

屏東縣第 66 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用學科(二)

組 別：國中 組

作品名稱：神農嚐百葉-山刺番荔枝葉子茶之探討

關 鍵 詞：山刺番荔枝葉子茶、自由基清除率、總酚含量

編號：B7007

目錄

摘要-----	p.2
壹、前言-----	p.2
貳、研究設備及器材-----	p.5
參、研究過程與方法-----	p.6
肆、研究結果-----	p.15
伍、討論-----	p.22
陸、結論-----	p.23
柒、參考資料和其他-----	p.24

摘要

本研究主要是以自由基清除率和總酚含量來評估刺番荔枝葉的抗氧化能力，並探討茶葉乾燥方式、茶葉的型態及添加物對其造成的影響。研究結果顯示，山刺番荔枝葉片，自由基清除率即高達 **87.24%到 88.89%**之間，可見其有極強的抗氧化能力。總酚含量會因為沸煮時間、葉子外形大小、烘焙方式或中藥添加物而有所差異，總酚含量在數值變化極大。其中也子小切片表現最差，總酚含量為 16.07 mg/L；果乾機烘焙 2hr 表現最佳，總酚含量為 81.73 mg/L。

中藥的添加，以甘草的甘甜，獲得品茶人員的高評分；以新鮮葉片的沸煮評分最低，因為草腥味太重。

壹、前言

一、研究動機：

長輩都喜歡喝茶，而且都說喝茶對身體有很多好處。因為茶葉中有很多對人體很好的成分，比如茶多酚中的兒茶素是抗氧化和抗癌的主要成分，咖啡因則能提神醒腦，而胺基酸則帶來鮮爽的風味，茶葉中更富含多種維生素和礦物質。雖然茶葉好喝、天然、對身體好，也容易取得。但是好的茶葉畢竟不便宜，所以在一次偶然機會中，聽到一群長輩的喝茶聊天中，提到**山刺番荔枝葉**可以拿來泡茶喝，對身體也很好。而他的果園五年前就種了一棵，現在也開始結果了，果實成熟後可以分享給大家.....。

既然葉子有那麼好的功效，那可能就剩下口感、味道、香氣...等其他問題了。所以我和幾位志同道合的同學，打算做出長輩可以接受的山刺番荔枝葉**茶包**，泡出長輩他們可以認可的茶。

二、研究目的：

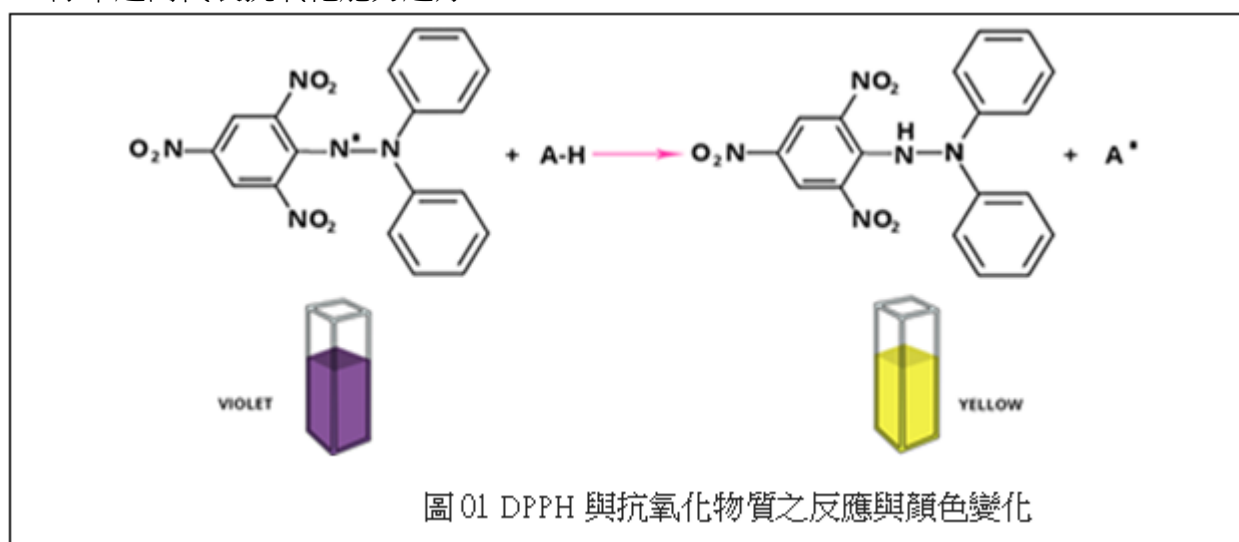
- (一)、研究山刺番荔枝葉的烘製**形成方式**與實際喝起來的口感、味道、香氣...等問題。及其對自由基清除率和總酚含量之影響。其形成方式包括：生泡、日曬、**70°C**烘培。
- (二)、研究山刺番荔枝葉的**泡茶方式與時長**對實際喝起來的口感、味道、香氣...等問題。及其對自由基清除率和總酚含量之影響。泡茶方式包括：沸煮、浸泡。
- (三)、研究山刺番荔枝葉的**葉子狀態**與實際喝起來的口感、味道、香氣...等問題。及其對自由基清除率和總酚含量之影響。葉子狀態包括：剪成小片、短暫研磨成碎片、研磨成細粉。
- (四)、研究山刺番荔枝葉的**添加其他物品**與實際喝起來的口感、味道、香氣...等問題。添加物包括甘草、添加枸杞、添加紅棗。

三、文獻回顧：

- (一)、根據弘光科技大學/化妝品應用系碩士班 江沛琳 論文：三種番荔枝屬葉萃取物的抗氧化、成分分析及細胞癒合功效評估。報告中結論表示：本研究結果顯示出番荔枝屬葉子有很好的抗氧化功效及細胞保護及促進細胞癒合的效果，很有潛力可開發應用為抗老化化妝品的天然原料。
- (二)、根據高雄醫學大學/天然藥物研究所碩士班 莊佩璇 論文：番荔枝與山刺番荔枝種子之化學成分及生物活性研究。報告中結論表示：採集了台灣產番荔枝科 *Annona* 屬植物刺番荔枝(*Annona muricata*) 之葉子，進行其成分與生物活性關係之探討。其中有四種化合物對肝癌細胞(Hep G2)具有細胞毒殺作用。其中有三種化合物對肝癌細胞(SK Hep1)具有細胞毒殺作用。
- (三)、根據佛光大學/樂活產業學院碩士班 陳慧君 論文：山刺番荔枝及其膳食產品之抗氧化與市場接受度研究。報告中結論表示：
1. 並進行抗氧化活性檢測。粗萃物抗氧化實驗結果為：
45°C 烘乾果乾>60°C 烘乾果乾>120°C 烘乾果乾>黃葉>新鮮葉>嫩葉。
 2. 依數據顯示山刺番荔枝具有清除 DPPH 自由基之抗氧化能力。膳食抗氧化實驗結果為
含 6%果乾粉麵包>含 3%果乾粉麵包>含 6%新鮮果肉麵包>含 3%新鮮果肉麵包>原味麵包
>含 20%新鮮果肉果凍>含 10%新鮮果肉果凍>空白組果凍。
- (四)、根據高雄醫學院/天然藥物研究所，林致元 學術論文：台灣產番荔枝科植物刺番荔枝化學成分及其生物活性之研究。論文中指出：為了持續一貫對台灣產番荔枝科植物 (Formosan Annonaceous plants) 相關抗血小板凝集，抗腫瘤與抗 HIV 病毒等之活性成分物質的開發與研究，採集了台灣產番荔枝科 *Annona* 屬植物刺番荔枝(*Annona muricata*) 之葉子，進行其成分與生物活性關係之探討。對刺番荔枝之葉子甲醇粗萃取物進行化學成分分離與純化，共計得到二十六個化合物。
- (五)、茶葉烘焙：透過溫度調整，以降低含水量、增加風味並利於保存的過程，其程度可分為輕焙火（生茶）和重焙火（熟茶）等。輕焙火茶較清香，能喝出茶的原味；重焙火茶則更醇厚、耐泡，且因高溫使咖啡鹼和茶單寧揮發較多，刺激性較小。
- (六)、烘焙對茶葉成分的影響：
1. 咖啡鹼：隨烘焙溫度升高，含量會減少，因此重焙火茶的咖啡鹼含量相對較低。
 2. 兒茶素類：在烘焙前期會略為增加，但隨著溫度和時間的增加，含量會有減少的趨勢。
 3. 香氣：烘焙是形成茶香的重要過程，從清香、蜜香到焦糖香等，都與烘焙過程中的化學變化有關。
- (七)、煮茶與泡茶：
1. 煮茶原理：利用持續加熱，讓茶葉中耐高溫的物質（如茶多酚、咖啡因）釋放到茶湯中，風味會更濃郁香醇。
 2. 泡茶原理：利用熱水浸泡茶葉，讓茶葉的風味在短時間內快速釋出。
 3. 水溫：低發酵茶(綠茶、青茶)適合低溫沖泡，而高發酵茶(紅茶)適合高溫沖泡，水溫過高會使茶湯變苦澀。
 4. 避免久泡：茶葉浸泡過久會釋放過多單寧和咖啡因，造成茶湯苦澀，也容易滋生細菌，建議盡快飲用完畢，或將茶湯冷藏保存。

(八)、**自由基清除率**測定：

1. **自由基**：指帶有不成對電子的原子、分子或離子，又稱游離基或活性氧化物。細胞以粒線體進行呼吸作用時，會有 2~3% 的氧氣變為自由基，因其具不成對的電子，性質較不穩定，故易搶奪體內其他分子的電子，進而形成更多自由基，導致一系列連鎖反應。搶奪電子的過程促使蛋白質、醣類、脂質和核酸等基本物質被氧化，造成正常細胞受到傷害並失去功能，長期下來就會對健康造成不可逆的損傷。
2. **抗氧化物質**：可代替體內細胞與自由基反應，以保護體內細胞。常見的抗氧化物質包含維生素 C、維生素 E、β-胡蘿蔔素、類黃酮、異黃酮、花青素等。
3. **抗氧化機制**：去除自由基，終止自由基與體內其他電子的反應，並抑制其他氧化反應。
4. **實驗原理**：DPPH 為一種安定的自由基，溶於乙醇中呈深紫色。在波長 517nm 下有最強吸光度，可使用分光光度計測量其吸光度。而自由基與抗氧化物質作用時，抗氧化物質會提供氫原子進而清除自由基，使溶液顏色轉為淡黃色，導致吸光度下降，如下圖 01 所示。由吸光度前後變化可計算出 DPPH 的清除率，用以評估待測物的抗氧化能力，清除率越高代表抗氧化能力越好。



5. **自由基清除率計算方法**：
$$\frac{(\text{對照組吸光度} - \text{實驗組吸光度})}{\text{對照組吸光度}} \times 100\%$$

(九)、**分光光度計**

1. **比爾定律**：當光穿透樣品溶液時，光的吸光度 (A) 與吸光係數 (α)、光徑長 (l)、濃度 (c) 三者均呈正比： $A = \alpha l c$ 。
2. **儀器原理**：利用可見光及紫外光燈管做為光源，通過濾光鏡調整色調。經聚焦後通過單色光分光稜鏡，再經過狹縫選擇波長，使成單一且特定波長之光線。而後射入樣品管的樣品中，最後射入光電管中，將光能轉換為電器訊號。將樣本及空白組吸光度差值，與標準液之吸光度相互比較，便可得到樣本中之待測物濃度。
3. **主要用途**：
 - (1) 定性分析：利用特定物質獨特的吸收光譜來識別物質（如分子結構分析）。
 - (2) 定量分析：根據比爾-朗伯定律，測量特定波長下的吸光度來確定物質濃度（如 DNA 濃度、酶活性、重金屬檢測）。
 - (3) 應用領域：化學、生物化學、藥學、食品安全、環境監測、材料科學等。

(十)、總酚含量測定，如下圖 02 所示：

1. **多酚類物質**：包含兒茶素、類黃酮、異黃酮、花青素等，可以抵抗紫外線、抑制自由基氧化，還能夠抑制癌細胞的增生，產生抗病防癌、保養肌膚的效果。
2. **實驗原理**：將樣品溶於鹼性溶液，裡頭的酚類物質可與福林酚試劑中的錳鉬酸在遮光條件下進行氧化反應，使錳鉬酸被還原而生成藍色化合物。當樣品含有越多酚基團，生成的藍色化合物也越多，可測得較高的吸光度。藉由量測樣品反應後之吸光度，再代入沒食子酸檢量線方程式計算出樣品中總酚含量。

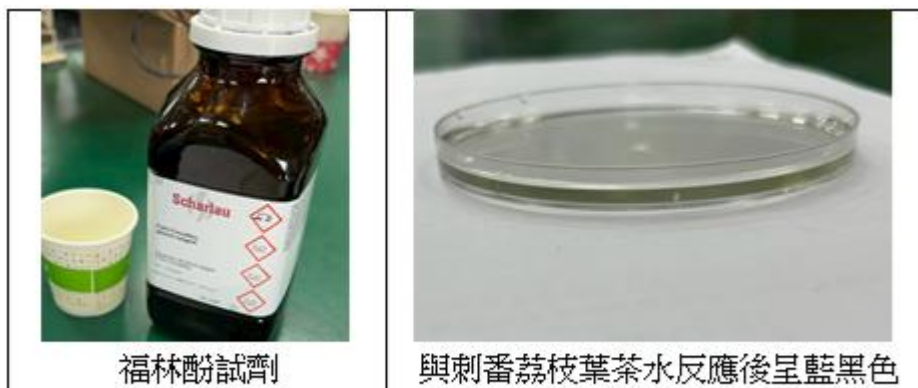


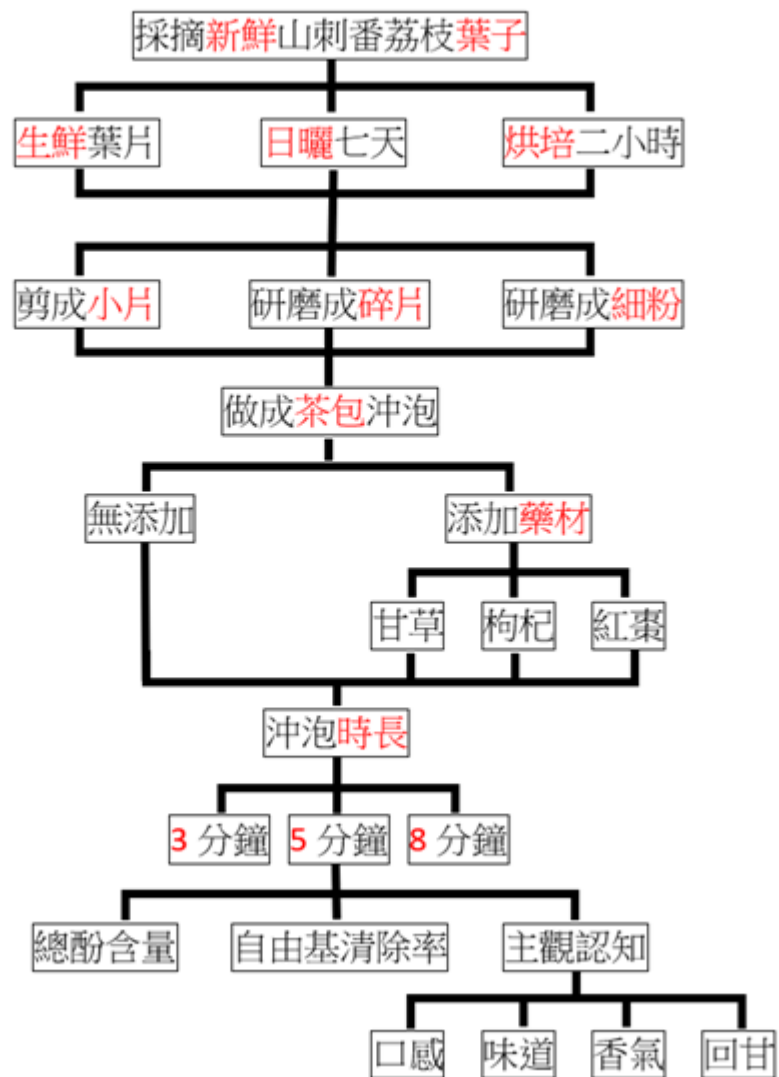
圖 02 為福林酚試劑及其檢測

貳、研究設備及器材



參、研究過程與方法

一、實驗架構：



二、實驗步驟：

(一)、收集新鮮的山刺番荔枝葉子。我們只收集由樹枝上摘取的新鮮葉子，不收集已掉落至地面的葉子。

(二)、山刺番荔枝葉子的處理方式，我們採用下列三種方式來比較，如下圖 03 所示：

1. 中午到現場採摘新鮮葉子，下午社團時間馬上使用。
2. 樹上採摘的新鮮葉片，在一片乾淨的水泥地上面，曝曬時間由上午 9 點左右到下午 4 點左右。連續陽光曝曬 7 天之後備用。
3. 現場採摘的新鮮葉片，下午社團時間烘培。烘培的溫度設定為 70°C、烘焙時間設定為 2 小時。



圖 03 為山刺番荔枝葉子的處理

(三)、新鮮、烘焙或日曬的山刺番荔枝葉子，在放入茶包之前，我們對葉子的處理方式，有以下三種方式，如下圖 04 所示：

1. 剪成小片(寬度約 1cm)，如果長度太長，會再將長度點短，方便待會裝入茶包。
2. 以咖啡機研磨成小碎片，目測長寬大約再 2mm~5mm 之間的碎塊茶葉片。
3. 以咖啡機研磨成細粉。



圖 04 為茶葉的處理方式

(四)、茶葉的熬煮的方式，主要有以下幾個步驟和注意事項，如下圖 05 所示。

1. 秤取所需的茶葉重量，無論是哪一種型態的葉片，一律控制重量為 3 公克的茶葉。
2. 採購市售的小茶葉包，將茶葉放入茶包中。然後翻轉茶葉包上面的固定帽，避免在烹煮茶葉包時，有茶葉外漏到電磁壺中。
3. 若茶葉有添加中藥時，則必須將此添加的中藥一起放在研磨機內，一起和茶葉被研磨。
4. 添加的中藥，重量一律控制為 1 公克。
5. 完成的茶包，必須標明容物，避免在烹煮時錯誤的品項紀錄。也方便在烹煮後的茶水各項檢測數據，有正確的紀錄。

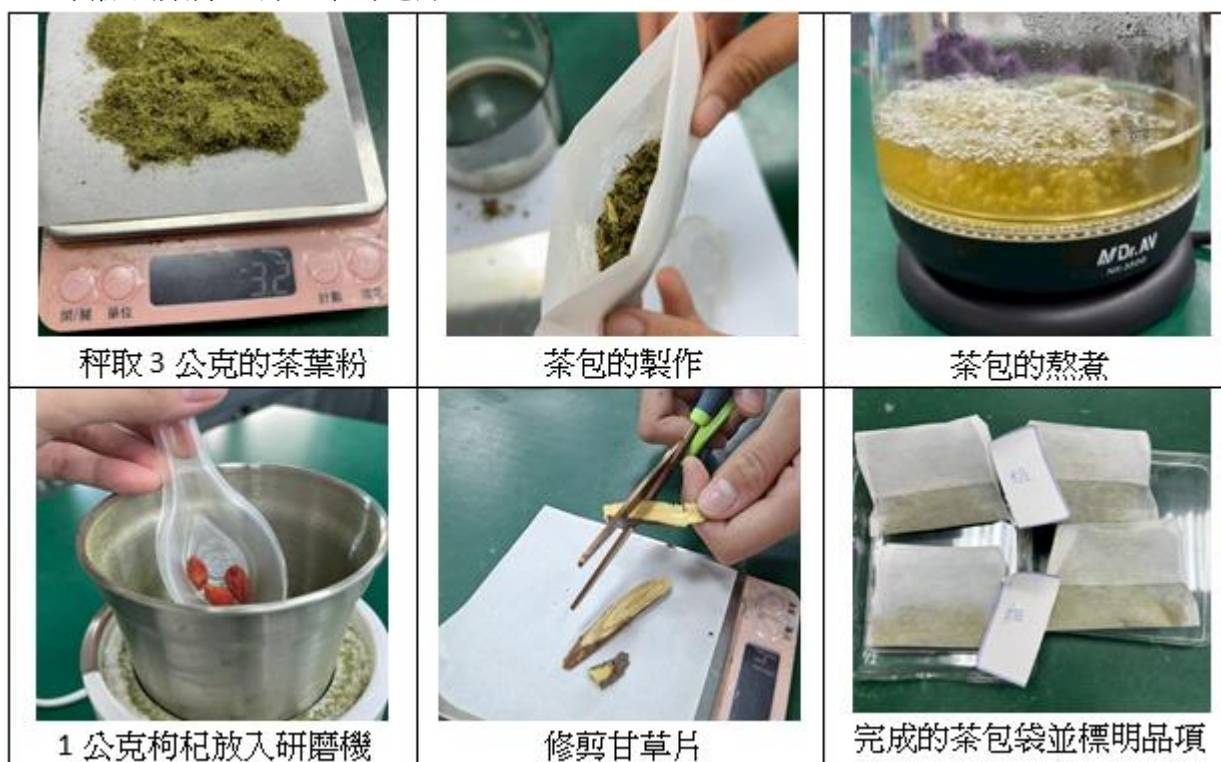


圖 05 為茶葉熬煮的方式

(五)、山刺番荔枝茶葉的熬煮的時間測量與品項標示。如下圖 06 所示。

1. 茶葉的熬煮時間，分為 4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘三種。
2. 熬煮之後的茶，會依成品的狀態分列再一起，每一個時段點的茶水，倒兩杯準備檢測。
3. 每一次的茶葉熬煮，除了時間測定之外，也會將品項同時備註，方便檢測後的紀錄。
4. 若檢測的項目為品嘗人員的試喝環節，則將每一個時間點的茶水倒 5 小杯。讓每一位品嘗人員都可以喝上一小口，然後再評分表上記錄個人的評分。



圖 06 為茶葉的熬煮的時間測量與品項標示

(六)、口味的改良和添加。除了原味葉子的熬煮成茶之外，我們決定在熬煮時，添加以下三種物質，分別是甘草、枸杞、紅棗。以此來改良茶葉風味。如下圖 07 所示。

1. 添加的中藥材，我們嘗試用藥材和茶葉的比例是，中藥材 1 公克，山刺番荔枝葉 3 公克。
2. 為了方便數據的測量與分析，我們的控制變因增加為：
 - (1) 一律研磨成細粉，做成茶包。
 - (2) 熬煮方式，一律為再電熱水爐中沸煮。
 - (3) 熬煮時間，一律定為 4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘，共三種階段。



圖 07 為添加三種藥材改良茶葉風味

(七)、自由基清除率檢測與總酚含量測定，如下圖 08 所示。

1. 溶液配置：

(1) 配置 2.5×10^{-4} M DPPH 乙醇溶液。

- (a) 先秤量 0.050g 的 DPPH 並加入在 500ml 的燒杯中。
- (b) 再將少量的 95% C_2H_5OH 倒入 500ml 的燒杯中，並以玻棒攪拌溶液。
- (c) 將此溶液倒入 500 ml 之容量瓶，再加入 95% C_2H_5OH 至刻度線。
- (d) 將溶液倒至 1000ml 燒杯，以玻棒攪拌，確認充分混勻後，靜置 20 分鐘。
- (e) 將溶液以濾紙過濾，裝入褐色玻璃瓶，放入冰箱冷藏保存。

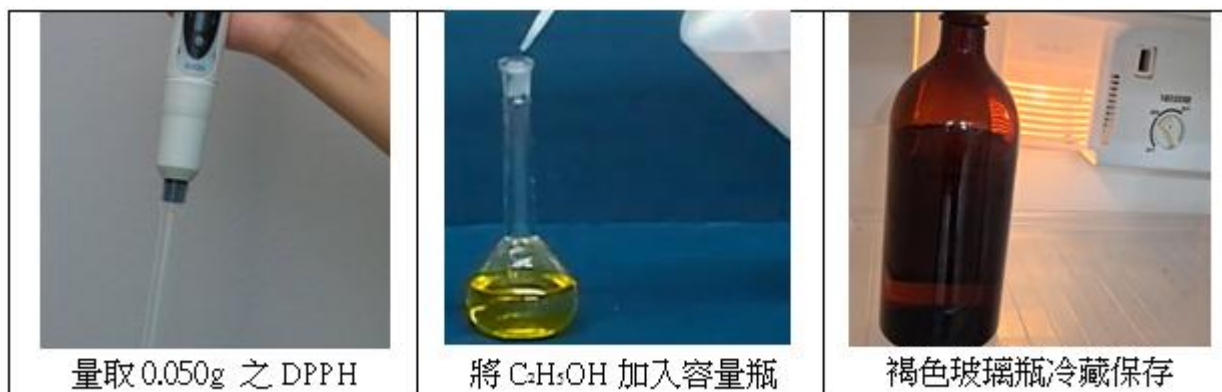


圖 08 為 DPPH 溶液配置

(2) 0.4M 福林酚試劑配置：

取 2.0M 福林酚試劑和蒸餾水以 1：4 的比例，在充分攪拌均勻後，並冷藏保存。

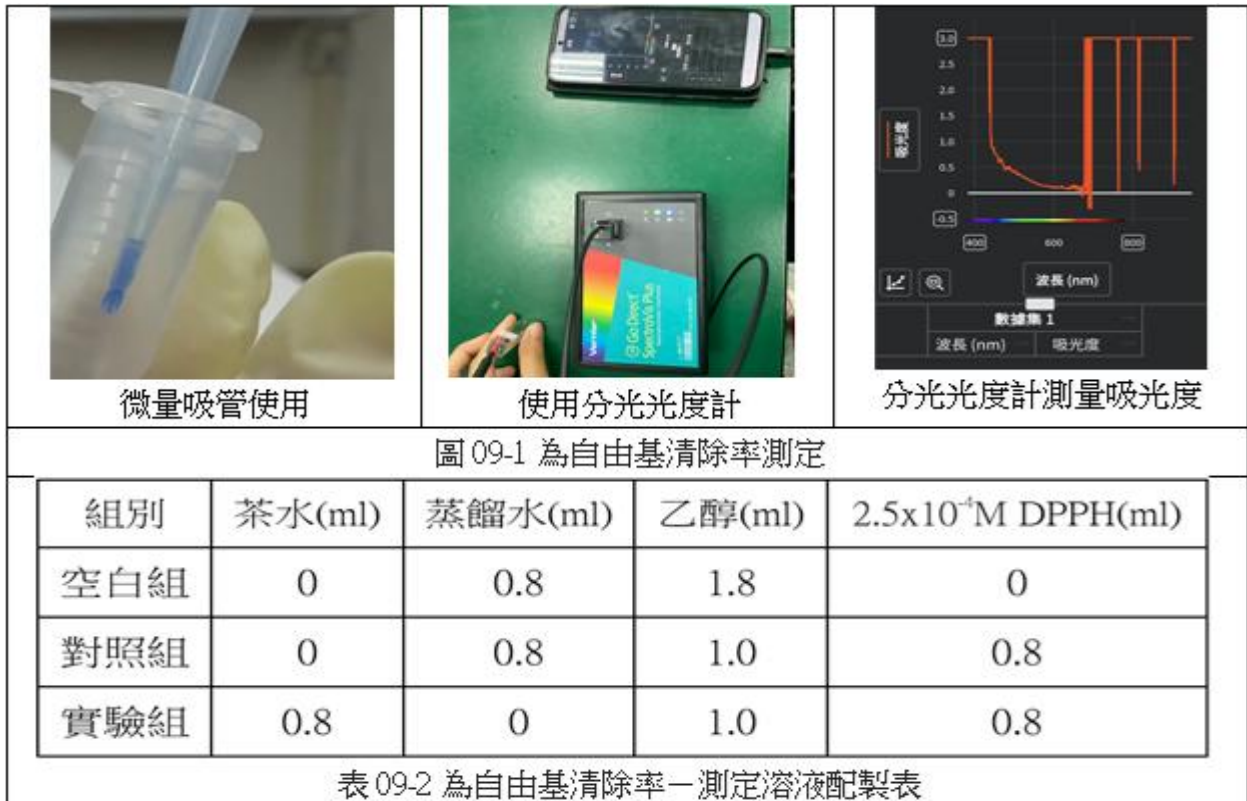
(3) 20% 碳酸鈉溶液配置：

取 20.0 克的碳酸鈉，加水至溶液總重為 100.0 克後，充分攪拌至溶解。

2. 自由基清除率測定步驟，如下圖 09-1 所示：

- 以微量吸管吸取溶液置於比色槽進行配置，溶液組成如下表 09-2 所示。
- 反覆吸取比色槽內之溶液，使溶液混合均勻。
- 遮光靜置 20 分鐘後以分光光度計測量吸光度。
- 以上述步驟進行三重複並計算自由基清除率。

$$\text{自由基清除率} = \frac{(\text{對照組吸光度} - \text{實驗組吸光度})}{\text{對照組吸光度}} \times 100\%$$



3. 總酚含量測定步驟，如下圖 10 所示：

- 取 2.0 ml 樣品加入 0.5 ml 0.4M 福林酚試劑，放置 5 分鐘。
 - 再加入 0.5 ml 20%碳酸鈉，及 5.0ml 蒸餾水，混合均勻。
 - 室溫下靜置 30 分鐘，接著利用分光光度計測量其吸光度。
- 以上述步驟進行三重複。

將數據代入沒食子酸檢量線方程式，以沒食子酸當量來評估樣品中的總酚含量。

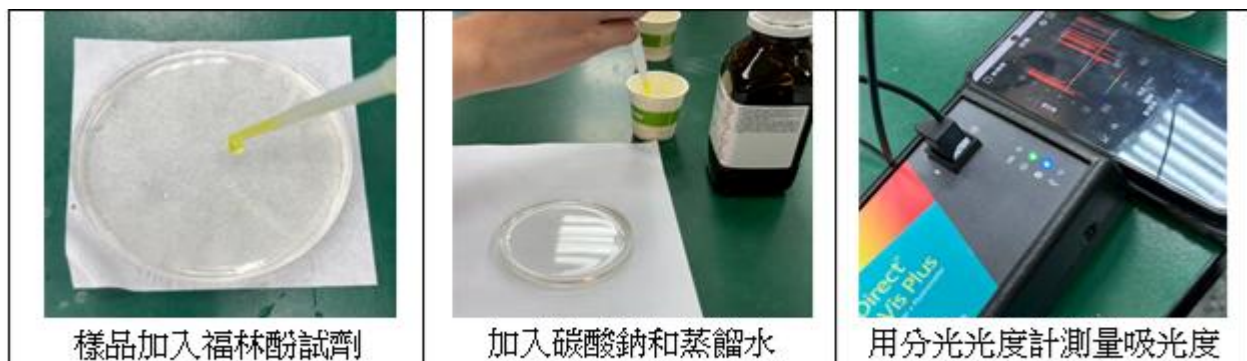


圖 10 為總酚含量的測定

(八)、沒食子酸檢量線製作：

1. 目的：以標準品製作出一條可信的檢量線，便於評估茶水樣品所含總酚含量。
2. 配置：先秤 0.025g 沒食子酸，加入 100.0mL 蒸餾水，配成 250ppm 標準品溶液。
3. 使用分度吸量管量取溶液，分別依照表 11 的比例調配不同濃度之標準液。

濃度(ppm) 溶液組成	250	200	150	100
250ppm 沒食子酸(mL)	5.0	4.0	3.0	2.0
蒸餾水(mL)	0	1.0	2.0	3.0

濃度(ppm) 溶液組成	50	40	30	20	10
100ppm 沒食子酸(mL)	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5
蒸餾水(mL)	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5

表 11 為不同濃度的沒食子酸標準溶液

4. 進行總酚含量測定之實驗，作法同前。
5. 將得到的吸光度繪圖。

(九)、山刺番荔枝葉子的烘製條件對茶水自由基清除率和總酚含量之影響，如下圖 12 所示：

1. 目的：此實驗固定 500ml 的水，加熱到 100°C 沸騰。然後加入所要實驗的茶包，沸煮茶包時間為 6 分鐘。
2. 探討的茶包葉片有：烘烤之葉片、日曬葉片、果乾機烘製 2 小時，對刺番荔枝葉茶水之自由基清除率和總酚含量的影響。
3. 步驟：
 - (1) 將電熱水爐加熱至 100°C 沸騰。
 - (2) 將三種茶包沸煮 6 分鐘，然後將茶水倒出至小免洗杯中。第一次檢測未烘焙日曬之茶包、第二次檢測日曬之茶包、第三次檢測果乾機烘焙之茶包。
 - (3) 進行自由基清除率和總酚含量測定之實驗，作法同前(七)。

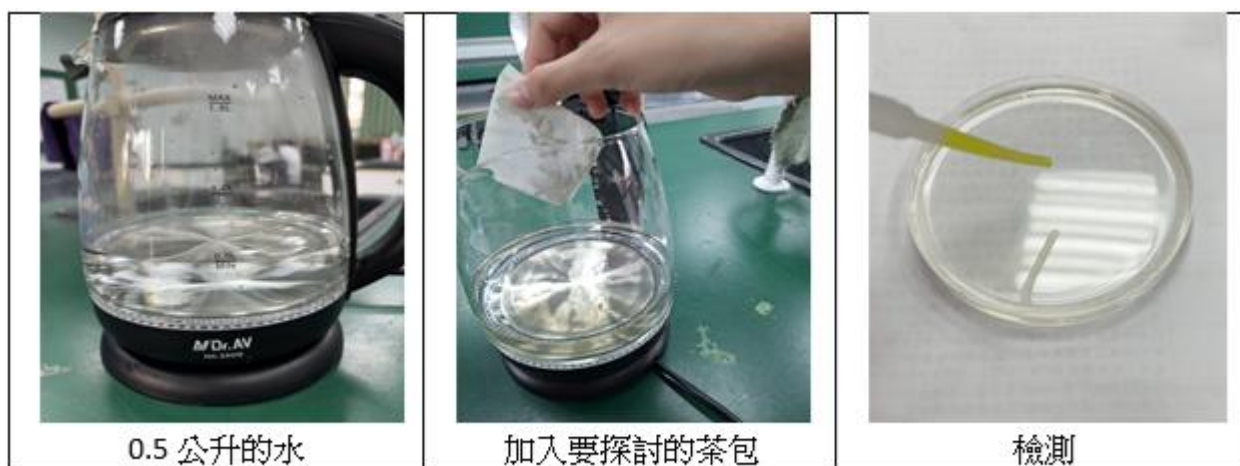


圖 12 為不同烘焙條件的葉子對自由基清除率和總酚含量之影響

(十)、茶包沸煮時長對茶水自由基清除率和總酚含量之影響。

1. 目的：各別討論茶包沸煮時長 4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘對刺番荔枝葉茶水自由基清除率和總酚含量的影響。
2. 步驟：
 - (1) 將電熱水爐加熱至 100°C 沸騰。
 - (2) 將同一種茶葉的茶包，分別沸煮 4 分鐘，然後將茶水倒出至小免洗杯中。再沸煮至 6 分鐘，然後將茶水倒出至小免洗杯中。再次沸煮至 8 分鐘，然後將茶水倒出至小免洗杯中。
 - (3) 之後將杯中的茶水進行自由基清除率和總酚含量測定之實驗，作法同前。

(十一)、茶包中的茶葉外型對茶水自由基清除率和總酚含量之影響。

1. 目的：各別將茶葉剪成小塊、碎塊、粉狀，然後將茶葉裝入茶包中，將不同茶包沸煮時長為 6 分鐘，討論刺番荔枝葉茶水自由基清除率和總酚含量的影響。
2. 步驟：
 - (1) 將電熱水爐加熱至 100°C 沸騰。
 - (2) 將三種不同外形茶葉的茶包，分別沸煮 6 分鐘，然後將茶水倒出至小免洗杯中。
 - (3) 之後將杯中的茶水進行自由基清除率和總酚含量測定之實驗，作法同前。

(十二)、茶包中添加重量 25% 的中藥，即茶葉 3 公克、中藥 1 公克。探討添加中藥及山刺番荔枝葉的交互作用，對茶水自由基清除率和總酚含量之影響。

1. 目的：各別將茶葉中添加枸杞、甘草、紅棗三種中藥，如下圖 13 所示。之後將茶葉與中藥研磨成粉狀，再裝入茶包中，將不同添加物的茶包，沸煮時長為 6 分鐘，討論山刺番荔枝葉和各種中藥交互作用後，茶水自由基清除率和總酚含量的影響。

2. 步驟：

(1) 將電熱水爐加熱至 100°C 沸騰。

(2) 將三種不同添加物的茶包，分別沸煮 6 分鐘後，然後將茶水倒出至小免洗杯中。

(3) 之後將杯中的茶水進行自由基清除率和總酚含量測定之實驗，作法同前。



圖 13 為刺番荔枝葉添加各種中藥

(十)、將產品所須評分的方式，做成表格如下表 14 所示，然後邀請品嘗員品嘗之後評分。

1. 邀請六位同學和二位老師品嘗，比較青少年和成年人的口感差異。
2. 針對口感、味道、香氣、回甘 等四個品項評分。
3. 最後用 Excel 統計，數據分析。

項目	評分為 1~5 分，1 分最差、5 分最優							
	學生 01	學生 02	學生 03	學生 04	學生 05	學生 06	老師 01	老師 02
口感								
味道								
香氣								
回甘								

表 14 為品嘗茶品表

肆、研究結果

一、我們以沒食子酸作為標準品，配置不同濃度的沒食子酸溶液，測量其吸光度來建立檢量線，以沒食子酸當量評估樣品中的總酚含量。結果如下表 15 所示。

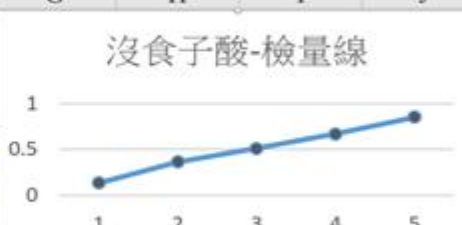
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	沒食子酸濃度(ppm)	10	20	30	40	50				
2	吸光度A-744	0.133	0.399	0.508	0.663	0.855				
3		0.136	0.345	0.514	0.671	0.857				
4		0.134	0.344	0.506	0.674	0.85				
5	平均	0.1343	0.363	0.5093	0.669	0.854				
6										

表 15 為各濃度沒食子酸吸光度

1. 確認檢量線之比例關係，後續可將實驗樣品測得之吸光度代入檢量線性關係，以沒食子酸當量來評估樣品中的總酚含量。
2. 由此斜直線，依前後點座標，可以列出此沒食子酸檢量線方程式 $y=0.0156x+0.0273$ 。
y=實驗得出的吸光度，x=沒食子酸當量。

二、山刺番荔枝葉子的烘製條件對茶水自由基清除率和總酚含量之影響，如下表 16 所示：

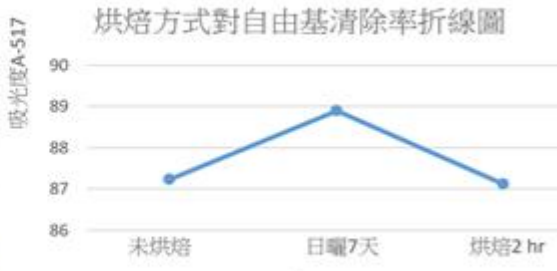
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	烘焙方式	未烘焙	日曬7天	烘焙2 hr						
2	對照組吸光度A-517	0.87	0.87	0.87						
3	實驗組吸光度A-517	0.105	0.099	0.117						
4		0.122	0.093	0.105						
5		0.106	0.098	0.114						
6	實驗組自由基清除率(%)	87.93	88.62	86.55						
7		65.98	89.31	87.9						
8		87.24	88.74	86.9						
9	平均	87.24	88.89	87.13						

表 16 為烘製條件對茶水自由基清除率

(備註) 自由基清除率= $\frac{(\text{對照組吸光度}-\text{實驗組吸光度})}{\text{對照組吸光度}} \times 100\%$

三、山刺番荔枝葉子的烘製條件對茶水總酚含量之影響，如下表 17 所示：

	A	B	C	D
1	烘焙方式	未烘焙	日曬7天	烘焙2 hr
2	吸光度A-660	1.139	1.171	1.302
3		1.147	1.176	1.303
4	沒食子酸當量(mg/L)	71.26	73.31	81.67
5		71.78	73.63	81.78
6	平均	71.52	73.47	81.725
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

表 17 為烘焙條件對茶水總酚含量之影響

(備註) 沒食子酸檢量線方程式 $y=0.0156x+0.0273$ ；y=實驗得出的吸光度，x=沒食子酸當量。

五、山刺番荔枝葉子的沸煮時間對茶水自由基清除率和總酚含量之影響，如下表 18 所示：

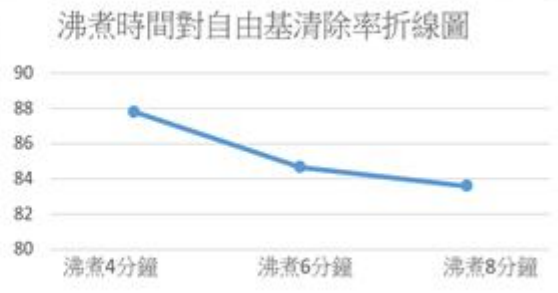
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	沸煮時間	沸煮4分	沸煮6分	沸煮8分	 沸煮時間對自由基清除率折線圖					
2	對照組吸光度A-517	0.888	0.888	0.888						
3	實驗組吸光度A-517	0.112	0.144	0.146						
4		0.112	0.136	0.146						
5		0.106	0.106	0.133						
6	實驗組自由基清除率(%)	87.93	83.78	83.56						
7		87.39	84.68	83.56						
8		88.06	85.51	83.67						
9	平均	87.79333	84.65667	83.59667						

表 18 為沸煮時間對茶水自由基清除率

(備註) 自由基清除率= $\frac{(\text{對照組吸光度}-\text{實驗組吸光度})}{\text{對照組吸光度}} \times 100\%$

六、山刺番荔枝葉子的沸煮時間對茶水總酚含量之影響，如下表 19 所示：

	A	B	C	D
1	沸煮時間	沸煮4分鐘	沸煮6分鐘	沸煮8分鐘
2	吸光度A-745	0.218	0.614	0.737
3		0.216	0.62	0.741
4	沒食子酸當量(mg/L)	12.11	37.61	0.747
5		12.1	37.99	45.75
6	平均	12.105	37.8	23.2485

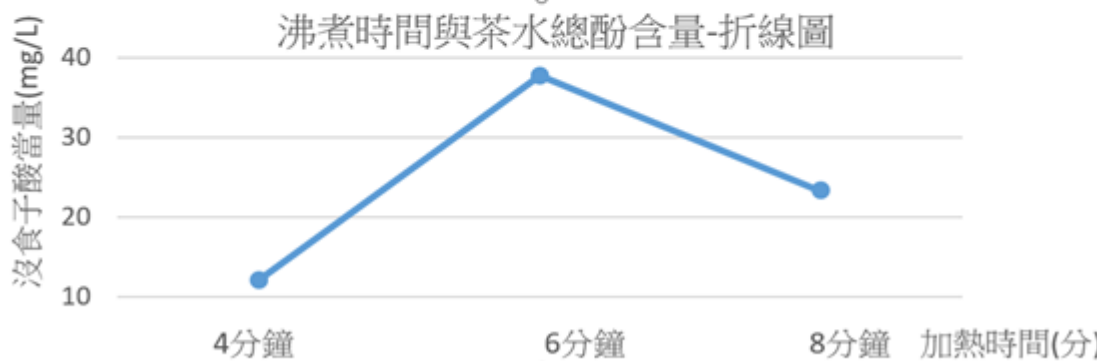
7	 沸煮時間與茶水總酚含量-折線圖			
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

表 19 為沸煮時間對茶水總酚含量之影響

(備註) 沒食子酸檢量線方程式 $y=0.0156x+0.0273$ ；y=實驗得出的吸光度，x=沒食子酸當量。

七、山刺番荔枝葉子的外型大小對茶水自由基清除率和總酚含量之影響，如下表 20 所示：

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	葉子外型	小切片	小碎塊	磨粉	葉子外形對自由基清除率折線圖				
2	對照組吸光度A-517	0.885	0.885	0.885					
3	實驗組吸光度A-517	0.197	0.147	0.092					
4		0.163	0.133	0.065					
5		0.203	0.069	0.09					
6	實驗組自由基清除率(%)	72.37	90.32	87.1					
7		77.14	79.38	90.88					
8		71.53	81.35	87.38					
9	平均	73.68	83.68333	88.45333					

表 20 為葉子的外型大小對茶水自由基清除率

(備註) 自由基清除率 = $\frac{(\text{對照組吸光度} - \text{實驗組吸光度})}{\text{對照組吸光度}} \times 100\%$

八、山刺番荔枝葉子的外型大小對茶水總酚含量之影響，如下表 21 所示：

	A	B	C	D
1	葉子外形	小切片	小碎塊	磨粉
2	吸光度A-745	0.273	0.507	1.045
3		0.283	0.511	1.051
4	沒食子酸當量(mg/L)	15.75	30.75	65.24
5		16.39	31.01	65.62
6	平均	16.07	30.88	65.43

葉子外形	沒食子酸當量(mg/L)
小切片	15.75
小碎塊	30.75
磨粉	65.24

表 21 為葉子的外型大小對茶水總酚含量之影響

(備註) 沒食子酸檢量線方程式 $y = 0.0156x + 0.0273$; y = 實驗得出的吸光度, x = 沒食子酸當量。

九、山刺番荔枝葉子配合中藥的添加對茶水自由基清除率和總酚含量之影響，如下表 22 所示：

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	中藥添加物	枸杞	紅棗	甘草	中藥添加對自由基清除率折線圖				
2	對照組吸光度A-517	1	0.691	0.732					
3	實驗組吸光度A-517	0.166	0.147	0.21					
4		0.166	0.146	0.18					
5		0.144	0.18	0.173					
6	實驗組自由基清除率(%)	83.4	78.87	71.31					
7		83.4	78.95	75.41					
8		85.6	73.95	74.45					
9	平均	84.13333	77.25667	73.72333					

表 22 為中藥添加對茶水自由基清除率

(備註) 自由基清除率= $\frac{(\text{對照組吸光度}-\text{實驗組吸光度})}{\text{對照組吸光度}} \times 100\%$

十、山刺番荔枝葉子配合中藥的添加對茶水總酚含量之影響，如下表 23 所示：

	A	B	C	D
1	添加的中藥	枸杞	紅棗	甘草
2	吸光度A-745	0.256	0.507	0.654
3		0.283	0.542	0.678
4	沒食子酸當量(mg/L)	15.75	30.75	32.45
5		15.46	29.54	35.17
6	平均	15.605	30.145	33.81

中藥的添加與茶水總酚含量-折線圖

表 23 為中藥添加對茶水總酚含量之影響

(備註) 沒食子酸檢量線方程式 $y=0.0156x+0.0273$ ；y=實驗得出的吸光度，x=沒食子酸當量。

十一、下圖 24 為原葉片、日曬 7 天、烘焙 2 小時 茶水的品嘗人員對這三種茶葉所評之分數及其分數折線圖

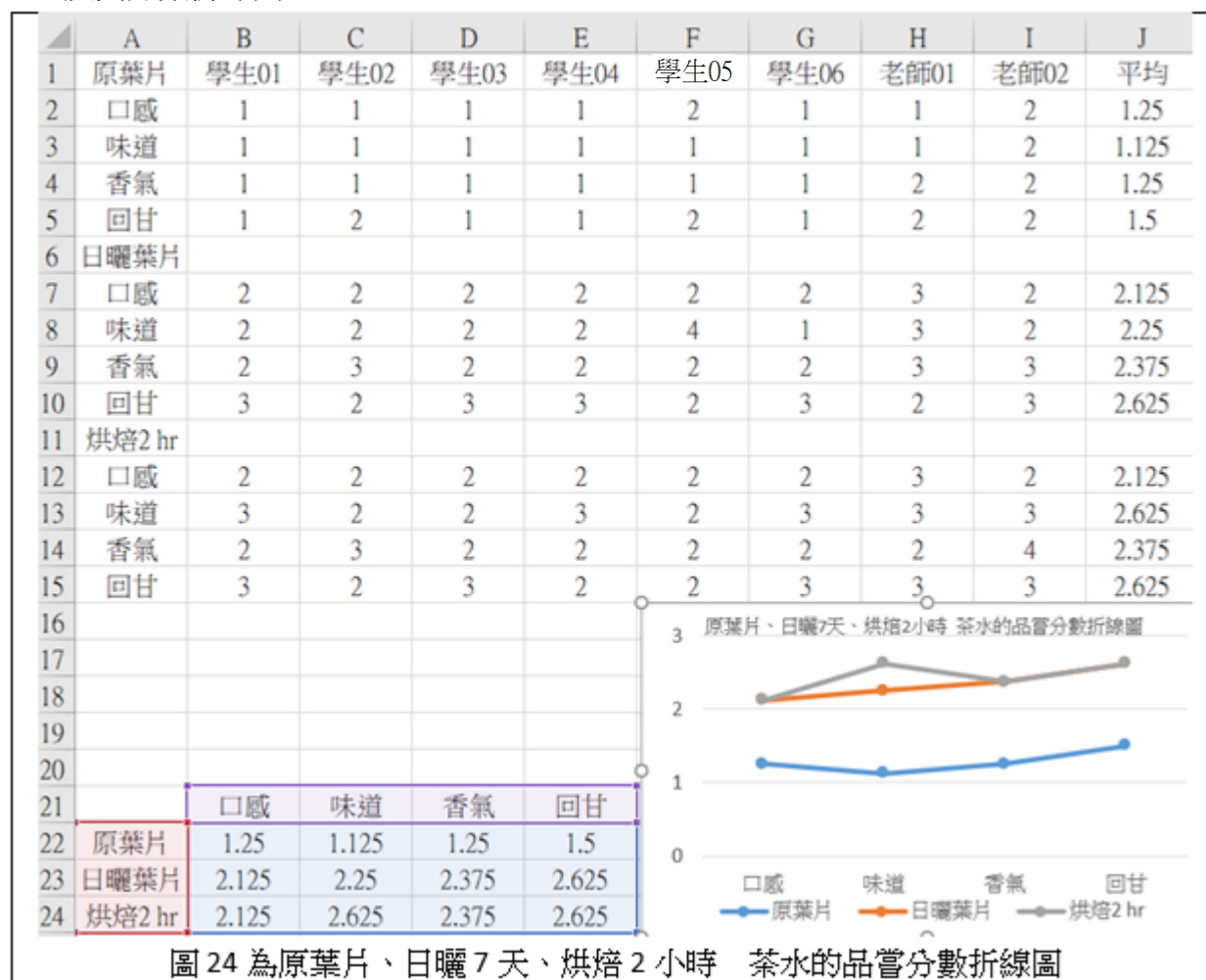


圖 24 為原葉片、日曬 7 天、烘焙 2 小時 茶水的品嘗分數折線圖

十二、下圖 25 為日曬 7 天茶葉沸煮 4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘 茶水的品嘗人員對這三種茶葉所評之分數及其分數折線圖

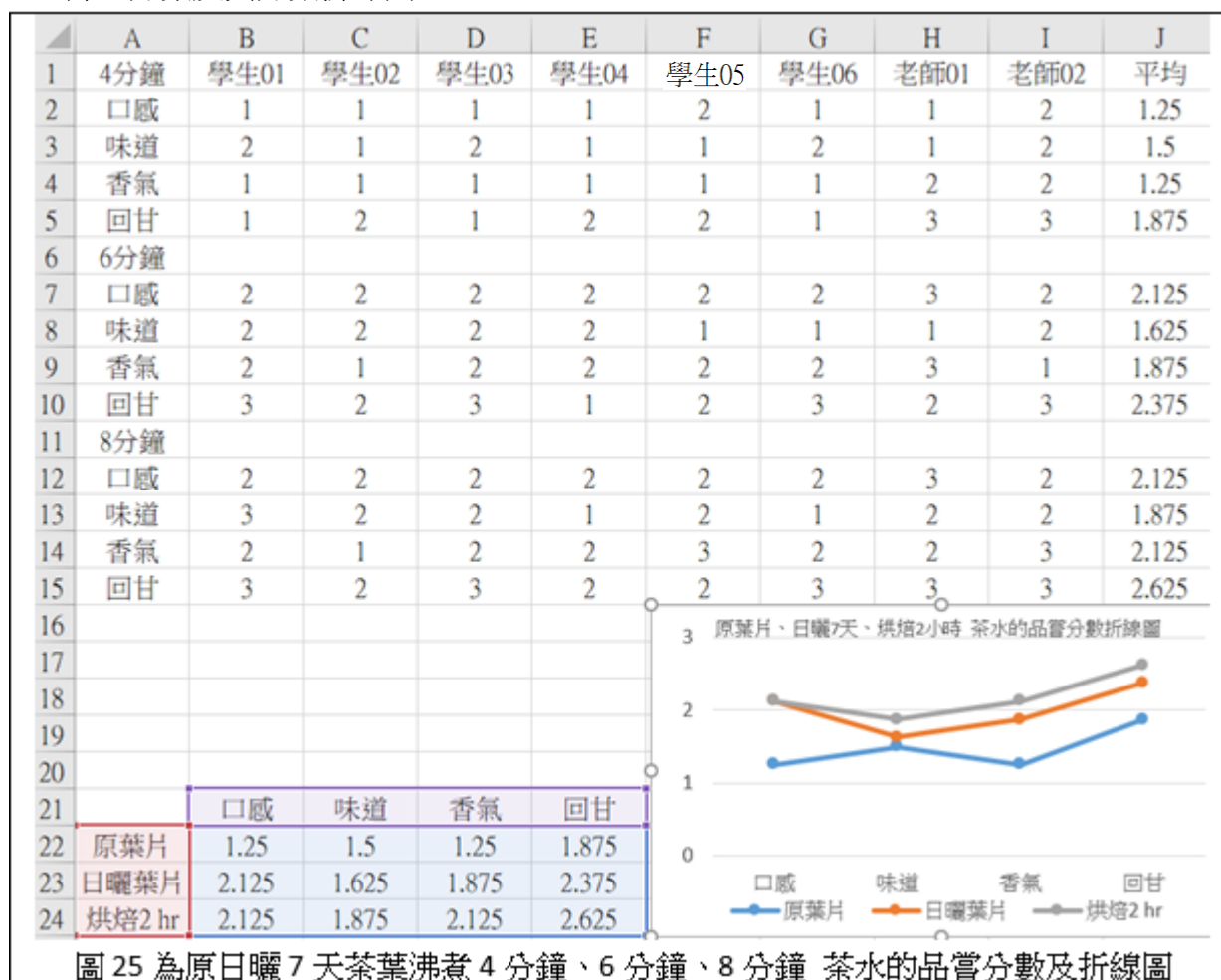


圖 25 為原日曬 7 天茶葉沸煮 4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘 茶水的品嘗分數及折線圖

十三、下圖 26 為葉片添加枸杞、紅棗、甘草三種中藥的茶水，品嘗人員對這三種茶水所評之分數及其分數折線圖

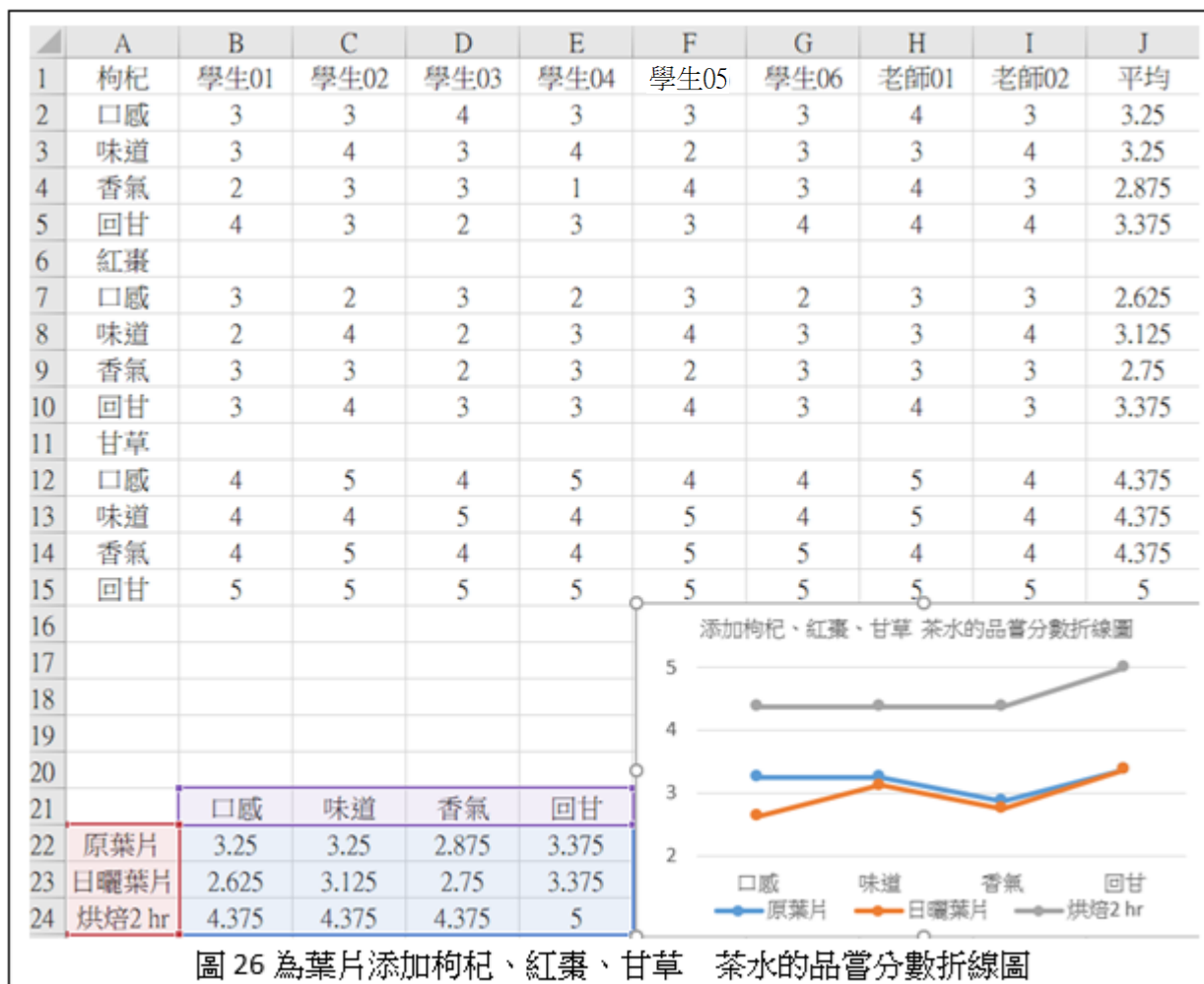


圖 26 為葉片添加枸杞、紅棗、甘草 茶水的品嘗分數折線圖

伍、討論

一、研究限制：

- (一)、山刺番荔枝的**果實**成熟期，會因開花的時間而異，大致可分為兩個主要產季：一是 12 月至隔年 2 月以及隔年 5 月至 9 月。如果我們想要研究果實，那必須在這期間才能，而且水果行也很難買到山刺番荔枝果實。所以我們捨棄果實的抗氧化研究，而採用隨時可以採摘的山刺番荔枝的葉子當作研究的素材。
- (二)、因為我們沒有專業的茶葉烘培機，所以我們退而求其次，利用果乾機來烘培山刺番荔枝的葉子。我們所購買的果乾機可以調整溫度，還有烘培的時間。
- (三)、原本想實驗研究，人在長期飲用山刺番荔枝的茶水，對身體的影響。包括血糖（Blood Sugar）變化、糖化血色素（HbA1C）、低密度脂蛋白-膽固醇（L.D.L.）、肌酐酸（Creatinine）等。但礙於需要抽血和生化檢測，所以我們將生化研究改為口感的品嘗主觀體驗。

二、討論：

- (一)、要研究山刺番荔枝，而且是在科展作品的這段時間，再加上屏東並不是主要產地。所以我們在討論之後，決定研究山刺番荔枝的葉子。乾燥後的葉子可以泡茶來喝，可做成茶包，可添加其他的一些藥材。將新鮮的葉子，仿冒茶葉的烘培，可以改良風味和口感。甚至我們討論烘培的方式和沖泡的方式，以此強化山刺番荔枝葉子的經濟價值。
- (二)、在熬煮葉子的方式上，主要有二種。但我們原本的設計是四種的，在討論後淘汰的一種是**冷萃法**，方法是將茶包放入冰開水中，然後放入冰箱冷藏 24 小時後飲用。另一種是**冰滴法**，方法是將葉子粉放在有濾紙的漏斗上，然後在漏斗上放置冰塊，使滴下的冰水溶解葉子的成分，形成冰茶。
討論後淘汰的原因，主要還是因為安全的問題。因為無論是冷萃法還是冰滴法，我們都無法保證製作過程中的衛生問題，而且我們的茶除了要自己喝以外，還要邀請長輩和同學來品嘗的。所以經過討論之後，我們決定以熱茶的方式來呈現，如此飲用安全上有多一層的保障。
- (三)、在品嘗環節時，因為一次性需要大量茶水，所在我們的討論之下，我們做了以下幾項改良：
 - 1. 山刺番荔枝葉子的茶包一次 3 公克，若有添加中藥，則需再添加 1 公克中藥。所以我們一次增加成為 5 倍的劑量，茶葉 15 公克和中藥 5 公克。一次性的投入研磨機中，然後再分裝成 5 包茶葉包。然後再將 5 倍的純水在電熱水爐中煮沸，沸騰後再投入 5 包茶葉包，並同時開始計時。如此就可以一次性提供**品質一致的大量茶水**來品嘗。
 - 2. 為了品嘗的觀感不會因為時間的延遲而影響。所以我們將這個品嘗環節，集中在同一天的同一時段，一次完成所有的品嘗項目。**避免隔天之後**，個人口感的差異或淡忘不同茶水的比較性差異。
 - 3. 為了瞭解年齡對山刺番荔枝茶水的接受度，我們特邀二位指導老師和額外三位同學，一同來品嘗評分。

陸、結論

一、無論是未烘製的、日曬 7 天的、還是果乾機烘焙的山刺番荔枝葉片，自由基清除率即高達 **87.24%到 88.89%**之間，顯示出山刺番荔枝葉子本身具有良好的抗氧化能力。若方便取得山刺番荔枝者，可省去烘製程序，現採沖泡，即能發揮良好功效。

二、但是在品茶人員的品嘗中發現，原葉片的直接品嘗。評分卻非常低，原因是葉子的草腥味很重。而經過日曬或烘烤之後，香味和口感都會提升很多。

三、根據我們的實驗研究，在以下的條件下，自由基清除率可以達到最高：

- (一)、日曬 7 天的山刺番荔枝葉子，自由基清除率高達 **88.98%**。
- (二)、磨成粉狀之後，裝入茶包沸煮，自由基清除率高達 **88.45%**。
- (三)、茶包沸煮的時間為 **4 分鐘**時最佳，自由基清除率高達 **87.79%**。
- (四)、中藥**枸杞**的添加，對自由基清除率幫助最大，數值高達 **84.13%**。

四、根據我們的實驗研究，在以下的條件下，總酚含量可以達到最高：

- (一)、山刺番荔枝在果乾機中**烘焙 2 小時**，總酚含量高達 **81.725 mg/L**。
- (二)、茶包**沸煮 6 分鐘**時，可以讓總酚含量達到最佳，高達 **37.8 mg/L**。
- (三)、將山刺番荔枝葉子**磨成粉狀**之後，裝入茶包沸煮，讓總酚含量高達 **65.43 mg/L**。
- (四)、中藥**甘草**的添加，對總酚含量幫助最大，數值高達 **33.81 mg/L**。

五、由實驗結果，我們可以很明顯看出以下幾項結果：

- (一)、烘焙茶葉的方式，無論是原葉直接沸煮、日曬葉子、烘焙葉子 2hr。最自由基清除率影響不大，因為最大值和最小值**相差只有 1.76%**。同理的還有沸煮時間，無論是 4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘，最大值和最小值**相差只有 4.19%**。
- (二)、關於總酚含量，以葉子的外形處裡，相差最大。磨粉為 **65.43 mg/L**，小切片為 **16.07 mg/L**，數值**相差高達 49.36 mg/L**。其他的相差不大，數值差異都在 10~20 mg/L 之間。

六、在品嘗人員的評分鐘，我們也可以發現以下一些結論：

- (一)、老師普遍對山刺番荔枝茶水的接受度高學學生。
- (二)、原茶葉所沸煮的茶水，接受度最差，因為草腥味太重；添加中藥甘草的接受度最高，因為有一股甘甜味。
- (三)、在口感、味道、香氣、回甘這四個選項中，普遍味道分數偏低、回甘分數偏高。
- (四)、沸煮的時間越長，因為草腥味減弱，普遍接受度越高。
- (五)、中藥的添加，在評分上，枸杞和紅棗的差異很小。

未來展望：

- 一、在烘製山刺番荔枝葉的過程中，烘焙箱中飄散出陣陣清香，引發了我們對其應用在點心製作的興趣。例如：製作餅乾、麵包，或者是賦予愛玉等點心獨特的風味。而其是它的高抗氧化能力，我們想知道，如果將製作點心的水替換為山刺番荔枝茶水後會產生什麼樣的影響。期望了解山刺番荔枝茶水在點心製作中的應用潛力，以及其對點心口感和風味的影響。
- 二、在這次的實驗中，我們從泡茶養身的情境出發，到測量茶水的性質。但考慮到多酚類物質通常是醇溶性的，因此我們後續想進一步，改用乙醇作為萃取劑，探討是否能夠獲得更高比例的抗氧化物質。期望能開發出更具保健功效的飲品或點心食品。

柒、參考資料及其他

- 一、翰林出版社，自然科學第一冊，第 3 章-生物體的營養。3-2 酵素。
- 二、翰林出版社，自然科學第二冊，第 3 章-生物的演化與分類。3-4 植物界。
- 三、龍騰出版社，應用生物(全)，第 2 章 生物科學與食品。2-2 酵素在食品上的應用。
- 四、蔡尚翰助理教授/國立屏東科技大學，台灣番荔枝科及山欖科罕見熱帶果樹抗氧化能力分析。(2022/01/03)。
- 五、農業部(民 106)，番荔枝為世界上抗癌效果最好的水果嗎？比化療強勁一萬倍的天然癌症殺手？
- 六、江沛琳 (民 113)。三種番荔枝屬葉萃取物的抗氧化、成分分析及細胞癒合功效評估。弘光科技大學/化妝品應用系碩士班 論文。
- 七、莊佩璇 (民 96)。番荔枝與山刺番荔枝種子之化學成分及生物活性研究。高雄醫學大學/天然藥物研究所碩士班 論文。
- 八、陳慧君 (民 112)。山刺番荔枝及其膳食產品之抗氧化與市場接受度研究。佛光大學/樂活產業學院碩士班 論文。
- 九、林致元 (民 88)。台灣產番荔枝科植物刺番荔枝化學成分及其生物活性之研究。高雄醫學院/天然藥物研究所，學術論文。
- 十、YouTube 影片(2021)，NZH 農種好，東大茶莊。製茶過程，佳葉龍茶。GABA TEA。
取自：<https://www.youtube.com/watch?v=qRUmXITcBs4>
- 十一、YouTube 影片(2014)，TVBS NEWS。「水果乾自己做」DIY 烘乾加味尚天然。
取自：<https://www.youtube.com/watch?v=iNeEWzYoRgg>
- 十二、YouTube 影片(2021)，楊桃美食網，不知道乾果機怎麼用？乾果機聖經隆重登場！100 種讓食物用途超乎想像的魔法！連上百種乾貨都可以變調味料！食物精華，濃縮乾燥不流失！取自：<https://www.youtube.com/watch?v=AGqaR00czos>
- 十三、YouTube 影片(2018)，Cha Tailor Tea Specialist。想悠閒喝杯茶，可你真的知道怎麼泡嗎？簡單泡茶五步曲。取自：<https://www.youtube.com/watch?v=UveMnbhSL50>