,7	4

Источник: Брошюра компании *Presto-Tek Corporation*, прибор *Coffee Test Meter* — модель **DP-17**
Опубликовано в 1975 году

Среднестатистическая питьевая вода содержит не только карбонат кальция, но и другие растворённые вещества. Эти минералы часто обладают большей молекулярной массой на один ион, а значит, их содержание в воде выражается в более высоких значениях частей на миллион (ppm) при одинаковом уровне электропроводности. Приборы для измерения общего содержания растворённых веществ (TDS-метры) обычно калибруются таким образом, чтобы точнее соответствовать характеристикам муниципальной воды.

При заваривании кофе не все ароматические вещества, содержащиеся в нём, переходят в ионизированную форму при растворении в воде. Эмпирические исследования показали, что соотношение ионизированных соединений к неионизированным остаётся постоянным в пределах типичного диапазона концентрации растворённых веществ в кофейном напитке. Определив коэффициент пересчёта между содержанием растворённых веществ в кофе и электропроводностью — и откалибровав прибор на основе раствора с известной проводимостью — можно настроить измерения таким образом, чтобы значения в частях на миллион (ppm) соответствовали концентрации раствора. Для этого применяется множитель 10; например, 1 000 ppm эквивалентны концентрации растворённых веществ 1%, а 1 250 ppm — 1,25%. Это позволяет получать прямое считывание концентрации растворённых веществ с TDS-метра.

Первые исследования взаимосвязи между электропроводностью и концентрацией растворённых веществ в кофе были проведены в 1974 году компанией Presto-Tek Corporation в сотрудничестве с Lingle Bros. Coffee, Inc. Эти исследования показали, что в диапазоне концентраций растворённых веществ от 0,50% до 1,50% существует почти линейная зависимость между электропроводностью и содержанием растворённых веществ в кофе (концентрация 1% соответствовала показанию электропроводности 1 803 микромикросименса). Эти работы привели к созданию первого кофейного проводникового измерителя, выпущенного в 1975 году.

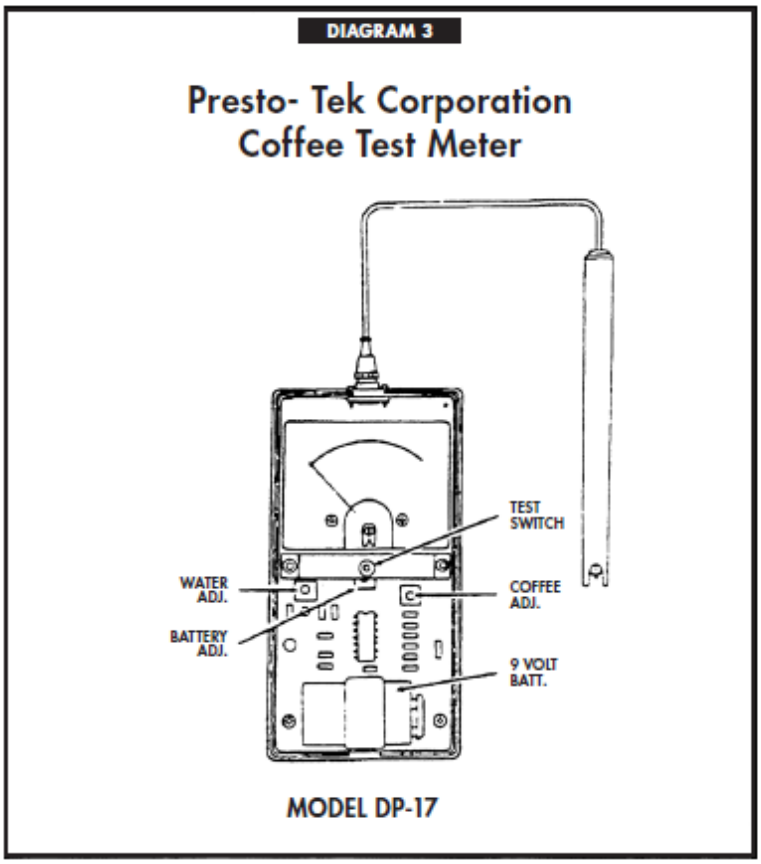


СХЕМА 3
Измеритель кофе компании Presto-Tek Corporation
Coffee Test Meter

- **TEST SWITCH** — Кнопка проверки
- **COFFEE ADJ.** — Регулировка «кофе»
- **9 VOLT BATT.** — Батарея 9 В
- **BATTERY ADJ.** — Регулировка батареи
- **WATER ADJ.** — Регулировка «вода»

МОДЕЛЬ DP-17

В 1996 году компания Agtron, Inc. в сотрудничестве с Ассоциацией спешелти кофе Америки (Specialty Coffee Association of America) провела дальнейшие исследования, используя новые методы тестирования и более совершенное аналитическое оборудование. В этом исследовании была уточнена корреляция между электропроводностью и концентрацией растворимых веществ для смесей арабики, обжаренных до значения #50 по шкале обжарки Agtron/SCAA, и экстрагированных с выходом растворимых веществ 20% в полном диапазоне значений концентрации от 0,20% до 2,20%. Это продвинутое исследование, в сочетании с новым поколением TDS-метров на базе микропроцессоров, позволяет установить связь между электропроводностью и концентрацией растворённых веществ с точностью до 10 ppm (0,01% концентрации растворимых веществ) в диапазоне от 1% до 1,60% растворённых веществ.

Измеритель электропроводности кофе выполняет ту же функцию, что и ареометр для кофе, но имеет несколько явных преимуществ: он измеряет концентрацию растворённых веществ практически мгновенно — измерение занимает всего несколько секунд. Прибор показывает прямое значение процента твёрдых веществ в растворе, устраняя необходимость в совмещении графиков и диаграмм. Он компактен, портативен и прост в использовании. Кроме того, измеритель электропроводности может определять количество растворённых веществ (жёсткость) в воде, используемой для приготовления напитка. После определения жёсткости воды можно математически скорректировать результат, исключив влияние этих веществ на измерение содержания растворённых веществ кофе.

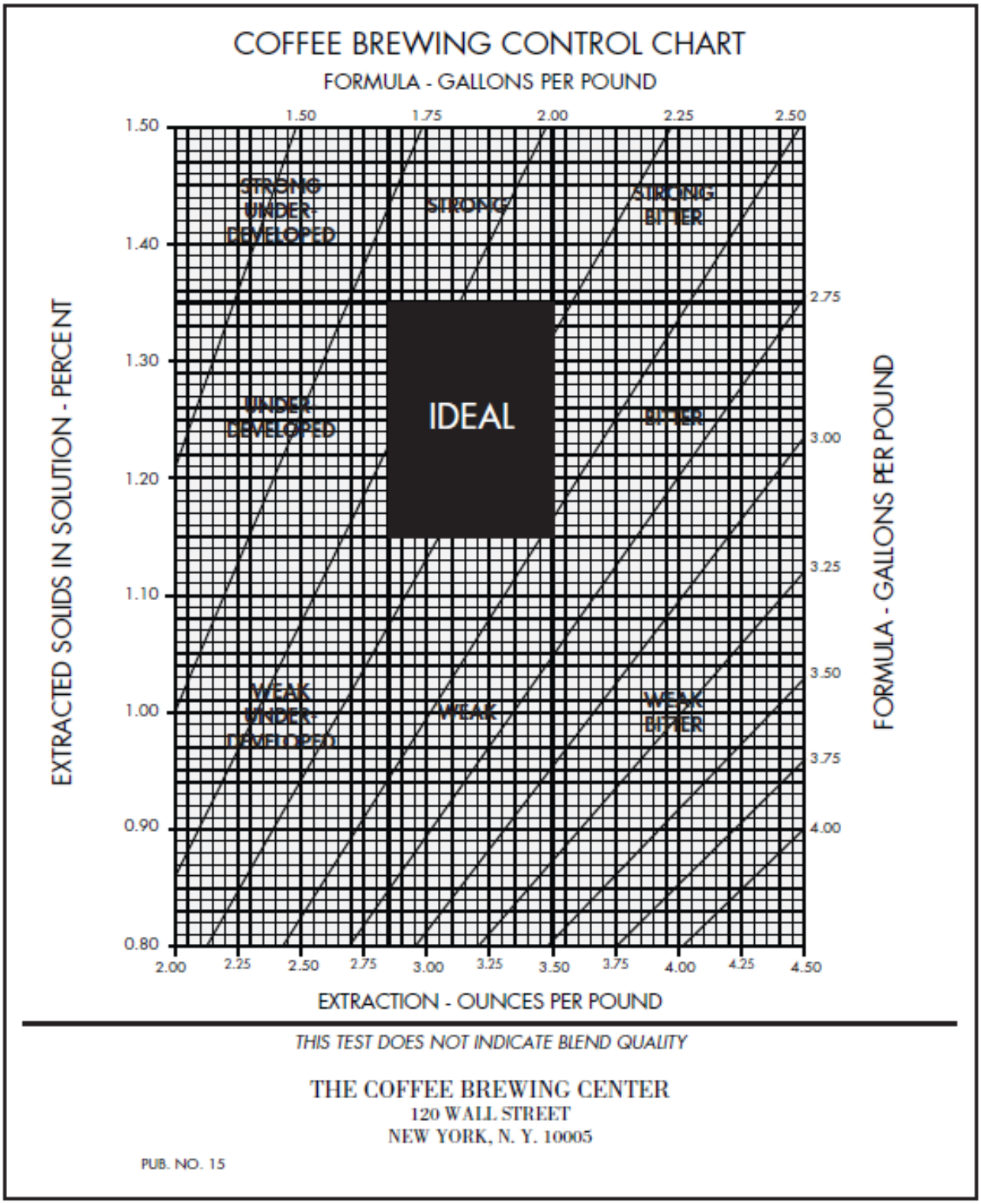
Дальнейшее развитие электронных схем позволило создать приборы, которые меньше по размеру, точнее и дешевле, чем первоначально выпускавшиеся устройства. После надлежащей калибровки измеритель электропроводности представляет собой быстрый, точный и портативный аналитический инструмент для прямого измерения концентрации растворимых веществ.

Простая процедура калибровки требует эталонной пробной жидкости и некоторой подготовки пользователя. Поскольку температура влияет на взаимосвязь между электропроводностью и растворёнными веществами, приборы калибруются при комнатной температуре (77°F / 25°C). Большинство современных приборов оснащены температурно-компенсирующими цепями, которые автоматически корректируют измерения, произведённые при нестандартной температуре. В практических целях устройства рассчитаны на работу в температурных диапазонах, наиболее часто встречающихся на практике, но они обеспечивают самые быстрые результаты при измерении жидкости при комнатной температуре. Обычно небольшое количество кофейного напитка дают остыть ниже 120°F (49°C) перед проведением измерения.

Разработка контрольной диаграммы заваривания кофе

Независимо от используемого метода измерения, объективный анализ кофейного напитка остаётся основой понимания и оценки множества факторов, влияющих на качество заваривания. В период своей деятельности (1952–1975 гг.) Институт кофе (CBI), а позднее — Центр кофе (CBC), провели обширные исследования всех аспектов приготовления кофе. Значительная часть этих работ была сосредоточена на объективном измерении крепости и экстракции, что привело к созданию контрольной диаграммы заваривания кофе (см. стр. 12).

Хотя субъективные параметры диаграммы, связанные с крепостью и экстракцией, вызвали споры в кофейной отрасли, подход CBI и CBC к анализу методов и оборудования для заваривания принёс множество необходимых улучшений в качестве напитка. Контрольная диаграмма заваривания кофе чрезвычайно полезна для объективного анализа кофейного напитка, особенно при оценке подходящих степеней помола для определённых типов кофеварок или при оценке производительности заварочного оборудования с конкретным продуктом.



КОНТРОЛЬНАЯ ДИАГРАММА ЗАВАРИВАНИЯ КОФЕ

Формула — галлоны на фунт

(ось Y слева):

Растворённые вещества в растворе — проценты

(Extracted Solids in Solution — Percent)

(ось X снизу):
Экстракция — унции на фунт
(Extraction — Ounces per Pound)

(ось Y справа):
Формула — галлоны на фунт
(Formula — Gallons per Pound)

Области графика:

- **IDEAL** — ИДЕАЛЬНО
- **STRONG / OVER DEVELOPED** — КРЕПКИЙ / ПЕРЕЭКСТРАГИРОВАННЫЙ
- **BITTER / OVER DEVELOPED** — ГОРЬКИЙ / ПЕРЕЭКСТРАГИРОВАННЫЙ
- **BITTER / UNDER DEVELOPED** — ГОРЬКИЙ / НЕДОЭКСТРАГИРОВАННЫЙ
- **STRONG / UNDER DEVELOPED** — КРЕПКИЙ / НЕДОЭКСТРАГИРОВАННЫЙ
- **WEAK / UNDER DEVELOPED** — СЛАБЫЙ / НЕДОЭКСТРАГИРОВАННЫЙ
- **WEAK / OVER DEVELOPED** — СЛАБЫЙ / ПЕРЕЭКСТРАГИРОВАННЫЙ

ПРИМЕЧАНИЕ:
Данный тест не указывает на качество купажа
(This test does not indicate blend quality)

THE COFFEE BREWING CENTER
120 Wall Street
New York, N.Y. 10005

PUB. NO. 15

ГЛАВА 3
КОНТРОЛЬНАЯ ДИАГРАММА ЗАВАРИВАНИЯ КОФЕ

Контрольная диаграмма заваривания кофе представляет собой простое графическое отображение взаимосвязи между тремя основными переменными: крепостью, экстракцией и рецептурой заваривания. Вместе эти три параметра формируют аромат, вкус и тело кофейного напитка.

Крепость — это показатель концентрации растворимых веществ. Она выражается в процентах и отражает соотношение количества ароматических веществ кофе к количеству воды в готовом напитке.
Экстракция — это показатель выхода растворимых веществ. Она также выражается в процентах и показывает соотношение количества ароматических веществ в напитке к количеству молотого кофе, использованного для его приготовления.
Рецептура заваривания выражается как соотношение кофе к воде, использованное при приготовлении напитка.

Крепость (Концентрация растворимых веществ)
Кофе является крайне насыщенным ароматизирующим веществом. Обычный кофейный напиток содержит примерно 1,2% ароматических веществ кофе и 98,8% воды. Самый слабый напиток, приемлемый для большинства людей, содержит около 0,5% кофе и 99,5% воды. Самый крепкий допустимый напиток (за исключением эспрессо) — около 1,8% кофе и 98,2% воды.

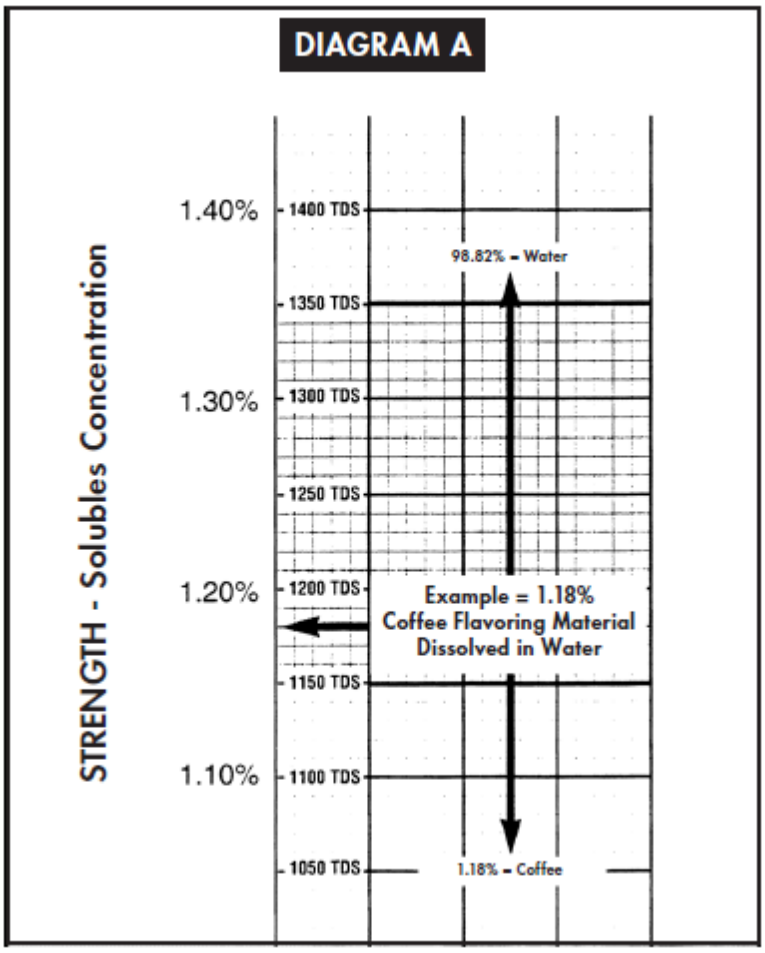


СХЕМА А
КРЕПОСТЬ — Концентрация растворимых веществ

(левая вертикальная шкала):
Крепость — Концентрация растворимых веществ *(STRENGTH — Solubles Concentration)*
(указаны значения в процентах: от 1.10% до 1.40%)

(правая вертикальная шкала):
TDS *(Total Dissolved Solids — Общее количество растворённых веществ)*
(значения от 1050 до 1400)

Пример: 1,18% ароматических веществ кофе, растворённых в воде
(Example = 1.18% Coffee Flavoring Material Dissolved in Water)

— вниз указатель: **1.18% = Кофе**
— вверх указатель: **98.82% = Вода**

Как показано на схеме А, левая сторона контрольной диаграммы заваривания кофе указывает на крепость. Крепость, выраженная как в процентах, так и в виде общего содержания растворённых веществ (TDS), начинается от 0,80% TDS в нижней части диаграммы и достигает 1,60% в верхней. Каждая горизонтальная линия соответствует изменению крепости напитка на одну сотую процента (1/100%).

Например, если измерение кофейного напитка показало значение 1,18% TDS, это означает, что напиток содержит 1,18% кофе и 98,2% воды. Этот результат представлен на схеме А горизонтальной линией, пересекающей левую ось на уровне 1,18% TDS.

Экстракция (Выход растворимых веществ)
Около 28% органических и неорганических веществ, содержащихся в обжаренных кофейных зёрнах, легко растворяются в воде. Оставшиеся 72% представляют собой целлюлозное волокно зёрен, которое не растворяется в воде при обычных условиях заваривания.

Растворимые ароматические вещества находятся внутри волокнистой структуры обжаренных зёрен. Только после помола зёрен и погружения частиц в горячую воду твёрдые ароматические вещества начинают растворяться, превращаясь в жидкости и газы. Разные твёрдые вещества растворяются с разной скоростью, поэтому экстракты с разным выходом растворимых веществ будут содержать разные смеси жидкостей и газов. Каждая смесь или уникальная комбинация выходов растворимых веществ будет обладать своим индивидуальным вкусом.

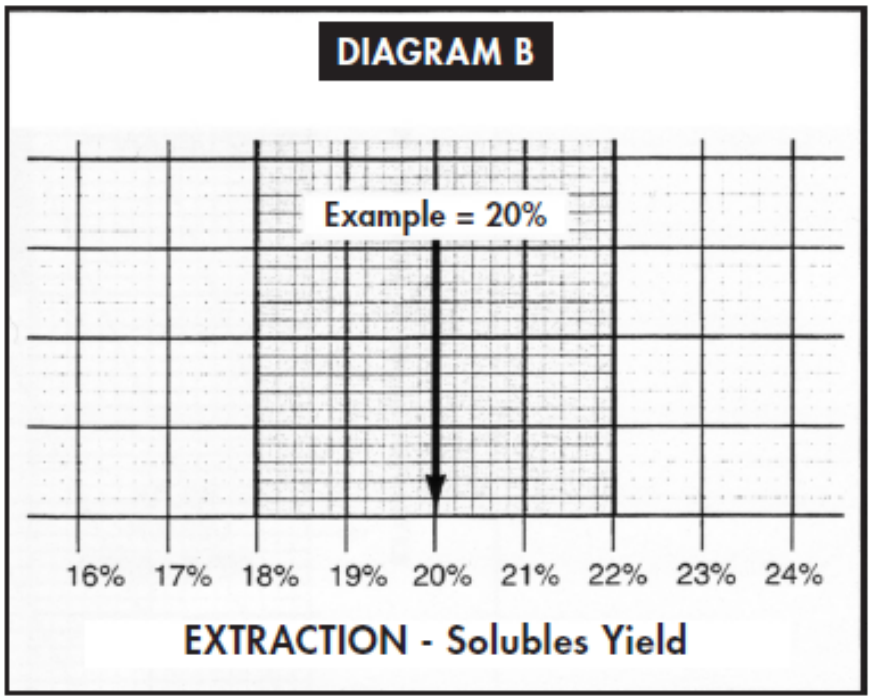


СХЕМА B
ЭКСТРАКЦИЯ — Выход растворимых веществ
(EXTRACTION — Solubles Yield)

(горизонтальная шкала):
Диапазон от **16% до 24%**, с шагом 1%.

Пример: = 20%
(стрелка указывает вниз на значение 20%)

Как показано на схеме B, нижняя часть контрольной диаграммы заваривания кофе отображает выход растворимых веществ. Количество экстракции выражается в процентах и начинается с 14% в левой части диаграммы, достигая 26% в правой. Каждая вертикальная линия соответствует изменению выхода растворимых веществ на 0,20% от количества молотого обжаренного кофе, использованного для приготовления напитка.

Например, значение **20,0%** в нижней части диаграммы указывает на то, что из каждого фунта кофе (16 унций) было извлечено **3,20 унции** ароматических веществ; или **0,70 унции** из порции массой **3,5 унции**; или **2 грамма** из каждой порции кофе массой **10 г**, использованной для приготовления напитка.

Рецептура заваривания (соотношение кофе к воде)
Рецептура заваривания кофе представляет собой **соотношение**, определяемое как вес молотого кофе к объёму воды, использованной для приготовления напитка. Для удобства соотношение часто выражается как вес кофе, необходимый для приготовления стандартной порции. Например:

- **Граммы кофе на одну порцию**, либо 180 мл (6 жидких унций) на стандартную американскую чашку, либо 125 мл (4,25 жидких унции) на стандартную европейскую чашку для домашних кофеварок;
- **Граммы кофе на литр воды** — для европейских кофеварок;

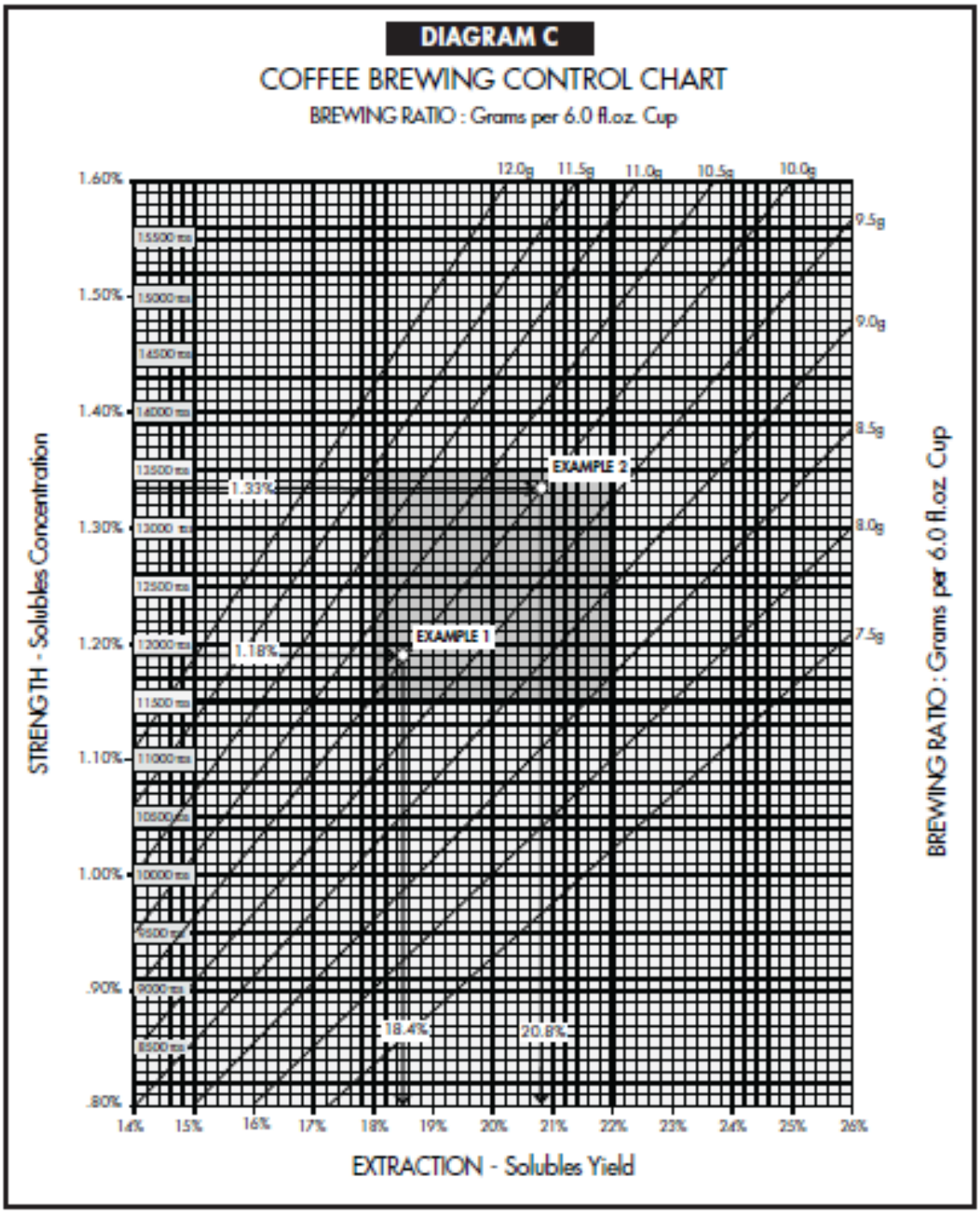
- **Унции кофе на 64 жидких унции воды** — для полу-галлонных и до полутора галлонов партий в коммерческих кофеварках;
- **Галлоны воды на фунт кофе** — для котельных (урн) кофеварок.

На контрольной диаграмме заваривания кофе, как показано на схеме C, диагональные линии, пересекающие диаграмму слева направо, представляют различные рецептуры заваривания. Конкретное соотношение кофе к воде указано в верхней части диаграммы и вдоль правой стороны. Каждая диагональная линия соответствует своему соотношению кофе к воде: **самые крепкие рецептуры** расположены в **верхнем левом углу**, а **самые слабые** — в **нижнем правом углу** диаграммы.

Когда установлено конкретное соотношение кофе к воде, можно выстроить линейную зависимость между крепостью напитка и количеством извлечённых ароматических веществ. При заданной рецептуре увеличения выхода растворимых веществ приведут к **пропорциональному увеличению** их концентрации в напитке, а уменьшения — к **пропорциональному снижению** крепости.

Предположим, что для приготовления одной порции используется **10 граммов кофе** и **6 жидких унций воды**. Если в процессе заваривания было извлечено **1,84 грамма** ароматических веществ (что соответствует **18,4% экстракции**), крепость полученного напитка составит **1,18% TDS** растворённых ароматических веществ кофе (см. схему C, пример 1).

С другой стороны, если определить, что крепость напитка составила **1,33% TDS**, то выход ароматических веществ из кофейной гущи в процессе заваривания составил бы **2,08 грамма** (или **20,8% экстракции**) при той же рецептуре заваривания (см. схему C, пример 2).



Объективное измерение

Этот простой анализ наглядно демонстрирует взаимосвязь между крепостью и экстракцией. Можно извлечь большое количество ароматических веществ и растворить их в небольшом объёме воды — это приведёт к напитку с очень высокой концентрацией растворимых веществ. Эспрессо является хорошим примером такого напитка. С другой стороны, можно извлечь небольшое количество веществ и растворить их в большом объёме воды — в результате получится напиток с очень низкой концентрацией растворимых веществ. Хорошим примером этого является чай. В определённой степени именно рецептура заваривания определяет как

концентрацию растворимых веществ, так и выход растворимых веществ (см. таблицу 1).

Если известны значения любых двух из трёх параметров — **крепости, экстракции и рецептуры заваривания**, — можно вычислить значение третьего. Таким образом, можно объективно измерить и изучить взаимосвязь ключевых переменных процесса заваривания, к которым относятся состав купажа, степень обжарки, помол, время, температура, турбулентность и качество воды.

Субъективная оценка

Кофейный напиток получает свой вкус из двух источников — **аромата (газов)** и **вкуса (жидкостей)**. В процессе заваривания аромат извлекается гораздо быстрее, чем вкус. Фактически, газы почти сразу начинают выделяться из гущи, как только она соприкасается с горячей водой.

TABLE 1

Interrelationship between Soluble Solids, Extraction and Brewing Formula

Soluble Solids, oz./gal.		0.07	0.13	0.27	0.40	0.54	0.67	1.34	1.47	1.61	1.74	1.88	2.01	2.14	2.28	2.41	2.55	2.68
Soluble Solids, %		0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
		Brewing Formula, Gallons per Pound																
Extraction %,	oz. / lb.																	
5	0.80	12.18	6.21	3.23	2.24	1.73	1.43	0.86	0.78	0.73	0.70	0.66	0.64	0.61	0.59	0.57	0.55	0.54
10	1.60	24.12	12.18	6.21	4.22	3.23	2.63	1.43	1.32	1.23	1.16	1.09	1.04	0.99	0.94	0.90	0.87	0.84
15	2.40	36.06	18.15	9.20	6.21	4.71	3.82	2.03	1.87	1.73	1.62	1.52	1.43	1.36	1.29	1.23	1.18	1.13
16	2.56	38.45	19.34	9.79	6.60	5.01	4.06	2.15	1.98	1.83	1.71	1.60	1.51	1.43	1.36	1.30	1.25	1.19
17	2.72	40.84	20.53	10.39	7.01	5.31	4.30	2.26	2.08	1.93	1.80	1.69	1.59	1.51	1.43	1.37	1.31	1.25
18	2.88	43.22	21.73	10.99	7.40	5.61	4.54	2.39	2.19	2.03	1.89	1.77	1.67	1.58	1.50	1.43	1.37	1.31
19	3.04	45.61	22.92	11.58	7.79	5.91	4.78	2.50	2.30	2.13	1.98	1.86	1.75	1.66	1.57	1.50	1.43	1.37
20	3.20	48.00	24.12	12.18	8.19	6.21	5.01	2.63	2.41	2.23	2.08	1.94	1.83	1.73	1.64	1.57	1.49	1.43
21	3.36	50.39	25.31	12.78	8.60	6.51	5.25	2.74	2.52	2.33	2.17	2.03	1.91	1.81	1.71	1.63	1.56	1.49
22	3.52	52.78	26.51	13.37	8.99	6.81	5.49	2.87	2.63	2.43	2.26	2.11	1.99	1.88	1.78	1.70	1.62	1.55
23	3.68	55.16	27.70	13.97	9.40	7.10	5.73	2.98	2.74	2.53	2.35	2.20	2.07	1.96	1.85	1.76	1.69	1.61
24	3.84	57.55	28.90	14.57	9.79	7.40	5.97	3.10	2.84	2.63	2.44	2.29	2.15	2.03	1.92	1.83	1.75	1.67
25	4.00	59.94	30.09	15.17	10.18	7.69	6.21	3.22	2.95	2.73	2.54	2.37	2.23	2.10	1.99	1.90	1.81	1.73
30	4.80	71.88	36.06	18.14	12.18	9.20	7.40	3.82	3.49	3.22	2.99	2.80	2.63	2.48	2.34	2.22	2.13	2.03
35	5.60	83.82	42.03	21.13	14.17	10.69	8.60	4.42	4.04	3.72	3.46	3.22	3.02	2.85	2.69	2.56	2.44	2.33
40	6.40	95.76	48.00	24.12	16.16	12.18	9.79	5.01	4.58	4.22	3.91	3.65	3.43	3.22	3.04	2.90	2.75	2.63

Source: Coffee Brewing Center Publication No. 27

(По сравнению с молотым кофе, восприятие ароматических веществ снижается на 75% при заваривании кофе.) Несмотря на то, что они являются важной частью общего вкусового профиля, летучие ароматические соединения не влияют на вкус. Вкусовые ощущения формируются за счёт растворимых ароматических веществ, извлечённых из кофейной гущи, которые сохраняются в жидкой форме. Ароматические вещества, которые не растворяются (то есть не переходят в жидкость), не могут быть восприняты на вкус. Однако они влияют на тактильные ощущения и формируют так называемое тело кофе.

В отличие от аромата, вкус извлекается медленнее. Поскольку тело напитка также накапливается постепенно в процессе заваривания, вкус и тело тесно взаимосвязаны. Следовательно, можно использовать концентрацию растворённых ароматических веществ как показатель развития вкуса и тела. В сочетании с объективными измерениями выхода растворимых веществ, субъективная оценка помогает подтвердить недоэкстракцию — проявляющуюся в неприятных травянистых или ореховых нотах из-за низкого выхода растворимых веществ — или переэкстракцию, которая вызывает вяжущие и горькие ощущения из-за чрезмерного извлечения (см. таблицу 2).

Баланс между крепостью и экстракцией

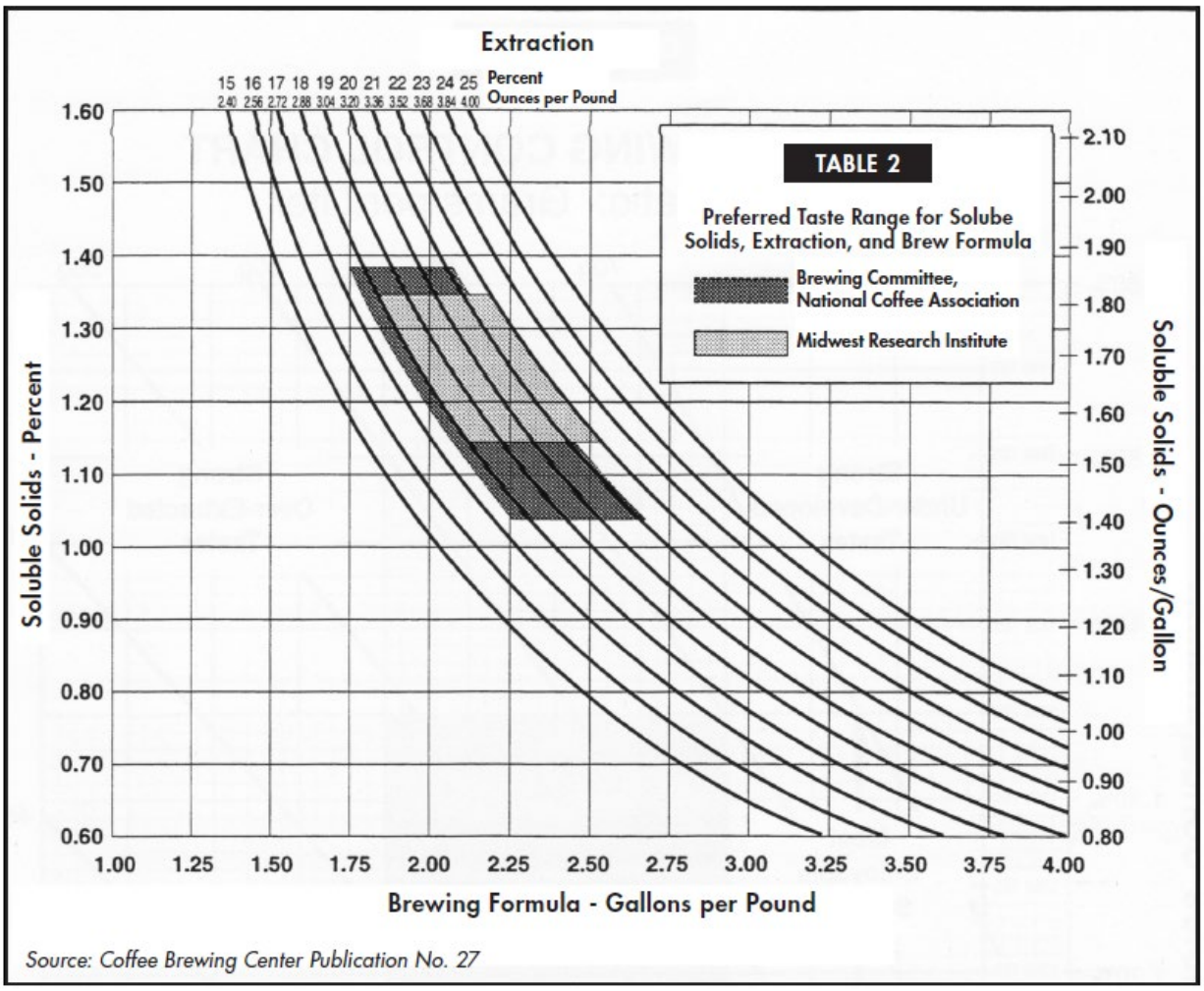
Многократные исследования, проведённые **Центром заваривания кофе (CBC)**, выявили три принципа, определяющих взаимосвязь между крепостью и экстракцией. Позднейшие исследования, проведённые **Скандинавским центром заваривания кофе (Nordic Coffee Brewing Center)**, подтвердили эти же принципы:

1. **Существует узкий диапазон значений, при которых извлекаются наиболее ароматные растворимые вещества.** При выходе растворимых веществ ниже 18% напиток склонен к травянистым и арахисовым привкусам и считается недоэкстрагированным. При выходе выше 22% вкус становится вяжущим и горьким, что считается переэкстракцией. **Оптимальный диапазон экстракции** — от **18% до 22%**, где проявляются наилучшие вкусовые качества.

2. **Концентрация растворённых веществ имеет более широкий допустимый диапазон.**
   Концентрации ниже **1,15% TDS** считаются слабыми. Такие напитки не раскрывают вкус кофе с достаточной интенсивностью, чтобы все компоненты были ощутимы среднестатистическим человеком.
   Концентрации выше **1,35% TDS** считаются крепкими — компоненты вкуса представлены с такой интенсивностью, что их восприятие становится затруднительным.
   Для большинства людей **наиболее приятный уровень интенсивности** вкуса достигается при концентрации **от 1,15% до 1,35% TDS**.
   (Примечание: Интенсивность вкуса также зависит от степени обжарки кофе, поэтому порог между "слишком слабо" и "слишком крепко" может слегка варьироваться. Исследования Института заваривания кофе и Скандинавского центра проводились с образцами кофе в диапазоне обжарки #65–#55 по шкале Agtron/SCAA.)

3. **Для достижения оптимального вкуса необходимо соблюдение баланса между концентрацией и выходом растворимых веществ.** Иными словами, наиболее вкусная смесь ароматических веществ должна быть представлена на наиболее приятном уровне концентрации. Чтобы достичь этого оптимального баланса между крепостью и экстракцией (CBC определял его как *Ideal*), рецептура заваривания должна соответствовать следующим параметрам:

- **9–11 граммов кофе на 6 жидких унций (180 мл) воды** — для одиночных домашних кофеварок
- **6,25–7,75 граммов кофе на 4,25 жидкой унции (125 мл)** — для европейского размера чашек
- **50–60 граммов на литр воды** — для кофеварок, откалиброванных по метрической системе
  *(Примечание: Центр заваривания кофе Норвегии рекомендует формулы в диапазоне **60–70 г/л**)*



- **3,25–4,25 унции кофе на 64 жидких унции воды** — для кофеварок объёмом полгаллона.
- **2,0–2,5 галлона воды на фунт кофе** — для котельных (урновых) кофеварок.

Если соотношение кофе к воде превышает указанные диапазоны, становится невозможно достичь достаточно низкой концентрации растворимых веществ, которая была бы приятна на вкус, даже при полном извлечении всех желательных ароматических соединений. С другой стороны, если соотношение оказывается ниже указанных диапазонов, невозможно добиться достаточно высокой концентрации растворимых веществ без извлечения соединений, вызывающих вяжущие и горькие нотки во вкусе напитка.

График анализа заваривания

Контрольная диаграмма заваривания кофе является частью более обширного **графика анализа заваривания кофе**, который отображает полный диапазон возможных результатов при любом наборе параметров заваривания. Полный график начинается от 0% по каждой оси и теоретически простирается до 100%. Однако **рабочий диапазон графика** простирается до **2% крепости** и **35% экстракции**.

Поскольку **полезный диапазон для практического анализа заваривания кофе** лежит в пределах от **0,80% до 1,60% крепости** и от **14,0% до 26,0% экстракции**, именно эти значения представлены на контрольной диаграмме заваривания кофе.

График анализа заваривания кофе показывает рецептуры заваривания в **граммах кофе на литр воды**. Эти соотношения можно перевести в **унции на полгаллона** или **галлоны на фунт кофе**, используя таблицы **3** и **4**.

Как пользоваться диаграммой

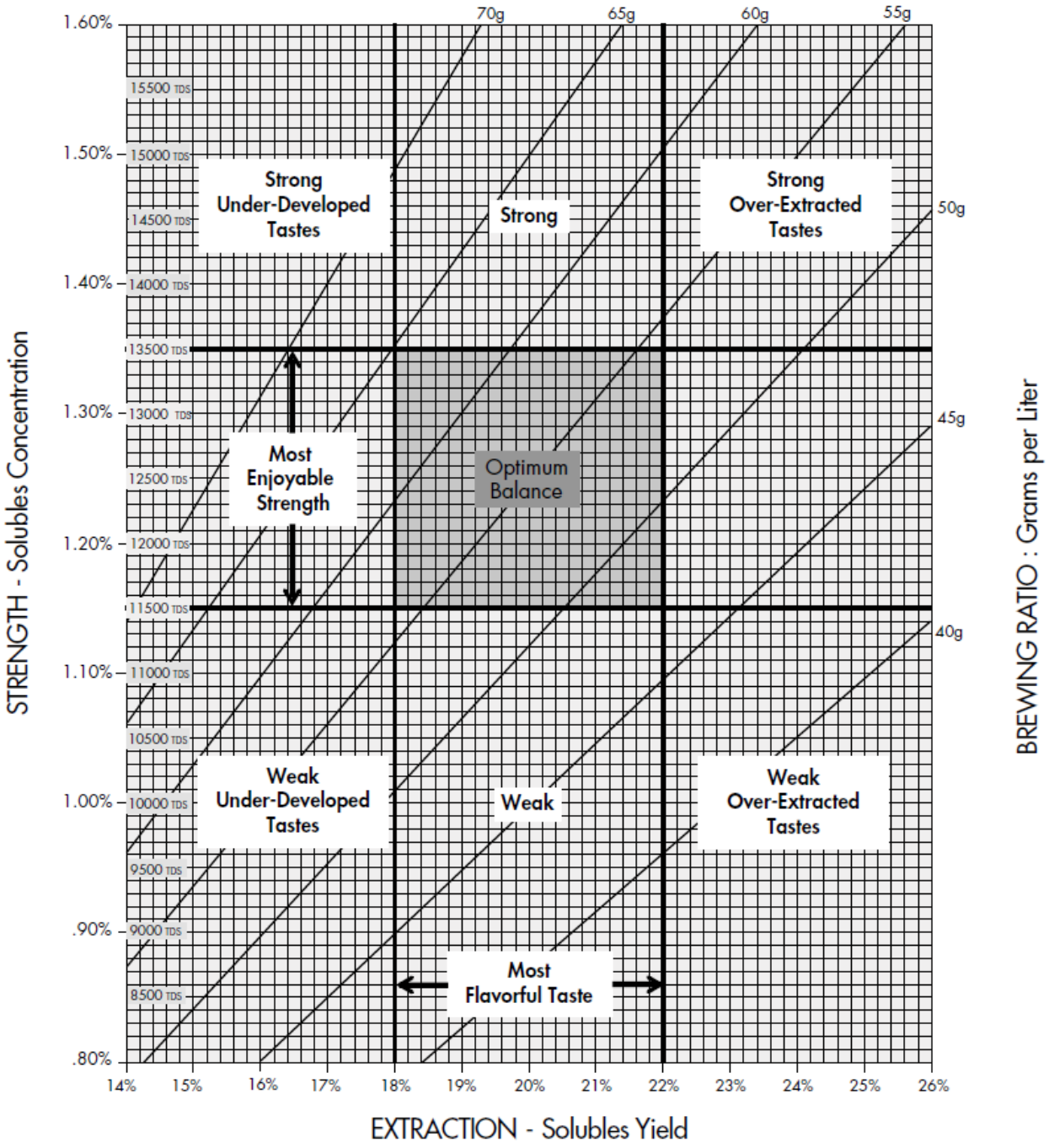
Как уже упоминалось выше, контрольная диаграмма заваривания кофе позволяет исследовать взаимосвязь между крепостью и экстракцией, а также оценивать влияние изменений в купаже, степени обжарки или помоле. Её также можно использовать для измерения различий, вызванных временем, температурой и турбулентностью при различных методах заваривания.

Чтобы воспользоваться контрольной диаграммой заваривания кофе, сначала необходимо измерить...

DIAGRAM D

COFFEE BREWING CONTROL CHART

BREWING RATIO: Grams per Liter



крепость исследуемого кофейного напитка, используя один из ранее описанных методов (см. главу 2). После того как крепость определена, найдите на диаграмме пересечение горизонтальной линии, соответствующей этой крепости, и диагональной линии, изображающей используемую рецептуру заваривания. В точке пересечения проведите вертикальную линию вниз до нижней части диаграммы — она отразит **экстракцию ароматических веществ из кофе**. Прочитайте процент выхода растворимых веществ (solubles yield) в нижней части диаграммы.

Четыре следующие **контрольные диаграммы заваривания кофе** иллюстрируют взаимосвязь между крепостью и экстракцией для следующих рецептур заваривания:

- **Граммы на 6 жидких унций**
- **Граммы на литр**
- **Унции на полгаллона**
- **Галлоны на фунт**

Преимущества для индустрии

Измерение накопления вкуса и тела как объективного метода оценки качества чашки и приемлемости напитка имеет множество применений. Этот подход помогает понять взаимосвязь между **купажом, обжаркой и помолом** — что особенно важно для обжарщиков, стремящихся улучшить качество продукта. Производителям оборудования такие измерения помогают лучше понять взаимосвязь между **временем, температурой и турбулентностью**, что имеет значение при разработке нового оборудования или модификации существующих кофеварок.

Такие измерения также позволяют точно определить влияние **состава воды** на заваривание кофе и могут служить основой для **программ контроля качества** в компаниях, занимающихся продажей кофейных напитков.

Проще говоря, **систематическое изучение процесса заваривания кофе** во всех его аспектах с использованием **объективных измерений растворённых ароматических веществ кофе** даёт всем профессионалам в кофейной отрасли более глубокие знания и понимание

TABLE 3

Formula Conversion Table for Half-Gallon Coffee Brewers

Conversion of Water - Ounces Formulas to Gallons per Pound

Water (Fluid Ounces)	Coffee (Ounces) 2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.20	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25
50	3.12	2.78	2.50	2.27	2.08	1.95	1.92	1.79			
51	3.18	2.83	2.55	2.32	2.13	1.99	1.96	1.82	1.70		
52	3.25	2.89	2.60	2.37	2.17	2.03	2.00	1.86	1.73		
53	3.31	2.95	2.65	2.41	2.21	2.07	2.04	1.89	1.77		
54	3.37	3.00	2.70	2.46	2.25	2.11	2.08	1.93	1.80		
55	3.43	3.06	2.75	2.50	2.29	2.15	2.12	1.96	1.83	1.72	
56	3.50	3.11	2.80	2.55	2.34	2.19	2.15	2.00	1.87	1.75	
57	3.56	3.17	2.85	2.59	2.38	2.23	2.19	2.03	1.90	1.78	
58	3.62	3.23	2.90	2.64	2.42	2.27	2.23	2.07	1.94	1.82	1.71
59	3.68	3.28	2.95	2.68	2.46	2.31	2.27	2.11	1.97	1.85	1.74
60	3.75	3.34	3.00	2.73	2.50	2.35	2.31	2.14	2.00	1.88	1.76
61	3.81	3.40	3.05	2.77	2.54	2.38	2.35	2.18	2.03	1.91	1.79
62	3.88	3.45	3.10	2.82	2.59	2.42	2.38	2.22	2.07	1.94	1.82
63	3.94	3.50	3.15	2.86	2.63	2.46	2.42	2.25	2.10	1.97	1.85
64	4.00	3.56	3.20	2.91	2.67	2.50	2.46	2.28	2.13	2.00	1.88
65	4.06	3.62	3.25	2.96	2.71	2.54	2.50	2.32	2.17	2.03	1.91
66	4.12	3.67	3.30	3.00	2.75	2.57	2.54	2.36	2.20	2.07	1.94
67	4.19	3.72	3.35	3.04	2.79	2.61	2.58	2.39	2.23	2.10	1.97
68	4.25	3.78	3.40	3.09	2.83	2.65	2.51	2.43	2.27	2.13	2.00

Source: Coffee Brewing Center Publication No. 15A

TABLE 4

Formula Conversion Table for Gram-Liter Coffee Brewers

Conversion of Water - Gram Formulas to Ounces per Half-Gallon

Water (Fluid Ounces)	Coffee (Grams) 30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
50	1.57	1.82	2.08	2.34	2.60	2.86	3.12	3.39	3.65	3.91	4.17
51	1.59	1.86	2.12	2.39	2.66	2.92	3.19	3.45	3.72	3.99	4.25
52	1.62	1.89	2.16	2.44	2.71	2.98	3.25	3.52	3.79	4.06	4.33
53	1.65	1.92	2.21	2.48	2.76	3.04	3.31	3.59	3.87	4.14	4.42
54	1.68	1.98	2.25	2.53	2.81	3.09	3.37	3.66	3.94	4.22	4.50
55	1.72	2.00	2.29	2.58	2.86	3.15	3.44	3.72	4.01	4.30	4.58
56	1.75	2.04	2.33	2.62	2.92	3.21	3.50	3.79	4.08	4.36	4.67
57	1.78	2.08	2.37	2.67	2.97	3.27	3.56	3.86	4.16	4.45	4.75
58	1.81	2.11	2.42	2.72	3.02	3.32	3.63	3.93	4.23	4.53	4.84
59	1.84	2.15	2.46	2.76	3.07	3.38	3.69	4.00	4.30	4.61	4.92
60	1.87	2.19	2.50	2.81	3.12	3.44	3.75	4.60	4.38	4.69	5.00
61	1.90	2.22	2.54	2.86	3.18	3.49	3.81	4.13	4.45	4.77	5.09
62	1.94	2.26	2.58	2.91	3.23	3.55	3.85	4.20	4.52	4.85	5.17
63	1.97	2.30	2.62	2.93	3.28	3.61	3.94	4.27	4.60	4.92	5.25
64	2.00	2.33	2.67	3.00	3.33	3.67	4.00	4.33	4.67	5.00	5.34
65	2.03	2.37	2.71	3.05	3.39	3.72	4.06	4.40	4.74	5.08	5.42
66	2.06	2.40	2.75	3.09	3.44	3.78	4.13	4.47	4.81	5.16	5.50
67	2.09	2.44	2.79	3.14	3.49	3.84	4.19	4.54	4.89	5.24	5.59
68	2.12	2.48	2.83	3.19	3.54	3.90	4.25	4.61	4.96	5.32	5.67

Source: SCAA

DIAGRAM E

COFFEE BREWING CONTROL CHART

BREWING RATIO: Grams per Liter

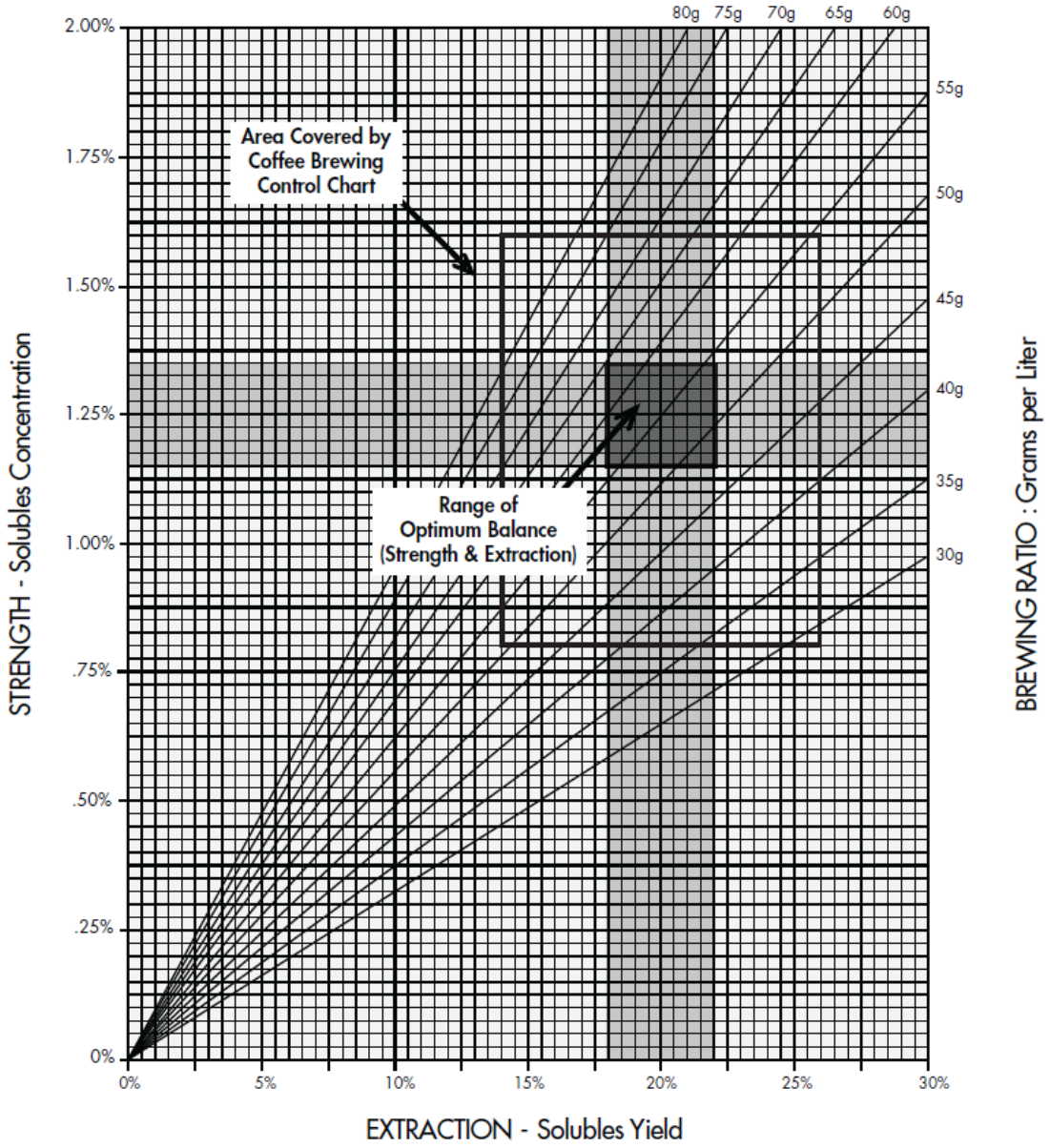


DIAGRAM F

COFFEE BREWING CONTROL CHART

BREWING RATIO : Grams per 6.0 fl.oz. Cup

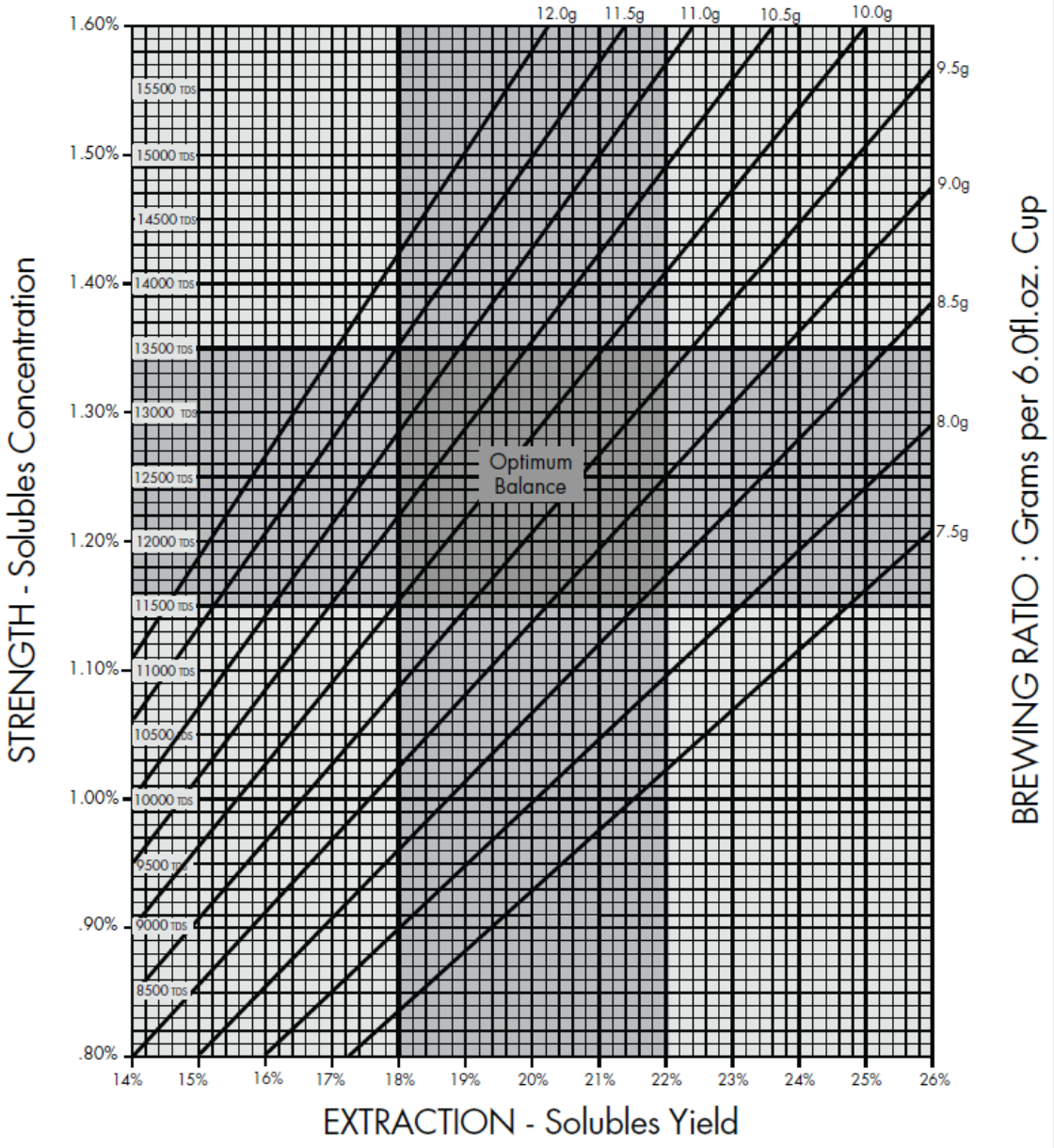


DIAGRAM G

COFFEE BREWING CONTROL CHART

BREWING RATIO : Grams per Liter

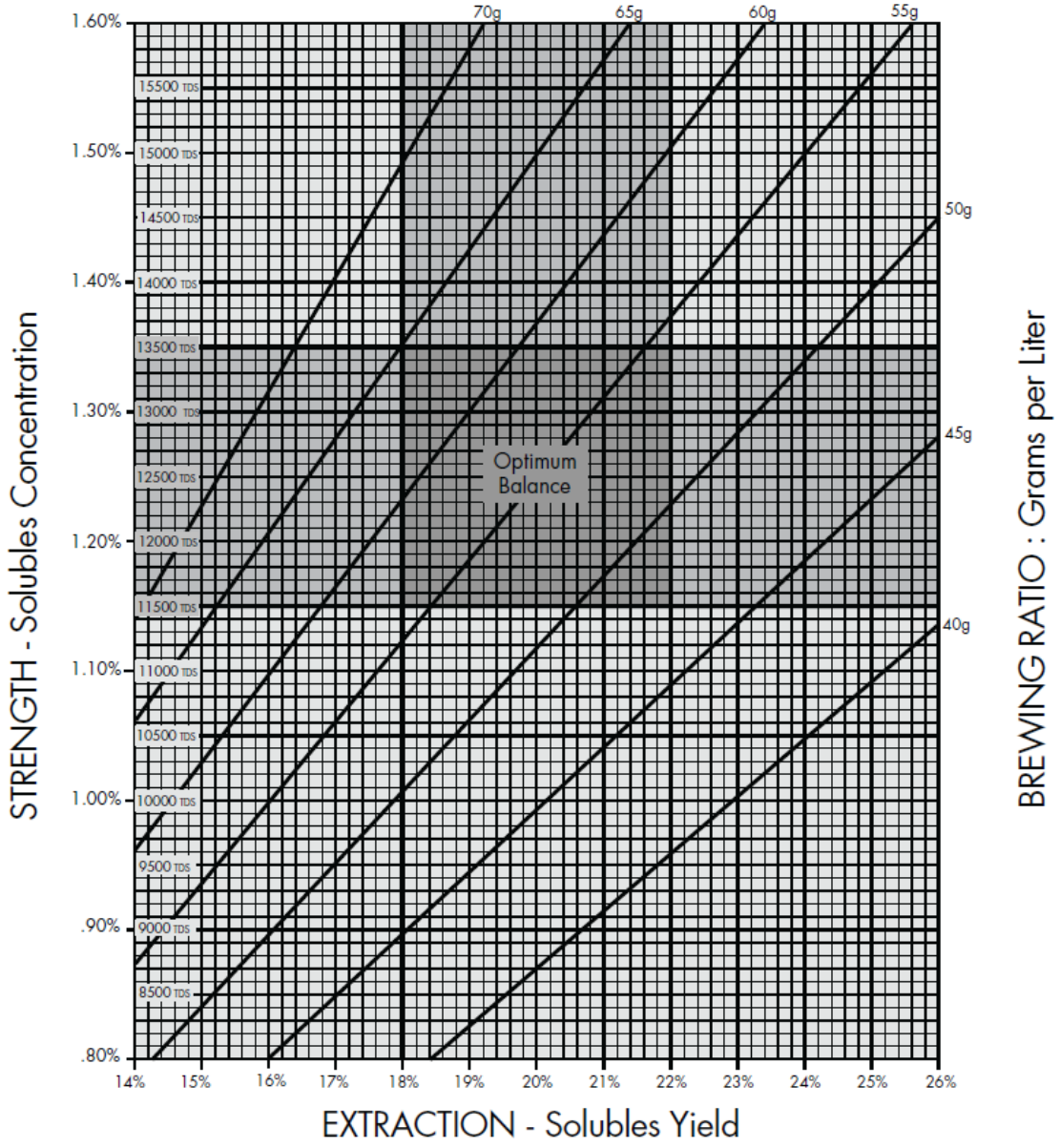


DIAGRAM H

COFFEE BREWING CONTROL CHART

BREWING RATIO : Ounces per Half-Gallon

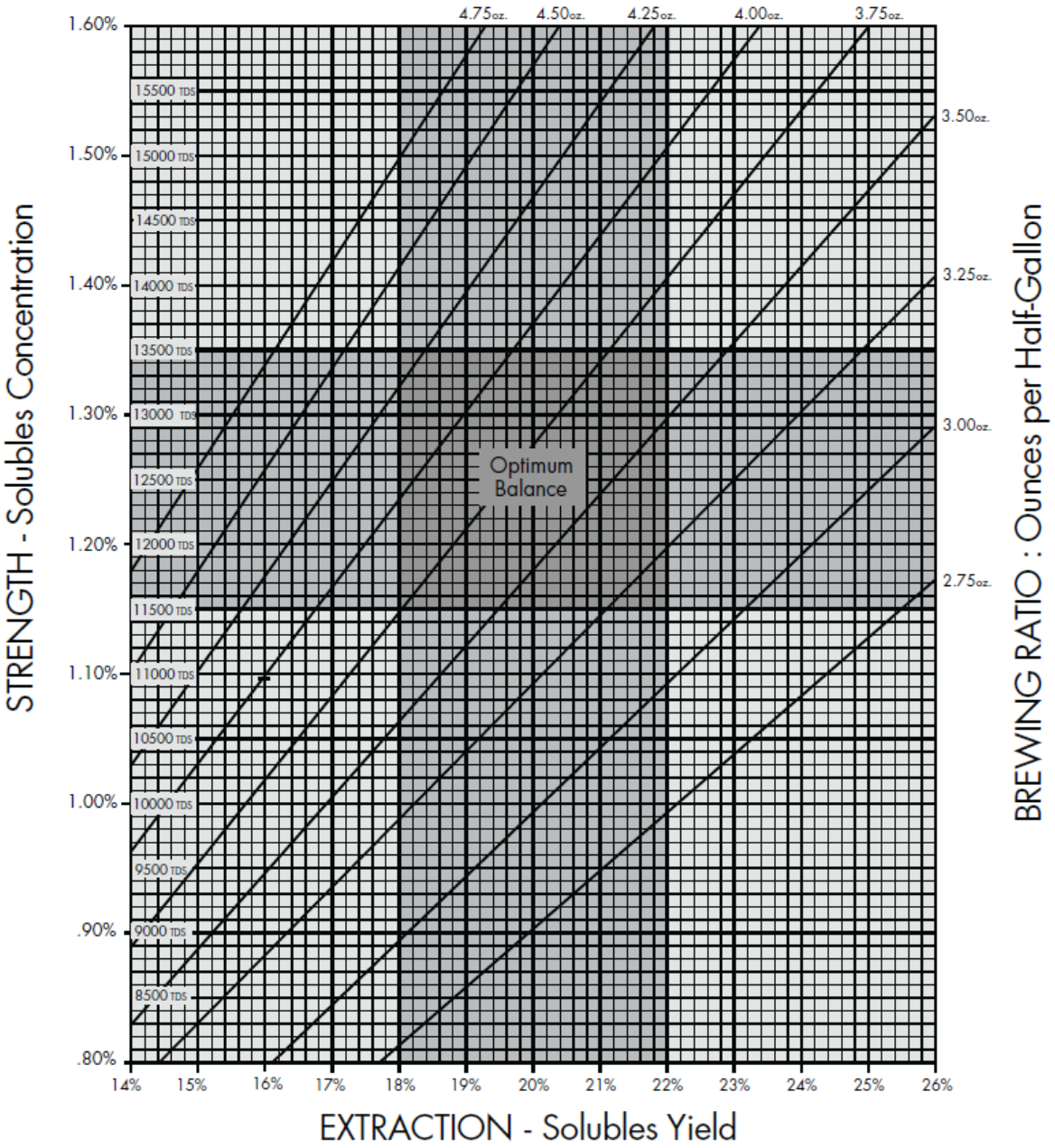
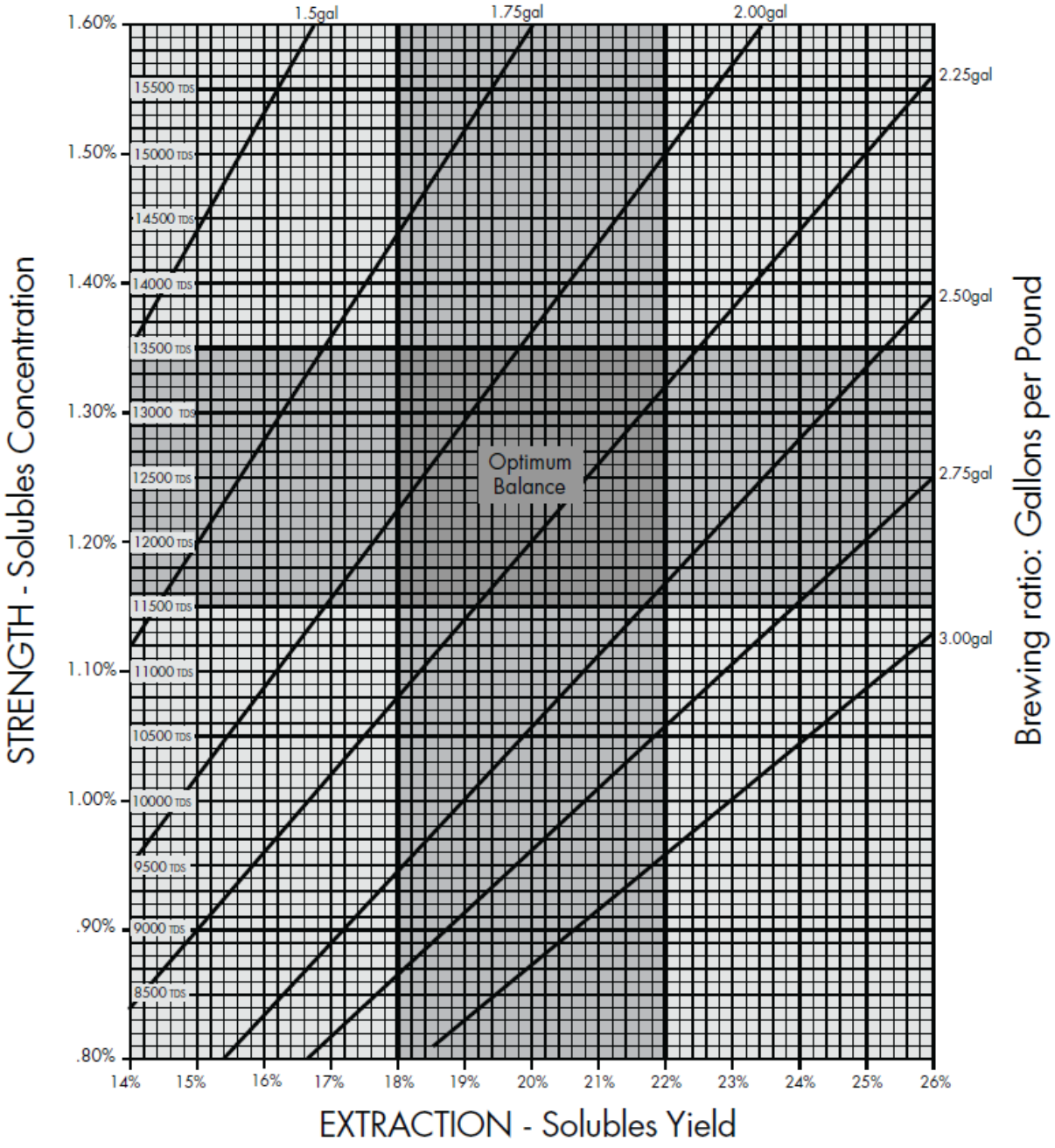


DIAGRAM I

COFFEE BREWING CONTROL CHART

BREWING RATIO : Gallons per Pound



ГЛАВА 4
ПРОЦЕСС ЗАВАРИВАНИЯ

Заваривание хорошего кофе — это ремесло. Для любого продукта ключ заключается в том, чтобы найти оптимальный баланс между **крепостью напитка** и **степенью экстракции из обжаренного и молотого кофе**.

Крепость относится к интенсивности напитка — насколько он концентрирован — и должна настраиваться в соответствии с индивидуальными предпочтениями потребителей, подобно тому как регулируется громкость на стереосистеме. Крепость можно количественно выразить как процент концентрации растворимых веществ в напитке.

Экстракция определяет приемлемость напитка — какие именно ароматические вещества были извлечены из гущи — и должна контролироваться для оптимизации вкуса, как регулируется баланс высоких и низких частот на колонках. Экстракцию можно количественно выразить как процент выхода растворимых веществ от количества молотого кофе, использованного для приготовления напитка.

Аромат + Вкус = Вкус (Flavor)

Крепость кофе связана с химическими соединениями, которые горячая вода может извлечь из обжаренных и молотых зёрен. Некоторые из этих веществ легко испаряются и отвечают за **аромат напитка**, в то время как другие менее летучи и составляют **вкусовую основу** (см. таблицу 1). Аромат и вкус вместе формируют **вкус кофе** в широком смысле.
Нерастворимые соединения, те, что не переходят в жидкость, формируют **тело кофе**.

ТАБЛИЦА 1
Химический состав растворимых и нерастворимых фракций обжаренного кофе

Нелетучие соединения	% Растворимых	% Нерастворимых
Углеводы (53%)		
Восстанавливающие сахара	1–2	—
Карамелизованные сахара	10–17	0–7
Гемицеллюлоза (гидролизуемая)	1	14
Клетчатка (не гидролизуемая)	—	15
Масла	0.1	12
Белки (в пересчёте на N × 6,25); растворимые аминокислоты	1–2	11
Зола (оксиды)	4	—
Кислоты (нерастворимые)		
Хлорогеновая	4.5	—
Кофейная	0.5	—
Хининовая	0.3	—
Яблочная, щавелевая, лимонная, винная	2	—
Летучие кислоты	0.35	—

Нелетучие соединения	% Растворимых	% Нерастворимых
Тригонеллин	1.0	—
Кофеин (Арабика 1.0%; Робуста 2.0%)	1.2	—
Фенолы (оценочно)	2.0	—

Летучие соединения		
Углекислый газ	следы	2.0
Ароматические эссенции и вкусовые вещества	0.04	—

ИТОГО:
Растворимые вещества: 27–35%
Нерастворимые вещества: 73–65%

Источник: Sivetz and Desrosier (1979)

Обжаренный кофе содержит существенно разные количества ароматических и вкусовых соединений. Вкус напитка формируется за счёт **экстрагируемых нелетучих веществ**, которых потенциально содержится около **30 фунтов на каждые 100 фунтов кофе**. В то же время **летучих ароматических веществ**, доступных для извлечения, — **менее половины унции на каждые 100 фунтов кофе**. Иными словами, соотношение вкусовых и ароматических компонентов составляет примерно **1000 к 1**. Поэтому восприятие крепости напитка напрямую связано с восприятием вкуса.

Приемлемость вкуса также зависит от **химического состава напитка**, который постоянно изменяется в течение цикла заваривания. Эти изменения происходят потому, что каждое ароматическое соединение растворяется с разной скоростью.

Три фазы процесса заваривания

Чтобы достичь оптимального баланса между крепостью и экстракцией, крайне важно **контролировать сам процесс заваривания**. Этот процесс проходит через **три стадии**:

1. **Намокание (Wetting).** По мере того как волокна кофейных зёрен впитывают горячую воду, газы вытесняются из частиц кофе и межчастичных полостей. Эта фаза подготавливает частицы к экстракции растворимых веществ.
2. **Экстракция (Extraction).** На этом этапе водорастворимые ароматические соединения начинают растворяться, быстро покидая волокна зёрен и переходя в воду.
3. **Гидролиз (Hydrolysis).** Здесь крупные молекулы **нерастворимых углеводов** распадаются на более мелкие, водорастворимые молекулы. Это в основном **восстанавливающие сахара**, но также и некоторые **белки**.

---

24 переменные процесса заваривания кофе

Поскольку процесс заваривания включает **три чётко различающиеся стадии** — намокание, экстракцию и гидролиз — конструкция и работа заварочного оборудования напрямую влияют на состав ароматических веществ в напитке. Таким образом, **контроль процесса заваривания** означает контроль не только параметров, связанных с самим кофе, но и **переменных, связанных с оборудованием**.

Всего в процессе заваривания взаимодействуют **24 переменные**. Контролировать их все для достижения оптимального баланса между крепостью и экстракцией — это настоящее искусство. Эти переменные можно разделить на следующие категории:

ТАБЛИЦА 2
Переменные, влияющие на крепость и экстракцию

Кофейный продукт

Компоненты купажа:

1. Соотношение компонентов купажа
2. Насыпная плотность зёрен
3. Химический состав зёрен

Обжарка:
4. Методика обжаривания
5. Скорость обжарки
6. Степень обжарки
7. Скорость дегазации

Помол:
8. Средний размер частиц
9. Распределение частиц по размеру
10. Форма частиц

Заварочное оборудование

Время заваривания:
11. Время контакта с водой

Температура:
12. Температура контакта
13. Температурный градиент во время заваривания

Турбулентность:
14. Полное насыщение
15. Равномерный поток
16. Движение частиц

Метод фильтрации:
17. Метод разделения
18. Степень очистки

Условия удержания (хранения):
19. Продолжительность и способ удержания
20. Температура удержания

Ингредиенты

Рецептура заваривания:
21. Кофе (по массе)
22. Вода (по объёму)

Вода:
23. Состав воды
24. Обработка воды

Кофейный продукт
Обычно именно обжарщик отвечает за контроль **10 переменных**, связанных с самим кофейным продуктом.

Компоненты купажа

Переменная (1) — **соотношение различных сортов кофе в купаже** может колебаться от моносорта (одиночного происхождения) до смеси арабики и робусты. На купаж также влияет (2) **насыпная плотность зёрен** — показатель соотношения массы зёрен к их физическому объёму. Наконец, (3) **химический состав зёрен** напрямую влияет на вкус и насыщенность готового напитка. Химический состав зависит от вида кофейного растения и микроклимата, в котором оно произрастает.

Развитие обжарки

Переменная (4) — **методика обжаривания**, особенно эффективность теплопередачи внутри зёрен, определяет, будет ли обжарка равномерной — от поверхности до центра зёрна. (5) **Скорость обжарки** влияет как на структурное расширение волокон зёрен (что влияет на скорость экстракции), так и на химический состав обжаренных зёрен (что влияет на вкусовой профиль экстракта). Другие переменные включают (6) **степень обжарки**, которая обычно определяется по цвету зёрен, и (7) **скорость дегазации**, которая, как правило, зависит от метода хранения или времени, прошедшего до заваривания.

Помол

В контексте заваривания важнейшей характеристикой кофейного продукта является **помол**, то есть **размер частиц**. В определённых пределах количество извлекаемых растворимых веществ **обратно пропорционально размеру частиц**: чем мельче частицы, тем выше экстракция (см. таблицу 3). При контроле помола необходимо учитывать как (8) **средний размер частиц**, так и (9) **распределение частиц по размерам**, которое формирует этот средний показатель (см. таблицу 4). Кроме того, (10) **форма частиц** также влияет на скорость извлечения растворимых веществ из кофе.

ТАБЛИЦА 3
Влияние размера частиц молотого кофе на экстракцию растворимых веществ

Размер частиц (сито по Тайлору №)	Время контакта (в секундах)	Растворимые вещества (в процентах)	Экстракция (унций/фунт)
№10	142	0,63%	1,67
№14	143	0,73%	1,93
№20	136	0,93%	2,45
№28	156	1,28%	3,40
№40	292	1,46%	3,87

Примечания:

- Соотношение кофе к воде: **2¼ галлона на фунт**
- Температура воды: **200°F (93,3°C)**
- Результаты усреднены по **пяти тестам** для каждой фракции размера

ТАБЛИЦА 4
Размер и распределение частиц для типичных степеней помола

	Обычный (Regular)	**Капельный (Drip)**	**Тонкий (Fine)**
Процент на сите №10	13%	0%	0%
Процент на сите №14	20%	7%	0%
Процент на сите №20	25%	33%	10%
Процент на сите №28	30%	40%	60%
Процент через сито №28	12%	20%	30%

Заварочное оборудование

Десять переменных, влияющих на баланс между крепостью и экстракцией, связаны с **заварочным оборудованием**. Из них шесть относятся к **времени, температуре и турбулентности**, которые обычно регулируются производителем оборудования.

Время заваривания

Переменная (11) — **время контакта** (то есть сколько времени кофе остаётся в контакте с водой) — определяет процент выхода растворимых веществ. Чем дольше контакт, тем выше экстракция.
Как правило, **наиболее быстрая экстракция происходит в первой трети цикла заваривания**, в течение которой может быть извлечено до **70%** доступных растворимых веществ.

Температура

Для корректной экстракции вода должна поступать к кофе при **температуре контакта** (12), близкой к **200°F (94°C)**. При этом **температурный диапазон (градиент)** (13) должен оставаться стабильным — от **195°F до 205°F (92°C–96°C)**.
(См. таблицу 5)

Турбулентность

Турбулентность зависит от способа распределения воды по слою молотого кофе. Она влияет на:

- (14) **полное смачивание** всех кофейных частиц;
- (15) **равномерность потока** воды через кофейный слой (что определяется скоростью её прохождения);
- (16) **движение частиц** кофе, которое ограничивается размером, глубиной, формой и уровнем плотности слоя.

Конструкция распылителя и корзины заварочного устройства определяет степень турбулентности.
Хорошо спроектированная система обеспечивает:

- Полное смачивание всех частиц кофе в корзине,
- Равномерный поток воды через весь слой,
- Разделение частиц во время контакта с водой.

ТАБЛИЦА 5
Влияние изменения температуры воды на содержание твёрдых веществ в напитке и экстракцию из гущи

Температура (°F)	Растворимые вещества в напитке (%)	Экстракция из гущи (унций/фунт)
205°F	1,22	2,85
195°F	1,30	3,00
185°F	1,24	2,87
165°F	1,11	2,58
125°F	0,98	2,08
85°F	0,63	1,48

Примечания:

- Помол: кофе для урновой кофеварки
- Соотношение кофе к воде: **2 галлона на фунт**
- Время контакта: **3 минуты**

Источник: *Coffee Brewing Center, Публикация №40*

Обычно человек, непосредственно готовящий напиток, контролирует **четыре оставшиеся переменные**, связанные с заварочным оборудованием.

Метод фильтрации

Тип фильтра определяет:

- (17) **способ отделения** готового напитка от кофейной гущи,
- (18) **степень очистки** — то, насколько полно нерастворимые частицы удаляются из напитка при его прохождении в ёмкость для хранения.

Тип фильтра часто задаёт конструкцию заварочной корзины, тогда как степень очистки напрямую связана с **количеством и размером коллоидных частиц**, взвешенных в напитке.

Условия хранения

(19) **Продолжительность и способ хранения** — важнейшие параметры для сохранения вкуса кофе. Для достижения наилучшего результата кофе следует подавать **немедленно после заваривания** или, если это невозможно, хранить в **герметичной термоконтейнере**.

Хранение кофе в **открытой, подогреваемой ёмкости** приводит к увеличению крепости напитка за счёт испарения воды, а также к изменению вкуса из-за термической трансформации химических соединений.

Следует поддерживать **температуру хранения от 175°F до 185°F (80–85°C)** на всём протяжении периода хранения, чтобы обеспечить **оптимальный вкус и температуру подачи**.
Ключевые вкусообразующие соединения кофе наиболее **стабильны в этом диапазоне температур**. Температура **не должна опускаться ниже 175°F (80°C)**.

Ингредиенты

Когда кофейный продукт и заварочное оборудование уже выбраны, тот, кто готовит напиток, полностью контролирует **четыре финальные переменные**.

Рецептура заваривания

Наиболее важной переменной среди ингредиентов является (21) **соотношение кофе (по массе) к воде (по объёму)** (22). Чтобы все переменные, связанные как с продуктом, так и с оборудованием, работали эффективно, это соотношение должно попадать **в диапазон предпочтительной крепости и желаемой экстракции** (см. таблицу 6).

Слишком большое количество кофе (или слишком мало воды) приведёт к напитку с **недоразвитым вкусом**, если он заварен с нужной крепостью, или с **чрезмерной насыщенностью**, если он заварен при желаемом уровне экстракции.
Слишком малое количество кофе (или слишком много воды) приведёт к

переэкстрагированному и часто горькому вкусу, если напиток подаётся при нужной экстракции, или к **слишком слабому вкусу**, если он заварен при желаемом уровне экстракции.

ТАБЛИЦА 6
Влияние соотношения воды и кофе на содержание твёрдых веществ в напитке и экстракцию из гущи

Соотношение вода : кофе (галлонов на фунт)	Растворимые вещества в напитке (%)	Экстракция из гущи (унций/фунт и %)
1,62	1,76	3,35 – 20,9%
2,00	1,22	2,85 – 17,8%
2,35	1,13	3,15 – 19,6%
2,67	1,00	3,20 – 20,0%
3,33	0,79	3,25 – 20,3%
4,00	0,67	3,30 – 20,6%

Вода

Переменная (23) — **состав воды** — является критическим аспектом заваривания кофе. Вода содержит **растворённые минеральные вещества**, которые не только придают вкус самой воде, но и **влияют на вкус кофе**. При избыточном содержании эти **неорганические соединения** могут нарушить процесс заваривания, ограничивая прохождение воды через кофейные частицы или препятствуя переходу растворимых веществ из кофе в напиток.

Вода также может содержать **избыточные концентрации ионов водорода или гидроксида**, что неблагоприятно влияет на её химические свойства. Кроме того, в воде могут присутствовать **органические соединения**, придающие ей неприятный запах.

Переменная (24) — **обработка воды** — может улучшить вкус кофе, удаляя нежелательные химические соединения, например, хлор. Однако **определённые методы водоподготовки** могут, напротив, ухудшить вкус напитка, добавляя нежелательные вещества, такие как **натрий**, который мешает завариванию или изменяет кислотность напитка.

Контроль переменных

Чтобы овладеть искусством заваривания кофе, необходимо контролировать все переменные, влияющие как на **крепость (интенсивность)**, так и на **экстракцию (вкусовую полноту)**. Мастерство заключается в том, чтобы **сбалансировать концентрацию растворимых веществ и их выход**, добиваясь идеальной чашки кофе, которая **превосходит ожидания потребителя**.

Хотя возможные комбинации 24 переменных практически бесконечны, **вполне реально достичь стабильного результата**, если придерживаться ключевых принципов правильного заваривания:

- Качественный купаж

- Надёжное оборудование
- Чистая вода
- Правильная рецептура заваривания

****ГЛАВА 5**

ПОМОЛ**

Если взять целое обжаренное кофейное зёрно, поместить его в воду и достаточно долго подвергать воздействию **тепла и перемешивания**, **ароматические вещества** кофе в конечном итоге будут извлечены. Однако такой метод заваривания потребовал бы **слишком много времени**, чтобы быть практичным.

Если же разрезать обжаренное зёрно пополам перед завариванием, вода получит доступ **к двум новым поверхностям**. Если затем снова разрезать каждую половину пополам, получится уже **четыре новых поверхности** для контакта с водой. При дальнейшем измельчении зёрен — от целого зёрна до мелкого помола — в итоге получается **более 4000 частиц** и **в 16 раз большая площадь поверхности** на единицу массы кофе, контактирующая с горячей водой, по сравнению с целым зёрном (см. таблицу 1).
Таким образом, **обжаренные кофейные зёрна измельчаются перед завариванием**, чтобы ускорить и усилить экстракцию.

ТАБЛИЦА 1
Размер частиц по отношению к количеству частиц на единицу массы

Описание помола	Размер, мм	Число частиц на грамм	Увеличение числа частиц / г	Коэффициент увеличения	Общая площадь, кв. см/г
Целое зёрно (Whole bean)	6,00	6	—	—	8
Половинка зёрна (Cracked)	3,00	48	42	8	16
Крупный помол (Coarse)	1,50	384	336	8	32
Средний помол (Regular)	1,00	1 296	912	22	48
Капельный помол (Drip)	0,75	3 072	1 776	42	64
Мелкий помол (Fine)	0,38	24 572	21 500	512	128
Эспрессо помол (Espresso)	0,20	491 440	466 868	11 115	240

Разрезание кофейного зёрна увеличивает площадь поверхности, благодаря чему высвобождается углекислый газ (CO_2) и облегчается поглощение горячей воды. Одновременно сокращается расстояние от центра каждой частицы до её поверхности, что значительно уменьшает путь (и время), за которое ароматические вещества кофе переходят в экстракт. Большая площадь соприкосновения также увеличивает количество жиров, масел и ультрадисперсных частиц, образующих **коллоидные суспензии** в кофейном напитке.

Процесс превращения цельных обжаренных зёрен в мелкие частицы называется **помолом**. Этот общий термин включает в себя такие действия, как **дробление, растирание, натирание, резка, разрыв, измельчение, сжатие**, и любые другие способы, последовательно уменьшающие размер частиц кофе. Ни один метод не обеспечивает полностью однородного размера частиц, поэтому цель помола — добиться **равномерного распределения частиц в заданном диапазоне размеров**.

Факторы, влияющие на помол

Индивидуальные свойства кофейных зёрен существенно влияют на результат помола. Например, **никогда не следует молоть тёплые зёрна сразу после обжарки** — они будут слишком мягкими и в результате окажутся раздавленными, сплющенными и с повреждённой структурой. Лучше всего молоть кофе **после охлаждения**, когда зёрна становятся твёрдыми и хрупкими.

Понимание различий в свойствах зёрен позволяет корректировать помол и достигать нужного распределения размеров частиц. Эти различия включают:

- **Влажность.** Зёрна становятся мягче, если охлаждены с использованием воды. При воздушном охлаждении без добавления влаги они становятся более хрупкими.
- **Степень обжарки.** Светлообжаренные зёрна при помоле ведут себя как упругие, гибкие и прочные. Они хуже поддаются разрушению по сравнению с твёрдыми и хрупкими тёмнообжаренными зёрнами. Поэтому **тёмная обжарка всегда даёт больше мелких частиц**, чем светлая.
- **Хрупкость.** Даже **происхождение кофе** влияет на твёрдость, эластичность и ломкость зёрен во время помола. При одинаковой обжарке **кофе нового урожая** даёт **меньше мелкой фракции**, чем кофе предыдущего сезона. **Робуста** отличается от **арабики** по распределению частиц, а **высокогорный кофе** проявляет другие свойства, чем кофе, выращенный на низинах.

ТАБЛИЦА 2
Влияние степени обжарки на характеристики помола

Сито (меш)	Помол №4Светлый	Тёмный	Помол №6Светлый	Тёмный	Помол №7Светлый	Тёмный
№10	0,0%	0,0%	0,5%	1,8%	3,0%	14,7%
№14	15,4%	6,5%	27,9%	20,3%	31,5%	32,3%
№20	48,0%	45,3%	41,4%	30,4%	32,4%	21,8%
№28	20,6%	26,3%	17,3%	20,8%	20,2%	18,2%
Под №28 (PAN)	14,8%	22,7%	13,0%	10,8%	13,0%	13,0%
ИТОГО	99,7%	99,7%	99,6%	99,8%	99,9%	99,4%

Примечания:

- *Light* — «канела» (cinnamon), по шкале Agtron / SCAA: плитки #85 – #95
- *Dark* — «итальянская» (Italian), по шкале Agtron / SCAA: плитки #35 – #25
- **Настройка помола №4** — тонкий (Fine)
- **Настройка помола №7** — крупный (Coarse)

Источник: *Sivetz and Foote (1963)*

Установление стандартов помола

В конце 1940-х годов Министерство торговли США разработало простую лабораторную методику для измерения распределения частиц по размеру. Оборудование включало четыре сита — каждое с проволочной сеткой разного размера — и встряхивающую машину Ro-Tap. Сита укладывались одно на другое: с самым крупным ситом сверху и самым мелким внизу.
(*Примечание: проволочные сетки, изначально использовавшиеся в методике, производились компанией W.S. Tyler Co. и классифицировались по стандартной системе Tyler: сита №10, №14, №20 и №28. Соответствующие им сита по американскому стандарту — №12, №16, №20 и №30.*)

Процедура заключалась в том, чтобы поместить отмеренную пробу (обычно 100 граммов) в верхнее сито, накрыть её и установить всю стопку сит в встряхивающую машину Ro-Tap на пять минут. После завершения цикла встряхивания сита извлекались, и каждое сито с оставшимся в нём материалом аккуратно взвешивалось. Таким образом, определялся процент частиц кофе, оставшихся на каждом сите. Эти проценты и формировали обозначение конкретного типа помола.

На основе этого метода анализа в 1948 году кофейная индустрия приняла единую систему обозначений помола. В то время большинство обжарщиков добровольно согласились использовать эту классификацию, согласно которой помол делился на три группы: **обычный (regular)**, **капельный (drip)** и **мелкий (fine)**. Новая терминология была призвана заменить множество неформальных названий, используемых в отрасли, хотя некоторые из них сохраняются до сих пор.

Таблица 3
Рекомендованные степени помола кофе (Министерство торговли США)

Обозначение помола	Доля кофе, удержанного на ситах №10 и №14	Доля кофе, удержанного на ситах №20 и №28	Доля кофе, прошедшего через сито №28	Допуски (не менее – не более)
Обычный (Regular)	33%	53%	14%	16% – 24%
Капельный (Drip)	7%	70%	23%	15% – 25%
Мелкий (Fine)	0%	70%	30%	25% – 40%

Таблица 4
Терминология помола кофе (нестандартное употребление)

Обычный (Regular)	Капельный (Drip)	Мелкий (Fine)
Крупный (Coarse)	Урна (Urn)	Silex
Перколятор (Percolator)	Средний (Medium)	Вакуум (Vacuum)
Открытая посуда (Open Pot)	Универсальный (Universal)	Очень мелкий (Very Fine)
Стальной нож (Steel Cut)		Сверхмелкий (Extra Fine)
Режущий ролик (Roller Cut)		Порошкообразный (Pulverized)
Электроперколятор (Electric Percolator)		

Внутри каждой классификации помола были проведены обширные испытания, которые определили, какое распределение частиц обеспечивает удовлетворительные результаты экстракции при использовании соответствующих кофеварок, исходя из средней продолжительности цикла заваривания. Например, тесты показали, что если помол называется «капельным» (drip), он будет работать наилучшим образом в методе капельной фильтрации, если анализ на ситах показывает, что 20% помола проходят через сито с ячейкой №28.

Как дегустационные испытания, так и лабораторные анализы показали, что наиболее важной переменной в каждой классификации помола является процент молотого кофе, проходящего через сито №28. Тесты также показали, что для каждой классификации помола допустим определённый диапазон отклонений, при котором можно сохранять эффективные стандарты помола.

Соответствие помола методу заваривания
Помол, то есть распределение частиц по размеру, играет критически важную роль в процессе заваривания. Чтобы экстракция происходила должным образом, помол должен соответствовать типу используемой кофеварки. Например, если использовать грубый помол в капельной фильтрационной кофеварке, которая обычно работает в цикле заваривания 3–4 минуты, то за короткое время будет обнажено недостаточно поверхности частиц, в результате чего получится слабый и безвкусный напиток. С другой стороны, если использовать мелкий помол в кофейном урне, который работает в цикле 6–8 минут, кофе будет переэкстрагированным и горьким.

Кофе, завариваемый в одноразовых порционных кофеварках (например, в автоматах по продаже напитков), требует гораздо более мелких частиц. (Чтобы измерить размер таких частиц в виброситовой установке Ro-Tap, заменяют два верхних сита двумя более мелкими, установленными внизу стопки сит.) В таблице 5 приведены примеры мелких помолов для порционных кофеварок.

ТАБЛИЦА 5
Примеры помола для порционных кофеварок

Размер ячейки сита (Mesh Sieve Size)	Rowe Batch Brewer	Vendo Batch Brewer	Порционная кофеварка (Single Cup Brewer)
№10	0%	—	—
№14	3% ± 3%	2% ± 2%	1% ± 1%
№20	32% ± 5%	36% ± 5%	19% ± 3%
№28	43% ± 5%	40% ± 5%	15% ± 4%
№35	—	15% ± 2%	37% ± 5%
№48	—	2% ± 2%	8% ± 2%
Поддон (Pan)	22% ± 3%	10% ± 2%	20% ± 3%

Эспрессо

Заваривание эспрессо, которое длится от 20 до 30 секунд на чашку (30–45 мл), требует ещё более тонкого помола. В эспрессо-помоле в каждом грамме кофе содержится примерно 500 000 частиц — это в 20 раз мельче, чем при обычном тонком помоле.

Поскольку эспрессо представляет собой многокомпонентную систему (он формирует раствор, эмульсию, взвесь и пену), контроль степени помола имеет решающее значение для корректного заваривания и получения ароматного напитка. Как правило, помол для эспрессо настраивается индивидуально в зависимости от конкретной комбинации кофейных зёрен, оборудования и условий окружающей среды на месте приготовления.

Если размер частиц дополнительно уменьшается и становится меньше, чем требуется для заваривания эспрессо, молотый кофе превращается в крупный порошок. Такой процесс называется «пульверизация». Камнеобразно перемолотый кофе используется для приготовления турецкого кофе — напитка, популярного в мусульманских культурах Аравии и Индонезии. Этот способ заваривания включает смешивание порошкообразного (а также истолчённого и измельчённого) кофе с водой и сахаром и трёхкратное доведение до кипения. Готовый напиток затем аккуратно переливают, оставляя гущу. В Аравии в него часто добавляют молотый кардамон для усиления аромата.

При выборе подходящего помола для любого конкретного способа заваривания важно сопоставить размер частиц со временем заваривания. Слишком крупный помол приведёт к появлению травянистого, недоразвитого вкуса. Слишком мелкий помол даст горький, переэкстрагированный вкус.

Глава 6
Время, температура и турбулентность

Процесс заваривания начинается в тот момент, когда горячая вода соприкасается с молотым кофе, и заканчивается тогда, когда вода и кофейная гуща разделяются. Период, в течение которого вода находится в прямом контакте с кофе, называется временем заваривания. Самый желательный напиток получается тогда, когда процесс заваривания завершается в пределах временного интервала, установленного для конкретного помола.

Для тонкого помола оптимальное время заваривания составляет от 1 до 4 минут. Для помола «drip» — от 4 до 6 минут, а для обычного помола — от 6 до 8 минут. Эти временные параметры применимы вне зависимости от типа оборудования и объёма напитка. Чем тоньше помол, тем больше площадь поверхности, доступной для взаимодействия с водой. Это означает, что ароматические вещества проходят более короткий путь до воды, а значит, растворение происходит быстрее и полнее.

Горячая вода эффективно и быстро извлекает ароматические вещества из кофе — как по количеству, так и по качеству. Кофейный напиток, получаемый в начале цикла заваривания, очень насыщенный и имеет тёмно-карамельный цвет. По мере продолжения экстракции напиток становится менее концентрированным и светлеет. Ближе к концу цикла экстракции напиток становится бледным и почти прозрачным, похожим на воду.

Если проанализировать кофе на предмет вкусовых характеристик — по концентрации растворимых веществ и уровню pH извлечённого напитка (см. Диаграмму 1), можно заметить следующее: экстракт, полученный в первой трети цикла (пробирки 1–6), будет обладать наилучшими вкусовыми качествами с наименьшей горечью и вяжущим вкусом. Он также будет иметь самую высокую концентрацию растворимых веществ (соотношение ароматических веществ к воде) и самый низкий pH (высокую кислотность).

Если проанализировать напиток, полученный во второй трети экстракции (пробирки 7–12), концентрация растворимых веществ в нём будет в среднем в три раза ниже, чем в первой трети, а кислотность снизится почти в пять раз.

Если же процесс экстракции продолжается до последней трети (пробирки 13–18), получившийся напиток будет непригоден для употребления. В этот момент желательные растворимые вещества уже исчерпаны, а преобладают соединения, придающие горечь и вяжущий вкус. Этот момент, когда вкус становится горьким и вяжущим, называется переэкстракцией.

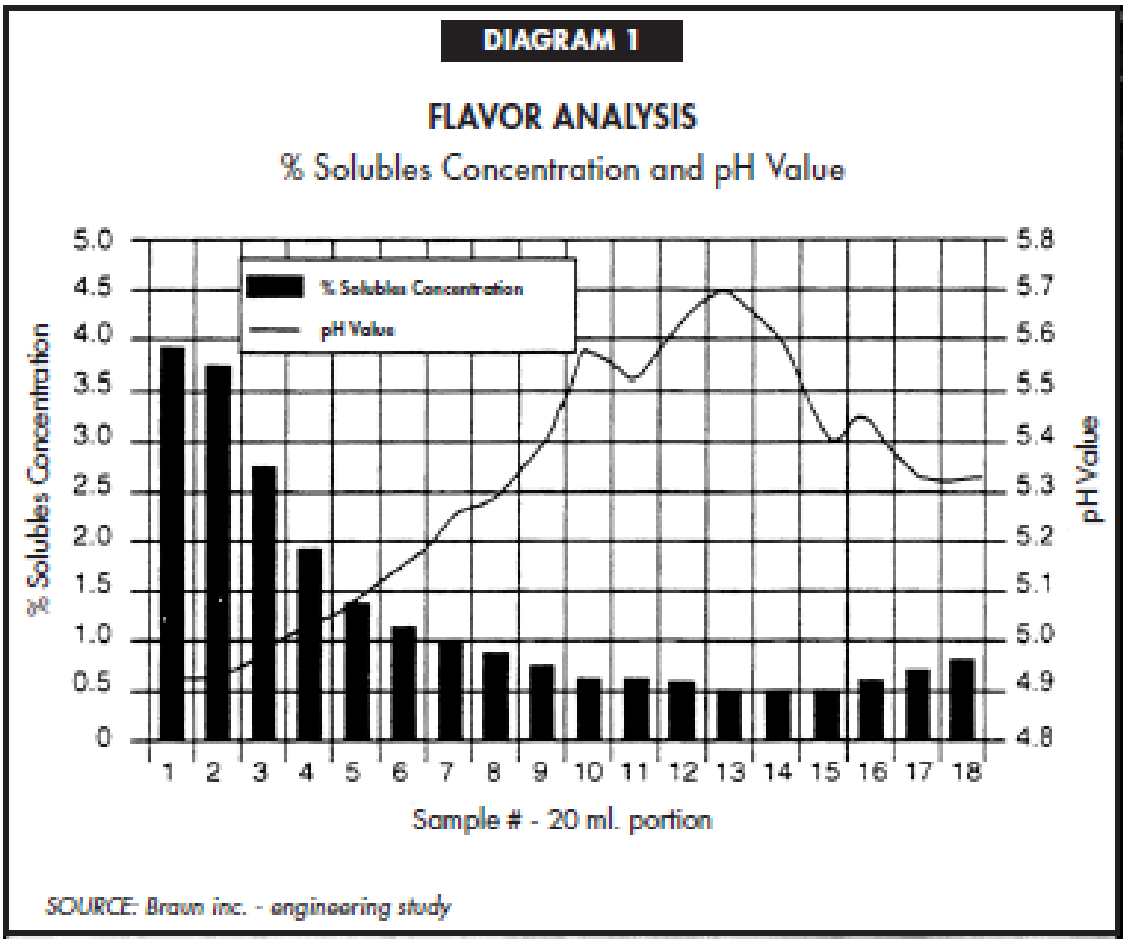


Диаграмма 1
Анализ вкуса
Процент концентрации растворимых веществ и значение pH

- **Оси координат:**
  - По оси **X**: Номер образца (каждый по 20 мл, от 1 до 18)
  - Левая ось **Y**: Процентное содержание растворимых веществ (% Solubles Concentration), от 0 до 5%
  - Правая ось **Y**: Значение pH, от 4.8 до 5.8
- **Столбчатая диаграмма (чёрные столбцы)**: Показывает процентную концентрацию растворимых веществ (% Solubles Concentration) в каждом из 18 последовательных 20-миллилитровых образцов.
  - Наиболее высокая концентрация — в первых шести образцах (примерно 4.0–2.5%)
  - Далее наблюдается резкое снижение до диапазона 1.0–0.5%
- **Линия графика (тонкая кривая)**: Отображает значение pH.
  - В первых образцах pH около 5.0
  - К 10-му образцу pH поднимается почти до 5.7

- Затем постепенно снижается к значению около 5.3 к 18-му образцу

Вывод:
Диаграмма иллюстрирует, как в процессе заваривания:

- **Концентрация растворимых веществ резко падает** после первых нескольких порций — это значит, что основная масса вкусоароматических соединений извлекается в начале заваривания.
- **pH увеличивается**, то есть напиток становится менее кислым по мере продолжения экстракции.
- Последующие порции содержат меньше растворимых веществ и больше соединений, вызывающих горечь и вяжущий вкус — это и есть область переэкстракции.

Связь времени с экстракцией
Как показано на рисунке 1, наиболее эффективным способом контролировать горечь и вяжущий вкус, возникающие при переэкстракции, является регулировка степени помола. Увеличение размера частиц заметно снижает проявление этих двух вкусовых дефектов, не оказывая при этом существенного влияния на кислотность или тело напитка.

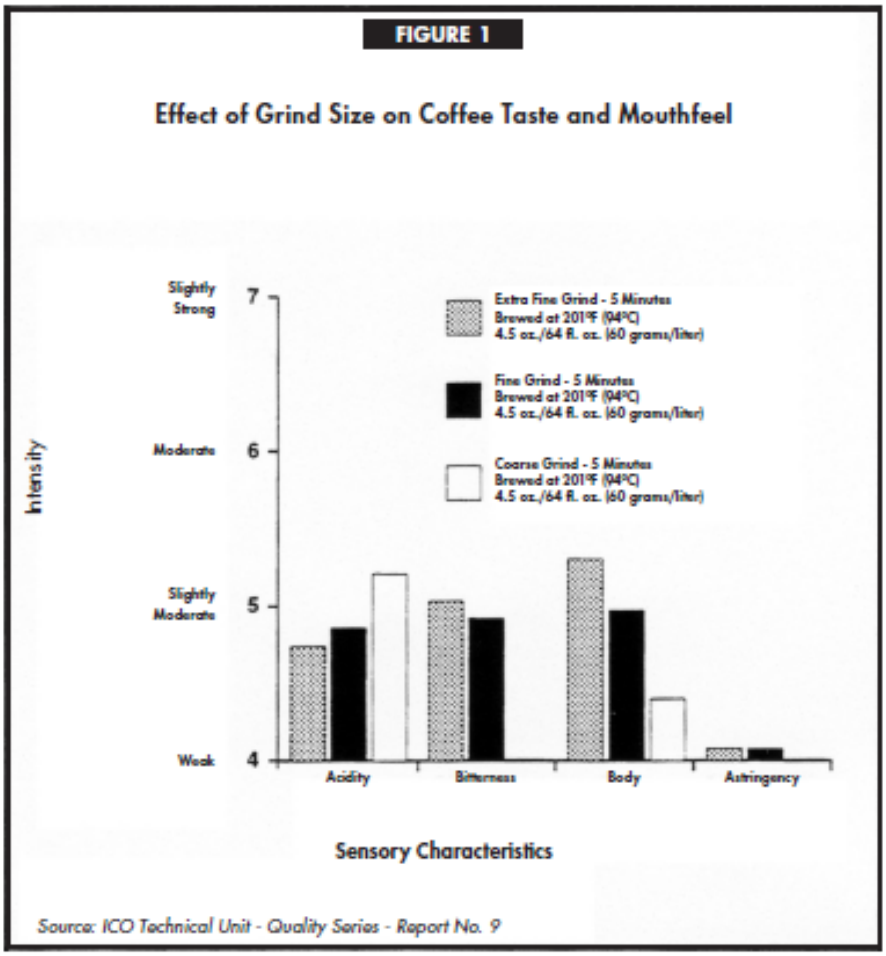


РИСУНОК 1
Влияние размера помола на вкус и текстуру кофе

Сенсорные характеристики:

- **Кислотность (Acidity)**
- **Горечь (Bitterness)**
- **Тело (Body)**
- **Вяжущий вкус (Astringency)**

Интенсивность:

- Слабая (Weak)
- Слегка умеренная (Slightly Moderate)
- Умеренная (Moderate)
- Слегка сильная (Slightly Strong)
- Сильная (Strong)

Типы помола:

- Точечный узор (пунктир) — **Очень мелкий помол (Extra Fine Grind)** — 5 минут, температура заваривания 201°F (94°C), 4.5 унции на 64 жидк. унции (60 г/л)
- Чёрный столбец — **Мелкий помол (Fine Grind)** — 5 минут, температура заваривания 201°F (94°C), 4.5 унции на 64 жидк. унции (60 г/л)
- Белый столбец — **Крупный помол (Coarse Grind)** — 5 минут, температура заваривания 201°F (94°C), 4.5 унции на 64 жидк. унции (60 г/л)

Источник: **ICO Technical Unit – Quality Series – Report No. 9**

Химический анализ показывает, что во всех кофейных напитках содержится очень низкая концентрация аминокислот. Однако в напитках, приготовленных из кофе грубого помола, концентрация аминокислот ниже по сравнению с напитками из кофе более тонкого помола. Аналогичным образом, концентрации других нелетучих кислот также зависят от размера помола. Уксусная, лимонная, яблочная и фосфорная кислоты встречаются в меньших количествах в напитках из кофе грубого помола по сравнению с напитками из кофе мелкого или очень мелкого помола. Концентрация хинной кислоты увеличивается по мере уменьшения размера помола, но различия в концентрациях невелики.

Концентрации хлорогеновых кислот и кофеина — двух важных компонентов кофейного напитка — отчётливо отражают влияние размера помола на извлечение твёрдых веществ из кофе. Исследования показали, что их наибольшее количество содержится в напитках, приготовленных из кофе очень мелкого помола; промежуточное — в напитках из кофе мелкого помола; и наименьшее — в напитках из кофе грубого помола.

По сравнению с размером помола или температурой, время заваривания играет меньшую роль в определении относительных различий во вкусовых характеристиках кислотности, горечи, тела и вяжущего послевкусия (см. рисунок

2). Как только время заваривания задано — обычно конструкцией оборудования — вкус кофе можно регулировать только путём выбора правильного помола.

ТАБЛИЦА 1
Химические изменения, вызванные различиями в условиях помола
Жирные кислоты, сахароза, органические кислоты и содержание кофеина в кофейных напитках, приготовленных при разных условиях заваривания[1]

УСЛОВИЯ ЗАВАРИВАНИЯ

Помол кофе	**Очень мелкий**	**Мелкий**	**Крупный**
Температура (°C)	94	94	94
Время контакта (мин)	5	5	5

Содержание кофе (мг/л)

Компонент	**Очень мелкий**	**Мелкий**	**Крупный**
Жирные кислоты			
Пальмитиновая (16:0)	3.63	5.90	5.03
Линолевая (18:2)	4.50	6.54	6.27
Сахароза[2]	37.33	126.67	126.67
Органические кислоты			
Молочная	25.67	25.67	22.00
Лимонная	400.01	461.00	325.00
Яблочная	135.67	137.00	101.33
Фосфорная	82.00	77.33	68.33
Уксусная	510.00	435.33	411.67
Хлорогеновая	1,177.00	1,064.67	700.00
Кофеин	727.67	685.00	531.33

[1] Средние значения по результатам трёх анализов кофейных напитков
[2] Низкая воспроизводимость метода ВЭЖХ из-за малого содержания во всех пробах

Источник: *ICO Technical Unit – Report No. 9*

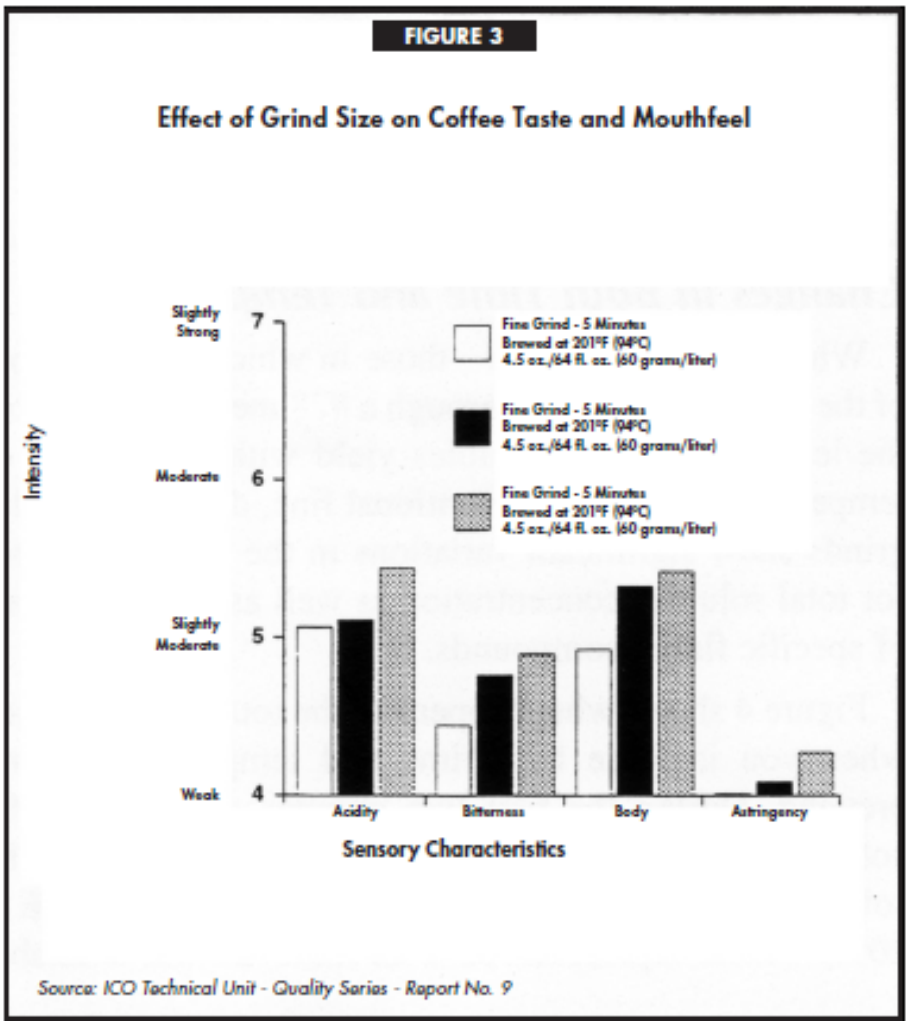


РИСУНОК 2
Влияние размера помола на вкус и ощущение во рту

Оценка сенсорных характеристик (по шкале интенсивности от 4 до 7):

- **Кислотность (Acidity)**
- **Горечь (Bitterness)**
- **Тело (Body)**
- **Вяжущее послевкусие (Astringency)**

Используемые помолы:

- Мелкий, 3 минуты (94 °C)
- Мелкий, 5 минут (94 °C)
- Крупный, 5 минут (94 °C)

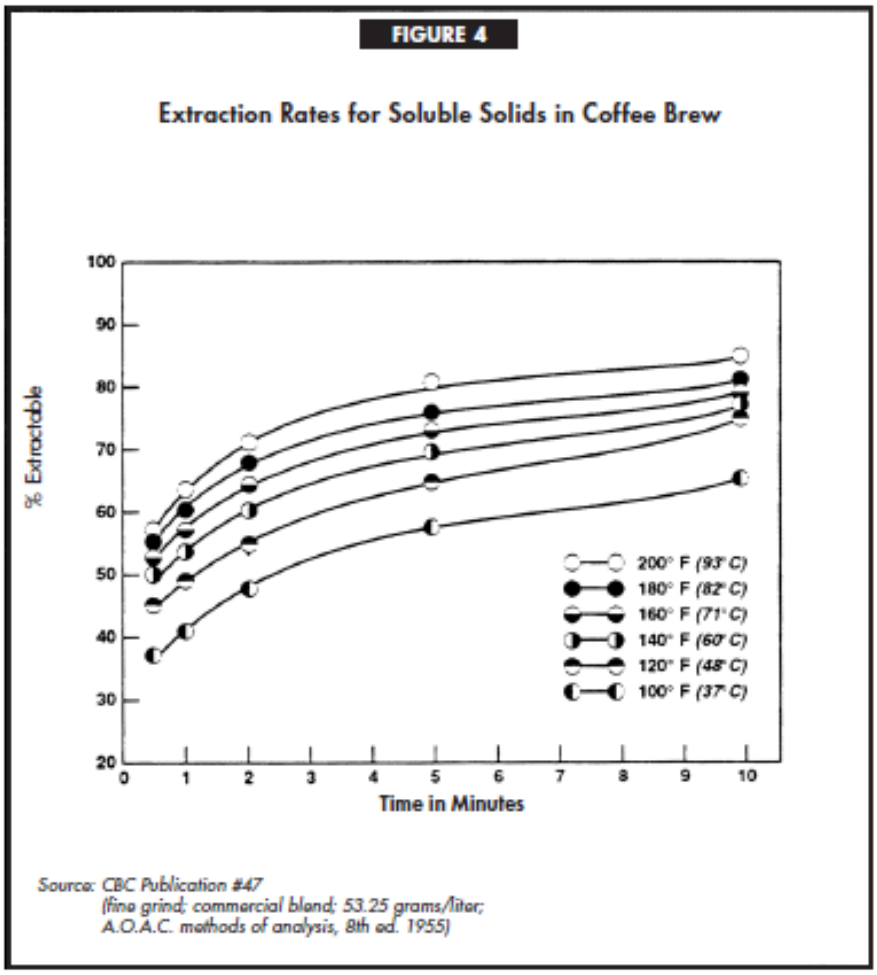
Источник: *ICO Technical Unit – Quality Series – Report No. 9*

Изменения, связанные с временем и температурой

Хотя при использовании очень мелкого помола — такого, при котором 70% и более частиц проходят через сито №28 — наблюдаются наименьшие колебания выхода растворимых веществ при изменениях времени или температуры, у помолов типа «fine», «drip» и «regular» отмечаются значительные колебания как в уровне общей концентрации растворимых веществ, так и в концентрации отдельных вкусовых соединений.

На рисунке 4 показано, что происходит с общим содержанием растворимых веществ при увеличении времени и температуры заваривания. В течение первых двух минут заваривания кофейная гуща быстро высвобождает растворимые вещества. За этот период выход растворимых веществ составляет примерно 18–20%, что соответствует 65–75% от всего доступного вкусового материала. Хотя скорость высвобождения остаётся примерно одинаковой на всех временных интервалах, объём извлечённого растворимого материала напрямую зависит от температуры заваривания.

На рисунке 4 также видно, что с точки зрения количества высвобожденных вкусовых веществ после 2 минут до 5 минут происходит лишь незначительное изменение, а между 5 и 10 минутами — почти никакого. После 5 минут заваривания вода извлекает более 80% доступного растворимого материала, что соответствует выходу растворимых веществ примерно в 24%. Поскольку цель заваривания кофе заключается в извлечении от 18% до 22% вкусового материала, это показывает, что время заваривания, превышающее 5 минут, как правило, приводит к горькому и вяжущему вкусу, если только не используется достаточно грубый помол.



Цвет кофейного напитка

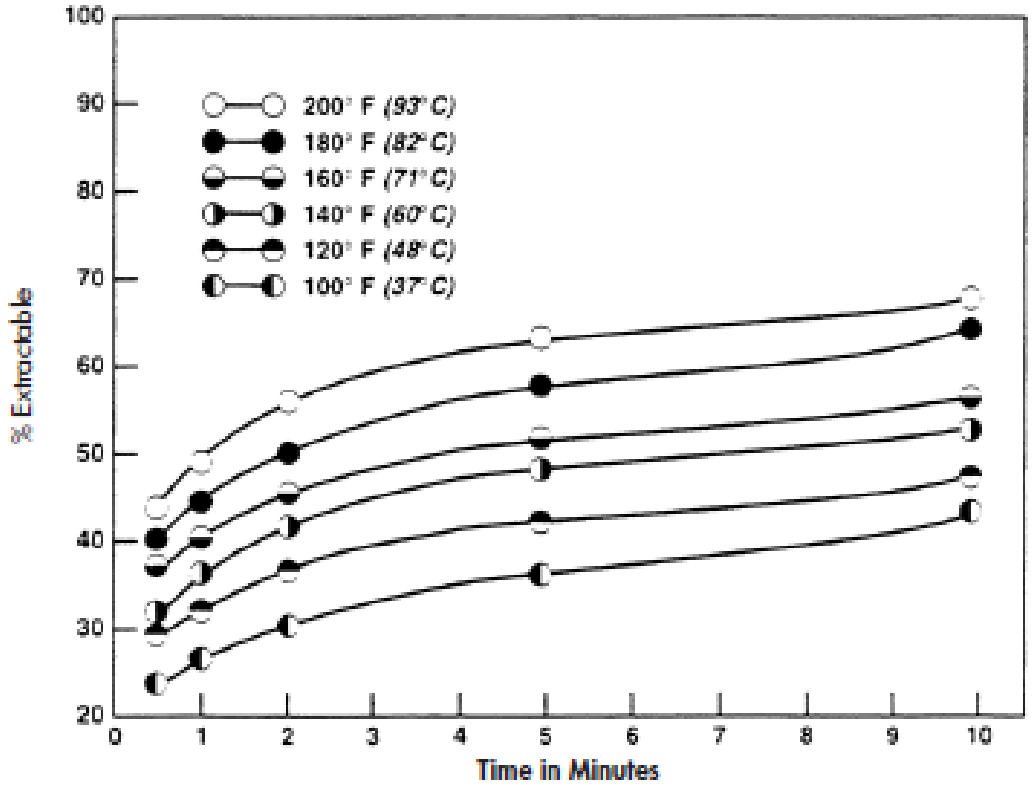
Карамелизированные сахара, образующиеся в кофе после обжарки, придают напитку его цвет. В процессе обжаривания сахара превращаются в карамель в результате реакции поджаривания сахаров, в которой участвуют аминокислоты и углеводы. Эта классическая реакция химического потемнения обычно приводит к образованию коричневого цвета и знакомых поджаренных (или обжаренных) вкусов и ароматов, которые являются водорастворимыми. Образующиеся в результате вкусы зависят от конкретного химического состава кофейных зёрен, а также от скорости и степени обжарки.

Карамелизированные сахара составляют самую большую категорию — около половины всех водорастворимых веществ, присутствующих в кофейном напитке. С точки зрения вкуса, они способствуют общему восприятию карамельного вкуса напитка. Их вклад в аромат кофе оценить сложнее из-за большого количества, сложности и устойчивости ароматических соединений. В целом, карамелизированные сахара, как правило, придают ароматы, воспринимаемые как ореховые, карамельные или шоколадные.

Пигментация (часто обозначаемая как цвет) является приблизительным показателем количества и степени карамелизированных сахаров, попадающих в экстрагируемый напиток. Как показано на рисунке 5, большая часть веществ, определяющих цвет, переходит в напиток в течение первых 2 минут цикла заваривания, и этот процесс зависит от достижения водой нужной температуры.

FIGURE 5

Extraction Rates for Color in Coffee Brew



Source: CBC Publication #47
(fine grind; commercial blend; 53.25 grams/liter;
A.O.A.C. methods of analysis, 8th ed. 1955)

Другие компоненты кофейного напитка

В таблице 4 показано, как изменяются как количество растворимых веществ в кофе, так и химический состав напитка в процессе экстракции. Сравнение скоростей извлечения при 2-минутном времени контакта и температуре 200°F (94°C) — условиях, рекомендованных для заваривания кофе — показало наибольшую скорость извлечения у тригонеллина, за которым следуют кофеин, растворимые твёрдые вещества, хлорогеновая кислота, фенольные соединения (ранее ошибочно классифицировавшиеся как танины) и цвет. Следовательно, при стандартных условиях заваривания экстракция тригонеллина и кофеина происходит быстрее, чем остальных компонентов.

TABLE 4

Average Values for Selected Components in Coffee Brew

Time in minutes	Soluble soilds	Color dry basis	Caffeine dry basis per g	Trigonelline	Chlorogenic acid dry basis	Phenolic Compounds
200°F Temp. (93°C)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)
0.0	13.8	73	0.77	0.69	2.69	1.06
1.0	15.2	81	0.86	0.76	3.00	1.23
2.0	17.3	93	0.99	0.83	3.54	1.36
5.0	19.5	108	1.07	0.88	4.15	1.52
10.0	20.4	113	1.10	0.89	4.37	1.57
180°F Temp. (82°C)						
0.5	13.5	68	0.75	0.66	2.58	0.91
1.0	14.7	75	0.79	0.72	2.82	1.12
2.0	16.5	85	0.92	0.76	3.33	1.27
5.0	18.9	98	1.02	0.87	3.92	1.49
10.0	19.6	107	1.06	0.88	4.16	1.51
160°F Temp. (71°C)						
0.5	12.8	63	0.67	0.58	2.36	0.51
1.0	13.4	67	0.71	0.67	2.51	0.63
2.0	15.3	73	0.81	0.73	2.96	0.84
5.0	17.9	90	0.98	0.88	3.72	1.00
10.0	19.0	94	1.07	0.88	3.84	1.37
140°F Temp. (60°C)						
0.5	12.3	54	0.59	0.52	2.23	0.45
1.0	12.6	59	0.68	0.65	2.30	0.50
2.0	13.7	64	0.72	0.68	2.67	0.70
5.0	16.9	82	0.92	0.85	3.39	0.89
10.0	18.6	89	1.02	0.88	3.73	1.23
120°F Temp. (48°C)						
0.5	11.0	50	0.57	0.51	2.08	0.30
1.0	12.2	53	0.67	0.64	2.22	0.47
2.0	12.9	58	0.67	0.66	2.63	0.65
5.0	15.7	71	0.86	0.81	2.98	0.83
10.0	18.2	80	0.99	0.86	3.49	1.17
110°F Temp. (37°C)						
0.5	9.04	40	0.48	0.40	1.58	0.23
1.0	9.43	42	0.50	0.48	1.69	0.29
2.0	11.60	49	0.58	0.62	2.26	0.47
5.0	14.30	62	0.77	0.77	2.68	0.47
10.0	15.80	65	0.82	0.79	2.98	0.77

Source: CBC Publication #47

Скорость экстракции каждого соединения увеличивается с ростом температуры заваривания. Что касается времени, скорости экстракции растворимых веществ, пигментации (цвета) и хлорогеновой кислоты продолжают расти на протяжении 10 минут заваривания, хотя рост становится менее выраженным после первых двух минут. Скорость экстракции убывает в следующем порядке: тригонеллин, кофеин, растворимые вещества, хлорогеновая кислота, фенольные соединения и пигментация (цвет). Временной фактор практически не влияет на скорость экстракции тригонеллина после первых пяти минут заваривания при температуре от 60°C до 94°C.

Таблица 4 также показывает, что горечь и вяжущий вкус, характерные для переэкстрагированного кофе, могут быть обусловлены накоплением хлорогеновых кислот и фенольных соединений на поздних стадиях заваривания. Возможно, невvolatile кислоты взаимодействуют с более высокими уровнями калия, содержащимися в минеральных веществах (солях), присутствующих в заваренном кофе, что и приводит к неприятным вкусовым характеристикам переэкстрагированных напитков. Точные причины этих вкусовых изменений пока не установлены.

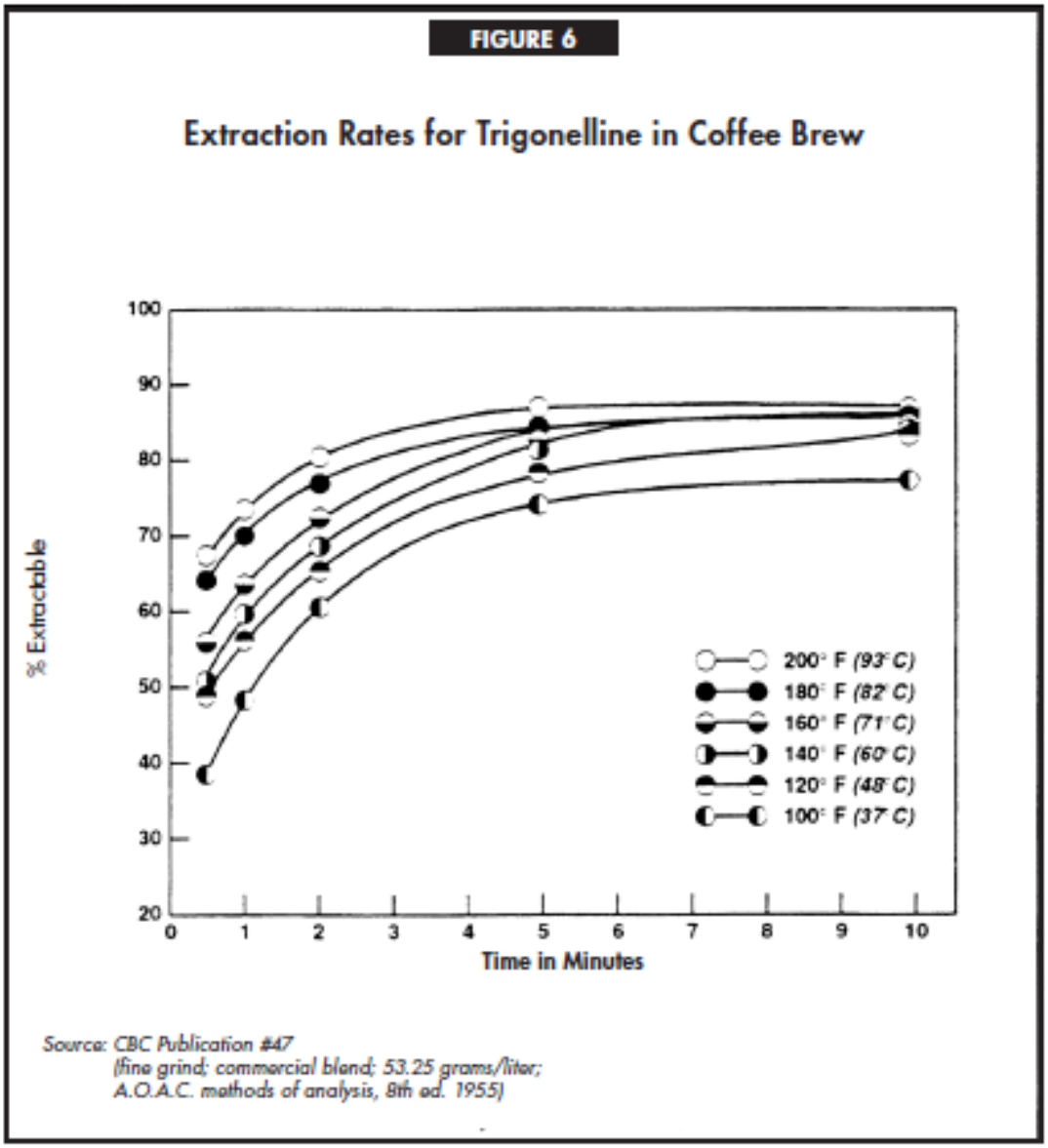
Ниже приведены краткие описания пяти основных компонентов кофейного напитка:

• **Тригонеллин** — горькое органическое соединение, содержащееся в зелёных зёрнах кофе примерно в количестве 1% от массы (что соответствует содержанию кофеина в сортах арабики). При лёгкой обжарке разрушается около 10% тригонеллина при температуре зёрен выше 218°C. При температуре 235°C (умеренная и средне тёмная обжарка) разрушается до 80% тригонеллина. При очень тёмной обжарке, выше 246°C, практически весь тригонеллин (до 100%) разрушается.

Таблица 5. Химический состав заваренного кофе[1]
(Все значения указаны в процентах на сухой основе)

Компонент	Rothfos (1986)	Pichet (1987)	Sivetz (1987)
Полисахариды (%)	24.00	24.10	—
Растворимые углеводы (%)	—	—	35.00
Хлорогеновые кислоты (%)	14.80	15.00	—
Минеральные вещества / Зола (%)	14.00	14.10	16.00
Белки (%)	6.00	4.00	—
Кофеин (%)	4.00	4.80	5.00
Тригонеллин (%)	1.60	1.60	—
Моносахариды (%)	—	—	6.00
Карбоновые кислоты (%)	—	—	3.00
Неволатильные кислоты (%)	—	—	31.00
Летучие кислоты (%)	1.40	—	—
Сахароза (%)	1.00	—	—
Липиды (%)	0.80	—	1.00
Летучие ароматические вещества (%)	0.20	—	—
Никотиновые кислоты (%)	0.08	—	—
Неизвестные вещества (%)	29.40	29.90	—

Как показано на рисунке 6, более 80% доступного тригонеллина переходит в экстрагированный напиток в течение первых двух минут цикла заваривания. Время не оказывает заметного влияния после первых пяти минут для этого компонента при температурах 180°F (82°C), 160°F (71°C) и 140°F (60°C). Незначительное отличие при 200°F (94°C) статистически несущественно.

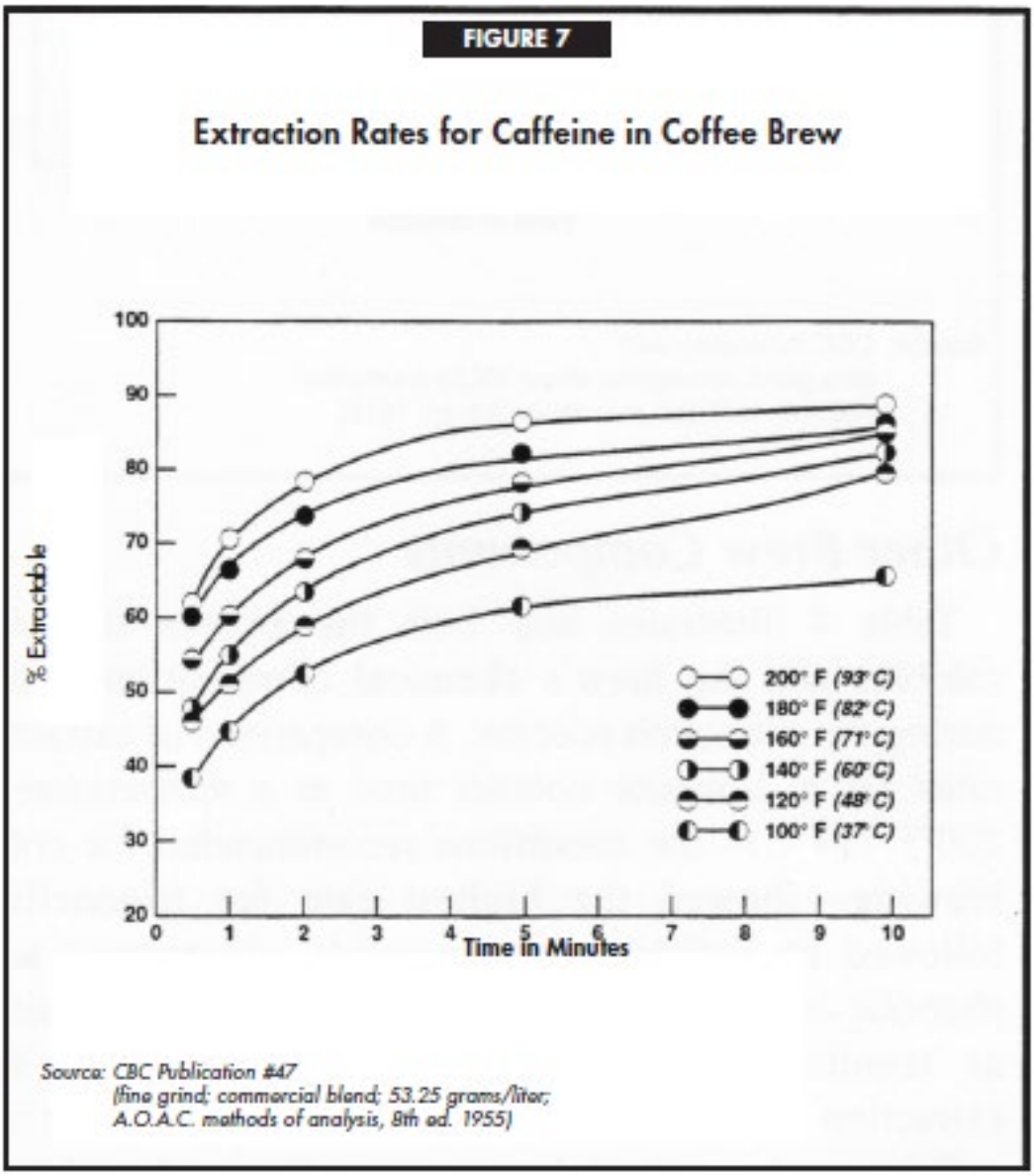


Кофеин. Наряду с другими алкалоидами, такими как хинин и стрихнин, кофеин вызывает ощущение горечи, стимулируя вкусовые рецепторы на задней части языка. В чистом виде кофеин представляет собой белый кристаллический порошок без запаха, но с горьким вкусом. Кофеин не оказывает значительного влияния на восприятие солёности или сладости в напитке, но заметно усиливает восприятие кислотности и горечи.

Зёрна арабики содержат примерно 1,1% кофеина по весу, а зёрна робусты — около 2–2,2%. Кофеин также содержится в чайных листьях (2,0–4,0% по весу), орехах кола (1,5%) и стручках какао (0,1%).

С химической точки зрения кофеин остаётся стабильным в процессе обжарки, за исключением незначительного количества, которое сублимируется при температурах выше 300°F (149°C) и оседает в вытяжных трубах обжарочных машин. Уменьшение температуры обжарки и более светлая степень обжаривания снижают потери кофеина.

Как показано на рисунке 7, кофеин хорошо растворяется в воде при температурах выше 175°F (80°C). Более 80% доступного кофеина переходит в экстрагированный напиток в течение первых двух минут цикла заваривания. При двух самых высоких температурах значения кофеина стремятся к плато после первых двух минут. При температурах 160°F (71°C), 140°F (60°C) и 120°F (49°C) уровень кофеина постепенно увеличивается в течение 10 минут. При температуре 100°F (37°C) значения начинают стабилизироваться после первых двух минут.

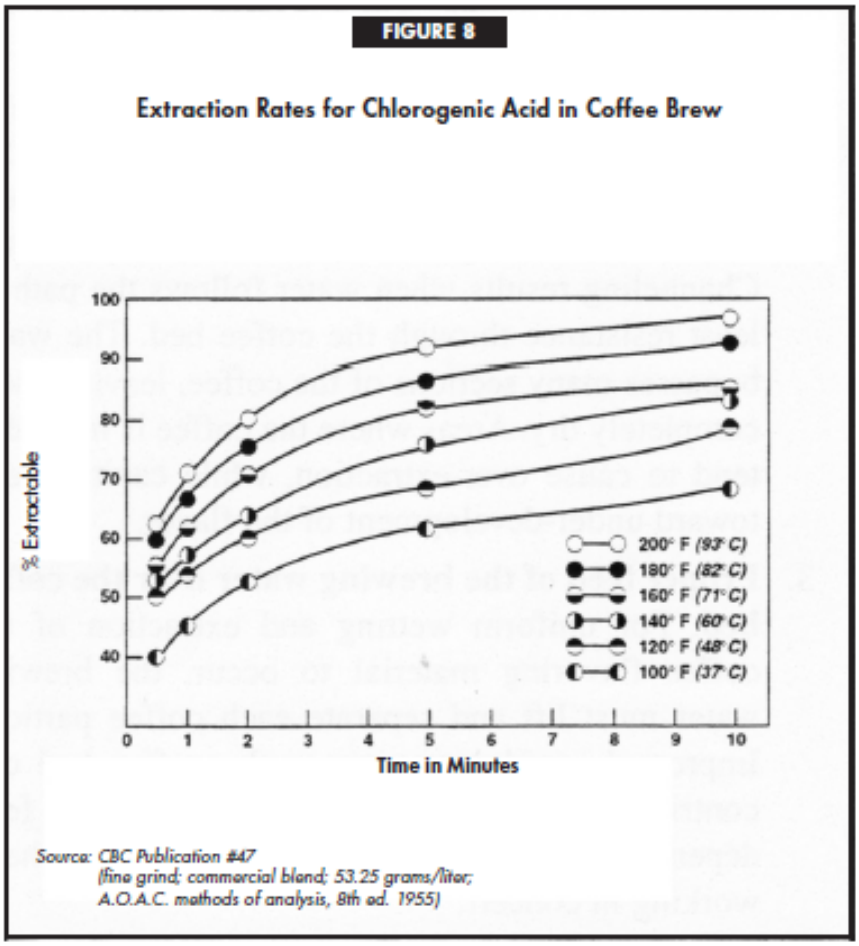


• Хлорогеновая кислота. Хлорогеновая кислота содержится в зелёных зёрнах кофе в количестве около 7%, однако при обжарке разрушается примерно от одной трети до половины этого объёма. Хлорогеновая кислота полностью растворима в воде и оказывает значительное влияние на итоговый вкус напитка. Она составляет от 12% до 18% всех растворимых веществ.

Органолептические (сенсорные) свойства хлорогеновых кислот изучены недостаточно глубоко, но в целом считается, что они обладают слегка горьким, но ярко выраженным вяжущим вкусом. Более низкое содержание хлорогеновых кислот в кофе сорта арабика, по всей видимости, связано с более высоким качеством получаемого из него напитка. Также предполагается, что именно хлорогеновые кислоты ответственны за продолжительное горькое послевкусие, характерное для некоторых сортов кофе.

При нагревании хлорогеновая кислота распадается на кофейную и хининовую кислоты. Этот распад увеличивает общее содержание кислот в напитке, что можно измерить как изменение уровня pH. Подобное повышение кислотности и изменение её состава влекут за собой неприятные изменения вкуса, делая напиток терпким (горьким и кислым одновременно).

Хлорогеновые кислоты можно разделить на три основные группы, каждая из которых имеет слегка отличающийся химический состав. Исследования показали, что эти группы ведут себя по-разному в процессе обжарки: одни разрушаются быстро, другие сохраняются практически на одинаковом уровне даже при сильной обжарке.

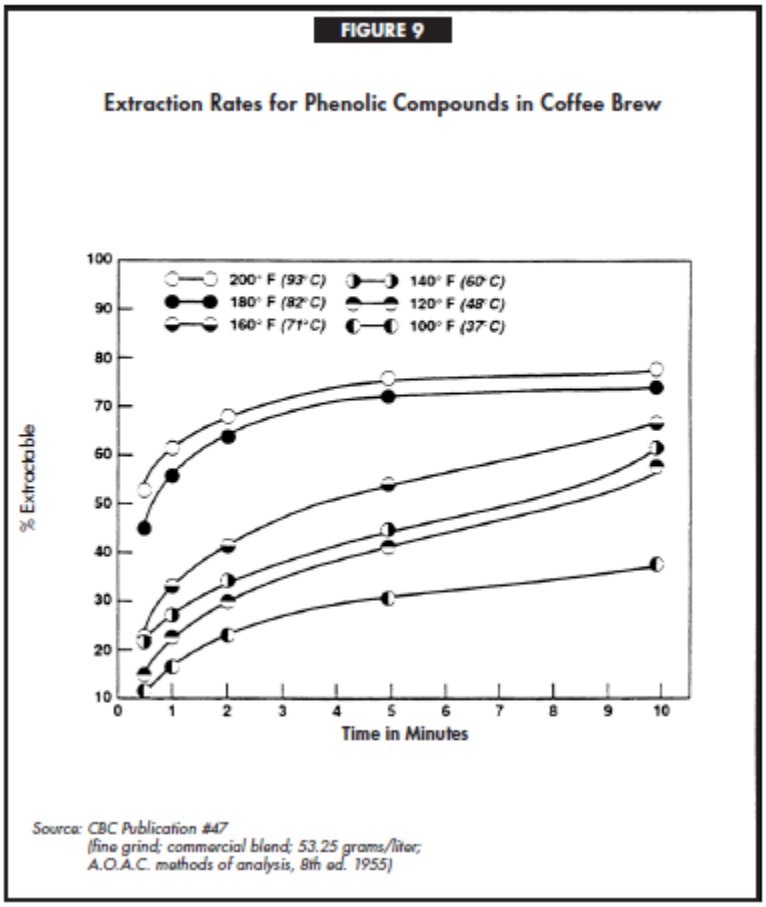


На рисунке 8 показано быстрое извлечение хлорогеновых кислот в первые минуты цикла заваривания. Хотя скорость извлечения стабилизируется после первых пяти минут, количество извлечённой хлорогеновой кислоты в последние пять минут оказывается больше, чем извлечённого кофеина или тригонеллина.

• Фенолы. Обычно фенолы присутствуют в зёрнах кофе светлой обжарки в довольно низкой концентрации, однако их содержание увеличивается по мере продолжения обжарки. Эти соединения обладают дымным, жжёным, пряным, гвоздичным и горьким ароматом, а также придают напитку вяжущий вкус. Кофе тёмной обжарки и сорта робуста, как правило, содержат фенолов больше, чем арабика.

Фенольные соединения в большей степени коррелируют с интенсивностью вяжущих ощущений, чем с горечью. В ранних исследованиях химического состава кофе соединения, вызывающие вяжущий вкус, ошибочно принимали за танины, аналогичные содержащимся в чае.

Как показано на рисунке 9, извлечение фенольных соединений, как правило, стабилизируется после первых двух минут заваривания при температуре 200°F (94°C) и 180°F (82°C). Однако при температурах 160°F (71°C), 140°F (60°C) и 120°F (48°C) в течение 10 минут наблюдается значительный рост их извлечения. Кривая при температуре 100°F (37°C) остаётся относительно ровной.



Калий. При заваривании жареного молотого кофе в напиток извлекается приблизительно 90% минеральных веществ, в особенности калий. Подобно содержанию кофеина и хлорогеновой кислоты, калий в больших количествах содержится в сортах кофе типа Робуста по сравнению с Арабикой.

Как и все соли, калий оказывает вкусовое воздействие, зависящее от его концентрации. При увеличении концентрации калий сначала воспринимается как сладкий, затем как горький, затем как солёный и, наконец, как кислый. Также возможно, что калий в составе напитка взаимодействует с другими вкусовыми компонентами, изменяя тип или интенсивность их вкусового воздействия. Для более полного понимания влияния калия на вкус кофе требуется дальнейшее исследование.

Распределение золы кофе (оценка)

Показатель	**Зелёный кофе**	**Жареный кофе**	**Растворимый порошок**	**Сухие использованные зёрна**
Отношение массы по сухому весу[1]	1.176	1.00	0.380	0.620
Содержание золы в %, сухой остаток	4.00	4.71	1.00	1.47
Масса золы на единицу веса жареного кофе	0.0471	0.0471	0.038	0.0091

[1] При условии потери массы при обжарке 15%

Процентное распределение компонентов золы

Минерал (оксид)	**Зола зелёного и жареного кофе, %**	**Зола в растворимом кофе, %**	**Зола в растворе (напитке), %**	**Зола в использованной гущи, %**
K_2O (окись калия)	62.5	32.0	75.59	33.55
P_2O_5 (пятиокись фосфора)	13.0	3.0	4.96	10.3
CaO (окись кальция)	5.0	2.0	2.90	3.92
MgO (окись магния)	5.0	2.0	2.43	2.96
Fe_2O_3 (окись железа)	1.0	0.4	0.58	1.92
Mn_2O_3 (окись марганца)	1.0	0.4	0.14	1.08
SO_3 (триокись серы)	1.0	0.4	0.61	0.92
SiO_2 (диоксид кремния)	5.0	2.0	1.46	2.96
Cl (хлор)	1.5	0.6	—	—
Итого	**100.0**	**68.0**	**100.0**	**100.0**

Влияние турбулентности на заваривание

После времени и температуры турбулентность является третьим важным фактором, влияющим на заваривание кофе. Турбулентность способствует разделению частиц кофе и обеспечивает равномерное прохождение воды сквозь них. При недостаточной турбулентности вода неравномерно извлекает вкусоароматические вещества, что приводит к недоэкстракции в одних зонах (дающей травянистые или ореховые оттенки) и переэкстракции в других (добавляющей горечь и вяжущий вкус).

Существует три аспекта турбулентности:

1. **Смачиваемость молотого кофе.** Чтобы начался процесс экстракции, кофейные частицы должны впитать воду. Смачиваемость — это способность кофе равномерно впитывать воду. В среднем одна унция кофе поглощает две унции воды (1 г — около 2,086 мл).

Вода проникает в межчастичные поры кофейных частиц. Когда частица полностью окружена водой, как снаружи, так и изнутри, вкусоароматические вещества начинают выходить из клеточной структуры в окружающую жидкость.

Некоторые частицы кофе впитывают воду лучше других. Это зависит от таких факторов, как происхождение кофе, возраст зелёных зёрен, неравномерность обжарки или избыток масла на поверхности частиц. Кроме того, углекислый газ, выделяющийся из свежемолотого кофе, может образовывать вокруг частиц защитную оболочку, препятствуя смачиванию. Высокая концентрация минералов в воде для заваривания, особенно бикарбонатов кальция (Ca) и натрия (Na), также мешает полному смачиванию.

Неравномерное смачивание вызывает неравномерную экстракцию и приводит к образованию каналов, по которым вода течёт по пути наименьшего сопротивления: одни участки переэкстрагируются, другие остаются почти сухими.

2. **Контроль высоты кофейного слоя.** В системах, работающих по принципу силы тяжести, кофейное «ложе» должно быть ровным и иметь высоту от 2,5 до 5 см. Несоблюдение этих параметров приводит к пере- или недоэкстракции.

Слой менее 2,5 см даёт слабый и горький напиток. Слой более 5 см замедляет заваривание и способствует образованию каналов, что также приводит к горечи и посторонним вкусам. Вода огибает участки кофе, оставляя их сухими. Участки с насыпанной горкой чаще всего переэкстрагируются, тогда как углубления – недоразвиваются.

3. **Правильная подача воды на слой кофе.** Чтобы достичь равномерного смачивания и извлечения вкусовых веществ, вода должна приподнимать и разделять кофейные частицы. Неправильная подача воды приводит к некачественному напитку. Эффективность подачи зависит от конструкции корзины и распылителя.

Помимо правильной высоты слоя (2,5–5 см), корзина для заваривания должна быть достаточно глубокой, чтобы учесть расширение молотого кофе при заваривании — до 50% от исходного объёма. Следовательно, при глубине слоя в 5 см корзина должна быть не менее 7,6 см в глубину.

Корзина для заваривания и контроль за протеканием воды

Корзина для заваривания должна также регулировать поток воды через слой кофе. В идеале поток ограничен таким образом, чтобы кофейные частицы оставались во взвешенном состоянии в водяной ванне на протяжении большей части цикла заваривания. Для этого отверстие на выходе из корзины должно пропускать меньше воды, чем распыляется через душевую головку, но при этом не настолько мало, чтобы вода переливалась через край корзины.

Подача воды на молотый кофе должна происходить равномерно и мягко, чтобы вся площадь слоя кофе получала одинаковое смачивание. Если давление воды выше в одной части слоя, чем в других, заваривание будет неравномерным и приведёт к переэкстракции. При ручной подаче воды следует лить её медленно, круговыми движениями, чтобы обеспечить равномерное смачивание всей массы кофе.

При автоматической подаче воды эффективность заваривания определяется конструкцией душевой головки. Для проверки её эффективности нужно осмотреть кофейный жмых после завершения заваривания: весь слой должен быть равномерно смочен, особенно по краям корзины. Поверхность должна быть покрыта светлой пенкой. Если рисунок пены соответствует расположению отверстий в душевой головке, это признак неравномерного распределения потока и вероятного каналирования в кофейном слое.

Обход воды (байпас)

В условиях приготовления больших объёмов напитка может случиться так, что вся вода не успевает пройти через слой кофе за заданное время. Это особенно характерно для воды с высоким содержанием бикарбонатов, которые снижают проходимость воды. В таких случаях приходится направлять часть воды (до 40%) в обход слоя кофе. Эта процедура называется «обход» или «байпас» и позволяет избежать переэкстракции.

Стандарты заваривания

В таблице 7 приведены стандарты, соблюдение которых необходимо для получения качественного напитка – такого, который правильно экстрагирован из жареного молотого кофе и содержит оптимальное количество и состав вкусовых веществ.

Таблица 7. Стандарты заваривания кофе, установленные Coffee Brewing Center (США) и Nordic Coffee Center (Норвегия)

Стандарт	CBC (США)	NCC (Норвегия)
Крепость(% концентрации растворимых веществ)	1,15 – 1,35%	1,30 – 1,55%
Экстракция(% выхода растворимых веществ)	18 – 22%	18 – 22%
Пропорции заваривания(соотношение кофе к воде)	3,25 – 4,25 унциина 64 жидк. унции воды	60 – 70 граммна 1 литр воды
Температура заваривания	195 – 205 °F(90,5 – 96 °C)	92 – 96 °C
Время заваривания	1 – 4 мин. — мелкий помол4 – 6 мин. — средний помол6 – 8 мин. — крупный помол	1 – 5 мин. — мелкий помол5 – 8 мин. — крупный помол
Температура хранения напитка	175 – 185 °F(79 – 85 °C)	80 – 85 °C

Источники:

1. Coffee Brewing Center (1966), *Equipment Evaluation Publication No. 126*, Нью-Йорк.
2. Norwegian Coffee Brewing Center (1980), *Evaluation and Approval of Home Coffee Makers Publication No. 6B*.

ГЛАВА 7
ВОДА

Любители кофе в США ежегодно потребляют более 18 миллионов мешков — или примерно 2 миллиарда фунтов — кофе. Если предположить, что каждый фунт кофе заваривается примерно с 3 галлонами воды, то в год требуется чуть более 6 миллиардов галлонов воды, чтобы утолить жажду американцев. Поскольку вода составляет 98–99% кофейного напитка, она, разумеется, оказывает значительное влияние на его качество.

Чистая вода — это простое соединение двух газов: водорода и кислорода. При объединении они образуют знакомую жидкость. Конечно, вода может принимать и другие физические формы. При температуре ниже 32°F (0°C) она замерзает, превращаясь в лёд. При температуре выше 212°F (100°C) — испаряется в виде пара. Она также содержит ионы водорода (H^+) и гидроксида (OH^-), которые изменяют её химические свойства.

Однако в реальности вода никогда не бывает абсолютно чистой. Она содержит множество химических соединений в бесконечном разнообразии сочетаний и концентраций. Некоторые из этих веществ при высоком содержании вызывают посторонние вкусы, запахи и изменяют цвет воды. Эти вещества называются растворёнными, или солюбильными, поскольку они образуют с водой столь тесную и однородную смесь, что даже фильтрация не может их отделить.

Вода также может содержать нерастворённые (или несолюбильные) вещества. Среди них могут быть живые организмы, такие как бактерии или плесень, которые обычно не видны невооружённым глазом, а иногда и крупные видимые организмы.

Нерастворимыми могут быть также неживые частицы, например мелкая пыль или песок. Муниципальные службы используют фильтры или мелкие сетки, чтобы удалить взвешенные частицы, и применяют химическую обработку для уничтожения живых организмов в воде, предназначенной для потребления.

Региональные различия

Министерство внутренних дел США рассматривает воду как ценный природный ресурс и собрало данные обо всех основных источниках водоснабжения более чем в 2300 крупнейших городах и населённых пунктах страны. В таблице 1 приведены примеры химического анализа водопроводной воды и продемонстрированы значительные различия в её химическом составе. Фактически, каждое водоснабжение уникально, так как вода контактирует с разными типами почв и подвергается различной муниципальной обработке.

Некоторые местные источники воды содержат повышенные уровни определённых минеральных ионов. Например, проникновение морской воды в систему водоснабжения Галвестона (штат Техас) приводит к содержанию более 400 ppm хлоридов. Вода в Сарасоте (штат Флорида) содержит 800 ppm сульфатов. Глубинные скважины в Мичигане и некоторых засушливых регионах содержат свыше 1000 ppm минеральных веществ, придающих воде ощутимый щелочной вкус, вплоть до характеристики «солоноватая».

Стандарты питьевой воды

Практически вся вода (99%), поступающая из городских кранов, используется для бытовых нужд: полива газонов, стирки белья, мытья посуды, удаления отходов, тушения пожаров и так далее. Менее 1% предназначается для приготовления пищи и напитков. Поскольку большая часть воды в буквальном смысле уходит в канализацию, муниципалитетам невыгодно экономически применять технологии, обеспечивающие качество воды, оптимальное для питья.

Согласно стандартам Министерства здравоохранения США, питьевая вода должна быть прозрачной, без запаха и вкуса. Она должна быть свободна от бактерий и содержать не более следующих показателей: 0,2 ppm меди, 0,3 ppm железа, 250 ppm сульфатов, 250 ppm хлоридов, 100 ppm магния и 1000 ppm общего количества растворённых веществ. Также допустимыми считаются не более 10 ppm щёлочности (без каустической щёлочности) и менее 50 ppm щелочных соединений натрия или калия.

Анализ состава воды, используемой в крупных городах США

(все данные приведены в ppm — частей на миллион)

Компонент	Boston, MA	New York, NY	Chicago, IL	Los Angeles, CA	San Francisco, CA	Indianapolis, IN	Cleveland, OH	St. Louis, MO	Kansas City, KS	Galveston, TX	Sarasota, FL	Pittsburgh, PA
Fe (Железо)	0.10	0.03	0.09	0.04	0.02	0.11	0.12	0.01	0.01	0.00	0.56	0.30
Ca (Кальций)	4.00	13.00	39.00	25.00	1.10	67.00	39.00	23.00	75.00	30.00	14.00	60.00
Mg (Магний)	4.00	4.30	10.00	5.00	1.40	20.00	7.30	9.70	22.00	9.70	3.00	18.00
Na (Натрий)	1.80	3.00	3.40	30.00	1.00	9.50	8.70	30.00	351.00	530.00	49.00	40.00
K (Калий)	0.70	1.40	0.70	4.00	—	1.60	1.30	33.00	6.50	351.00	16.00	49.00
CO_3 (Карбонат)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO_3 (Бикарбонат)	7.00	36.00	132.00	108.00	7.00	206.00	103.00	20.00	237.00	336.00	161.00	17.00
SO_4 (Сульфат)	5.60	20.00	23.00	33.00	1.60	67.00	30.00	109.00	172.00	1.00	817.00	248.00
Cl (Хлорид)	3.40	5.80	7.20	17.00	1.00	10.00	20.00	17.00	29.00	422.00	168.00	58.00

Источник: Coffee Brewing Center Publication No. 6

Приготовление наилучшего кофе. Хотя водопроводная вода безопасна и пригодна для общего использования, она часто содержит привкусы и запахи, которые могут становиться неприятными при использовании в кулинарии или приготовлении напитков.

Возможные проблемы
При рассмотрении уровня, на котором примеси в воде могут неблагоприятно повлиять на вкус кофе, важно учитывать их концентрацию по отношению к концентрации вкусообразующих веществ самого кофе.
Например, если кофейный напиток содержит 1,0 % кофе и 99,0 % воды, это означает, что на 1 миллион частей воды приходится 10 000 частей вкусообразующих веществ кофе. Если кофе заваривается с использованием воды, содержащей 100 ppm (частей на миллион) общего количества растворённых веществ, то соотношение этих веществ к вкусообразующим веществам составляет 100:10 000, или 1,0 %. В зависимости от типа и природы растворённых веществ, концентрация в 1,0 % может быть достаточной для влияния на вкус кофе, даже если уровень растворённых веществ в воде (100 ppm) сам по себе не вызывает ощутимого вкуса или запаха.

К водопроводной воде следует относиться как к потенциальному источнику проблем при заваривании, если у неё есть одна из следующих характеристик:

- **Содержание общего количества растворённых веществ (TDS) выше 300 ppm.** Как правило, вода с содержанием растворённых веществ ниже 300 ppm не вызывает проблем при заваривании. Более того, уровень растворённых веществ от 100 до 200 ppm придаёт воде вкус «хрустально чистой» родниковой воды.
  Деминерализованная вода, содержащая менее 10 ppm растворённых веществ, не рекомендуется для приготовления кофе. В 1960-х годах Coffee Brewing Institute (CBI) провёл обширные исследования для определения порогов вкусовой чувствительности как для самой воды, так и для кофе, содержащего минеральные вещества, наиболее часто встречающиеся в муниципальной питьевой воде. В таблице 2 приведены значения концентрации, при которых средний человек начинает ощущать вкус различных минералов.

Таким образом, если общее содержание растворённых веществ всех типов ниже 300 ppm, проблем с приготовлением кофе возникнуть не должно, **за исключением случаев, когда смесь растворённых веществ содержит железо.**

- **Содержание железа выше 2 ppm.** Приготовление кофе с водой, содержащей железо даже в концентрации 10 ppm, приводит к заметному изменению напитка — не столько во вкусе, сколько в цвете или внешнем виде, особенно при добавлении сливок. Хотя концентрация железа в воде может быть очень низкой, оно вступает в реакцию с фенолами кофейного экстракта, образуя типичный зеленоватый (металлический) оттенок. Отличия заметны уже при уровне 1 ppm. При концентрациях от 4 до 7 ppm возникает вопрос приемлемости такого напитка. При уровнях, превышающих

ТАБЛИЦА 2
Пороговые концентрации ионов в водных растворах и концентрации, обнаруживаемые в кофейном напитке

Ион	Пороговая концентрация в воде (ppm)	Обнаруживаемая концентрация в кофе (ppm)
$NaHCO_3$		
Na^+	290	377
HCO_3^-	770	1000
Na_2CO_3		
Na^+	34	96
CO_3^{--}	44	125
Na_3PO_4		
Na^+	75	—
PO_4^{---}	105	—
NaAc (ацетат натрия)		
Na^+	140	—
Ac^- (ацетат)	360	—
NaCl (поваренная соль)		
Na^+	135	258
Cl^-	210	400
KCl (хлорид калия)		
K^+	340	410
Cl^-	310	450
KAc (ацетат калия)		
K^+	680	—
Ac^-	1020	—
$CaCl_2$ (хлорид кальция)		
Ca^{++}	125	300
Cl^-	222	530

Ион	Пороговая концентрация в воде (ppm)	Обнаруживаемая концентрация в кофе (ppm)
$MgSO_4$ (сульфат магния)		
Mg^{++}	100	200
SO_4^{--}	400	800
$Fe_2(SO_4)_3$ (сульфат железа)		
Fe^{+++}	10	10
SO_4^{--}	25	25

• **Содержание кальция и магния в сумме выше 100 ppm.** Кальций и магний являются основными элементами земной коры. Они растворяются в воде по мере её фильтрации через почву. Накопление растворённых солей кальция и магния делает воду жёсткой и вызывает образование накипи, известковых и других нежелательных минеральных отложений на оборудовании для заваривания. Эти отложения появляются при нагреве воды, когда кальций и магний вступают в реакцию с кремнезёмом, сульфатами и карбонатами, выпадают в осадок и оседают на металлических поверхностях. Хотя они не влияют напрямую на вкус напитка, накипь и известковые отложения в бойлерах мешают эффективному нагреву воды, нарушают работу термостатов и реле, закупоривают входные и подающие трубки и приводят к другим неисправностям, вызывающим сбои в работе оборудования.

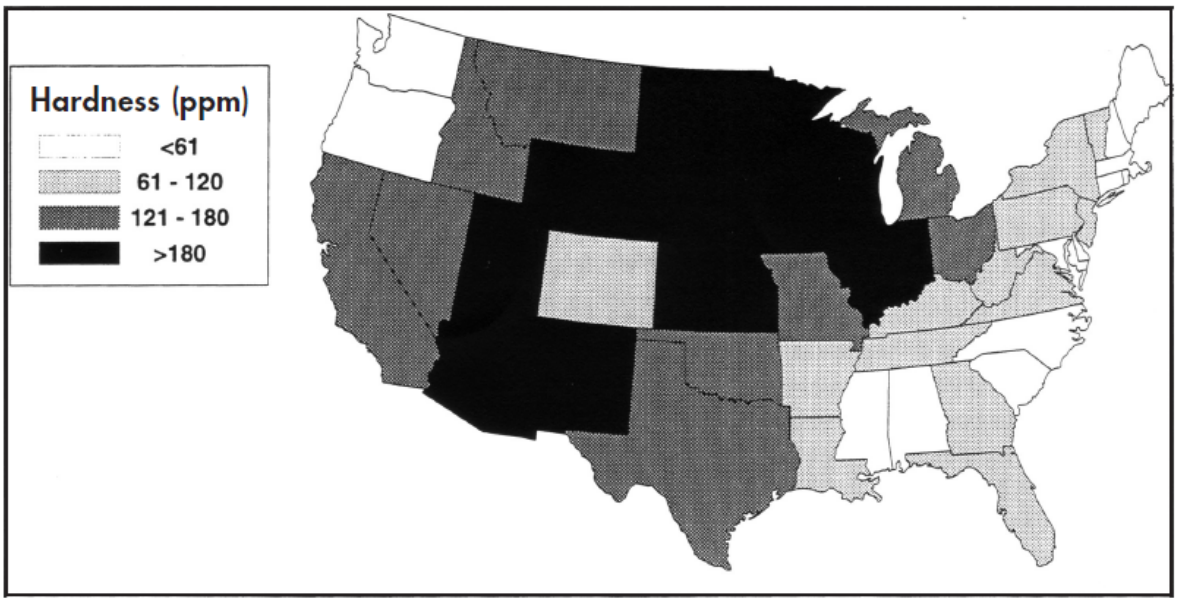


ТАБЛИЦА 3

Городские водопроводы в исходном состоянии

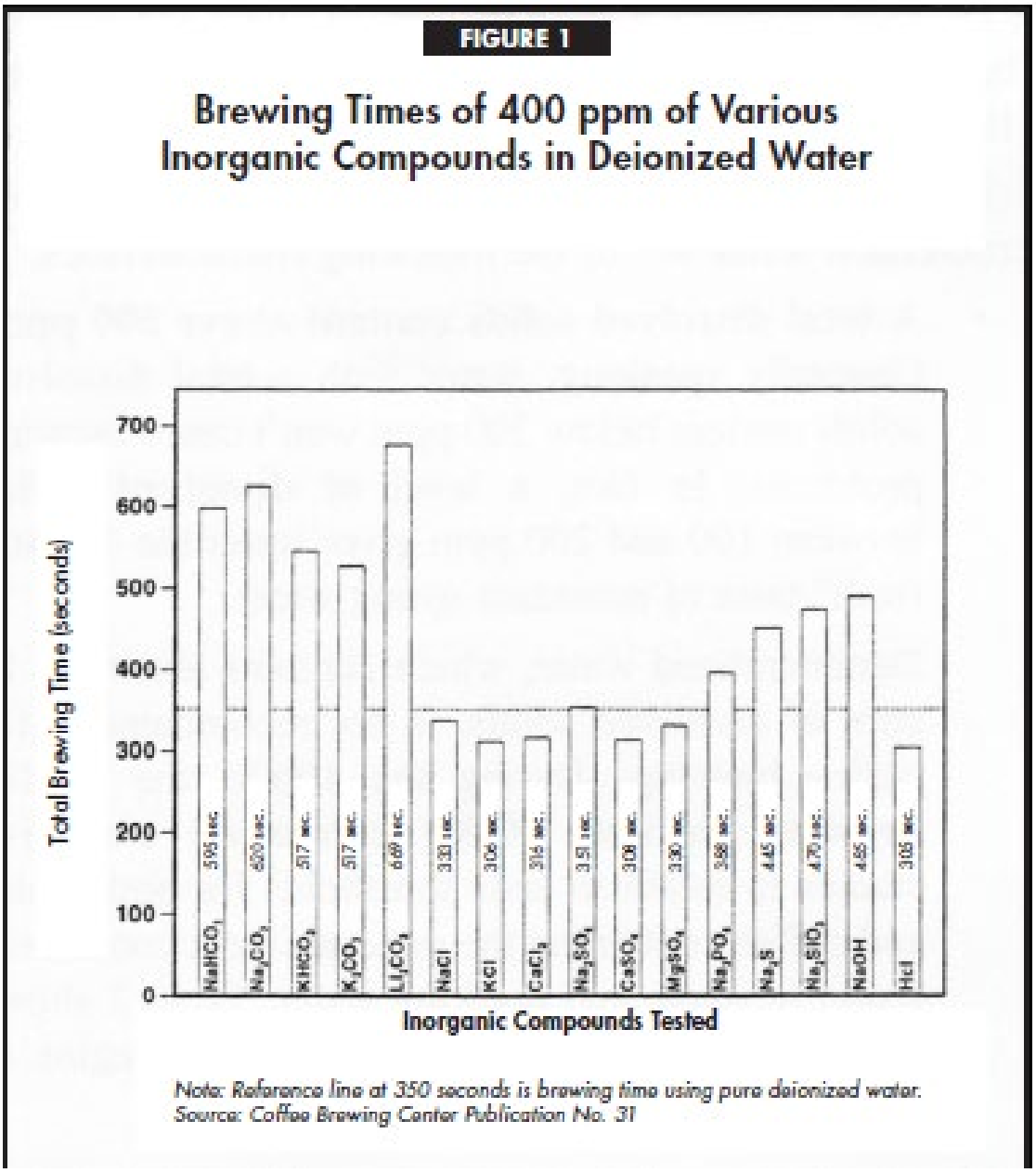
Город	pH	Жёсткость (как $CaCO_3$), ppm	Натрий (как NaCl), ppm	Калий (как KCl), ppm	Карбонат (как CO_3^{2-}), ppm	Бикарбонат (как HCO_3^-), ppm
Даллас, Техас	8.4	221	299	3	—	439
Лос-Анджелес, Калифорния	9.1	266	115	7	—	210
Денвер, Колорадо	9.0	163	27	2	—	94

Город	pH	Жёсткость (как $CaCO_3$), ppm	Натрий (как NaCl), ppm	Калий (как KCl), ppm	Карбонат (как CO_3^{2-}), ppm	Бикарбонат (как HCO_3^-), ppm
Мемфис, Теннесси	8.9	63	29	2	—	84
Филадельфия, Пенсильвания	8.7	146	154	2	—	136
Вунсокет, Род-Айленд	5.0	16	6	1	—	11
Провиденс, Род-Айленд	8.3	33	9	1	—	14
Бостон, Массачусетс	7.0	7	7	1	—	3

Вода из четырёх городов после умягчения

Город	pH	Жёсткость (как $CaCO_3$), ppm	Натрий (как NaCl), ppm	Калий (как KCl), ppm	Карбонат (как CO_3^{2-}), ppm	Бикарбонат (как HCO_3^-), ppm
Даллас, Техас	9.2	18	963	2	—	461
Лос-Анджелес, Калифорния	9.5	7	377	2	—	210
Денвер, Колорадо	9.6	6	350	1	—	77
Филадельфия, Пенсильвания	7.8	7	137	1	—	75

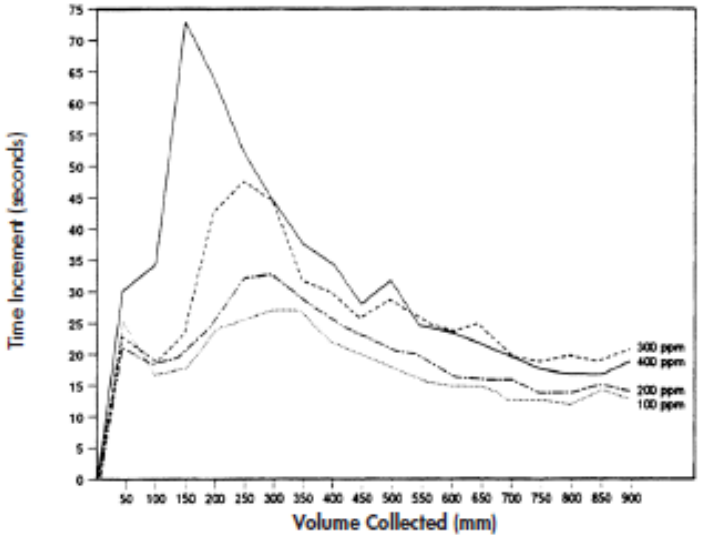
Щёлочность карбонатов и бикарбонатов выше 100 ppm.
Среди всех соединений, обычно присутствующих в воде из городского водопровода, именно карбонаты и бикарбонаты сильнее всего замедляют прохождение воды через слой молотого кофе, особенно если их концентрация превышает 100 ppm (см. Рисунок 1). Наибольшее изменение скорости потока наблюдается в начале цикла заваривания (см. Рисунок 2). Скорость потока снижается по мере увеличения концентрации карбонатно-бикарбонатных соединений (см. Рисунок 3). Замедляющее действие может быть настолько сильным, что вся вода не успевает пройти через кофейную таблетку за допустимое время. В таких случаях в систему



Проблема со скоростью потока усугубляется, если вода прошла обработку в системе умягчения на основе цеолитов. В ходе ионного обмена этот процесс заменяет минералы в воде — главным образом кальций и магний — на натрий. При взаимодействии с уже имеющимися в воде бикарбонатами натрий образует блестящее, скользкое вещество, которое склеивает частицы молотого кофе и блокирует каналы, по которым обычно проходит вода. Как показано на Рисунке 4, это удлиняет время заваривания, что приводит к переэкстракции ароматических веществ и, как следствие, к избыточной вяжести и горечи напитка.

FIGURE 2

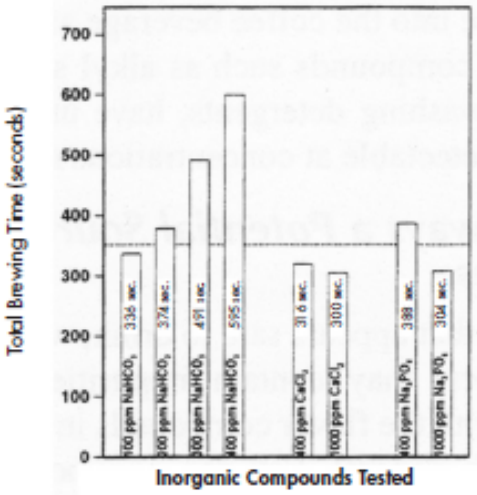
Time Effect of Varying the Sodium Bicarbonate Concentration on the Brewing Rate



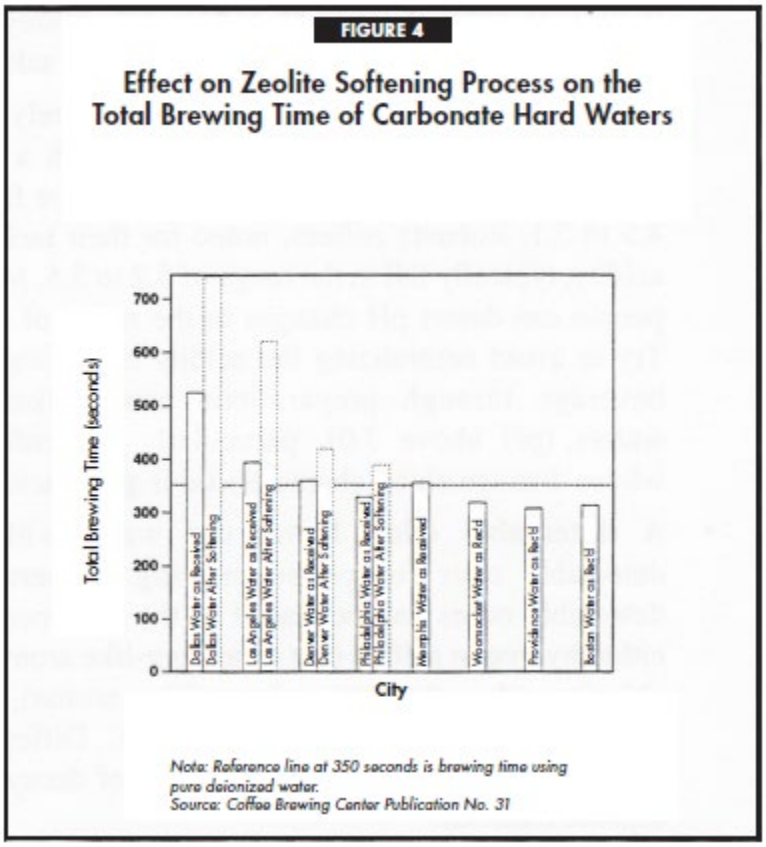
Source: Coffee Brewing Center Publication No.31

FIGURE 3

Effect on Total Brewing Time of Varying Concentrations of Compounds in Solution



Note: Reference line at 350 seconds is brewing time using pure deionized water.
Source: Coffee Brewing Center Publication No. 31



Проблемы с качеством воды при заваривании кофе (продолжение):

• **Суммарное содержание натрия и калия выше 50 ppm.** При низкой концентрации эти соли усиливают восприятие сладости в напитке. Однако с ростом концентрации натрий усиливает восприятие кислотности фруктовых кислот, присутствующих в кофе, а калий — восприятие горечи фенольных соединений. К счастью, в большинстве муниципальных водопроводов избыточное содержание натрия или калия встречается редко.

• **Кислотность (pH) ниже 7.0 и щёлочность выше 7.0.** Чистая вода имеет pH 7.0 — нейтральный. Ниже этого значения вода становится кислотной (преобладание ионов водорода), выше — щелочной (преобладание гидроксид-ионов). Кислая вода (pH < 7.0) может усиливать кислинку и увеличивать растворимость соединений, а щелочная вода (pH > 7.0) способствует горечи и снижает кислотность путём образования солей. Кофе в среднем имеет pH около 5.0. Особенно важно избегать щелочной воды при заваривании сортов с яркой кислотностью, так как она нейтрализует эту ключевую вкусовую характеристику. Большинство людей могут ощутить изменение pH в пределах 0.1.

• **Наличие запаха.** Воду с запахом никогда не следует использовать для заваривания кофе. Часто запахи указывают на наличие:

- **сероводорода** (аромат тухлых яиц) — обнаруживается при концентрации 0.05 ppm в воде и 0.12 ppm в кофе;
- **хлора** (запах моющих средств);

- **аммиака** (запах мочевины).
  Источниками запахов могут быть разлагающиеся органические вещества. Сероводород можно удалить путём хлорирования воды до заваривания.

• **Обработка хлором.** Хлор — стандартный способ обеззараживания питьевой воды, применяемый в более чем 96% муниципальных систем. Хотя в идеале хлор полностью окисляется при уничтожении бактерий, на практике воду часто хлорируют с избытком. Остаточный хлор — одна из распространённых проблем при заваривании кофе.

Хлор имеет низкий порог вкусовой чувствительности: 5 ppm в воде и 100 ppm в кофе. Более того, хлор может вступать в реакцию с фенолами из кофе с образованием хлорфенола — соединения с резко неприятным, медикаментозным вкусом, ощущаемым уже при 0.001 ppm. Чтобы избежать этого, воду необходимо предварительно пропускать через фильтр с активированным углём.

ТАБЛИЦА 4
Пороговые концентрации некоторых веществ, вызывающих запах

Соединение	Порог в воде (ppm)	Порог в кофейном напитке (ppm)
Запахообразующие вещества		
Аммиак	34.0	140.0[1]
Хлор	5.2	108.0
Хлорфенолы:		
– орто-	0.006	0.001
– пара-	0.9	3.60
– пара-	1.352[2]	1.33[2]
Сероводород	0.05	0.12[3]
Фенол	60.0	105.0

Моющие средства и умягчители воды		
Calgon	200.0	935.0
Динатрий дигидроген версатат	120.0	825.0
Tide	12.0	100.0
Трисодиумфосфат	225.0	1,550.0

Примечания:

1. Изменение цвета не позволило использовать более высокие концентрации.
2. Водопроводная вода использовалась вместо дважды дистиллированной.
3. Потери при испарении затруднили измерение более высоких уровней.

Источник: *Coffee Brewing Center Publication No. 38*

Моющие средства: дополнительная проблема
Существует ещё одна проблема, косвенно связанная с качеством воды. Моющие средства применяются как для очистки кофейного оборудования, так и для мытья чашек с целью удаления кофейных масел и нерастворимых белков, содержащихся в напитке. Если такие моющие средства не были тщательно

смыты, они могут растворяться в напитке во время заваривания или подачи. Некоторые соединения, например алкилсульфонат, содержащийся во многих средствах для мытья посуды, обладают неприятным вкусом, который становится ощутимым при концентрациях выше 100 ppm.

Вода — всегда потенциальный источник проблем
Даже если вода выглядит безопасной для питья, не имеет запаха и вкуса, она всё же может содержать примеси, неблагоприятно взаимодействующие с вкусоароматическими веществами в кофе после его приготовления. В целом можно считать, что один и тот же кофе будет иметь разные вкусовые характеристики, если его заваривать на воде из разных муниципальных источников. Всегда помните: вода составляет более 98% от объёма кофейного напитка.

ГЛАВА 8
ФИЛЬТРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Основная функция фильтрующего устройства — отделение кофейной гущи от напитка по окончании цикла заваривания. Обычно оно состоит из двух компонентов:

1. Жёсткой конструкции, формирующей и удерживающей кофейное ложе во время прохождения воды.
2. Фильтрующего материала — проволочной сетки, тканевого полотна или формованной бумажной фильтры, предотвращающей попадание гущи в готовый напиток.

При правильной работе фильтр также выполняет следующие задачи:

• Обеспечивает ровное кофейное ложе. Это необходимо для равномерной экстракции из каждой частицы кофе. Обычно этого добиваются вручную при загрузке кофе в фильтр. Если слой неровный, вода будет проходить неравномерно, и экстракция окажется неоднородной.

• Обеспечивает нужную глубину слоя. Оптимальная глубина — 3,8 см ± 1,2 см. Слой менее 2,5 см приводит к быстрому прохождению воды и слабой экстракции. Слои более 5 см склонны к образованию каналов, в которых вода обходит часть гущи, приводя к переэкстракции и горечи.

• Удерживает гущу вдали от готового напитка. Если гуща остаётся в контакте с жидкостью, экстракция продолжается бесконтрольно, вызывая переэкстракцию и затрудняя слив.

• Обеспечивает несколько точек дренажа. Это способствует равномерному потоку воды и предотвращает переэкстракцию участков, контактирующих с водой слишком долго. Проволочные сетки и перфорированные металлические пластины справляются с этим, если их содержать в чистоте.

• Позволяет воде проходить с нужной скоростью.
Для тонкого помола — 1–4 минуты, для среднего — 4–6 минут, для крупного — 6–8 минут.
Фильтр должен задерживать воду достаточно, чтобы произошло кратковременное «настаивание», позволяющее вкусовым веществам покинуть структуру зёрен. Если

вода проходит слишком быстро, происходит лишь «ополаскивание» наружных слоёв частиц.

• Пропускает нужное количество нерастворимых веществ (осадка и масел). Это важнейшая функция фильтра.
Степень очистки — личное предпочтение: например, в турецком кофе гуща не отделяется вовсе, а растворимый кофе — полностью очищен.
Нерастворимые вещества (главным образом масла и мельчайшие частицы волокон) создают коллоиды, удерживающие ароматические соединения и раскрывающиеся во время питья, создавая вкус и аромат кофе.

Металлические и тканевые фильтры
У каждого есть преимущества и недостатки. Металлические фильтры (диски, сетки) дороже, но служат дольше. Сетки 100–200 меш эффективно отделяют гущу, пропуская масла и волокна для создания коллоидов, но требуют частой чистки. Загрязнение и повреждения ведут к ухудшению вкуса и утечке частиц.

Тканевые фильтры требуют ещё большего ухода. Плохое качество ткани или растянутая строчка вызывают помутнение и осадок. Растительное происхождение волокон ухудшается при высоких температурах, поглощая посторонние вещества. Тип переплетения влияет на скорость потока и очистку: муслин даёт быстрый поток и слабую очистку, фланель — медленный поток и высокую степень очистки. Оптимальные параметры — 64×60 нитей на дюйм и плотность 5,75 ярда² на фунт.

Плюсы и минусы бумажных фильтров
Фильтр-бумага применяется в лабораториях более 100 лет, но в кофе её начали активно использовать с 1943 года благодаря кофеварке, выставленной в Музее искусства Нью-Йорка.
Бумажные фильтры дают хорошую прозрачность напитка, контролируют поток воды, не засоряются, удобны в использовании — не нужно мыть, достаточно выбросить.

Однако они имеют недостатки: бумага не должна терять волокна, иметь однородную текстуру, устойчивость к температуре, высокую прочность во влажном состоянии. Плохая форма фильтра может привести к отхождению от стенки корзины и обходу слоя воды.
Самое важное — отсутствие привкуса. Увы, большинство фильтров оставляют вкус, так как легко впитывают посторонние запахи. Поэтому бумагу нужно правильно упаковывать и хранить.

Скорость фильтрации влияет на передачу вкуса: чем выше проницаемость бумаги, тем меньше контакт и, следовательно, привкуса. Более медленные фильтры могут передавать посторонний вкус напитку.

Фильтр — ключевой элемент кофеварки, влияющий на время контакта и турбулентность воды. Даже если производитель рекомендует определённый тип фильтра, можно выбрать нужное качество в зависимости от желаемого уровня удобства и степени очистки напитка.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
СООТНОШЕНИЕ ГЛУБИНЫ КОФЕЙНОГО ЛОЖА И ОБЪЁМА ФИЛЬТРА
Автор: Э. Э. Локхарт

Эти расчёты применимы только к устройствам, в которых вода наливается, распыляется или капает в корзину с молотым кофе, из которой экстракт сливается или вытягивается под действием силы тяжести.

Условия:

1. Глубина кофейного слоя поддерживается в пределах не более 2 дюймов (5,08 см).
2. Считается, что обжаренный и молотый кофе имеет насыпную плотность 22 фунта на кубический фут (примерно 353 кг/м³). Один фунт кофе занимает объём 78,5 кубических дюймов (примерно 1,29 л).
3. Предполагается, что корзина для кофе имеет цилиндрическую форму.

Формулы:

1. Объём цилиндра рассчитывается по формуле:
   V=πD2h4V = \frac{\pi D^2 h}{4}V=4πD2h
   где
   V — объём в кубических дюймах
   π = 3.142 (постоянная)
   D — диаметр в дюймах
   h — глубина в дюймах
2. Диаметр цилиндра:
   D=4VπhD = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}}D=πh4V
3. Отношение между весом кофе и занимаемым объёмом:
   V=78.5·pV = 78.5 \cdot pV=78.5·p
   где *V* — объём в кубических дюймах
   p — масса в фунтах
4. Формулу (2) можно записать в фунтах:
   D=4·78.5·pπhD = \sqrt{\frac{4 \cdot 78.5 \cdot p}{\pi h}}D=πh4·78.5·p
   или
   D=10phD = 10 \sqrt{\frac{p}{h}}D=10hp
5. Переписав формулу (4), получаем:
   D=10·phD = 10 \cdot \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{h}}D=10·hp
   где:

- *D* — диаметр фильтра в дюймах
- *p* — масса кофе в фунтах
- *h* — глубина слоя в дюймах

6. Пусть
   F=10hF = \frac{10}{\sqrt{h}}F=h10

Тогда формула (5) принимает вид:
D=F·pD = F \cdot \sqrt{p}D=F·p

Примечание:
В *Таблице 1* (не представлена на текущей странице) приведены значения *F* для различных глубин слоя от ½ до 2 дюймов.

Эти значения можно использовать для расчёта диаметра фильтра, исходя из желаемого веса кофе и глубины слоя.

Вот таблица значений коэффициента **F** в зависимости от глубины слоя сухого кофе (в дюймах), соответствующая формуле:

F=10hF = \frac{10}{\sqrt{h}}F=h10

Глубина, дюймы (*h*)	**0.00**	**0.01**	**0.02**	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.06**	**0.07**	**0.08**	**0.09**
0.50	14.14	14.00	13.87	13.74	13.60	13.47	13.33	13.20	13.08	12.95
0.60	12.91	12.80	12.67	12.55	12.42	12.30	12.18	12.06	11.95	11.83
0.70	11.95	11.85	11.75	11.64	11.54	11.43	11.33	11.23	11.13	11.02
0.80	11.11	11.01	10.91	10.82	10.72	10.63	10.53	10.44	10.35	10.25
0.90	10.54	10.45	10.36	10.27	10.18	10.09	10.00	9.91	9.82	9.73
1.00	10.00	9.95	9.90	9.85	9.80	9.75	9.70	9.66	9.61	9.56
1.10	9.54	9.49	9.45	9.40	9.36	9.32	9.27	9.23	9.19	9.15
1.20	9.13	9.09	9.05	9.01	8.97	8.93	8.90	8.86	8.82	8.78
1.30	8.76	8.72	8.69	8.65	8.61	8.58	8.54	8.51	8.47	8.44
1.40	8.43	8.39	8.36	8.33	8.29	8.26	8.23	8.20	8.17	8.14
1.50	8.16	8.13	8.10	8.07	8.04	8.01	7.98	7.95	7.92	7.89
1.60	7.90	7.87	7.85	7.82	7.79	7.77	7.74	7.72	7.69	7.67
1.70	7.66	7.64	7.61	7.59	7.56	7.54	7.52	7.49	7.47	7.45
1.80	7.45	7.42	7.40	7.38	7.36	7.34	7.31	7.29	7.27	7.25
1.90	7.25	7.23	7.21	7.19	7.18	7.16	7.14	7.12	7.10	7.09
2.00	7.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Применение:
Чтобы найти диаметр корзины (*D*) в дюймах для заданного веса кофе (*p* в фунтах) и глубины слоя (*h* в дюймах), используйте:

D=F·pD = F \cdot \sqrt{p}D=F·p

Где *F* берётся из таблицы выше.

"Корзины для домашних кофеварок" (*Home Coffee Maker Baskets*) — она показывает диаметр корзины, необходимый для размещения заданного количества порций кофе, при различных глубинах слоя молотого кофе:

Порции*	**Вес (г)**	**Вес (фунты)**	**√P**	**Глубина слоя (дюймы)**
				½
1	10	0.022	0.14	2.09
2	20	0.044	0.210	2.97
3	30	0.066	0.257	3.69
4	40	0.088	0.297	4.26
5	50	0.110	0.332	4.77
6	60	0.132	0.363	5.14
7	70	0.154	0.392	5.55

Порции*	Вес (г)	Вес (фунты)	√P	Глубина слоя (дюймы)
8	80	0.176	0.419	5.91
9	90	0.198	0.445	6.26
10	100	0.220	0.469	6.60
11	110	0.242	0.492	6.92
12	120	0.264	0.514	7.24
13	130	0.286	0.535	7.54
14	140	0.308	0.555	7.83
15	150	0.330	0.574	8.11
20	200	0.440	0.663	9.36
25	250	0.551	0.742	10.47
30	300	0.661	0.814	11.48
35	350	0.772	0.878	12.38
40	400	0.881	0.939	13.22
45	450	0.992	0.996	14.01
50	500	1.102	1.049	14.74
75	750	1.652	1.284	18.12

Примечания:

- Одна порция напитка требует одной стандартной мерной ложки кофе, равной 10 граммам (0,35 унции или 0,022 фунта).
- Показанные значения — это требуемый диаметр корзины в дюймах при заданной глубине слоя кофе.
- Значения в столбце **√P** — это квадратный корень из массы кофе в фунтах. Используется для расчёта диаметра по формулам из приложения А.

Диаметр подставки, необходимый для размещения заданного веса кофе при ограниченной глубине слоя (в дюймах):

Вес (фунты)	Глубина 1 дюйм	Глубина 1½ дюйма	Глубина 2 дюйма
0.25	5.0	4.08	3.5
0.5	7.1	5.77	5.0
1	10.0	8.16	7.1
2	14.1	11.53	10.0
3	17.3	14.1	12.2
4	20.0	16.3	14.1
5	22.4	18.3	15.8
6	24.5	20.0	17.3
7	26.4	21.5	18.7
8	28.3	23.1	20.0
9	30.0	24.5	21.2
10	31.6	25.8	22.4
15	38.7	31.6	27.4

Вес (фунты)	Глубина 1 дюйм	Глубина 1½ дюйма	Глубина 2 дюйма
20	44.7	36.6	31.6
25	50.0	40.8	35.4
30	54.8	44.7	38.7
35	59.2	48.3	41.8
40	63.2	51.6	44.7
45	67.1	54.7	47.4
50	70.7	57.7	50.0

Квадратные корни чисел до 100" (*Square Roots of Numbers to 100*):

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3.16	3.32	3.46	3.60	3.74	3.87	4.00	4.12	4.24	4.36
20	4.47	4.58	4.69	4.80	4.90	5.00	5.10	5.20	5.29	5.39
30	5.48	5.57	5.66	5.74	5.83	5.92	6.00	6.08	6.16	6.24
40	6.32	6.40	6.48	6.56	6.63	6.71	6.78	6.86	6.93	7.00
50	7.07	7.14	7.21	7.28	7.35	7.42	7.48	7.55	7.62	7.68
60	7.75	7.81	7.87	7.94	8.00	8.06	8.12	8.18	8.24	8.30
70	8.37	8.43	8.49	8.54	8.60	8.66	8.71	8.77	8.83	8.89
80	8.94	9.00	9.06	9.11	9.17	9.22	9.27	9.33	9.38	9.43
90	9.49	9.54	9.59	9.64	9.69	9.75	9.80	9.85	9.90	9.95
100	10.00									

Источник: *Coffee Brewing Center Publication No. 57*

Эта таблица упрощает расчёты, связанные с глубиной и диаметром кофейного слоя, особенно при использовании формул из Приложения A (например, D=FpD = F \sqrt{p}D=Fp).

В некоторых домашних и профессиональных кофеварках корзины для кофе удерживают слой молотого кофе толщиной менее 1 дюйма (2,5 см) или более 2 дюймов (5 см). Полезная глубина в значительной степени зависит от конструкции и эффективности распределительных пластин и фильтров. Эти элементы, наряду с кофе, препятствуют прохождению воды и контролируют время экстракции. Если они сконструированы таким образом, чтобы поддерживать рекомендованное время приготовления – 4–6 минут для капельных фильтрационных кофеварок, – процесс экстракции будет проходить нормально.

Тем не менее, следует избегать крайностей в размерах. Практика показывает, что корзины, рассчитанные на глубину слоя кофе от 1 до 2 дюймов (2,5–5 см), работают более стабильно, чем другие. Выше приведённые формулы можно использовать для расчёта допустимых глубин и диаметров корзин за пределами рекомендованных значений. (Эти расчёты были разработаны Э.Э. Локхартом во время его работы в Институте кофеварения.)

ПРИЛОЖЕНИЕ B
КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУМАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ

Чтобы бумажные фильтры давали стабильные результаты, они должны обладать следующими четырьмя свойствами:

1. **Правильная скорость прохождения воды через бумагу.** Это свойство называется проницаемостью и обычно измеряется как скорость потока через область диаметром 1 дюйм при напоре воды в 2 дюйма. Для достижения наилучших результатов в заваривании кофе эта скорость должна составлять около 16 жидких унций (475 миллилитров) в минуту. Если измеряется скорость потока непосредственно через кофеварку, она должна составлять 40–55 жидких унций (1200–1600 мл) в минуту.

2. **Стабильность в процессе заваривания.** Это свойство определяется четырьмя факторами:

    - Количеством складок (рёбер жёсткости) по бокам фильтра, которые помогают сохранять форму после намокания и увеличивают площадь дренажа, ускоряя прохождение экстракта.
    - Жёсткостью боковых стенок, позволяющей фильтру стоять вертикально и не спадать на слой кофе, что могло бы изменить путь потока воды.
    - Общей прочностью на разрыв во влажном состоянии, предотвращающей разрыв фильтра под весом намокшего кофе. Эта прочность достигается добавлением смол в бумагу в процессе производства.
    - Гофрированной поверхностью, препятствующей накоплению микрочастиц кофе в порах бумаги (известное как "замыливание"). Благодаря этому обеспечивается стабильный поток воды.

Все параметры стабильности бумаги связаны с её плотностью, которая определяется как вес 500 листов бумаги формата 24 на 36 дюймов. Бумага весом 16–18 фунтов считается лёгкой, 18–20 фунтов – стандартной, 20–25 фунтов – премиальной, а свыше 25 фунтов – тяжёлой. Чем выше вес, тем больше возможностей у производителя заложить в бумагу желаемые свойства.

3. **Минимальное влияние на вкус кофейного напитка.** Фильтровальная бумага производится из древесной целлюлозы, которая содержит масла, смолы, сахара, лигнин и другие соединения (например, скипидар). В процессе отбеливания большинство этих примесей удаляется. После очистки в бумагу добавляют смолы для связывания волокон.

Остаточный вкус, передаваемый фильтром, зависит от степени очистки и от времени контакта бумаги с водой: чем быстрее проходит вода, тем меньше влияние бумаги на вкус.

Кроме того, из-за пористости бумага легко впитывает посторонние запахи, которые затем переходят в напиток. Чтобы этого избежать, бумажные фильтры следует упаковывать в герметичный, не пропускающий запахи пластик.

4. **Правильный размер для корзины и объёма кофе.** Бумажный фильтр должен соответствовать форме корзины и надёжно удерживаться на металлической решётке внутри неё. Он не должен соприкасаться с твёрдыми стенками корзины, чтобы избежать закупоривания. Высоты

фильтра должно хватать для удержания увеличившегося в объёме слоя кофе, который разбухает в процессе заваривания из-за быстрого притока воды по сравнению с оттоком экстракта.

ГЛАВА 9
ХРАНЕНИЕ И ПОДАЧА
ТЕМПЕРАТУРА

При описании срока хранения или стабильности зелёного кофе в отрасли обычно указывают продолжительность в годах — например, кофе нового урожая, текущего урожая или прошлого урожая. После обжарки срок хранения кофе измеряется уже в днях. Хотя мнения о точных сроках расходятся, большинство специалистов сходится во мнении, что признаки выдохшегося вкуса становятся заметными через 4–14 дней после обжарки, если не предприняты адекватные меры для сохранения свежести обжаренного кофе.

Стабильность напитка

Ни на одной другой стадии формирования вкуса кофе — от сбора плодов до обжарки зёрен — деградация вкуса не происходит столь стремительно, как после заваривания. После того как обжаренный кофе был смолот и заварен, его свежесть измеряется уже не днями, а минутами. Изменения становятся заметны уже через 15 минут после заваривания. Через 30 минут напиток уже считается неприемлемым. Через 60 минут вкус ухудшается до степени, вызывающей явное отторжение.

Сохранение свежести заваренного кофе зависит от температуры и условий хранения после приготовления. Цель состоит в том, чтобы создать стабильную среду для летучих ароматических и хрупких вкусовых соединений, формирующих тонкий вкусовой профиль напитка.

Это достигается путём хранения кофе таким образом, чтобы:
– снизить скорость испарения летучих ароматических соединений с поверхности напитка,
– замедлить химические изменения нелетучих вкусовых компонентов внутри напитка,
– уменьшить испарение воды, приводящее к изменению концентрации растворённых веществ в напитке.

Как правило, этого легче всего достичь, поддерживая температуру хранения в пределах от 175°F до 185°F (от 80°C до 85°C) в закрытом и термоизолированном сосуде.

Факторы, вызывающие изменение вкуса

Три основных фактора способствуют изменению вкуса. Они описаны ниже:

1. Высоколетучие ароматические вещества кофе постоянно мигрируют с поверхности и обратно. Как показано в таблице 1, практически все соединения, входящие в аромат кофе, имеют температуры кипения, значительно ниже температуры кипения воды. Это означает, что они пребывают в газообразном состоянии и покидают поверхность напитка сразу после того, как достигают её.

ТАБЛИЦА 1
Анализ ароматической эссенции кофе

Соединение	Мол. вес	Содержание (%)	Темп. кипения (°C / °F)	Относительная важность аромата[1]
Ацетальдегид	44	19,9	21 / 70	1
Ацетон	58	18,7	56 / 133	2
Диацетил	86	7,5	88 / 190	1
н-Масляный альдегид	72	7,3	96 / 205	2
2-Метилбутировый альдегид	86	5,1	91 / 196	1
3-Метилбутировый альдегид	86	5,0	91 / 196	1
Метилфуран	84	3,7	93 / 200	2
Пропиональдегид	58	3,0	49 / 120	1
Метилформиат	74	2,5	32 / 90	2
Диоксид углерода	44	2,0	-78 / -109	3
Фуран	68	2,0	32 / 90	2
Изобутировый альдегид	72	1,3	63 / 145	1
Пентадиен (изопрен)	68	1,2	30 / 86	3
Метилэтилкетон	72	1,0	80 / 176	2
C_2–C_7 парафины и олефины	—	1,0	—	3
Метилацетат	74	0,7	57 / 135	2
Диметилсульфид	62	1,3	37 / 99	3
н-Бутилальдегид	86	0,7	75 / 167	2
Этилформиат	74	0,6	54 / 129	2
Сероуглерод	76	0,2	46 / 115	3
Метиловый спирт	32	0,2	65 / 149	1
Метилмеркаптан	48	0,1	6 / 43	1

Итого: 100,0%

[1] 1 — высокая; 2 — средняя; 3 — низкая

Источник: Svrtez and Desrosier, *Coffee Technology*.

В открытой ёмкости газы ускользают в окружающий воздух, что приводит к потере и изменению аромата кофе по мере их выхода. В закрытой ёмкости, однако, газы могут выходить лишь до тех пор, пока парциальное давление в сосуде не достигнет уровня равновесия. После достижения этого уровня летучие ароматические соединения возвращаются в напиток с той же скоростью, с какой они из него испаряются. Скорость выхода и равновесное давление каждого ароматического газа зависят от его температуры кипения.

Исключением в изменении ароматических компонентов напитка являются меркаптаны (органические соединения, содержащие серу). Хотя их количество невелико, меркаптаны вносят значительный вклад в приятные нотки аромата кофе.

Исследования показали, что при температуре от 175°F до 195°F (80°–90°C) содержание меркаптанов в напитке фактически увеличивается. Это почти как если бы в течение начального периода выдержки происходила миниатюрная стадия обжарки. Однако после 60 минут выдержки эти важные ароматико-вкусовые соединения с большей вероятностью начинают разрушаться, чем образовываться.

TABLE 2

Mercaptan Content Under Varying Holding Conditions

The mecaptans content (expressed as sulfyhdryis) of standard coffee brew

Time of holding	Mercaptan concentration (as - SH) in parts per billion Holding temperature							
	63°C		73°C		83°C		93°C	
	p.p.b.	p.p.b. at "0"	p.p.b.	p.p.b. at "0"	p.p.b.	p.p.b. at "0"	p.p.b.	p.p.b. at "0"
(hours)		%		%		%		%
0	56.7	—	56.7	—	56.7	—	56.7	—
1	49.5	87.3	57.9	102.0	71.0	126.0	71.0	125.0
3	50.5	89.1	47.2	83.5	51.9	91.6	54.1	95.5
6	52.2	92.2	53.1	93.8	45.9	81.0	39.5	69.6
24	37.0	67.0	31.2	55.0	28.0	49.4	24.1	42.6

SOURCE: Coffee Brewing Center Publication No. 41

На изображении представлена таблица **"Mercaptan Content Under Varying Holding Conditions"** — «Содержание меркаптанов при различных условиях хранения». В таблице показано, как концентрация меркаптанов (выраженная в ppb — частей на миллиард) в стандартном кофейном напитке изменяется со временем при различных температурах хранения: 63°C, 73°C, 83°C и 93°C. Данные приводятся для каждого часа хранения (от 0 до 24 часов) и показывают как абсолютные значения, так и процентное содержание относительно "нуля" (исходной точки).

Вот краткие выводы из таблицы:

- **Максимальное содержание меркаптанов** наблюдается примерно через 1–2 часа после приготовления при температуре **73–83°C**, что подтверждает тезис о «миниатюрной обжарке» в напитке в начальной фазе хранения.
- После 2 часов содержания меркаптанов начинает **постепенно снижаться**, особенно при высоких температурах (93°C), указывая на их разрушение.
- При более **низких температурах (63°C)** уровень меркаптанов растёт медленнее, а затем дольше сохраняется, чем при более высоких температурах.

Эти данные подчёркивают важность правильного температурного режима хранения кофе после заваривания для сохранения его аромата.

Высокая температура заваривания приводит к химическим изменениям нелетучих жидких соединений кофе. Как показано в Таблице 3, нелетучие ароматические соединения в кофе в основном состоят из сахаров, белков, золы (минеральных оксидов), кислот, тригонеллина, кофеина и фенольных соединений. Степень и скорость изменения этих соединений зависят от их химической стабильности.

TABLE 3
Chemical Compositions of Soluble and Insoluble Portions of Roasted Coffee (Approximate, Dry Basis)

Компонент	**Растворимые (%)**	**Нерастворимые (%)**
1. Углеводы (53%)		
— Восстановляющие сахара	1–2	—
— Карамелизованные сахара	10–17	7–0
— Гемицеллюлоза (гидролизуемая)	—	12
— Клетчатка (не гидролизуется)	—	12
2. Масла	—	10
3. Белки (N × 6.25)	1–2	11
(аминокислоты частично растворимы)		
4. Зола (окислы)	4	1
5. Кислоты, не летучие		
— Хлорогеновая	4.5	—
— Кининовая	1.0	—
— Щавелевая, яблочная, лимонная	—	—
6. Тригонеллин	1.0	—
7. Кофеин	1.2	—
(Арабика: 1.0%, Робуста: 2.0%)		
8. Фенолы (оценка)	2.0	—
9. Летучие вещества		
— Диоксид углерода	Следы	2.0
— Эссенция аромата и вкуса	—	—

Итого:
Растворимые: **27–35%**
Нерастворимые: **73–65%**

Примечание:
Летучие вещества могут классифицироваться как кислоты, амины, сульфиды, карбонилы (альдегиды и кетоны), и другие.
Нелетучие — как кислоты, углеводы, белки, масла, фосфолипиды, минералы и другие.

Источник: Sivetz and Desrosier, *Coffee Technology*

Наиболее заметным изменением в составе кофе при хранении является повышение кислотности. Это происходит из-за того, что хлорогеновая кислота, составляющая около 15% от общего количества растворимых веществ в готовом напитке, разлагается на кофеиновую и хининовую кислоты в течение периода хранения. Эти кислоты легко узнаются по вкусу и придают кофе всё более выраженную кислотность и горечь.

Поскольку хлорогеновая кислота составляет значительную часть растворимого содержания в напитке, важным фактором является поддержание такой температуры хранения, при которой она остаётся стабильной. Исследования показывают, что хлорогеновая кислота наиболее стабильна при температуре от 175°F до 185°F (80°C–85°C), если кофе хранится менее 60 минут. При более низких температурах или более длительном хранении концентрация хлорогеновой кислоты в напитке снижается за счёт её распада с образованием кофеиновой и хининовой кислот.

TABLE 4

Chlorogenic Acid Content Under Varying Holding Conditions

Recovery of chlorogenic acid from standard coffee brews
(Concentration of chlorogenic acid)

Time of holding	Temperature of holding (° C)							
	63°C		73°C		83°C		93°C	
	Std. brew	Acid at "0"	Std. brew	Acid at "0"	Std. brew	Acid at "0"	Std. brew	Acid at "0"
(hours)	(u.g. / ml.)	%	(u.g. / ml.)	%	(u.g. / ml.)	%	(u.g. / ml.)	%
0	2450	—	2450	—	2450	—	2450	—
1	2360	96.4	2370	96.8	2430	99.4	2410	98.5
3	2270	92.6	2270	92.6	2300	94.0	2270	92.5
6	2180	89.0	2160	88.2	2170	88.5	2060	84.1
24	2150	87.8	2120	86.5	2080	85.0	1980	80.9

SOURCE: Coffee Brewing Center Publication No. 41

На изображении представлена таблица **“Содержание хлорогеновой кислоты при различных условиях хранения”** (*Chlorogenic Acid Content Under Varying Holding Conditions*), в которой показано, как изменяется концентрация хлорогеновой кислоты в стандартных кофейных напитках при различных температурах хранения и времени выдержки.

Основные параметры таблицы:

- **Температура хранения**: 63°C, 73°C, 83°C, 93°C

- **Время хранения**: 0, 1, 3, 6, 24 часа
- **Показатели**:
    - Концентрация хлорогеновой кислоты (в мкг/мл)
    - Остаточное содержание кислоты в процентах от исходного уровня (обозначено как “% Acid at ‘0’”)

Выводы из таблицы:

- При всех температурах концентрация хлорогеновой кислоты заметно снижается с увеличением времени хранения.
- Самый резкий спад наблюдается при температуре 93°C: через 24 часа остаётся только **80.9%** от начального содержания.
- Наиболее стабильная концентрация отмечена при температуре **63°C**, где через 24 часа сохраняется **87.8%**.
- Оптимальный баланс между стабильностью хлорогеновой кислоты и сохранением аромата достигается при температуре хранения **83°C**, при которой даже через 1 час сохраняется **94.5%** начального уровня кислоты.

Таким образом, для минимизации распада хлорогеновой кислоты и сохранения вкусового баланса рекомендуется ограничивать время хранения напитка 1 часом и поддерживать температуру в диапазоне **80–85°C**.

Исследования показывают, что хининовая кислота остаётся стабильной при обычных условиях хранения заваренного кофе при температуре от 80 до 85 °C. Следовательно, как только разложение хлорогеновой кислоты достигает этой стадии, оно больше не вносит изменений во вкус напитка. С другой стороны, кофейная кислота проявляет выраженную нестабильность при тех же условиях хранения. Это указывает на то, что кофейная кислота может быть одной из главных причин неприятных кислых вкусовых изменений, возникающих при длительном хранении заваренного кофе.

Поскольку прикладываемое тепло также вызывает химические изменения, стабильность напитка напрямую зависит от условий хранения соединений. В общем, высокая степень прямого нагрева увеличивает скорость химических изменений. Чтобы сохранить стабильность большинства нелетучих соединений, следует избегать размещения сосуда с напитком на источнике прямого тепла. Лучший способ — использовать изолированный контейнер. Это позволит уменьшить скорость превращений нелетучих вкусообразующих соединений за счёт предотвращения локального перегрева стенок сосуда.

Исследования показывают, что кофеин и тригонеллин в составе кофейного напитка полностью сохраняют стабильность при температуре хранения от 80 до 85 °C. Их химический состав не изменяется даже спустя 24 часа. Хотя эти соединения способствуют горечи начального вкуса напитка, маловероятно, что ухудшение вкуса готового кофе можно связать с разрушением, потерей или химическим воздействием кофеина или тригонеллина.

На сегодняшний день не проводились исследования, касающиеся изменения других нелетучих вкусообразующих соединений в кофейном напитке. Сахара,

белки, минеральные оксиды и фенольные соединения играют важную роль в формировании вкуса напитка. Изменения вкуса происходят, когда эти соединения либо разлагаются при повышенной температуре, либо вступают в реакции с другими соединениями в процессе хранения.

3. Молекулы воды испаряются и покидают напиток, вызывая дальнейшую концентрацию оставшихся вкусообразующих соединений. По мере увеличения концентрации вкусовых веществ крепость напитка возрастает, вызывая заметное изменение вкуса. При этом, одновременно с изменением типа растворённых веществ в напитке, например, при распаде хлорогеновой кислоты на кофейную и хининовую кислоты, такая повышенная концентрация вызывает резко неприятный вкус.

Скорость испарения зависит от температуры напитка, площади его поверхности, контактирующей с воздухом, и давления над этой поверхностью. Хранение кофе в закрытом и изолированном контейнере или, по крайней мере, с минимальной площадью контакта с воздухом значительно снижает количество воды, испаряющейся из напитка.

Температура подачи

Температура подачи напитка играет ключевую роль как в физиологическом, так и в психологическом восприятии вкуса кофе. Она важна из-за ожидаемого соответствия между определённой температурой и определённым типом пищи, её влияния на летучие ароматические соединения и изменения чувствительности к основным вкусам в зависимости от температуры.

Предпочтительная температура подачи горячих напитков для большинства потребителей обычно составляет от 70 до 80 °C. С психологической точки зрения, предпочтительная температура соотносится с тактильным болевым порогом человека — моментом, когда кинетическая энергия жидкости вызывает первую реакцию свободных нервных окончаний на языке.

Трудно отделить пороговое ощущение боли от индивидуальной реакции на него. Некоторые люди получают удовольствие от чрезмерной стимуляции чувствительных участков языка, например, при употреблении чрезмерно острых блюд или спиртных напитков, а также при питье обжигающе горячего кофе. Здесь также действует механизм адаптации, в дополнение к психологическим различиям в восприятии боли. Хотя количественных данных по этим феноменам пока нет, кофе должен подаваться при температуре, достаточно высокой, чтобы соответствовать психологическим и физиологическим ожиданиям потребителя.

Температура напитка напрямую влияет на количество и состав ароматических соединений, выделяющихся при глотке. Некоторые из важнейших компонентов кофейного аромата имеют температуру кипения около 65 °C, и их невозможно ощутить при низкой температуре напитка (см. таблицу 1).

Температура также влияет на способность воспринимать основные вкусы — в первую очередь снижает чувствительность к сладкому и солёному. По мере изменения температуры меняются и вкусовые характеристики напитка. Для большинства людей наиболее приятный баланс вкусов (сладкого, солёного, кислого и горького) достигается при температуре напитка выше 70 °C.

Фактическая температура кофе в чашке отличается от температуры, с которой напиток соприкасается с языком. Температура начинает снижаться сразу после выхода напитка из ёмкости для хранения. Посуда, в которую наливается кофе, действует как тепловой аккумулятор, поглощая тепло с интенсивностью, зависящей от типа, плотности и начальной температуры чашки. Кроме того, температура поверхности жидкости в чашке снижается быстрее, чем у основного объёма жидкости, поскольку она стремится достичь равновесия с температурой окружающего воздуха.

Когда жидкость с поверхности попадает в рот, она подвергается ещё одному понижению температуры, так как кофе распыляется в небольших количествах по поверхности языка. Именно эта температура воспринимается потребителем, и обычно она находится в пределах от 55 до 70 °C. [Примечание: 50–55 °C — это типичная температура горячей воды, поступающей из кухонного крана.]

Храните и подавайте при правильной температуре

Хотя относительно мало известно о быстрых и интенсивных трансформациях, происходящих со вкусом кофе после заваривания, исследования показывают, что эти изменения происходят в течение нескольких минут. Чтобы сохранить свежесть вкуса заваренного кофе, его следует держать при стабильной температуре от 80 до 85 °C в закрытом и изолированном контейнере, без воздействия прямого тепла. Несмотря на то, что предпочтительная температура подачи является вопросом индивидуального вкуса, кофе следует подавать при температуре, характерной для горячих напитков — в пределах 70–80 °C, — чтобы обеспечить как физиологическое, так и психологическое удовольствие.

ГЛАВА 10
ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАВАРИВАНИЯ

Так же как обжарка создаёт ароматические компоненты кофе из зелёных зёрен, заваривание извлекает эти вкусовые вещества из обжаренного и молотого кофе в готовый напиток. Метод заваривания — фильтрация, перколяция, отваривание, настаивание или заваривание под давлением — существенно влияет на тип и количество извлечённых вкусовых веществ. Кроме того, фильтрующее устройство, механика работы кофеварки и материалы, из которых она изготовлена, также оказывают влияние на итоговое качество вкуса кофе.

Четыре критерия эксплуатационных характеристик
Выбор оборудования для заваривания требует объективной оценки его рабочих параметров: необходимо убедиться, что оборудование способно извлечь весь аромат, созданный в процессе обжарки. Для этого кофеварка должна соответствовать следующим четырём критериям:

1. **Температура воды и время восстановления.** Кофеварка должна обеспечивать стабильную подачу горячей воды, поддерживая температуру заваривания на уровне 92–96 °C в течение как минимум 90 % всего цикла заваривания. Недопустимо, чтобы оборудование начинало цикл с нужной температуры, а затем снижало её на 5–10 °C из-за недостаточной мощности нагрева. Температура ниже 92 °C не позволяет полноценно извлечь вкусовые вещества из кофе, особенно из высококачественных сортов.
   Время восстановления — это скорость, с которой кофеварка снова достигает нужной температуры после завершения одного цикла. При определении производительности кофеварки нужно учитывать и это время. Например, кофеварка объёмом 1,9 литра может готовить по 1 порции каждые 5 минут, то есть до 12 порций в час. Однако если на восстановление температуры уходит ещё 10 минут, реальная производительность составляет только 4 порции в час.

2. **Подача воды.** Существует три метода подачи горячей воды к слою молотого кофе: ручной налив, разбрызгивание через спрей-главу и подача под давлением.
   Независимо от способа, оборудование должно смачивать всю толщу кофе равномерно и полностью в первые 10 % заварочного цикла. Поскольку процесс заваривания делится на три фазы — смачивание, экстракция и гидратация — завершить смачивание необходимо до начала экстракции. Иначе вода не сможет равномерно извлечь растворимые вкусовые вещества по всей массе кофе.
   Для равномерной экстракции также требуется турбулентность воды, равномерно распределённая по всей поверхности слоя кофе. Это легко достигается при ручной заливке или заваривании под давлением. Гораздо сложнее добиться нужной турбулентности при использовании спрей-главы, особенно при гравитационной подаче воды. В идеале, турбулентность должна поднимать, перемешивать и переворачивать частицы кофе в слое, способствуя равномерному извлечению веществ из каждой частицы, при этом на поверхности слоя должно образовываться лёгкое пенообразование.

3. **Время заваривания.** Заваривание начинается с момента соприкосновения воды с молотым кофе и заканчивается, когда большая часть не впитавшейся воды проходит через фильтр. Чтобы контролировать экстракцию вкусовых веществ, время контакта воды с кофе должно соответствовать размеру помола.
   Правильное время заваривания зависит от помола: 1–4 минуты для тонкого помола, 4–6 минут для среднего (для капельного заваривания), и 6–8 минут для грубого помола. Кофемашины большого объёма, как правило, работают с более длинными циклами, так как через кофе должно пройти больше воды — они требуют использования грубого помола. Однако некоторые компактные автоматические кофеварки тоже имеют длительные циклы из-за особенностей нагрева и подачи воды, и потому требуют также крупного помола.

4. **Заварочная корзина и фильтрующее устройство.** Размер и форма заварочной корзины, а также метод фильтрации должны работать в связке с подачей воды, обеспечивая равномерное смачивание и экстракцию. Конструкция корзины должна позволять образовывать ровный слой кофе глубиной от 2,5 до 5 см. Она должна быть достаточно вместительной, чтобы содержать нужное количество кофе, обеспечивая баланс между крепостью и степенью экстракции. В идеале корзина должна вмещать 9–11 граммов кофе на каждую 180-миллилитровую чашку своего номинального объёма (6–8 г на 125 мл). Также она должна иметь несколько точек слива, быть достаточно объёмной, чтобы не происходило переполнения и обратного затопления, и прочной, чтобы намокшие зёрна не касались готового напитка. Наконец, важно, чтобы корзина была легко очищаемой и совместимой с используемым фильтром.
   Выбор фильтрующего метода зависит от желаемой прозрачности напитка. Бумажные, тканевые, металлические и сетчатые фильтры работают одинаково хорошо, если они не придают вкуса готовому напитку. Например, тканевые и металлические фильтры должны быть легко очищаемыми.

Оценка эффективности

Все четыре параметра можно объективно оценить с помощью простых инструментов: секундомера, термометра, рулетки и весов. Так можно измерить время потока воды, температурный профиль в течение цикла и размер корзины. Чтобы оценить взаимодействие метода подачи воды и корзины, следует использовать прибор для измерения крепости кофе в сочетании с графиком управления завариванием (см. главу 3). Это поможет определить, извлекается ли нужное количество растворимых веществ из нужного количества молотого кофе, исходя из ёмкости кофеварки.

Например, 10-чашечная капельная кофеварка с 6-минутным циклом должна иметь корзину, способную вмещать 100 ±10 граммов кофе среднего помола. Вода, проходящая через слой кофе глубиной 2,5–5 см при температуре 92–96 °C, должна извлекать от 18 % до 22 % растворимых веществ. Это даст крепость напитка (концентрацию веществ) от 1,15 % до 1,35 %.

Надёжность конструкции

Надёжность конструкции зависит от объёма приготовления и степени автоматизации кофеварки. Требования различаются для домашних и

коммерческих применений. Дома обычно хватает кофеварки на 8–10 чашек. В заведениях требуется оборудование, способное справляться с пиковыми нагрузками, но при этом не настолько большое, чтобы кофе простаивал в ожидании.
Для расчётов в коммерции умножают количество посетителей на средний объём порции, включая повторные наливы. Производительность оборудования следует рассчитывать, включая полный цикл и время восстановления. При учёте периодов низкой загрузки не стоит варить больше, чем будет отпущено за 15 минут. В противном случае напиток нужно сохранять в герметичных и теплоизолированных контейнерах.
Большинство домашних кофеварок включаются вручную. Оборудование для общепита чаще автоматизировано, что повышает цену и требует больше сервиса и профилактики. Ручное заваривание может быть легко контролируемо при обученном и закреплённом персонале, тогда как автоматизация снижает затраты на труд, но не гарантирует качество напитка.
Вода, как универсальный растворитель, также влияет на надёжность. Городская вода часто содержит частицы осадка. Чтобы они не засоряли клапаны, необходим фильтр. Кроме того, вода растворяет минералы, которые оседают на металлических поверхностях нагревателей в виде накипи. Для стабильной работы кофеварки эти отложения нужно периодически удалять.

Материалы изготовления
Кофе вступает в химическую реакцию с определёнными материалами. Не следует использовать олово, алюминий, медь и никель в частях, контактирующих с напитком. Они вызывают горечь, терпкость и металлический привкус. Особенно вредны медь и никель.
Если в кофеварке используются пластиковые детали, особенно заварочные корзины, они должны соответствовать стандартам пищевой безопасности. Все поверхности, контактирующие с водой, должны соответствовать нормам NSF и FDA, не выделять химикаты, не впитывать воду и не придавать вкус или запах. Поверхности с краткосрочным контактом с водой должны быть твёрдыми, устойчивыми к загрязнению и соответствовать требованиям UL и NSF.
Все пластмассы должны соответствовать FDA Regulation 21, касающемуся материалов, соприкасающихся с пищей. Если эти требования соблюдены, пластмассы пригодны для бытовых кофеварок. В коммерческом применении пластмассы со временем склонны к повреждениям — появлению пор и деформации при длительном воздействии высокой температуры. Эти дефекты затрудняют очистку и увеличивают риск накопления масел, что портит вкус.
Для коммерческого оборудования лучше выбирать кофеварки с компонентами из стекла, фарфора или нержавеющей стали пищевого класса. Эти материалы не влияют на вкус напитка. Гальваническое покрытие, например серебром, также создаёт химически инертные поверхности.
Особое внимание следует уделить тем частям, которые контактируют с водой при температуре около 96 °C. При таких температурах вода может вымывать запахи и вкусы из различных материалов, особенно пластиковых ёмкостей и резиновых трубок.

Лёгкость санитарной обработки
Все части оборудования, соприкасающиеся с готовым напитком, должны быть легко доступны для очистки. Следует избегать устройств с труднодоступными зонами, узкими каналами или несъёмными элементами, которые невозможно

промыть. Также необходимо тщательно смывать все чистящие средства, чтобы они не оставляли вкусовых остатков на поверхностях кофеварки.
Независимо от того, используется ли оборудование дома или в заведении общественного питания, оно должно быть свободным от электрических и механических опасностей и легко очищаемым. Оно должно сочетать в себе максимальную механическую эффективность, надёжность и простоту обслуживания. Его размеры и производительность должны соответствовать необходимому объёму кофе. Однако прежде всего кофеварка должна соответствовать четырём эксплуатационным критериям: температуре воды и времени восстановления, способу подачи воды, времени заваривания и вместимости заварочной корзины.

Оценка кофейного оборудования
Экстракция вкусовых веществ из обжаренного и молотого кофе происходит по законам физики и химии. Только поняв и применив эти законы, разработчик оборудования может создать кофеварку, способную обеспечить высокое качество напитка.
Хотя внешний вид и эстетика оборудования также имеют значение, первейшее требование к устройству для заваривания — приготовление напитка с желаемыми вкусовыми характеристиками. Удобство сборки/разборки и лёгкий доступ к деталям для эффективного и экономичного обслуживания также важны, но вторичны по отношению к основной задаче — качественному приготовлению кофе. Кофеварка, которая выглядит привлекательно и легко собирается, не принесёт пользы потребителю, если она готовит невкусный напиток. Таким образом, разработчики оборудования должны разбираться в науке заваривания так же хорошо, как и в искусстве дизайна.

Программа сертификации кофеварок от SCAA
Ассоциация Спешиалти Кофе Америки (SCAA) оценивает устройства для заваривания кофе, основываясь на параметрах, изложенных на её официальном сайте (www.scaa.org). В роли независимого органа по тестированию, SCAA анализирует данные, полученные в ходе детального изучения эксплуатационных характеристик кофеварки, и направляет отчёт производителю. При необходимости SCAA также рекомендует модификации, которые могут улучшить производительность устройства.

Преимущества точных стандартов
Придерживаться чётких стандартов заваривания, понятных в любой точке мира, — значит получить множество преимуществ. Прежде всего, это способствует повышению удовлетворённости потребителей. Чем больше безупречно приготовленных напитков будет доступно, тем больше кофе будет продаваться. А значит, потребуется больше оборудования и возникнет оправданный интерес к его дополнительным функциям. Кроме того, стандарты служат надёжной основой для успешных рекламных и маркетинговых кампаний.
Люди не покупают и не пьют кофе из-за его питательной ценности. Они делают это ради удовольствия, которое доставляют аромат, вкус и телосложение (тело) напитка. Индустрия спешиалти кофе ощущает свою ответственность за то, чтобы это удовольствие происходило. Приняв эту ответственность, она может обеспечить рост количества проданных чашек, объёма покупаемого кофе и числа довольных потребителей.