

屏東縣第66屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小組

作品名稱：這一杯，畢業「味」：探討咖啡的最佳比例

關 鍵 詞：後製處理法、焙度、粉水比

編號：A7034

這一杯，畢業「味」：探討咖啡的最佳比例

摘要

本研究探討不同後製處理法、焙度與粉水比對咖啡風味的影響，並找出較適合本校師長口味的咖啡比例，作為製作濾掛咖啡的參考。研究中使用家用烤箱烘焙咖啡豆，比較水洗處理與蜜處理咖啡的風味差異，並進一步進行不同焙度與粉水比的沖泡實驗，各組咖啡透過多次杯測評分並計算平均值進行比較。

研究結果顯示，蜜處理咖啡酸味略高，水洗處理咖啡在苦味與回甘表現較高；淺焙咖啡酸味較明顯，深焙咖啡苦味較強；在粉水比比較中，1:12 咖啡在回甘與整體喜好表現較佳，而 1:18 因水量較多，風味較淡。

綜合結果顯示，咖啡風味會受到後製處理法、焙度與粉水比影響。本研究結果可作為本校製作濾掛咖啡時調整比例的參考。

壹、前言

一、研究動機

六年級的我們即將畢業了!自從進入國小就讀以來，師長們不辭辛勞地教導我們知識、做人處事的道理，還要批改成山成堆的作業簿本，不管多累，老師總是打起十二萬分的精神陪伴我們成長。

一次偶然的機會，我們幾位同學看到自然生活科技教室外的校園植物地圖，種了些阿拉比卡咖啡樹，眾所皆知，咖啡具提神醒腦的效果，因此我們萌生了一個想法：是否可以自製濾掛咖啡，幫助師長提神並表達心中的感謝？

在好奇心的驅使下，我們徵求老師的同意，由老師帶領我們實地前往咖啡樹所在位置進行觀察(圖 1、圖 2)。經老師介紹，我們初步了解到，結實纍纍的咖啡櫻桃需要先去除果皮，經乾燥與脫殼後形成生豆，再透過烘焙、研磨及沖泡等步驟，才能成為一杯香濃的咖啡。

不過，要得到一杯風味良好的咖啡並不容易。缺乏經驗的我們開始蒐集資料，從中發現咖啡的風味會受到「後製處理法」、「焙度」及「粉水比」等因素影響。因此，我們盤點過去在五年級上學期自然科學第四單元〈燃燒與生鏽〉所學的實驗設計流程，以及六年級上學期第四單元〈電磁作用〉所學的實驗圖表繪製技巧，嘗試運用所學設計實驗，探討不同條件對咖啡風味的影響，並找出適合本校師長的咖啡最佳比例，並在畢業前製作成濾掛咖啡包，作為感謝師長教導的心意。



二、研究目的

本研究旨在探討影響咖啡風味之主要因素，包括果實階段的後製處理法、生豆階段的焙度，以及沖泡階段的粉水比。透過實驗比較不同條件下咖啡在酸味、苦味、回甘與整體喜好上的差異，進一步分析其風味表現，並找出較適合本校師長飲用之沖泡條件，作為製作濾掛咖啡之參考依據。

- (一)探討蜜處理與水洗處理對咖啡風味之影響。
- (二)探討不同焙度（淺焙、中焙、深焙）對咖啡風味之影響。
- (三)探討不同粉水比（1：12、1：15、1：18）對咖啡風味之影響。

三、文獻回顧

(一)鐵皮卡(Typica)咖啡介紹

鐵皮卡屬於阿拉比卡咖啡中歷史悠久的重要品系之一，其祖源可追溯至衣索比亞的野生阿拉比卡種(圖 3)。15 世紀時咖啡由衣索比亞傳入葉門，逐漸成為日常飲品，之後經由貿易傳播至印度、印尼等地，並擴展至全球產區(圖 4)。

臺灣咖啡種植始於清領時期，日治時期進一步進行品種蒐集與試種，確認阿拉比卡種適合臺灣環境，逐漸建立咖啡產業基礎。

鐵皮卡咖啡樹植株較高大，枝條細長，嫩葉呈古銅色，成熟後轉為綠色；豆型較大且呈尖橢圓形。其抗病性較弱，對栽培環境要求較高，適合種植於日夜溫差大、日照充足之高海拔地區(圖 5、圖 6)。

在風味表現方面，鐵皮卡以純淨、平衡與細緻著稱，常帶有柔和花香與柑橘類酸香，並伴隨淡淡蜂蜜或焦糖甜感，整體口感協調。然而，其實際風味仍會受到種植環境、後製處理與焙度等因素影響。

本研究所使用之咖啡豆取自一山沐茂林多納咖啡屋，品種來源為日治時期遺留下來的鐵皮卡品系(圖 7、圖 8)。當地海拔約 800 公尺，日夜溫差大且氣候涼爽，具備良好生長條件。由於其品種來源明確，因此選為實驗材料。



圖 3：鐵皮卡品種發展由來
此照片來自於林桑咖啡網站
<https://treeman.tw/typica-coffee/>



圖 4：鐵皮卡品種亞洲傳播路徑
此照片來自於 [caffesme](https://reurl.cc/VmKEVN) 咖啡師&我網站
<https://reurl.cc/VmKEVN>



圖 5：鐵皮卡咖啡樹
本照片由學生陳泰均拍攝



圖 6：鐵皮卡咖啡櫻桃(果實)
本照片由學生陳泰均拍攝



圖 7：咖啡園區實景
此照片來自於一山沐茂林多納咖啡屋

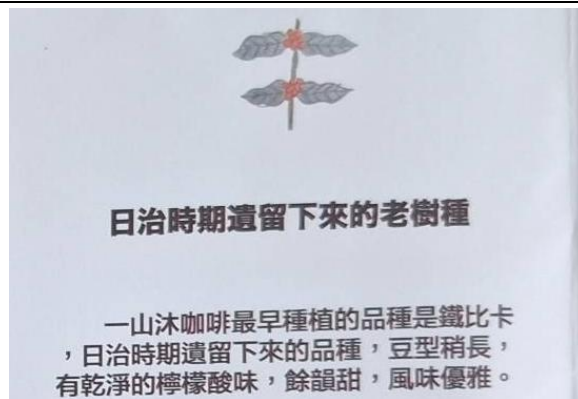


圖 8：園區鐵皮卡品種介紹
此照片來自於一山沐茂林多納咖啡屋

(二)咖啡風味

風味是指人在品嚐食物或飲品時所感受到的整體感覺。以咖啡而言，風味包含香氣、味道與後韻等面向。味道指入口時感受到的酸、甜、苦等感覺；後韻則是吞嚥後在口中留下的餘味。

精品咖啡協會（Specialty Coffee Association, SCA）發展咖啡風味輪，作為評估咖啡風味的重要參考依據。本研究以風味作為主要評估方向。

(三)咖啡後製處理法

後製處理法指的是紅熟的咖啡櫻桃採收後，經一連串後續的加工動作成可以烘焙或儲藏的咖啡生豆。在後製處理法分類中有日曬、蜜處理、水洗處理等方法。

1. 日曬處理法

採收後的咖啡果實直接鋪放於日照充足的曬場進行乾燥，期間需定時翻動，使果實均勻受熱。乾燥時間約 2 至 3 週，待水分降至適當含量後，再以機器去除果皮、果肉與豆殼，即可取得咖啡生豆。日曬可於水泥地或架高曬網上進行，各產區作法略有差異，但原理相同（圖 9、圖 10）。

由於乾燥過程中咖啡豆長時間與果肉接觸，較容易吸收果實風味，因此常呈現較濃郁的水果香氣、較高甜感及較柔和的酸味。流程如下：

採收成熟果實→水泥地或曬網曝曬乾燥→約 2 至 3 週→脫果皮、肉、豆殼→咖啡生豆（種子）



圖 9：曬豆網曬豆
本照片由學生陳泰均拍攝



圖 10：咖啡乾果
此照片來自於《種好咖啡》

2. 蜜處理法

採收後的咖啡果實先以水槽篩選不良果，再去除外層果皮與部分果肉，但保留附著於咖啡豆表面的果膠層，接著進行日曬乾燥。乾燥完成後再去除豆殼，即可取得咖啡生豆。由於乾燥後豆表常呈現淡黃色或蜜糖色，因此稱為蜜處理（圖 11、圖 12）。

蜜處理會依果膠保留量不同分為不同類型，如黑蜜與白蜜。果膠保留較多者通常甜感與果香較明顯；保留較少者則酸味較清爽，風味接近水洗處理。

由於處理過程中咖啡豆仍與果膠接觸，因此常呈現較佳的甜感與風味層次。流程如下：

採收成熟果實→泡水去除不良果→脫除果皮與部分果肉→保留果膠→日曬乾燥（約 2 週）→脫去豆殼→咖啡生豆（種子）



圖 11：蜜處理曬豆
本照片由學生林宥言拍攝



圖 12：蜜處理帶殼豆
此照片來自於《種好咖啡》

3. 水洗處理法

採收後的咖啡果實先以水槽篩選不良果，再去除果皮與果肉，並於保留果膠狀態下浸水發酵約 24 - 48 小時（時間受溫度影響）。發酵後進行脫膠與日曬乾燥，乾燥完成後去除豆殼，即可取得咖啡生豆。由於果膠在發酵階段已去除，乾燥後豆表呈現較白色（圖 13、圖 14）。

水洗處理因大部分果肉與果膠於發酵過程中去除，使風味表現較為乾淨、清爽，酸味常呈現柑橘或莓果調性，甜感與果香則較為柔和。流程如下：

採收成熟果實→泡水去除不良果→脫除果皮與部分果肉→浸水發酵→脫果膠→日曬乾燥（約 2 週）→脫去豆殼→咖啡生豆（種子）

	
圖 13：水洗處理曬豆 本照片由學生林宥言拍攝	圖 14：水洗處理帶殼豆 本照片由學生林宥言拍攝

綜合上述三種後製處理法之特性可知，不同處理方式會影響咖啡豆與果肉或果膠接觸時間，進而造成風味表現差異。其中，日曬法的陽光需求大且本校無合適的日曬場地，再考慮處理法所需日曬程度、研究觀察與翻豆便利性等因素後，我們決定比較蜜處理與水洗處理對咖啡風味的影響。

(四)咖啡烘焙

咖啡烘焙是將咖啡生豆加熱，使其產生一系列物理與化學變化，進而形成香氣與風味的過程。烘焙過程中，水分蒸發、體積膨脹，顏色由淺轉深，並生成多種風味物質。

1. 烘焙階段

咖啡烘焙過程大致可分為三個階段(圖 15)：

- (1)**脫水期**：生豆進入烘焙設備後吸收熱能，溫度短暫下降後再上升。此階段主要為水分蒸發，豆體逐漸膨脹，顏色由灰綠轉為淡黃色。

(2) **梅納反應期**：咖啡豆內的糖類與胺基酸在加熱下產生梅納反應，使豆色由黃色轉為淺褐色，並生成多種香氣物質。隨後發生焦糖化反應，進一步產生揮發性香氣成分，影響咖啡的甜感、苦味與整體香氣表現，豆色亦持續加深。

(3) **風味發展期**：風味持續形成，並出現爆裂現象，可分為兩階段：

- ① **第一爆**(約 195~204°C)：當咖啡豆持續受熱時，豆內的水會轉為水蒸氣，同時產生一些氣體（如二氧化碳）。這些氣體被困在豆子裡，使內部壓力逐漸升高，最後將豆子撐裂，發出類似「啪」的爆裂聲。
- ② **第二爆**(約 220~230°C)：如果繼續加熱，豆內在高溫下持續膨脹，當壓力再次升高時，豆子會再度裂開，發出比較細碎的爆裂聲。此時咖啡的酸味減少、苦味增加，風味也會變得較為濃厚。

2. 焙度判定方法

焙度為咖啡豆烘焙程度之指標，本研究透過**爆裂現象**、**失重率**與**艾格狀數值（Agtron number）**進行判定。

(1) **爆裂現象**：烘焙過程中，咖啡豆內部水蒸氣與氣體累積，當壓力過大時產生爆裂聲。第一爆為淺焙至中焙之判斷依據，第二爆則為深焙之重要參考。本研究記錄爆裂發生時間與狀態作為判定依據之一。淺焙於一爆密集時下豆；中焙於一爆結束時下豆；深焙於二爆開始時下豆。

(2) **失重率**：失重率為烘焙過程中因水分蒸發與物質分解所造成的重量減少比例，其計算公式為：

$$\text{失重率(\%)} = (\text{生豆重量} - \text{熟豆重量}) \div \text{生豆重量}。$$

一般而言，淺焙約 12~15%，中焙約 15~18%，深焙約 20%，焙度越深失重率越高。

(3) 艾格狀數值(Agtron number)：艾格狀數值以咖啡顏色深淺判定焙度，範圍約 0 - 100，數值越大代表焙度越淺。為提高客觀性，本研究依 SCAA 標準色卡進行視覺比對，並以研磨後之豆粉色值為主要判定依據，輔以豆表色值參考（圖 16、圖 17）。

為避免單一指標產生誤差，本研究綜合上述三項指標進行焙度判定，以提高準確性與可靠性。

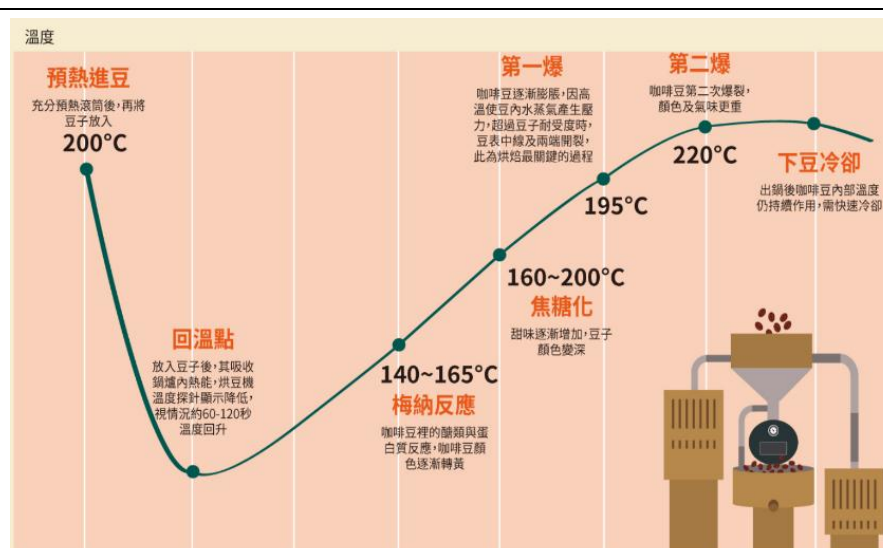


圖 15：咖啡烘焙三階段示意圖

此照片來自於《食力》網站

<https://www.foodnext.net/science/machining/paper/5975613132>



圖 16：SCAA 標準色卡
此照片由學生林羿辰拍攝



圖 17：豆粉色值比對
此照片由學生林宸言拍攝

(五) 粉水比對咖啡風味之影響

粉水比是指沖煮咖啡時「咖啡粉重量」與「水的重量」之間的比例。例如常見的 1：15，表示使用 1 克咖啡粉，需要搭配 15 克水進行沖煮。

合適的粉水比是影響咖啡風味的重要因素之一。若水量過多，咖啡風味會被稀釋，味道較淡；若水量過少，咖啡可能過於濃厚，甚至出現苦味或不舒服的口感。因此，選擇適當的粉水比，有助於呈現較好的咖啡風味。

常見的手沖咖啡比例如下：

1. 1：15 的比例：咖啡味道較濃，喝起來味道明顯，含在口中時感覺較厚重，苦味與香氣較容易被感受到。
2. 1：16 的比例：風味較為平衡，酸味、甜味與苦味不會特別突出，整體感覺較平均，入口順口。
3. 1：17 的比例：味道較清爽，喝起來較淡，口中停留時間較短，苦味較不明顯，整體感覺較輕。

本研究參考文獻資料選擇 1：12、1：15 與 1：18 三種粉水比，分別代表濃、適中與較淡的咖啡濃度，探討其對咖啡風味的影響。

(六) 咖啡風味評估方法

咖啡杯測是一種透過標準化與科學流程來評估咖啡風味的方法。為了讓不同咖啡樣本能夠公平比較，杯測會依照固定的烘焙流程、杯測工具、杯測步驟、萃取方式與評分標準進行，使評估結果更加一致。

在專業杯測中，通常會使用 SCA 杯測量表進行評分。評分項目包含香氣（Fragrance(Dry)／Aroma(Wet)）、啜吸風味（Flavor）、餘韻（Aftertaste）、酸度（Acidity）、醇厚度（Body）等，並將各項分數加總。總分達 80 分以上者，視為精品咖啡等級。

本研究考量同學的操作能力，以及受測師長的味覺辨識程度，並在訪談杯測專家後，將專業評分項目簡化為四項指標：**酸味、苦味、回甘與整體喜好**。評分方式採**五點量表**（1～5 分），分數越高代表感受越明顯或越喜歡。

此設計讓研究者能清楚理解評分內容，同時保留咖啡風味比較的重要面向，使評量結果兼具可行性與比較性。

貳、研究設備及器材

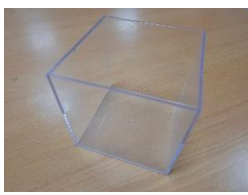
一、研究材料

本校種植的阿拉比卡咖啡品種不明，且產量不足以提供本研究所需，因此，本研究向一山沐茂林多納咖啡屋購買鐵皮卡咖啡豆作為實驗材料，以確保實驗材料來源一致並具代表性。

115 年 1 月 4 日取得第一批咖啡生豆，主要用於不同處理法之烘焙實驗；因實驗用量不足，115 年 2 月 7 日再取得第二批同來源之咖啡生豆，用於不同焙度及粉水比之實驗。各主題實驗皆使用同一批生豆進行，以降低原料差異對實驗結果的影響。

		
咖啡櫻桃(果實)	咖啡生豆(帶殼)	咖啡生豆

二、 咖啡生豆處理：

			
水箱	觀察箱	保溫墊	不鏽鋼篩網
			
水槽過濾網	曬豆網	透明壓克力盒	壓克力防潮箱

三、 咖啡烘焙設備：

			
廚房秤	電子秤	烤箱	烤箱溫度計
			
隔熱手套	不鏽鋼碗	SCAA 標準色卡	壓克力防潮箱

四、 咖啡杯測器材：

			
電子秤	磨豆機	咖啡毛刷	杯測湯匙

			
不鏽鋼碗	陶瓷杯	濾水壺	紅酒杯

參、研究過程或方法

本研究旨在探討影響咖啡風味之主要因素，選擇咖啡後製處理方式、焙度與粉水比作為操縱變因。研究過程包含生豆處理、烘焙控制與杯測評估，最後透過杯測結果進行數據分析，觀察不同變因是否對咖啡風味表現產生影響。

一、研究架構

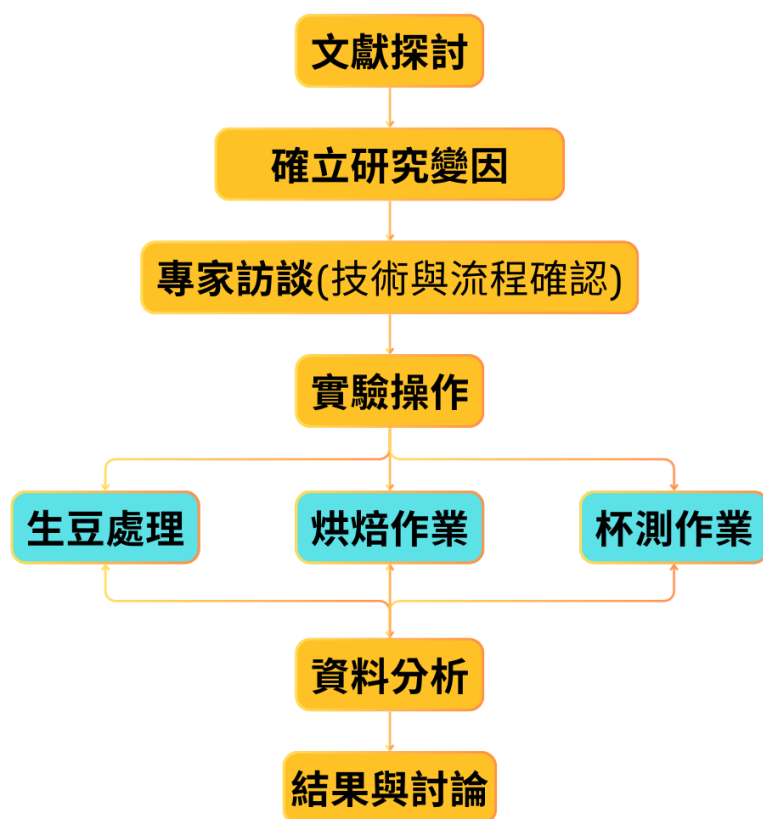


圖 18：研究架構圖

二、研究變因說明

(一)後製處理法

1. 操縱變因：後製處理法（蜜處理、水洗處理）
2. 控制變因：咖啡豆來源(同批次鐵皮卡)、乾燥方式(自然教室曬網)、
焙度控制（中焙）、研磨粗細(刻度 3)、粉水比（1:15）、
沖煮方式(中心注水)、杯測流程、評分標準(五點量表)
3. 應變變因：杯測風味評分結果（酸味、苦味、回甘、整體喜好）

(二)焙度

1. 操縱變因：焙度控制（淺焙、中焙、深焙）
2. 控制變因：咖啡豆來源(同批次鐵皮卡)、後製處理法（水洗處理）、
乾燥方式(自然教室曬網)、研磨粗細(刻度 3)、粉水比（1:15）、
沖煮方式(中心注水)、杯測流程、評分標準(五點量表)
3. 應變變因：杯測風味評分結果（酸味、苦味、回甘、整體喜好）

(三)粉水比

1. 操縱變因：粉水比（1:12、1:15、1:18）
2. 控制變因：咖啡豆來源(同批次鐵皮卡)、後製處理法（水洗處理）、
乾燥方式(自然教室曬網)、焙度控制（中焙）、研磨粗細(刻度 3)、
沖煮方式(中心注水)、杯測流程、評分標準(五點量表)
3. 應變變因：杯測風味評分結果（酸味、苦味、回甘、整體喜好）

三、專家訪談與操作細節確認

在完成文獻探討並確立研究變因後，為確保實驗操作流程之專業性與可行性，本研究透過視訊方式訪談高雄市茂林區多納里一山沐多納咖啡屋店長卓瑞賢先生，針對生豆處理、後製流程、烘焙控制及杯測評估等技術細節進行確認與修正（圖 18）。訪談結果整理如下(訪談大綱如附錄一)：

(一)生豆水分與品質判斷

專家指出，水分含量過高之生豆經烘焙後，風味發展可能不足，且賞味期較短，不利於保存。在缺乏水分儀的情況下，可透過指甲按壓生豆，若易碎或留下明顯指痕，表示乾燥程度較適合烘焙。

(二)瑕疵豆辨識

酸豆屬於瑕疵豆之一，通常質量較輕、質地偏乾。可透過摩擦或剝開生豆觀察內部顏色進行辨識，正常生豆呈翠綠色。

(三)後製處理注意事項

帶果肉之後製方式需控制發酵時間，若發酵過久，可能產生酒味；水洗處理過程中若浸泡時間過長或頻繁換水，可能影響風味物質保留，使風味表現較為淡薄。因此，本研究於後製過程中控制發酵與清洗時間，以維持風味穩定性。

(四)烘焙溫度控制建議

專家建議，在梅納反應完成後可適度提升火力，使烘焙設備升溫，提供足夠熱能促進一爆或二爆發展，以利風味形成。因此本研究於焙度實驗中，依爆裂階段與溫度變化作為焙度判定依據。

(五)銀皮處理與外觀考量

銀皮可透過拋光機器或物理方式去除。專家指出銀皮對風味影響有限，但清除後可提升外觀品質。

(六)杯測調整方式

專業杯測通常一個樣品需準備五杯以確保穩定性；考量本研究樣品數量有限，經專家建議後採每樣品一杯進行評估。

(七)風味評估指標選定

考量研究對象為國小學生，專家建議選擇較易辨識之感官指標，包括酸味、苦味與回甘；另以整體喜好作為綜合評估之指標。因此本研究應變因採上述四項風味指標進行量化評分。



四、實驗操作流程

(一) 生豆處理

1. 蜜處理法

採收成熟果實→泡水去除不良果→裝入麻袋後甩打或重物擠壓後脫除果皮→
室內曬網乾燥（約 2 週）→人工脫去豆殼→咖啡生豆（種子）

2. 水洗處理法

採收成熟果實→泡水去除不良果→裝入麻袋後甩打或重物擠壓後脫除果皮→
浸水發酵 24~48 小時→帶殼豆裝入水槽過濾網後，經手掌摩擦方式脫果膠→
室內曬網乾燥（約 2 週）→人工脫去豆殼→咖啡生豆（種子）

(二) 烘焙作業

本研究將咖啡烘焙分為五階段，分別是預熱期、脫水期、梅納反應期、梅納反應期(後段)及一爆結束。烤箱作為本次實驗的烘焙工具，經觀察烤箱溫度計，內部升溫至目標溫度需較長時間，視焙度需要，會提早設定下一階段所需旋鈕溫度，以便提供所需的熱能。烘焙操作設定如下：

表 1：咖啡烘焙階段與旋鈕調整對照表

烘焙階段	旋鈕調整階段	調整原因
暖機	預熱期	使烤箱迅速升溫至入豆溫度
脫水期	入豆	讓咖啡豆充分脫水
梅納反應期	梅納反應期開始	逐漸產生香氣
	梅納反應期(後段)	為一爆提供足夠熱度
風味發展期	一爆結束	為二爆提供足夠熱度

1. 不同處理法

史考特·拉奧（Scott Rao）在《咖啡烘豆的科學》一書中指出，咖啡生豆的後製處理法會影響其密度、水分含量及受熱反應，因此不同處理法的咖啡豆在烘焙時需要不同的熱能調整。CoffeeClass 在〈衣索比亞水洗 vs 日曬：不同處理法的烘焙策略〉一文中也提到，水洗豆密度較高、結構較紮實，較高的入豆溫，可避免外熟內生。相較之下，日曬豆因豆表保留較多糖分與銀皮，對熱能反應較為敏感，若入豆溫過高，容易造成表面焦苦。蜜處理咖啡豆因豆表保留部分果膠層，糖分含量也較高，因此在烘焙時可能對熱能較為敏感，若入豆溫過高，也可能產生焦苦的風味。

考量本研究所使用之水洗與蜜處理豆，在含水量、密度及表面物質上可能存在差異，因此採用少量分批烘焙的方式進行。焙度設定為中焙，並依咖啡豆顏色、香氣與爆裂聲等現象進行判斷，適時調整旋鈕溫度。

旋鈕設定溫度如下：

表 2：不同後製處理法之咖啡烘焙設定表

旋鈕設定 後製法 烘焙階段	水洗處理	蜜處理
預熱期	250℃	250℃
入豆	210℃	210℃
梅納反應期開始	210℃	210℃
梅納反應期(後段)	220℃	200~220℃

2. 不同焙度

本研究選用水洗處理咖啡豆作為實驗樣本，分別進行淺焙、中焙與深焙的烘焙作業。為避免不同批次烘焙可能產生的差異影響實驗結果，三種焙度皆採一次烘焙足夠量的方式進行。旋鈕設定溫度如下：

表 3：不同焙度之咖啡烘焙設定表

旋鈕設定 焙度 烘焙階段	淺焙	中焙	深焙
預熱期	250℃	250℃	250℃
入豆	200℃	210℃	210℃
梅納反應期開始	190℃	190℃	210℃
梅納反應期(後段)	210℃	220℃	220℃
一爆結束			250℃

3. 不同粉水比

本研究選用水洗處理咖啡豆作為實驗樣本，焙度設定為中焙，採一次烘焙足夠量後，再依不同粉水比克數要求，各自取用。旋鈕設定溫度如下：

預熱期 250°C→入豆 210°C→梅納反應期開始 190°C→梅納反應期後段 220°C

(三) 杯測作業

本研究參考 SCA 杯測標準，並依訪談結果設計杯測流程與杯測評分表。杯測採盲測方式進行，邀請校內平時有喝咖啡習慣的師長擔任評審。每次杯測邀請 4 位師長參與，每個樣品準備三杯咖啡供評分，並進行三次重複杯測，以提高結果的可靠性。杯測時，參與者需依序試喝所有樣品並填寫杯測評分表，完成後才算完成一次杯測流程。因部分師長需配合課務安排，每次參與的評審可能略有不同。

1. 準備工作

- (1)研究人員先印製杯測評分表，並隨機安排各樣品的杯測順序。每一杯咖啡皆以代號標示，並建立樣品代號與咖啡熟豆的對照表，以確保杯測過程為盲測。
- (2)事前邀請擔任評審的師長，並告知時間及地點。
- (3)依杯測順序在桌上擺放 6 至 9 個杯測碗，並在杯測碗後方貼上 A~I 的代號作為辨識。杯測碗前方放置紅酒杯，用於清洗杯測湯匙。
- (4)在紅酒杯下方鋪放餐巾紙，供杯測湯匙擦拭使用，而冷水壺裝入飲用水後，隨即倒入紅酒杯內，供杯測人員清洗杯測湯匙用，同時擺放好杯測湯匙。

2. 杯測流程

- (1)將咖啡豆放入磨豆機，研磨度設定為 3，依實驗需求研磨所需的咖啡粉。
- (2)將杯測空杯放在電子秤上歸零後，依不同粉水比秤取咖啡粉，並依杯測順序擺放於桌上。粉水比 **1 : 12 (12.5g)** ; **1 : 15 (10g)** ; **1 : 18 (8.3g)**。
- (3)由開飲機取熱水，以中心注水方式將熱水倒入杯中，注水至 150ml 後，開始計時。
- (4)浸泡 4 分鐘後進行破渣，再等待 1 分鐘後撈渣，完成後即可開始試喝。
- (5)杯測過程中，如清洗湯匙的紅酒杯水變髒，立即更換乾淨的飲用水。同時提供清水供杯測人員漱口，並提醒填寫杯測評分表。

五、資料整理與分析

為了降低沖煮誤差、評審主觀差異以及單次實驗結果的影響，本研究採用**分層平均**的方式整理杯測資料。首先，將每位評審對三杯相同樣品咖啡的評分取平均，得到該評審對該樣品的評分，以降低單次沖煮可能造成的差異。接著，再將同一次杯測中四位評審的評分取平均，得到該次杯測的風味評價，以降低不同評審之間的主觀差異。最後，將三次杯測的結果再取平均，作為該處理條件的最終風味評分。



圖 20：資料整理流程圖

肆、研究結果

一、蜜處理與水洗處理對咖啡風味之影響

表 4：不同後製處理法之咖啡風味指標平均評分

酸味 後製法	重複次數	1	2	3	平均
水洗		2	2.42	2	2.14
蜜處理		3.09	1.67	1.83	2.2

苦味 後製法	重複次數	1	2	3	平均
水洗		2.25	2.34	2.92	2.5
蜜處理		1.59	2.75	2.58	2.31

回甘 後製法	重複次數	1	2	3	平均
水洗		2.42	2.17	2.08	2.22
蜜處理		2.5	1.92	1.84	2.09

整體喜好 後製法	重複次數	1	2	3	平均
水洗		2.33	2.58	2.33	2.41
蜜處理		2.59	2.33	2.42	2.45

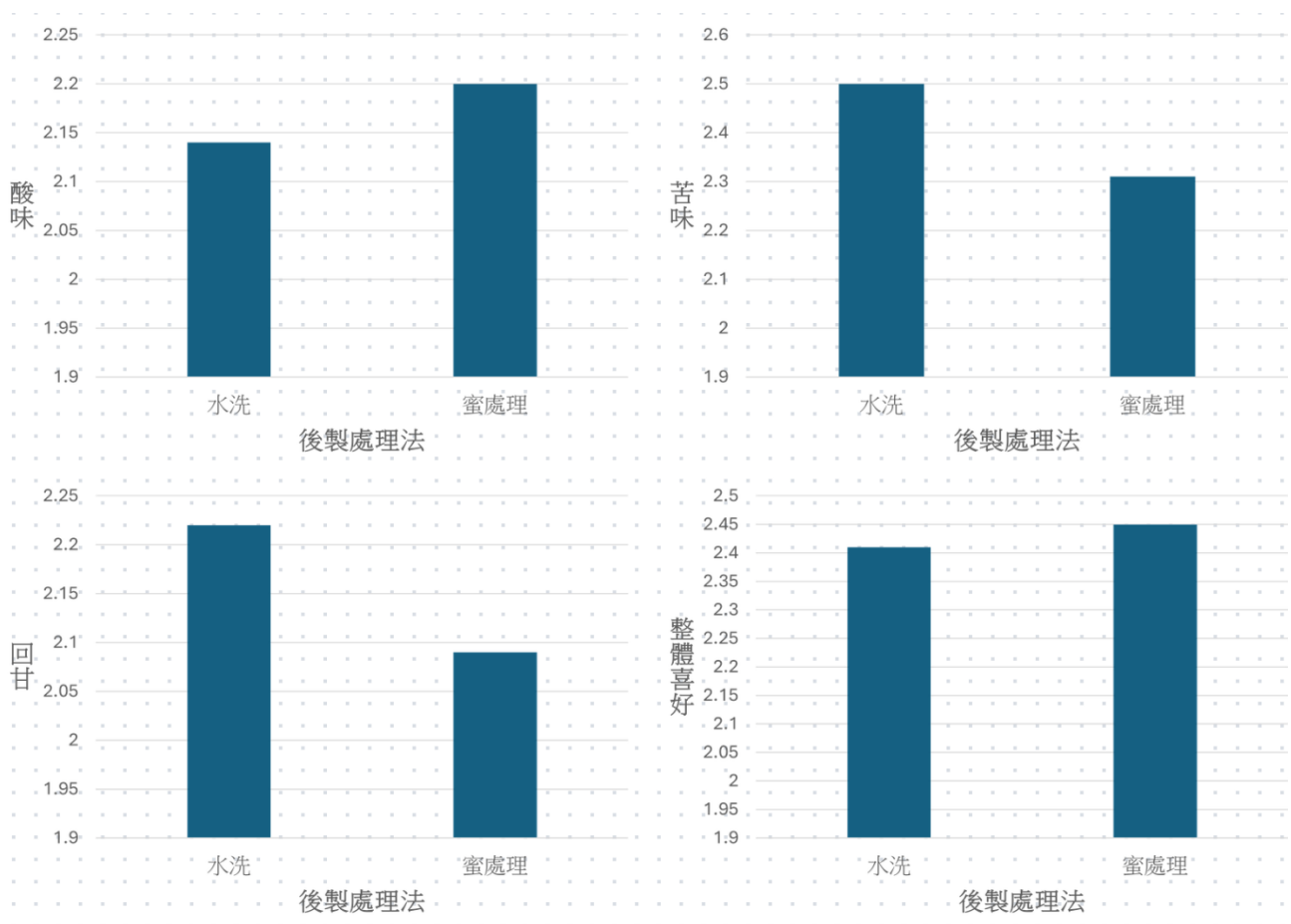


圖 21：不同後製處理法之咖啡風味指標平均評分比較

由表 4 與圖 21 可知，不同後製處理法在四項風味指標之平均評分比較結果如下：

- (一)在酸味指標比較中，蜜處理咖啡的平均得分為 2.20 分，略高於水洗處理咖啡的 2.14 分，顯示蜜處理咖啡在酸味表現上稍為明顯。
- (二)在苦味指標比較中，水洗處理咖啡的平均得分為 2.50 分，高於蜜處理咖啡的 2.31 分，顯示水洗處理咖啡在苦味表現上較為明顯。
- (三)在回甘指標比較中，水洗處理咖啡的平均得分為 2.22 分，高於蜜處理咖啡的 2.09 分，顯示水洗處理咖啡在回甘表現上略為突出。
- (四)在整體喜好指標比較中，蜜處理咖啡的平均得分為 2.45 分，水洗處理咖啡為 2.41 分，兩者差異不大，顯示整體喜好程度相近。

綜合以上結果可知，不同後製處理法在各風味指標上呈現不同表現，其中蜜處理在酸味表現較佳，而水洗處理在苦味與回甘指標上略為突出，但在整體喜好上兩者差異不明顯。

二、 不同焙度（淺焙、中焙、深焙）對咖啡風味之影響

表 5：不同焙度之咖啡風味指標平均評分

酸味 焙度 \ 重複次數	1	2	3	平均
淺焙	2.33	3	2.42	2.58
中焙	2	2.33	3.08	2.47
深焙	1	1.42	2.08	1.5

苦味 焙度 \ 重複次數	1	2	3	平均
淺焙	1.67	1.25	1.5	1.47
中焙	2.5	2.09	2.25	2.28
深焙	4.5	3.34	3.84	3.89

回甘 焙度 \ 重複次數	1	2	3	平均
淺焙	1.92	2.17	2.84	2.31
中焙	1.92	2.5	2.92	2.45
深焙	1.58	2.33	2.92	2.28

整體喜好 焙度 \ 重複次數	1	2	3	平均
淺焙	2.75	2.17	3	2.64
中焙	2.25	2.67	3.33	2.75
深焙	1.58	2.58	3	2.39

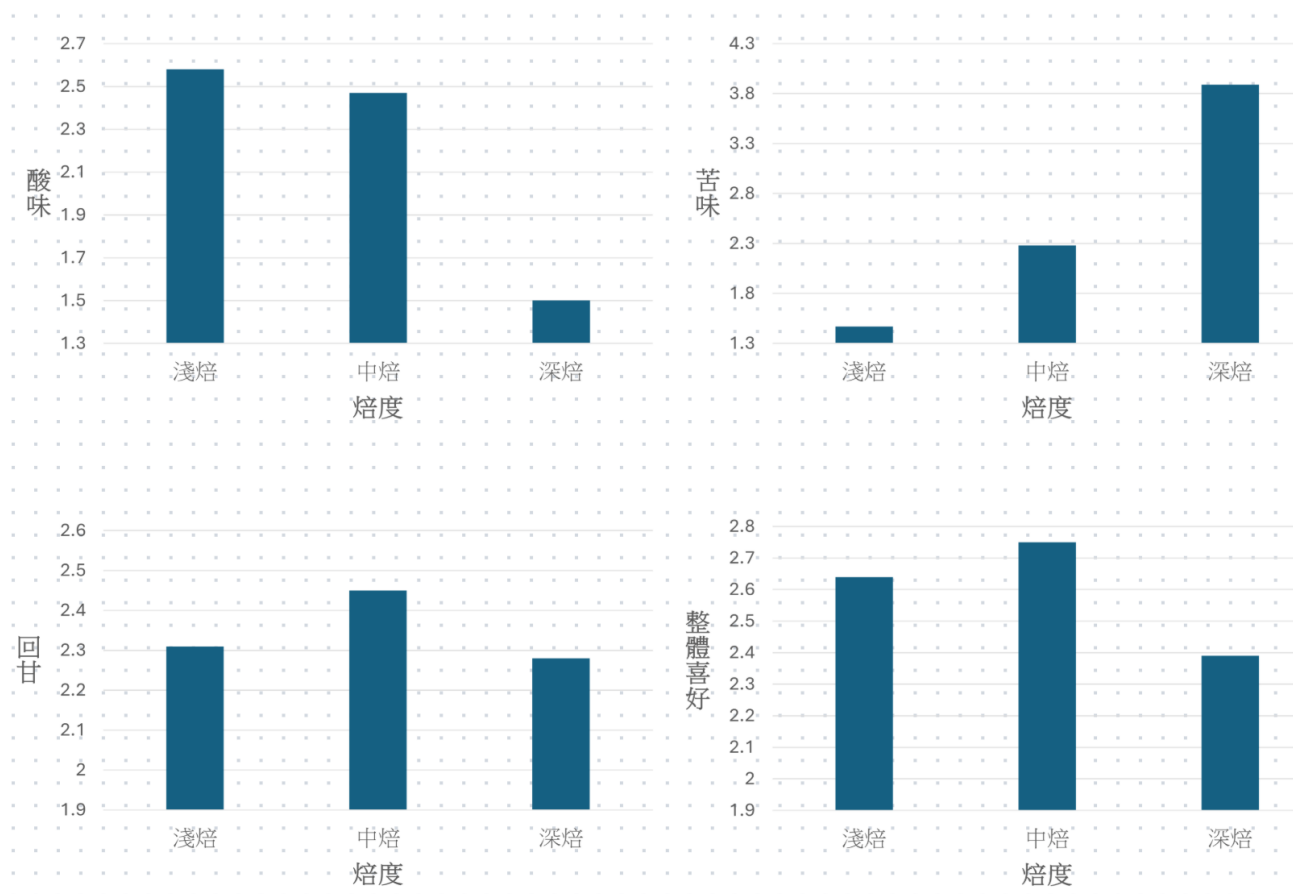


圖 22：不同焙度之咖啡風味指標平均評分比較

由表 5 與圖 22 可知，不同焙度在四項風味指標之平均評分比較結果如下：

- (一)在酸味指標比較中，淺焙咖啡的平均得分為 2.58 分，高於中焙咖啡的 2.47 分，而深焙咖啡為 1.50 分，為三者中最低，顯示隨焙度加深，酸味表現呈下降趨勢。
- (二)在苦味指標比較中，深焙咖啡的平均得分為 3.89 分，高於中焙咖啡的 2.28 分，而淺焙咖啡為 1.47 分，為三者中最低，顯示隨焙度加深，苦味表現呈上升趨勢。
- (三)在回甘指標比較中，中焙咖啡的平均得分為 2.45 分，略高於淺焙咖啡的 2.31 分，而深焙咖啡為 2.28 分，為三者中最低，顯示中焙咖啡在回甘表現上略為突出。

(四) 在整體喜好指標比較中，中焙咖啡的平均得分為 2.75 分，略高於淺焙咖啡的 2.64 分，而深焙咖啡為 2.39 分，為三者中最低，顯示中焙咖啡在整體喜好表現上略為突出。

綜合以上結果可知，焙度會影響咖啡風味表現，其中淺焙咖啡酸味較為明顯，深焙咖啡苦味較為突出，而中焙咖啡在回甘及整體喜好上表現較佳，顯示中焙咖啡在風味平衡上具有較佳表現。

三、 不同粉水比（1：12、1：15、1：18）對咖啡風味之影響

表 6：不同粉水比之咖啡風味指標平均評分

酸味 重複次數 粉水比	1	2	3	平均
1:12	1.58	2	2	1.86
1:15	1.58	2.33	1.83	1.91
1:18	1.58	1.58	1.67	1.61

苦味 重複次數 粉水比	1	2	3	平均
1:12	3.42	3	3.08	2.83
1:15	3.58	2.17	2.84	2.86
1:18	3.42	2.67	2.58	2.89

回甘 重複次數 粉水比	1	2	3	平均
1:12	1.75	2.42	3	2.39
1:15	1.92	2.25	2.92	2.36
1:18	1.25	2.5	2.17	1.97

整體喜好 重複次數 粉水比	1	2	3	平均
1:12	1.75	2.75	3.5	2.67
1:15	2.25	2.34	3.17	2.59
1:18	1.75	2.33	3	2.36

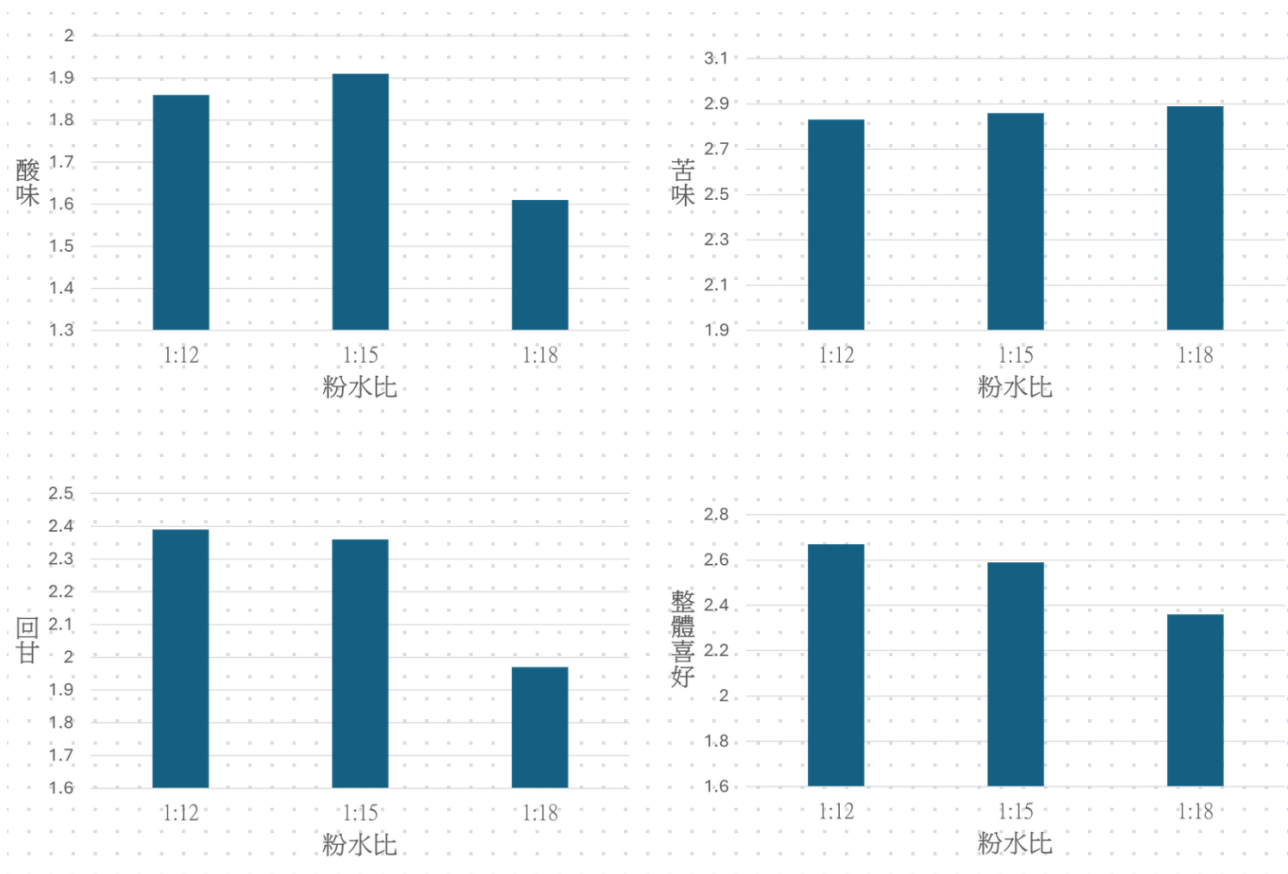


圖 23：不同粉水比之咖啡風味指標平均評分比較

由表 6 與圖 23 可知，不同粉水比在四項風味指標之平均評分比較結果如下：

- (一)在酸味指標比較中，1:15 咖啡的平均得分為 1.91 分，略高於 1:12 咖啡的 1.86 分，而 1:18 咖啡為 1.61 分，為三者中最低，顯示 1:15 咖啡在酸味表現上稍微較為明顯。
- (二)在苦味指標比較中，1:18 咖啡的平均得分為 2.89 分，略高於 1:15 咖啡的 2.86 分，而 1:12 咖啡為 2.83 分，三者分數差距不大，顯示不同粉水比在苦味表現上差異不明顯。
- (三)在回甘指標比較中，1:12 咖啡的平均得分為 2.39 分，略高於 1:15 咖啡的 2.36 分，而 1:18 咖啡為 1.97 分，為三者中最低，顯示 1:12 與 1:15 咖啡在回甘表現上相近，而 1:18 因沖泡水量較多、風味較為稀釋，因此回甘表現較低。

(四) 在整體喜好指標比較中，1:12 咖啡的平均得分為 2.67 分，略高於 1:15 咖啡的 2.59 分，而 1:18 咖啡為 2.36 分，為三者中最低，顯示在本次實驗中，1:12 粉水比的整體喜好表現較佳。

綜合以上結果可知，不同粉水比會影響咖啡風味表現，其中 1:15 在酸味表現上略為突出，而 1:12 在回甘及整體喜好上得分較高；相較之下，1:18 因沖泡水量較多，風味較為稀釋，在各項指標表現皆相對較低。

伍、討論

- 一、在後製處理法比較中，原先預測水洗處理咖啡的酸味會高於蜜處理咖啡，但研究結果顯示蜜處理咖啡的酸味反而較高。推測可能是這批水洗咖啡豆在浸水發酵時剛好遇到寒流，水溫較低，脫膠效果不好，因此延長浸泡時間，再加上期間需要換水，部分風味物質可能被洗掉，使酸味表現較不明顯。
- 二、在苦味與回甘指標上，水洗處理咖啡的分數都高於蜜處理咖啡。可能是因為水洗咖啡風味較乾淨、清爽，而蜜處理咖啡因保留果膠，甜感較明顯，可能稍微中和了苦味。另外，回甘是指苦味慢慢消退後出現的甜感。本研究也發現深焙咖啡苦味較高、回甘較低，推測可能是烘焙較深，使苦味蓋過原本的甜感。
- 三、本研究淺焙咖啡的酸味平均分數只比中焙咖啡稍微高一點，和原本預期有些差距。從文獻資料推測，可能是因為淺焙咖啡在一爆時下豆，但前期熱量累積不夠，使一爆不夠密集，下豆時間稍微延後，因此焙度比較接近中焙，酸味差異也不明顯。

- 四、 在苦味比較中，不同粉水比之間的差異不大，可能是因為本研究使用相同的咖啡豆與焙度沖泡，使苦味表現較為接近。
- 五、 本研究可提供咖啡愛好者在家使用烤箱烘豆的參考。但本研究使用的烤箱無法在烘焙過程中翻動咖啡豆，受熱較不均勻。未來建議使用滾筒式烤箱，以提高受熱均勻度並更容易控制烘焙程度。
- 六、 本研究僅使用單一咖啡豆進行實驗，未來可以增加不同品種或產區的咖啡豆進行比較。另外，也可以嘗試不同沖泡方式或更多粉水比，進一步了解各種因素對咖啡風味的影響。同時若能增加更多品評者參與評分，研究結果可能會更具有代表性。

陸、結論

- 一、 本研究比較水洗處理與蜜處理咖啡的風味表現，結果顯示蜜處理咖啡在酸味表現上略高，而水洗處理咖啡在苦味與回甘的平均分數較高。
- 二、 在不同焙度的比較中，淺焙咖啡的酸味表現略高於中焙咖啡，而深焙咖啡的苦味最明顯。
- 三、 在粉水比比較中，1:12 的咖啡在回甘與整體喜好上的表現較佳，而 1:18 因水量較多，咖啡風味較淡，整體評分較低。
- 四、 整體結果顯示，焙度會影響咖啡的酸味與苦味，而粉水比則會影響咖啡風味的濃淡與口感。
- 五、 本研究結果可作為本校製作濾掛咖啡時調整沖泡比例的參考，找出較適合本校師長口味的咖啡比例，並在畢業前製作成濾掛咖啡包，表達我們對師長的感謝之意。

綜合本研究結果可以發現，咖啡的風味會受到後製處理法、焙度與粉水比等因素影響。其中焙度對酸味與苦味的影響較明顯，而粉水比則會改變咖啡風味的濃淡。透過本研究，不僅可以更了解不同條件下咖啡風味的變化，也能找出較適合本校師長口味的咖啡比例，作為製作濾掛咖啡包的參考。



圖 24：咖啡豆磨粉
本照片由學生陳咨釉拍攝



圖 25：濾掛包封口
本照片由學生陳咨釉拍攝



圖 26：濾掛包成品
本照片由學生陳咨釉拍攝

柒、參考資料及其他

- 一、阿拉比卡的前世今生 (2021 年 1 月 20 日)。Hami 書城。 <https://reurl.cc/W8j3Z5>
- 二、水戶月 (2025)。種好咖啡。五南圖書出版股份有限公司。
- 三、史考特·拉奧 (Scott Rao) (2020)。咖啡烘豆的科學。方言文化出版事業有限公司。
- 四、桑卓咖啡研究學院 (無日期)。衣索比亞水洗 vs 日曬：不同處理法的烘焙策略。
<https://reurl.cc/53g9Lz>
- 五、李怡欣 (2020 年 11 月 6 日)。抓緊時機、釋放風味的咖啡烘豆學——一爆二爆的觀察心法、淺中深焙比一比。農傳媒。 <https://www.agriharvest.tw/archives/47159/>
- 六、咖啡起源地：你所不熟悉的葉門摩卡 (無日期)。成真咖啡。 <https://reurl.cc/AbxkrZ>
- 七、咖啡烘焙法學問大！650 種香氣變化玩不完！（2021 年 8 月 8 日）。食力 foodNEXT。 <https://reurl.cc/YkZn90>
- 八、游富宇 (2012 年 12 月 25 日) 咖啡為什麼這麼香？咖啡烘焙時的焦糖化與梅納反應。泛科學。 <https://pansci.asia/archives/33203>
- 九、咖啡風味輪完全解析：花香、果酸、堅果調性從何而來？ (無日期)。matrix。
<https://reurl.cc/9bdr6j>
- 十、林桑 (無日期) 咖啡杯測技巧大公開！讓你的咖啡品質更上一層樓！。林桑咖啡。
<https://reurl.cc/QV1Lx0>
- 十一、咖啡後製分類 (2021 年 12 月 21 日)。農業主題館咖啡。 <https://reurl.cc/pK76Wa>
- 十二、基礎烘豆教學：淺焙、中焙、中深焙 / 2023 烘豆新手指南 (2023)。盧貝思。
<https://reurl.cc/dqK86z>
- 十三、方格子 VOCUS (2024 年 6 月 8 日) 手沖咖啡比例指南》1 : 15 到 1 : 17 的完美風味。遠見雜誌。 <https://reurl.cc/R9KnEG>
- 十四、費小編 (2024 年 3 月 20 日) 手沖咖啡 影響風味的關鍵：研磨、水溫、粉水比。FELALA。 <https://reurl.cc/VmGpQb>

- 十五、Z 編輯（2025 年 8 月 6 日）*日曬、水洗咖啡處理法差別？了解風味特色、適合對象*。1zpresso。 <https://reurl.cc/eVqDmj>
- 十六、張淑芬 程永雄 徐信次 朱慶國（2006）。*台灣咖啡之介紹*。農業試驗所技術服務。67：13-16
- 十七、*台灣咖啡興衰史*（無日期）。川咖啡。 <https://reurl.cc/3bGaqL>
- 十八、林桑（無日期）詳解鐵比卡(Typica)，阿拉比卡中最重要的咖啡豆品種。林桑咖啡。 <https://treeman.tw/typica-coffee/>
- 十九、*淺學咖啡史·鐵皮卡的傳播歷程~*（2023 年 12 月 6 日）。CAFFESME。
<https://reurl.cc/VmKEVN>
- 二十、關於咖啡 | 杯測（2020 年 5 月 14 日）。SATUR 薩圖爾精品咖啡。
<https://reurl.cc/k841gq>
- 二十一、關於 Specialty Coffee Association SCA 國際精品咖啡協會（無日期）。CCA 自家咖啡學院。 <https://cicacoffee.academy/%E9%97%9C%E6%96%BCsca/>
- 二十二、Z 編輯（2025 年 12 月 17 日）*認識古老的鐵皮卡 Typica 咖啡！風味特色&與波旁差異一覽*。1zpresso。 <https://reurl.cc/k8mZAK>
- 二十三、風味輪介紹（2021 年 5 月 6 日）。Sandbox Smart Technology。
<https://reurl.cc/nlQom1>
- 二十四、給新手的精品咖啡學習建議-居家杯測篇（無日期）。VV Café。
<https://reurl.cc/k8412q>
- 二十五、翁世豪（2014）*臺灣咖啡育種先驅-田代安定與恆春熱帶植物殖育場*。茶葉專訊。90：2-5
- 二十六、游雅雯 廖益萱 鄭博文（無日期）。*應用實驗設計於咖啡沖泡後口味之探討*。
- 二十七、JC 咖啡小學堂（2024 年 12 月 6 日）*什麼是咖啡烘焙度數值？讓咖啡風味更穩定的秘密！*。JC 咖啡。 <https://reurl.cc/6bAe0O>

二十八、 林桑（無日期）咖啡烘焙度選購完全指南：從淺焙、中焙到深焙的風味解析。林桑咖啡。 <https://reurl.cc/1krp1Q>

二十九、 咖啡豆烘焙的失水率？還是失重率？（無日期）。盧貝思 Rubasse。
<https://reurl.cc/8eG2mb>

三十、 飛小編（2025 年 7 月 1 日）2025 烘豆全攻略：從淺焙到深焙，掌握烘焙度與風味。Femobook。 <https://reurl.cc/1a3Xq6>

三十一、 飛小編（2025 年 12 月 3 日）鐵比卡咖啡特別在哪裡？歷史、產區、風味一次介紹。Femobook。 <https://reurl.cc/zK0e9k>

附錄一 訪談大綱

一、 關於咖啡豆特性

- （一）沒有水分儀時，有簡單方法判斷生豆水分是否適合烘焙嗎？
- （二）水洗豆呈黃褐色時，如何判斷是否為酸豆？靠外觀、氣味或沖泡味道？

二、關於咖啡後製處理

- （一）蜜處理與水洗處理流程有何不同？風味差異為何？
- （二）銀皮不容易脫落，有什麼方法嗎？殘留是否會影響風味？

三、關於烘焙過程與溫度控制

- （一）梅納反應期需要控制火力讓香氣發展，但我們常遇到後續溫度升不到一爆的情況，請問可以怎麼改善？

四、關於杯測與風味評估

- （一）專業杯測時通常會沖泡幾杯來進行比較？
- （二）若讓國小學生進行咖啡風味評估，哪些指標最能表現咖啡特性，又比較容易操作與理解？