

可可品系間加工品質之研究

Processing Quality among Clones in Cocoa
(*Theobroma cacao* L.)



劉美玉

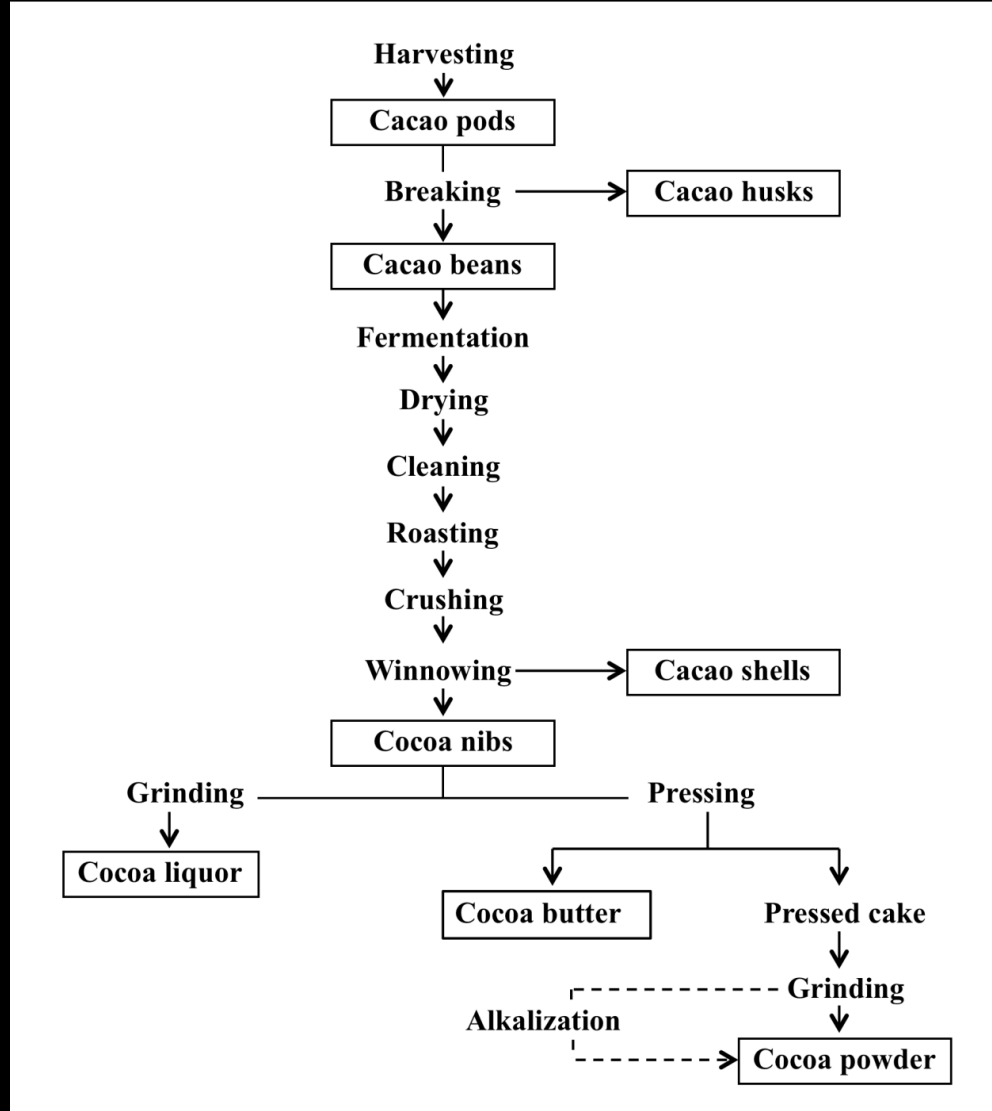


前言

- 巧克力是全世界受到最多人迷戀的食物之一，尤其獨特的香氣與滑順的口感，是其他食物無可取代的
- 風味因生長條件及區域上不同，具有其獨特的風味
- 製作過程中也因不同的發酵、乾燥、烘焙方式，所呈現出的巧克力風味各有不同的味道



可可莢果從可可樹採收後，到成為工業原料：可可漿、可可脂與可可粉，其過程如下圖：

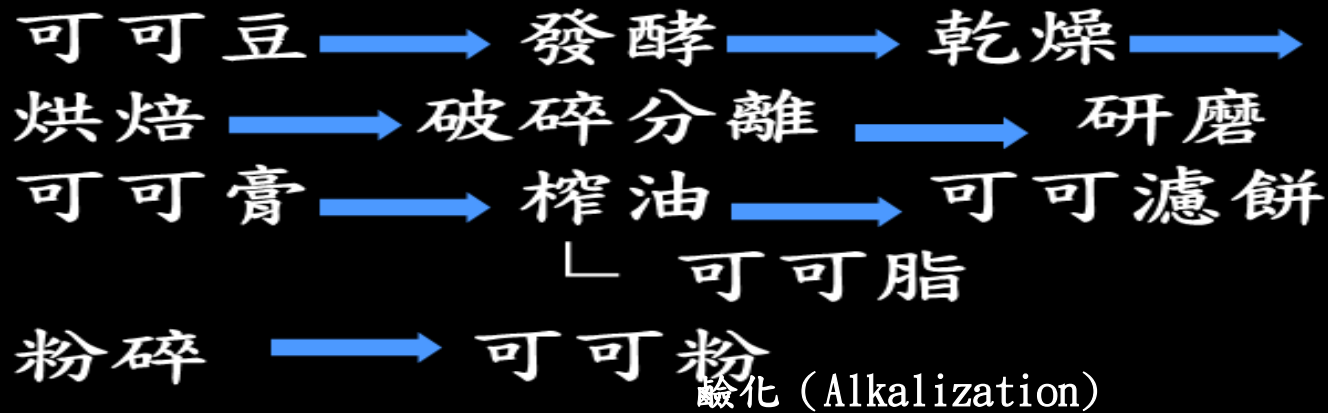


(Minifie, 1989 ; 陳, 2011)

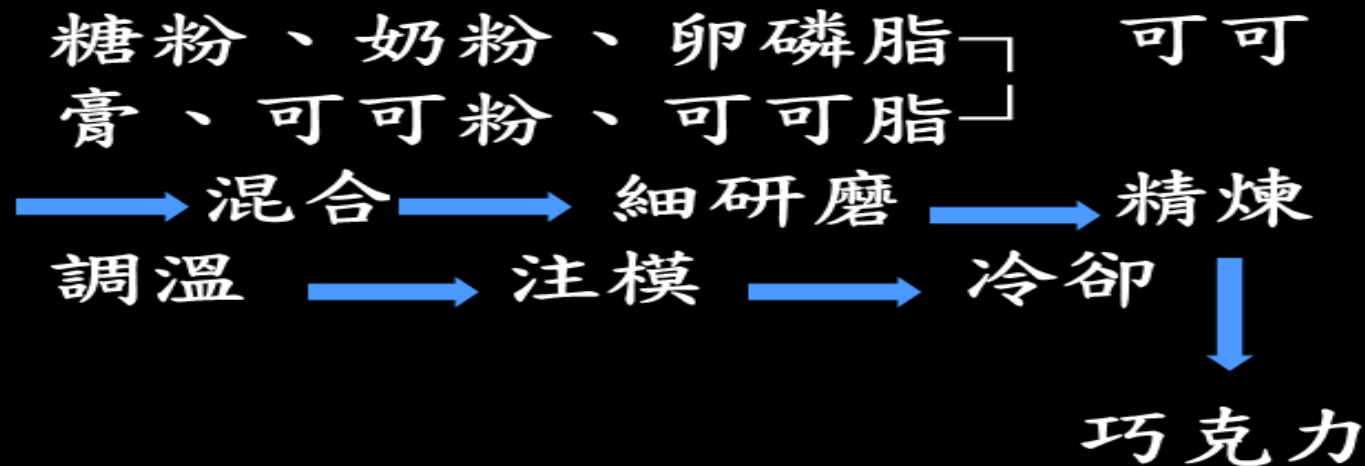


巧克力製作流程圖

(一次加工)

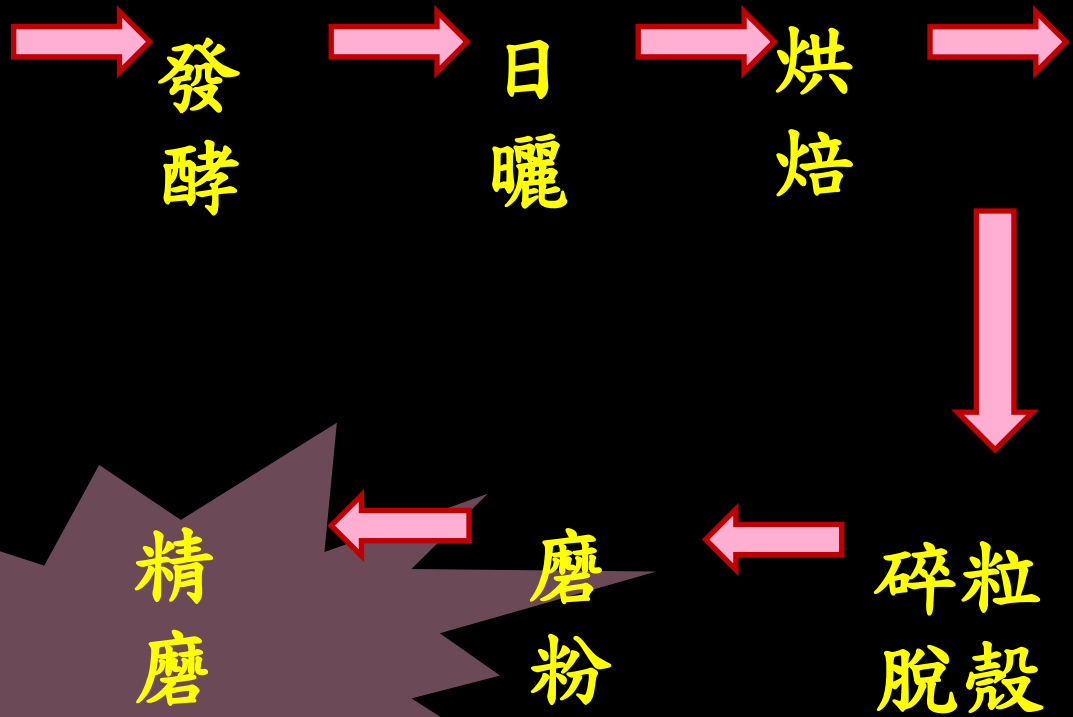


(二次加工)



建立簡易加工之模式

採用國立屏東科技大學所生產之可可豆為試驗材料製作巧克力



剖果



發酵(Fermentation)

在提煉巧克力時，發酵為關鍵製程，果實採收後，挖出內部種子，進行7-8天發酵，發酵期間會產生酵母菌、乳酸菌，醋酸菌 (Thompson *et al.*, 2001)，發酵溫度高達50°C，這個過程是使胚芽無法生長，也使得可可豆變成深棕色，防止可可豆不至於腐爛，更能釋出可可風味



發酵(Fermentation)

剖開可可果實



底部裝孔的
木箱內進行兼性厭氧發酵



室溫發酵

於實驗的第三天，將蓋子打開讓空氣進入進行有氧發酵，
發酵時間共6-7天。



發酵(Fermentation)

可可果肉有黏液，富含能發酵的糖類，如蔗糖、葡萄糖及果糖，這樣的條件有助於酵母菌及乳酸菌的生長。果肉的碳水化合物經發酵轉變成乙醇及二氧化碳，此外，發酵易造成可可豆質地增溫(Schwan and Wheals, 2004)。酵母菌會長在可可豆外頭的膠質體，將膠質體內的糖分解成醇，行酒精發酵，化學反應式為： $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$ 。再者，乳酸菌行乳酸發酵生成乳酸，醋酸菌行醋酸發酵生成醋酸等多種有機酸(Thompson *et al.*, 2001)。故藉由微生物發酵產物，而醇與酸反應可製得酯類與水〔水之羥基(-OH)來自酸，而H來自醇〕。不同水果有其獨特香味，這些香味的來源就是酯類，而酯類化合物就是經發酵後有特殊濃郁香味的主因(李佳芬等, 1997)。



台灣發酵方式



非洲發酵方式



豆子發酵內部色澤變化





乾燥(Dry)

乾燥也被認為是屬於發酵的延伸，將發酵完成的可可豆日曬主要的目的有3種：

1. 方便儲存運輸
2. 酸(acids)、醛(aldehydes)、酮(ketones)含量降低：可可的酸度和澀味降低，不良氣味也會在此時減少
3. 提升香氣：日曬過程中，醇類(alcohols)，酯類(esters)和吡嗪(pyrazines)等物質含量增加。



乾燥(Dry)-台灣



乾燥(Dry)



乾燥(Dry)



乾燥(Dry)實驗

- 發酵完成的豆子先清洗，放置網架上，曝曬期間需每天翻轉可可豆使其日曬均勻，並記錄每天平均溫度及測量水分含量。



結果

可可豆日曬水分測定

Day	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
水分含量 (%)	37.04 ± 0.97	10.10 ± 0.89	9.74 ± 0.26	8.78 ± 0.15	6.21 ± 0.52



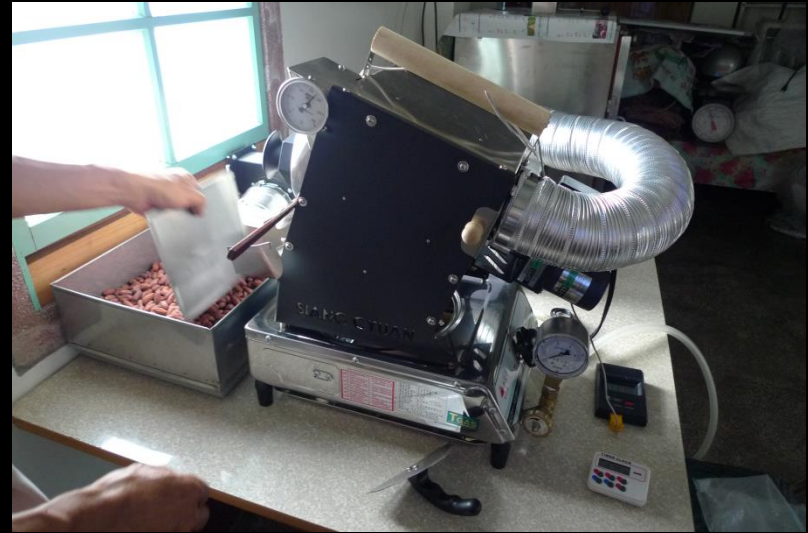
烘焙(Roasting)

- 另一個對可可風味形成的重要步驟—烘焙，是生成巧克力褐色物質、香氣及可可品質優劣最關鍵的一門技術。烘焙過程是消除發酵產生的酸性化合物，並使胚乳和種皮分離更加容易，這是所有巧克力品質優劣最關鍵的步驟



烘焙(Roasting)

- 烘焙過程中，發酵後釋放出的胺基酸、短胜肽與還原糖等香氣之分子前驅物，在烘焙期間可可豆於烘焙製程中，以 $120-130^{\circ}\text{C}$ 的高溫加熱烘焙，此時可可豆之還原糖與胺基酸，在沒有酵素存在下發生一連串反應，並產生多種化合物，稱為非酵素性糖化反應(nonenzymatic glycation)或梅納反應(Maillard reaction)，是產生香氣最主要的過程。其可可豆香氣化合物，主要是由脂肪族、脂環族和雜環族所組成，包括吡嗪(pyrazines)、乙醛(aldehydes)、乙醚(ethers)、酮(ketones)、醇(alcohols)、呋喃(furans)和酯(esters)，而上述之中主要的化合物為乙醛和吡嗪



烘焙(Roasting)



結果

可可豆炒鍋烘焙第15、20、25、30、35、40、45及50分鐘之官能品評結果。

Time (min)	Grassy	Caramel	ferment	sourness	bitter	astringency	overall
15	3.89±0.60b	1.22±0.44a	3.78±0.44c	4.78±0.44d	2.11±0.33	4.78±0.44e	1.22±0.44a
20.	2.50±1.58a	2.00±0.47 b	2.90±0.32b	4.10±0.32c	2.90±0.32b	4.10±0.32d	1.40±0.52a
25	2.70±1.16ab	2.90±0.32 c	1.20±0.42a	3.90±0.57c	2.90±0.32b	3.80±0.42d	1.40±0.70a
30	2.80±1.62ab	3.00±0.00 c	1.00±0.00a	3.90±0.32c	2.80±0.42b	2.80±0.42c	2.10±0.32b
35	2.70±1.25ab	2.90±0.32 c	1.00±0.00a	3.80±0.42c	2.80±0.42b	3.10±0.32c	2.90±0.32c
40	2.90±1.27ab	3.90±0.32d	1.00±0.00a	2.90±0.32b	3.20±0.42b	1.80±0.42b	4.10±0.56d
45	2.80±1.08ab	4.90±0.30e	1.00±0.00a	2.20±0.40a	2.90±0.30b	1.00±0.00a	4.80±0.40e
50	2.70±1.42ab	3.10±0.32 c	1.10±0.32a	2.20±0.42a	4.80±0.42c	1.10±0.32a	3.70±0.48d



結果

可可豆咖啡機烘焙第15、20、25、30、35、40、45及50分鐘之官能品評結果。

Time (min)	grassy	caramel	ferment	sourness	bitter	astringency	overall
15.	4.22±0.44b	1.33±0.50a	2.67±0.50b	4.78±0.44c	2.11±0.33a	4.22±0.44e	1.22±0.44a
20	2.50±1.58a	3.30±0.48b	1.20±0.42a	4.00±0.47b	2.80±0.42bc	3.20±0.42d	3.10±0.57b
25	2.70±1.16a	3.40±0.52ab	1.20±0.42a	3.70±0.48b	2.80±0.42bc	2.80±0.42c	3.80±0.42c
30	2.80±1.62a	3.30±0.48b	1.00±0.00a	2.30±0.48a	2.60±0.52b	1.80±0.42b	4.80±0.42d
35	2.70±1.25a	3.50±0.85ab	1.00±0.00a	2.20±0.42a	3.10±0.32c	1.80±0.42b	3.90±0.32c
40	2.90±1.29a	3.20±0.42b	1.00±0.42a	2.20±0.42a	3.00±0.32d	1.90±0.53b	3.50±0.53bc
45	2.80±1.08a	3.90±0.83b	1.00±0.00a	2.10±0.32a	4.10±0.32e	1.30±0.46a	1.20±0.40a
50	2.70±1.42a	3.10±0.32b	1.00±0.00a	2.10±0.32a	4.90±0.32f	1.20±0.42a	1.20±0.42a



壓碎脫殼(Winnowing)

- 烘焙過的豆冷卻後，進行壓碎及脫殼兩步驟，不斷滾動，同時將強殼或完好的豆子吹風把雜質破碎機器圓錐豆壓爛，風扇粒這不過破碎過程，中外殼機器大質些輕薄的時，分離且顆粒超過2%



磨粉(Mi11)

- SEM測定顆粒大小



精磨(conchage)

- 精磨過程屬物理分散變化，精煉機經空氣流動也將醋酸(acetic)，丙酸(propionic acid)和丁酸(butyric acids)等物質揮發，在精煉過程中產生的熱能使可可豆產生香味並降低酸度和水分(Ranken *et al.*, 1997)。各種原料(可可塊液、可可粉、砂糖、奶粉、香料)經過精磨後，在顆粒形態由大到小，在數量上由少到多，油脂使各種原料均勻包圍並分散開來，巧克力物料得以充分混合，物料質粒變小，並具有良好流動性，經精磨機器設備將物料質地最終減小到15-30 μ 的細度



精磨 (conchage)



精磨(Conching)實驗

- 將可可粉倒入研磨機內進行研磨，研磨時間分別為10、20、30、40小時，將研磨完成的巧克力倒入鋁盤，進行倒模作業，放入冰箱5°C使其凝固後，使用SEM(Scanning Electron Microscope) HITACH S-3000N測定其顆粒大小。



結果



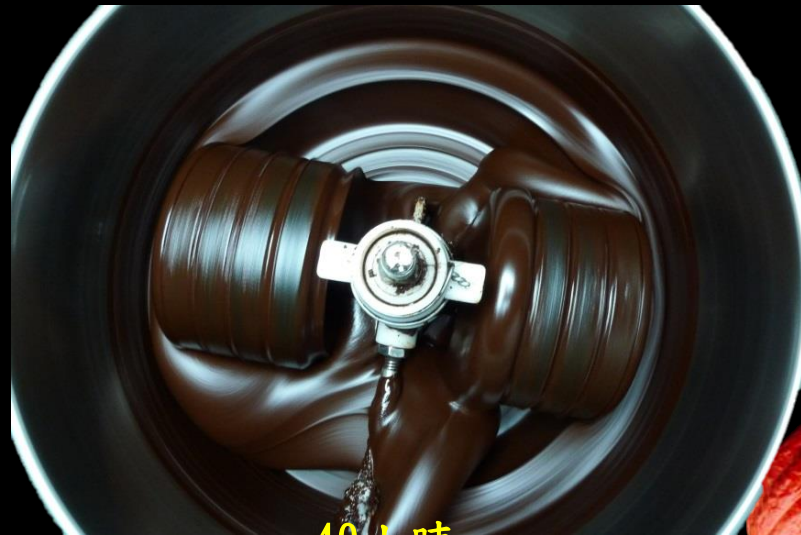
10小時



20小時



30小時

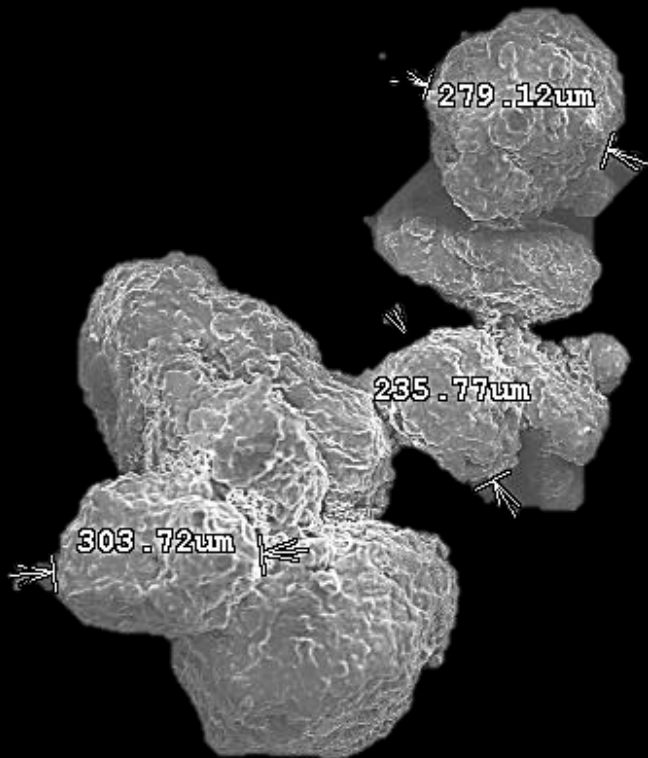


40小時

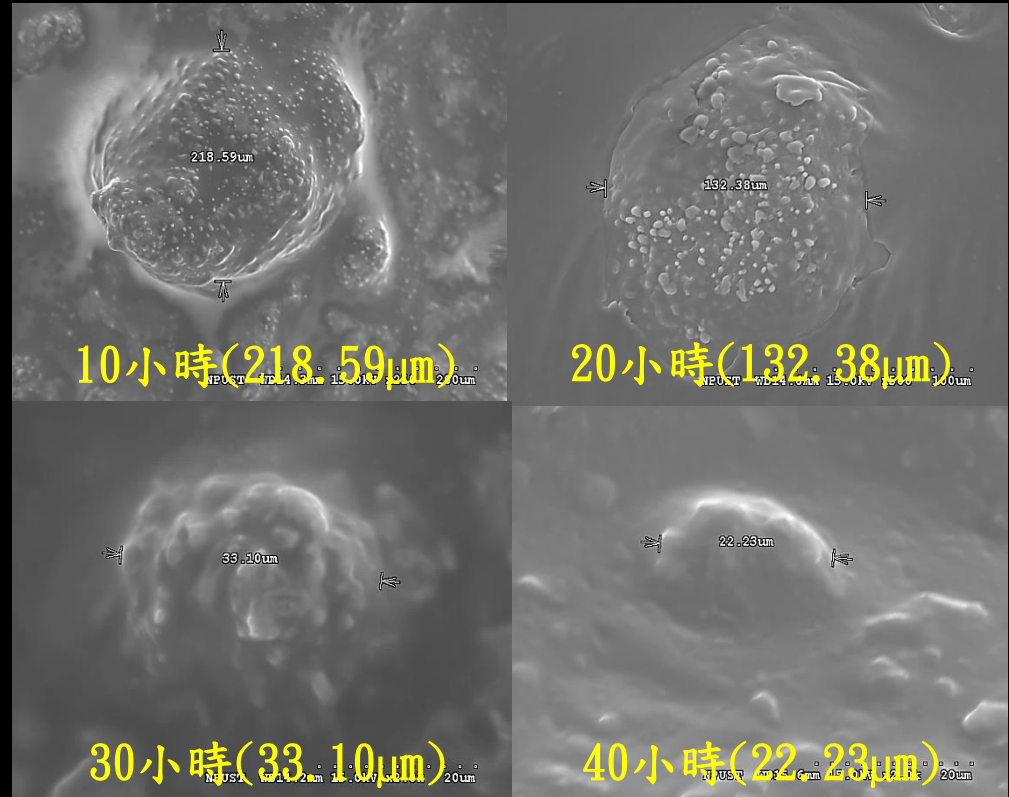


結果

(使用SEM測定其顆粒大小)



果汁機磨粉
(235.77-303.72μm)



榨油(Grinding)



- 天然可可脂(cocoa butter,CB)為一種淡黃色具獨特香味的硬性天然植物油脂，為巧克力配方中的重要特色組分，在室溫下呈硬脂狀態，當溫度達 $30-32^{\circ}\text{C}$ 時軟化，超過 32°C 會迅速熔解，研究表明，儘管可可脂的飽和脂肪含量很高，但不會像其它飽和脂肪有高含量膽固醇，因其含有很高的硬脂酸含量，硬脂酸是可可脂中主要脂肪酸之一，它能夠降低血液中的膽固醇。



可可脂

特性

可可脂 (cocoa butter, CB) 來自於可可子葉，是巧克力的產品的主原料。由於特殊的化學組成與物理特性，使其於常溫下呈現固態，是植物油脂中少見的例子。在巧克力中，可可脂同時提供了咬下時應聲而斷的清脆感以及入口即化的滑順感，遂成為價格不菲的食品原料。

- 可可脂中約97%為三酸甘油酯，是由棕櫚酸 (palmitic acid, P, 16:0)、硬脂酸 (stearic acid, S, 18:0) 和油酸 (oleic acid, O, 18:1) 組成



可可脂特性

巧克力之所以能擁有如此獨特的風味與質地，是因為可可豆中含有可可脂。天然可可脂(Cocoa butter,CB)為一種淡黃色，有獨特香味的硬性天然植物油脂，因天然性質特殊、氣味迷人，且原料取得不易，價值較其他食用油脂更高。



榨油(Grinding)



可可粉Cocoa powder



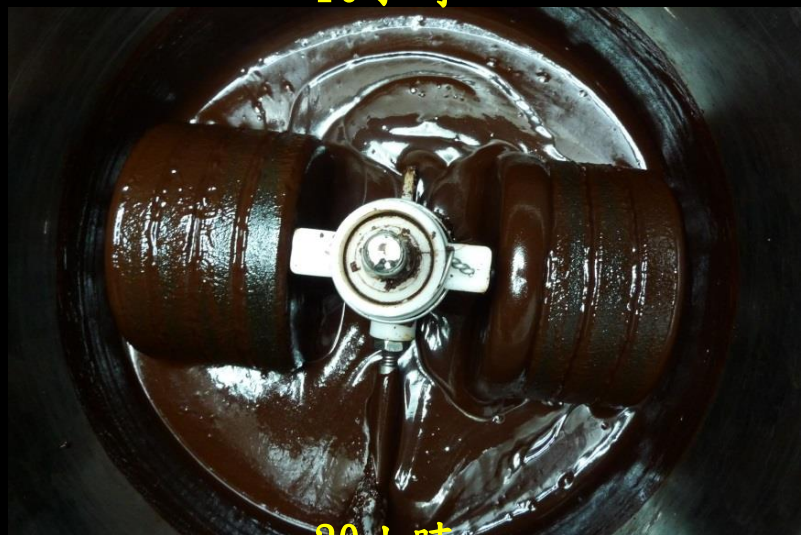
結果



10小時



20小時



30小時



40小時

結論

- 發酵使其胚芽無法生長，澀味降低。
- 發酵後五-六天，豆子完全深棕色，主要是因為酵素和微生物會誘發可可豆物理和化學變化，而多酚類與多肽類發生褐變反應，為造成可可豆變褐色之主因。



結論

- 日曬於室外平均溫度為 46°C 時，第五天的豆子測含水量約為6%，已達8%以下標準
- 烘焙方式使用炒鍋中火焙炒45分鐘效果最好，焦糖味最高，整體接受度也達到最喜歡的分數；咖啡機烘焙，以30分鐘焦糖味最顯著，整體接受度也最高。



結論

- 風選及碎粒採用吹風機及果汁機即可，在精磨過程需研磨40小時，粒徑已達標準為22.23 μm 左右，舌頭才感受不到顆粒，且能呈現巧克力的光滑細緻；及降低巧克力的酸度，提升香味度。



結論

磨粉：果汁
機磨粉

烘焙方式使用炒鍋中火焙炒45分鐘
咖啡機烘焙以30分鐘焙炒效果最好

精磨過程需研磨40小時

殼粒脫
使用果汁
機及吹風
機

發酵6天

日曬水分8%以下。







