

TECNOLOGÍA DE TOSTADO DEL GRANO DE CACAO



Marcelo Gutiérrez Seijas

TECNOLOGÍA DE TOSTADO DEL GRANO DE CACAO

1. Introducción

Todos sabemos que el aroma característico del chocolate es profundo y rico, el cual genera momentos especiales y de placer; sin embargo si olemos un grano de cacao fresco, no presenta aroma a chocolate. Solo cuando tostamos estos granos de cacao, se desarrolla esta complejidad de aromas característicos.

Los precursores del sabor se desarrollan durante la fermentación y secado de granos de cacao, que incluyen aminoácidos libre, los péptidos y el azúcar reductor, contribuyendo al desarrollo del aroma específico de cacao a través de la reacción de Maillard durante el tostado (Misnawi y Teguh, 2010).

El tostado de granos de cacao se puede describir como un proceso individual. Si bien todos los fabricantes tienen un objetivo similar de fabricar productos de manera eficiente, los objetivos de sabor para los licores de cacao generalmente difieren de una compañía a otra y de un país a otro.

El tostado de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) modifica los compuestos precursores de sabor y aromas de origen, aquellos formados durante la fermentación y el secado (tratamiento poscosecha). Asimismo implica transformaciones químicas complejas, atribuidas a reacciones de Maillard, caramelización de azúcares, degradación de proteínas y síntesis de compuestos de azufre [4,5]

El desarrollo del sabor es un factor clave para determinar el tipo y la mezcla de granos de cacao que se procesarán, ya sea para tostar granos enteros o finos, el tipo de equipo de tostado y los parámetros de tostado empleados.

Durante el tostado, algunos compuestos aumentan de concentración, la fracción volátil disminuye y se forman nuevos compuestos, pérdida de humedad. Así como reacciones químicas sufridas por los granos en el proceso de tostado afectan el color, el volumen, masa, forma, agrietamiento del grano, pH, densidad y especialmente compuestos volátiles y aroma [8,14].

No existe un nivel de tueste correcto o incorrecto ni una forma correcta o incorrecta de obtener el nivel de tueste objetivo. La forma correcta de tostar y el nivel de tueste adecuado es el proceso que proporciona nibs de una manera eficiente y rentable con el perfil de sabor elegido y genera productos que satisfacen las necesidades del consumidor en un mercado específico.

2. Definición

El tostado es el proceso exotérmico de calentar los granos de cacao. Cuando se calientan los granos de cacao, se crean ciertos compuestos de sabor. Antes de que comience el proceso de tostado, se debe conocer el tipo de granos de cacao y cómo tostarlos. El tipo de cacao en grano conocido como "granos forastero" generalmente se tuesta a una temperatura más alta, mientras que los granos de cacao conocidos como granos "criollo" o "trinitario" deben tostarse a una temperatura media a baja.

Después de seleccionar el tipo de granos, los granos se clasifican según el tamaño para que se tuesten de manera uniforme. Los granos se separan en grandes ($x > 1.5g$), medianos ($1.2g \leq x \leq 1.5g$) y pequeños ($x < 1.2g$) y luego se tuestan en lotes. Cada lote se tostará a diferentes niveles de temperatura.

Awua (2002) explicó que el grado de cambios está relacionado con el tiempo y la temperatura de tueste y la tasa de pérdida de humedad durante el proceso. La temperatura de tueste varía entre 90 y 170 ° C dependiendo del tipo de tueste adoptado, siendo tueste seco o húmedo.

Se emplean tres métodos principales de tostado en la industria de procesamiento del cacao y estos incluyen los siguientes:

- Tostado de granos de cacao
- Tostado de nibs de cacao
- Tostado de licor de cacao

Previo al tueste al nibs se puede aplicar la técnica de alcalinización, la cual fue introducida por primera vez por un holandés conocido como van Houten en 1928 y, por lo tanto, la denominó proceso holandés. Todo el cacao, los granos, las semillas o el licor que se tratan de esta manera se describen como "alcalinizados" o "Dutched" (ADM Cocoa, 2006). Consiste en tratar los granos de cacao con una solución alcalina como el carbonato de potasio o sodio.



El álcali se usa para elevar el pH de los granos o semillas de 5.2 a 5.6 hasta casi neutralidad en 6.8 a 7.5, dependiendo del álcali usado, y los objetivos son principalmente modificar el color y sabor del cacao en polvo o licor de cacao y también mejoran la dispersabilidad o suspensión de los sólidos de cacao en agua. Durante el proceso, la solución alcalina se rocía en el tambor después de que se ha cargado con las semillas, que luego se seca lentamente a una temperatura por debajo de 100 ° C (212 ° F) (Awua, 2002).

El álcali se usa para elevar el pH de los granos o semillas de 5.2 a 5.6 hasta casi neutralidad en 6.8 a 7.5, dependiendo del álcali usado, y los objetivos son principalmente modificar el color y sabor del cacao en polvo o licor de cacao y también mejoran la dispersabilidad o suspensión de los sólidos de cacao en agua. Durante el proceso, la solución alcalina se rocía en el tambor después de que se ha cargado con las semillas, que luego se seca lentamente a una temperatura por debajo de 100 ° C (212 ° F) (Awua, 2002).

3. Objetivo

- Ayuda a separar la cáscara exterior del grano interior y facilita mucho el agrietamiento y el descascarillado
- También esteriliza el grano de cacao. Esto es bastante importante ya que las condiciones en las que se fermentan los granos de cacao están naturalmente llenas de bacterias, hongos y mohos. La temperatura de tueste debe ser lo suficientemente alta para eliminar cualquier salmonella o E. coli que pueda estar presente.
- Es un proceso que requiere cuidado, porque la temperatura y el tiempo involucrados determinan el grado de tostado.
- El sabor, aroma y color del producto final se establecen durante esta etapa y se desarrollan en las etapas posteriores de la elaboración del chocolate.
- Pérdidas de ácidos volátiles y otras sustancias que contribuyen a la acidez y amargor. Se ha detectado un gran número de compuestos en los compuestos volátiles, incluidos aldehídos, cetonas, pirazinas, alcoholes y ésteres. Las sustancias que sufren cambios mínimos son las grasas, los polifenoles y los alcaloides (Minifie, 1989). Los ácidos volátiles se eliminan y los azúcares y ácidos se convierten en compuestos de sabor agradable.
- La degradación de los aminoácidos y las proteínas se desnaturalizan parcialmente. Los azúcares reductores naturales casi se destruyen durante la degradación de los aminoácidos.

- El tostado reduce el contenido de humedad del cacao. La reducción de la humedad continúa durante las etapas posteriores, como el conchado. Después de la fermentación y el secado, los granos todavía contienen alrededor de un 7.5 por ciento de humedad. El contenido de humedad se reduce constantemente durante el tostado hasta un 2 al 3%.

4. La ciencia del tueste

El tostado es una operación importante para el desarrollo del aroma y sabor de los granos de cacao en temperaturas de 110°C hasta 140°C y rango de tiempo de 20 a 50 min (Jinap et al., 1998). Se ha definido que las pirazinas son los compuestos indicadores de la calidad y cantidad de aroma de cacao (Misnawi y Teguh, 2010).

Aproximadamente 95 tipos de pirazinas han sido identificadas en el aroma del cacao y su concentración variaba dependiendo del tiempo y la temperatura de tratamiento térmico (Jinap et al., 1998).

El tostado del cacao es un paso esencial para desarrollar aún más el sabor del chocolate a partir de los precursores formados durante la fermentación y el secado. El tostado de granos enteros afloja la cáscara, que luego fácilmente son removidos al descascarillar. Antes del tostado, los granos de cacao tienen un contenido amargo, ácido y astringente y sabores a nuez.

El tostado disminuye aún más las concentraciones de volátiles que reducen la acidez (Beckett, 2000; Granvogl et al., 2006; Ramli et al., 2006) pero los no volátiles como los ácidos oxálico, cítrico, tartárico, succínico y láctico (Jinap et al., 1998; Awua, 2002).

El grado de tostado del cacao muestra una relación dependiente del tiempo y la temperatura durante períodos de 5 a 120 minutos y en el rango de 120 a 150 ° C. Los asados a baja temperatura se emplean para leche y ciertos chocolates negros. Una práctica alternativa es el tostado de grano de cacao donde se precalientan los granos enteros, justo por debajo de los 100 ° C, para aflojar las cáscaras, que luego se retiran. Las operaciones térmicas para aflojar la cascarrilla incluyen choque de aire caliente, vapor o calentamiento por infrarrojos (Kim y Keeney, 1984; Kealey et al., 2001; Awua, 2002), para a continuación, las semillas se tratan (por ejemplo, se alcalinizan) y se tuestan.

Las reacciones de Maillard, fundamentales para el desarrollo del sabor del cacao, son importantes en el tostado, y participan todos los aminoácidos libres, péptidos y azúcares reductores (Rohan y Stewart, 1967). Voigt et al. (1993, 1994a) señalaron que los aminoácidos hidrofóbicos (leucina, alanina, fenilalanina y tirosina) liberados por las actividades de proteinasa en la fermentación son contribuyentes importantes (Mohr et al., 1976; Voigt et al., 1993, 1994a), al igual que los azúcares reductores, fructosa y glucosa, derivada de la hidrólisis de sacarosa (Lopez et al., 1978)

5. Semáforo de sabores

- El semáforo de sabores representa las temperaturas límites a aplicar con la finalidad de preservar los volátiles asociados a sabores y aromas del cacao. Cabe indicar que los sabores y aromas son atributos propios del carácter de cacao asociados a la genética y al terroir. Así por ejemplo si deseamos aprovechar el carácter herbal y floral del grano de cacao

deberemos tostar a temperaturas menores de 115°C. tal como se aprecia en la figura N°01.

- Si el perfil organoléptico predominante es de frutas frescas con ligeras expresiones a chocolate, deberemos orientar nuestro tueste entre temperaturas de 115°C a 125°C
- Las expresiones a frutos marrones, azúcar, nibs de cacao, madera y especies son mejor rescatadas a temperaturas de 125°C a 135°C
- Los sabores fuertes a chocolate, caramelo y nuez se maximizan a temperaturas mayores de 135°C

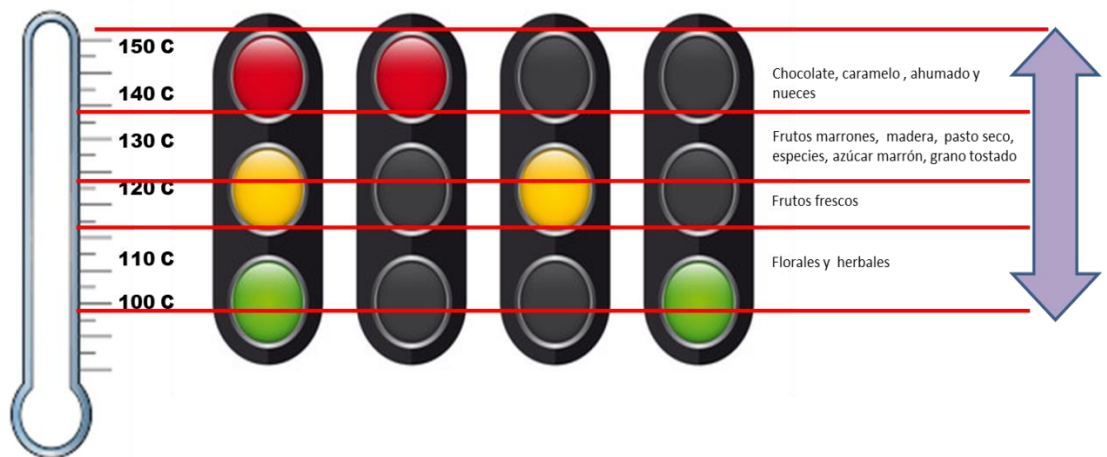


Fig N°01 Temperaturas límites y críticas para la exposición de sabores

6. Sistemas de tostado

El Calor Por Conducción

La transmisión del calor por conducción es simple: se trata de la transmisión de calor entre dos objetos que se tocan directamente. Cuando tocas algo recién salido del horno y te quemas la mano, se ha llevado a cabo la conducción. En el tueste de cacao, la conducción sucede "si cualquier tipo de elemento que emite calor (por ejemplo, llamas) toca el tambor, cuando los granos entran en contacto con la superficie del tambor, las paletas o la placa frontal, e incluso cuando los granos se tocan entre sí dentro de la tostadora".

Es una máquina que varía de la de aire debido a que en el lugar de la tolva tenemos un tambor o cilindro giratorio horizontal, en el cual se van a depositar los granos de cacao que se tostarán debido a la conducción del calor que recibe el tambor de la llama o mechero o, como es el caso de algunos modelos eléctricos, de la resistencia. Para evitar que los granos se quemen, el tambor tiene distintas velocidades de giro así como (depende de las marcas o modelos) de doble placas perforadas o no, que permiten una mejor conducción, y algunos más dentro del tambor tienen aspas para permitir una uniformidad en el tueste, además existen 2 sistemas de tambor, abierto y cerrado.

La principal diferencia es que el primero permite una incorporación de aire y el otro no, lo que incide en la manera de transferencia de calor, igualmente a los de aire, incorporan un colector de cascarilla y una chimenea para los humos o

cenizas, estos tostadores suelen ser los más comunes hoy día debido a que son más consistentes a la hora de replicar curvas de tostado y estandarizar tueste.

Convección Aire caliente:

Es una maquina generalmente compuesta por una tolva de diferentes capacidades de carga, dependiendo la marca y el modelo, incorpora una llama o mechero, así como un ventilador mecánico con una "válvula" controlable mediante el panel, para dejar paso a mas o menor aire hacia el interior del sistema. El café está en una cámara estática (tolva), que tiene perforada únicamente la base, por donde se inyecta aire caliente a presión, que provoca que los granos de cacao se muevan en suspensión.

El cacao es impulsado por una fuerte corriente de aire caliente que fluye del fondo perforado. Gracias al ventilador (que varía de potencia según lo requiera el tostador), se produce movimiento obligando al café a elevarse por un lateral describiendo una curva o bóveda en la parte superior de la cámara y descendiendo por el lateral opuesto. Durante el proceso, los humos son aspirados y se elimina la cascarilla, que es depositada en un colector.

El principio bajo el que trabaja es el de deshidratar y tostar los granos de café por medio del aire caliente que entra al sistema, en una determinada cantidad de tiempo.

Expulsa mucho menos humo (un 85% aprox. menos) que el Tradicional De Tambor, debido a que no le pega la flama ó fuego directamente al cacao ya que lo que origina el humo es precisamente la cascarilla que lleva, al pegarle directamente la flama la está quemando y como consecuencia origina humo.

No requiere de precalentamiento, solo el indicado en caso de hacer Curvas de Tostado, lo cual es mucho más rápido que el de Tambor.

El tueste es mucho más parejo debido al movimiento circular flotante del aire y al ser aire caliente, el tueste por consecuencia es uniforme, penetrando internamente al grano; y en el sistema de tambor NO, debido a que no está en movimiento flotante continuo, únicamente gira durante el ciclo del tueste y la flama le da directamente en un solo lugar.

Los tostadores híbridos.

Poseen un tambor rotatorio (con velocidad variable) de diferentes materiales pero que permite una transferencia rápida de calor, también tienen un extractor de humos que succiona el aire entre la resistencias eléctricas que se calienta para después introducirlo a la cámara de tostado por las perforaciones y la parte trasera del cilindro, hacia enfrente del tostador, donde finalmente se evacúa a diferentes velocidades según lo requiera el maestro tostador, además tienen diferentes resistencias que se prenden y apagan o regulan a voluntad de acuerdo a la necesidad de energía calorífica, estas calientan tanto el aire como el tambor y los granos de manera uniforme.

Estos sistemas nacen buscando una mejora en la calidad, la estandarización y un mejor perfil de tueste, incorporan las 3 formas de transferencia de calor, así como las dos formas principales de tostado.

Todo este complejo sistema da como resultado un tueste más uniforme, mejor control de las curvas de tueste y ganancia en eficiencia al tener mejores tiempos de calentamiento y enfriamiento de todos los sistemas lo que permite una mayor capacidad de tuestes en menor tiempo. Sin embargo al ser tecnologías más novedosas exigen una mayor preparación y experiencia por parte de quienes los manejan, por lo que no es común encontrarlos.

En cualquiera de los casos, una vez lograda la curva deseada, se abre la tolva o tambor hacia otra tolva o “plancha” perforada en la cual se inyecta aire frío e incorpora unas aspas (dependiendo de la marca o modelo) para enfriar lo más rápido posible los granos y detener el proceso de tostado.

Tostado por radiación:

La luz infrarroja eleva la temperatura de los alimentos directamente sin calentar el aire a su alrededor. Estos aparatos suelen requerir un corto período de tiempo para cocinar completamente los alimentos que los modelos estándar. Esta tecnología se puede encontrar en las tostadoras, tragamonedas, rebanada estándar y hornos tostadores.

Los tostadores clásicos a menudo requieren un tiempo de precalentamiento adicional para que la temperatura interna del aparato pueda llegar a un nivel de calor propicio para la cocción o calentamiento de alimentos. Secciones pequeñas de alimentos a menudo se pueden tostar de manera desigual y quemados como consecuencia de estos aparatos estándar cuando se coloca demasiada cerca de la unidad de calor o calefacción.

El tostador de infrarrojos trabaja mediante el uso de la tecnología de infrarrojos cercanos y lejanos. En lugar de calentar el aire, la tostadora infrarroja calienta el producto directamente utilizando calor radiante. La luz infrarroja, lo que está más allá del espectro visible de luz detectada por el ojo humano, se dirige hacia el grano de cacao y como resultado lo tuesta.

El tiempo de tostado se puede reducir en gran medida con el uso de una tostadora de infrarrojos. No es necesario precalentamiento tal como los tostadores clásicos. Algunos fabricantes afirman que la tecnología de infrarrojos puede reducir el tiempo de tostado de cualquier producto en un 40% a un 50% en comparación con los tostadores de tambor.

7. Curva de tueste

El tueste del cacao se expresa gráficamente en una curva desarrollo o evolución de la temperatura y se identifican 3 fases tal como se observa en la gráfica N°01.

Fase 0.- Precalentamiento y carga del grano de cacao

Dependiendo el tipo de tostador se tomará la decisión de precalentar la unidad de tostado, considerando entre 10°C a 20°C adicional a la temperatura de tueste. Es importante mencionar que a la carga de los granos en el tostador, es inminente la caída de temperatura interna de la máquina, sin embargo el grano de cacao iniciará su incremento de temperatura.

Fase 1.- Estabilización de la temperatura de tueste y deshidratación del grano.

Esta fase dependerá del sistema de calefacción y en los casos específicos de las unidades de convección conducción, dependerá de

la velocidad del flujo de aire así como las revoluciones del tambor. Es importante mencionar que esta fase se caracteriza por la pérdida de humedad del tostador, previo a iniciar el tueste del grano de cacao.

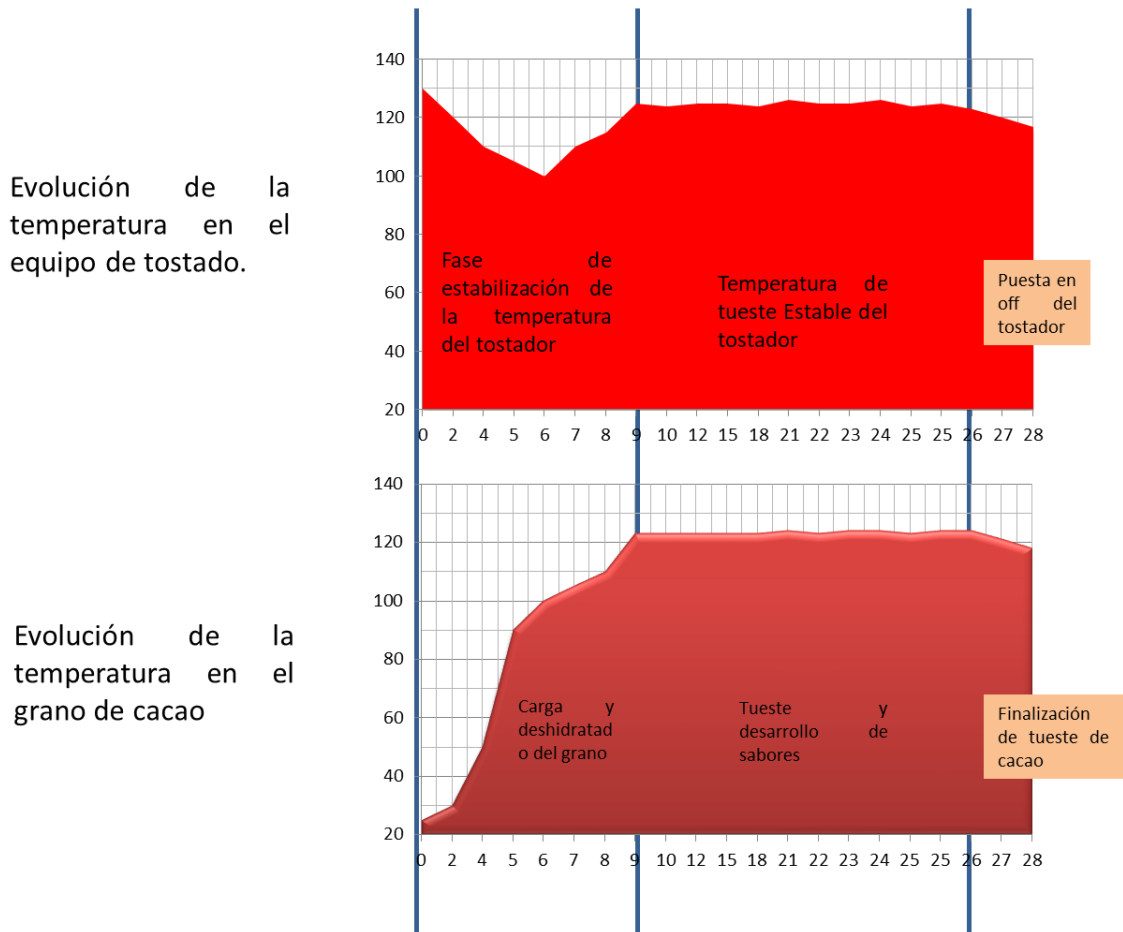
Fase 2.-Tueste y desarrollo de sabores.

En esta fase se realiza el tueste del grano, puesto que se alcanza la temperatura definida para tueste, el tiempo dependerá básicamente del tamaño del grano, así como las características propias de la tostadora para mantener estable la temperatura de tueste.

Fase 3.-Finalización de tueste

Esta etapa se caracteriza por el cracking del grano y la facilidad de descascarillado del mismo, siendo vinculando con la fase de desarrollo de sabores. Entendiéndose que por desarrollar un perfil sensorial el grano no debe quedar crudo o imposible de descascarillar.

Grafica N°01



Fuente: Elaboración propia

8. Consideraciones y recomendaciones

- Perfil organoléptico del grano de cacao

Es importante conocer el perfil de sabores del grano de cacao puesto que con el tueste se puede maximizar la exposición de los sabores y aromas específicos para un determinado tipo de grano de cacao, puesto que sumado al tipo de producto final a desarrollar (chocolate de leche, semi amargo o chocolate oscuro) marcará la dirección con respecto a la temperatura a aplicar, esto se puede visualizar en nuestro semáforo de aromas en la figura N°01

- Reporte de calidad a la recepción del grano de cacao

Esto permitirá conocer el índice de fermentación, tamaño de grano, así como los defectos que puedan existir en el grano lo que nos permite aplicar medidas correctivas previas al tueste o durante el tostado del grano de cacao.

- Acidez del grano de cacao (pH)

Los granos de cacao de pH más alto (5,5 a 5,8) se consideran no fermentados - con bajo índice de fermentación y puntuación de la prueba de corte, y los de pH más bajo (4,75–5,19), bien fermentados. Así como valores inferiores a 4.5 pueden indicar un nivel de sobre fermentación.

Este indicador cuantificable permite tomar decisiones respecto a la temperatura de tueste, así como aplicar o inyectar agua con pH diferenciados durante la fase de estabilización (Mayor a 100°C), dependiendo sea el caso, con la finalidad de remover los ácidos sedimentados en la superficie del grano.



- Tipo de producto a desarrollar (Chocolate bitter, chocolate de leche, chocolate extra dark, manteca, etc)

Es importante tener claridad del producto final a desarrollar, puesto que no es lo mismo realizar un tueste para un chocolate oscuro que para un chocolate de leche

9. Bibliografía

1. ADM Cocoa (2006). The De ZaanR Cocoa Manual. The Netherlands: Archer Daniels Midland Company BV.
2. Awua, P. K. (2002). Cocoa Processing and Chocolate Manufacture in Ghana. Essex, UK: David Jamieson and Associates Press Inc.
3. Beckett, S. T. (2000). The Science of Chocolate. London: Royal Society of Chemistry Paperbacks
4. E. Cros, "Torrefaction. En Cacao et chocolat. production, utilisation, caractéristiques," in ' Collection sciences techniques agroalimentaires, (Technique & Documentation Lavoisier), Paris Cedex 08, France, 1998.
5. G. Sacchetti, F. Ioannone, M. De Gregorio, C. Di Mattia, M. Serafini, and D. Mastrocola, "Non enzymatic browning during cocoa roasting as affected by processing time and temperature," Journal of Food Engineering, vol. 169, article 8295, pp. 44–52, 2016.
6. Granvogl, M., Bugan, S. & Schieberle, P. (2006). Formation of amines and aldehydes from parent amino acids during thermal processing of cocoa and model systems: new insights into pathways of the Strecker reaction. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54, 1730–1739
7. Hammerstone, J. F. & Schmitz, H. H. (2001). Cocoa Components, Edible Products Having Enhanced Polyphenol Content, Methods of Making Same and Medical Uses. Patent Cooperation Treaty (PCT) WO 98/09533, USA: Mars Incorporated
8. J. A. Hernandez, B. Heyd, C. Irls, B. Valdovinos, and G. Trystram, "Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting," Journal of Food Engineering, vol. 78, no. 4, pp. 1141–1148, 2007. [5] H. Schwartzberg, "Modeling Bean Heating during Batch Roasting of Coffee Beans," in Engineering and Food for the 21st Century, J. Welti-Chanes, G. Barbosa-Canovas, and J. M. Aguilera, Eds., vol. 5 of Food Preservation Technology, CRC Press, 2002.
9. Jinap, S., Wan-Rosli, W. L., Russly, A. R. and Nurdin, L. M. 1998. Effect of roasting time and temperature on volatile components profile during nib roasting of cocoa bean (*Theobroma cocoa*). Journal of the Science and Food Agriculture 77: 441-448.
10. Kealey, K. S., Snyder, R. M., Romanczyk, L. J., Geyer, H. M., Myers, M. E., Withcare, E. J., Ramli, N., Hassan, O., Said, M., Samsudin, W. & Idris, N. A. (2006). Influence of roasting condition on volatile flavour of roasted Malaysian cocoa beans. Journal of Food Processing and Preservation, 30(3), 280–298.
11. Kim, H. & Keeney, P. G. (1984). Epicatechin content in fermented and unfermented cocoa beans. Journal of Food Science, 49, 1090–1092
12. Minifie, B. W. (1989). Chocolate, Cocoa and Confectionery – Science and Technology. London: Chapman & Hall.
13. Misnawi and Teguh, W. 2010. Cocoa Chemistry and Technology (Roles of Polyphenols and enzymes reactivation in flavour development of under-fermented cocoa beans. Lambert Academic Publishing, 66-69.
14. R. Saltini, R. Akkerman, and S. Frosch, "Optimizing chocolate production through traceability: a review of the influence of farming

practices on cocoa bean quality," *Food Control*, vol. 29, no. 1, pp. 167–187, 2013.