



Химические изменения при обжарке

Для настоящего любителя кофе процесс обжарки сродни волшебству. Плотные зеленые зерна с невыразительным вкусом превращаются в божественные коричневые с одурманивающим ароматом. При обжарке происходит бесчисленное множество химических реакций, в том числе реакция Майяра и карамелизация, в результате которых зерна коричневеют и образуются сотни новых вкусовых и ароматических соединений. Кроме того, после обжарки зерна становятся достаточно хрупкими, чтобы их можно было легко смолоть, и достаточно пористыми, чтобы вода могла проникнуть внутрь и экстрагировать растворимые вкусоароматические вещества.

Изменения химического состава

Водорастворимые вещества составляют чуть более трети от общего веса обжаренного кофе. При правильном приготовлении напитка экстрагируется примерно 19–22% массы обжаренных зерен (или около 55–60% растворимых веществ плюс незначительное количество жиров и фрагментов клетчатки в виде *частиц, шелухи*).

*Химический состав
зеленых и обжаренных зерен (%)*

	Зеленые	Обжаренные
Вода	12	2
Растворимые углеводороды	9	10
Крахмалы и пектины	13	15
Клетчатка	31	32
Тригонеллин	1	1
Масло	11	13
Зола	3	4
Протеин	12	13
Кофеин	1	1
Нелетучие кислоты	7	7
CO ₂	—	2

Таким образом, наиболее существенные изменения, происходящие в кофейных зернах во время обжарки, — это потеря внутренней влаги (ее количество уменьшается с 12 до 2% от веса зерна) и образование CO₂ (от ничтожно малого количества до 2% от веса зерна).

Относительное количество большинства сухих компонентов увеличивается на 1% вследствие потери воды. Их вес в процессе обжарки не меняется, но возрастает их доля в общем весе зерна.

Обратите внимание: цифры в таблице дают представление о расчетных нормах; реальные соотношения будут варьироваться в зависимости от вида зеленого кофе, степени обжарки и других факторов. (Сост.: Бартер Р. Краткое введение в теорию и практику профилирования обжарки // Ти энд коффи трейд джорнал. 2004. № 68. С. 34–37. Приводится с разрешения от журнала «Ти энд коффи трейд джорнал»).

Развитие кислот в процессе обжарки

Кислотность придает кофе живость и яркость вкуса, мягкость и многогранность букета. Хотя многие потребители полагают, что кислотность делает напиток горьким или неприятным, на самом деле кофе без кислоты имеет плоский и неинтересный вкус. Можно получить представление о кофе с очень низкой кислотностью, если готовить его с холодной водой на протяжении нескольких часов. Такой напиток может казаться мягким и шоколадным на вкус, но в нем не будет тонких оттенков, и при регулярном употреблении вкус воспринимается как монотонный.

Преобладающей кислотой в составе сырых кофейных зерен является ХГК (хлорогеновая кислота), на ее долю приходится 6–8% сухой массы³; ни в одном растении нет столь высокого содержания ХГК, как в кофе⁷. Именно ХГК в значительной степени придает кислотность и горечь кофейному напитку, а также обеспечивает некоторый стимулирующий эффект¹⁰.

В процессе обжарки содержание ХГК неуклонно уменьшается; при светлой обжарке в кофе сохраняется 50% ХГК, а при темной обжарке — около 20%². При распаде ХГК образуются хининовая и кофеиновая кислоты — два вяжущих фенольных соединения, формирующих плотность тела. Присутствие хининовой и кофеиновой кислот в небольших количествах способствует появлению в напитке приятной яркости и кислотности⁷, но в больших количествах они придают кофе кислый и терпкий вкус*.

* В кофейном напитке также происходит разрушение ХГК, особенно когда его температура опускается ниже 79 °С. Чтобы стабилизировать уровень ХГК и воспрепятствовать появлению кислого и терпкого вкуса, температура готового напитка должна оставаться в диапазоне 79–91 °С.

Другие органические кислоты, присутствующие в кофе в меньших количествах, в малых концентрациях улучшают его букет, но при нарушении баланса придают ему нежелательные оттенки. Содержание этих кислот обычно повышается и достигает пика при очень светлой обжарке, а затем равномерно снижается в процессе дальнейшей обжарки. Именно за счет уменьшения содержания органических кислот кофе темной обжарки отличается меньшей кислотностью, чем кофе светлой обжарки.

Лимонная кислота придает напитку кислый вкус. Уксусная кислота в небольших количествах дает винную кислотность, но в больших концентрациях придает уксусную горечь. Яблочная кислота способствует появлению чистого кислого вкуса с яблочными нотами. Фосфорная кислота — это неорганическая кислота, которая присутствует в большом количестве в кенийском кофе, и возможно, что именно она придает ему ту уникальную кислотность, которой славится этот сорт⁶. Как правило, общее количество кислоты в зернах зависит от высоты, на которой произрастает кофейное дерево, тогда как состав этих кислот зависит от общих условий окружающей среды, и в частности от уровня влажности².

Если судить о кислотности кофе по показателю pH, его более низкое значение указывает на более высокую кислотность, и наоборот. Кислотность кофейных зерен иногда достигает пиковых значений во время первого крека¹¹, а затем снижается по мере продолжения обжарки. Для зеленого кофе pH составляет приблизительно 5,8; этот показатель понижается в процессе обжарки, опускаясь до минимального уровня 4,8 во время первого крека, а затем последовательно возрастает в ходе дальнейшей обжарки¹⁶. *Органолептические* впечатления от кислотности напитка определяются комбинацией общей кислотности кофе, ко-

торая является измеримой величиной, и соотношением отдельных кислот в его составе. Таким образом, восприятие кислотности напитка его потребителем хотя и коррелирует с количественно измеримой кислотностью зерен, но это не одно и то же.

Содержание сахарозы в зеленых зернах сильно влияет на потенциальную кислотность и сладость кофе после его обжарки. Присутствие сахарозы увеличивает кислотность, т. к. при карамелизации она выделяет уксусную кислоту². Поэтому чрезвычайно важно собирать урожай кофейных ягод, только когда они достигли зрелости, поскольку зерна более спелых ягод содержат больше сахарозы. При темной обжарке сахароза разрушается на 99%, а при светлой — приблизительно на 87%³⁷.



Кофейные ягоды разной спелости. В более спелых зернах содержится больше сахарозы, что увеличивает потенциальную сладость и кислотность кофейного напитка

Развитие аромата

Развитие приятного аромата по-настоящему начинает происходить только после нескольких минут обжарки. Быстрое развитие летучих ароматических соединений возникает при падении влажности зерен до уровня ниже 5%.

Карамелизация и реакция Майяра, а также распад аминокислот, сахаров, фенольных кислот и жиров — все это способствует развитию ароматических соединений. Карамелизация дает фруктовые, карамельные, ореховые и другие ароматы, а реакция Майяра приносит острые, цветочные, шоколадные, а также, среди прочего, земляные и дымные ноты.

Содержащиеся в зернах масла способствуют растворению большей части летучих ароматических соединений в процессе и после приготовления напитка, когда происходит медленное высвобождение заключенных в кофе ароматов⁸. Содержание ароматов достигает пиковых значений при обжарке от светлой до средней степени. При более длительной обжарке разрушение ароматов идет с большей скоростью, нежели их образование, и ароматическая композиция приобретает более дымный и едкий запах. При хранении обжаренный кофе постепенно теряет свой аромат вследствие дегазации. Зерна более темной обжарки, имеющие ослабленную и более пористую структуру клетчатки, теряют ароматы быстрее, чем кофе более светлой обжарки.

Реакция Майяра и карамелизация

Как уже было сказано, реакция Майяра — это реакция неферментативного потемнения, происходящая между свободными аминокислотами и редуцирующими сахарами и способствующая потемнению зерен, формированию горечи и сладости в букете, а также появлению различных ароматов. Реакция Майяра происходит при приготовлении многих продуктов; пожалуй, наиболее известное ее проявление — это потемнение мяса при жарке.

Чтобы понять, как реакция Майяра способствует формированию букета, давайте вспомним про различие ароматов мяса в результате его жарки и варки. При жарке появляются многокомпонентные и глубокие ароматы, которых нет в вареном мясе. Реакция Майяра формирует аналогичные, возникающие только при обжарке, многокомпонентные ароматы и в кофейных зернах.

При обжарке зерен, когда их внутренняя температура поднимается достаточно высоко для испарения большей части содержащейся в них влаги, дальнейший подъем температуры происходит быстрее, и это ускоряет реакцию Майяра. Это одна из причин, по которой развитие ароматов ускоряется при средней степени обжарки. Реакция Майяра становится самоподдерживающейся при температуре свыше 160 °С.

В отличие от реакции Майяра карамелизация является формой пиролиза, или термического разложения. Карамелизация начинается приблизительно при 171 °С, когда вследствие нагрева при обжарке происходит разрыв молекул сахара, сопровождающийся образованием сотен новых соединений, в том числе более мелких молекул, создающих горечь, кислоту и ароматы, а также более крупных, коричневого цвета и не имеющих вкуса¹⁹. Хотя слово



«карамель» у большинства людей ассоциируется с очень сладким десертом, карамелизация, как ни странно, сопровождается уменьшением сладости и увеличением горечи блюда или напитка. Поэтому кофе более светлой обжарки имеет более сладкий вкус, а кофе темной обжарки — более горький, и это объясняется главным образом особенностями процесса карамелизации.

Обжарка и содержание кофеина

Несмотря на то, что многим доводилось слышать, темная обжарка не уменьшает содержание кофеина в кофейных зернах. На самом деле уровень кофеина в процессе обжарки не меняется³, так как кофеин не разрушается при таких температурах. А поскольку при обжарке происходит уменьшение массы зерен, одновременно увеличивается доля кофеина в весовом выражении. Следовательно, если предположить, что бариста последовательно приготовит кофе из зерен разной степени обжарки, не изменяя при этом весовое соотношение воды и молотого кофе, то в напитке, приготовленном из темных зерен, содержание кофеина будет выше.