

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

佳作

032902

【非常好色，左右紅圓】

---火龍果皮色素萃取之應用

學校名稱：嘉義市立北興國民中學

作者： 國二 楊 雲 國二 林冠廷	指導老師： 張秀梅
---------------------------------	------------------

關鍵詞：火龍果、甜菜苷色素

摘要

本研究取火龍果皮萃取色素，進行物理性質、抗氧化性、金屬離子反應、加工條件試驗，應用於食品加工製作，並且行官能品評。結果顯示，樣品 pH 5.0~5.6，糖度 0.6~1° Brix。清除 DPPH 自由基能力 92.55%，大於 12.5 ppm 的 VitC、相當於 339.37 ppm BHT 及 361.87 ppm BHA；萃取液還原力相當於 175.48 μ g/mL BHT；類黃酮含量 27.97 μ g/mL Quercetine；總多酚含量 162.23 μ g/mL Gallic acid。取 1mL 稀釋 16 倍萃取液，加入 16 種金屬溶液 20 滴(1 mL 針筒)，其中 10^{-2} M Ni、Cu、Hg、Pb、 Fe^{3+} 金屬溶液產生變色或褪色現象。將樣品控制在 pH 6.0 於 100°C 中分別加熱 1、1.5、3 及 5 分鐘，測量 A_{538} 殘存率分別為 83%、80%、74.5%、59%。湯圓及紅龜粿添加萃取液接受性各為 71.43% 及 64.29%。顯現樣品應用的可行性，可增加健康、自然環保，及提高農民經濟利益。

壹、 研究動機

每到火龍果盛產期，家中總見它的足跡，因為媽媽非常喜好火龍果，所以也影響了我。那鮮紅欲滴的顏色，吃完嘴唇似擦過了口紅，尤其經胃強酸作用後，依舊堅持原色的排出，這讓人對其色素產生了好奇和興趣。我想這與課程中酸、鹼、鹽及氧化還原必定有其理論關聯。而目前人工色素雖合法，卻對人體會造成程度性的傷害。倘若能再結合環保意識，由天然的果皮中萃取出色素，控制在安定的條件下，當作食用色素，應用於食品加工中，如此亦可提高農民的經濟效益。希望這研究能為社會盡一份心力，有所貢獻。

貳、 研究目的

本研究目的，為探討火龍果皮色素萃取液對人體健康是否有益，此外利用實驗設計找出最適的加工條件，應用於湯圓及紅龜粿，並且進行官能品評試驗。

參、 研究設備及器材

一、 儀器

均質機	pH 計	糖度屈折計	分光光度計
恆溫水槽	離心機	電子分析天平	相機

二、 實驗材料

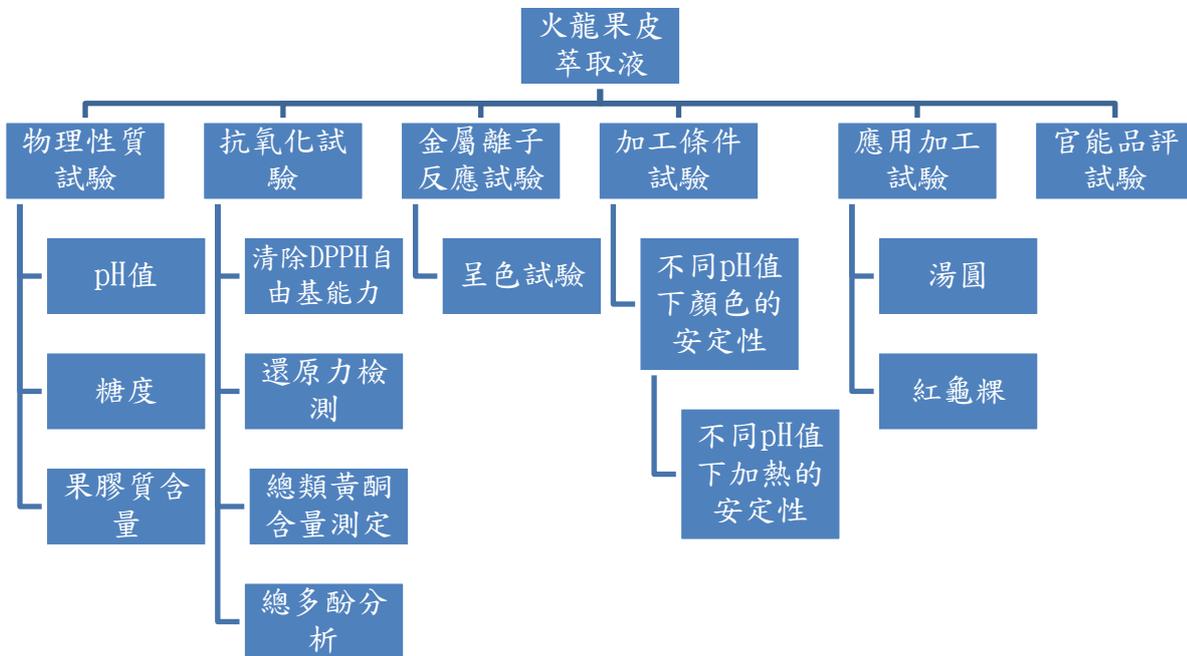
(一)原料

火龍果。

(二)藥品

酒精 (C₂H₅OH) 、 甲醇 (CH₃OH) 、 醋酸 (CH₃COOH) 、 碳酸氫鈉 (NaHCO₃) 、 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 、 VitC(Ascorbic acid) 、 BHA(Butylated hydroxyanisole) 、 BHT(Butylated hydroxytoluene) 、 磷酸二氫鈉(Na₂HPO₄) 、 赤血鹽 (K₃Fe(CN)₆)、三氯醋酸(CCl₃COOH)、氯化鐵(FeCl₃)、槲皮素(Quercetin)、氯化鋁(AlCl₃)、乙酸鉀(CH₃COOK)、沒食子酸(Gallic acid)、酚類指示劑(Folin-Ciocalteu)、碳酸鈉 (Na₂CO₃)、LiClO₄ · 3H₂O、NaClO₄ · H₂O、KClO₄、Ca(ClO₄)₂ · 4H₂O、Mn(ClO₄)₂ · 6H₂O、Co(ClO₄)₂ · 6H₂O、Ni(ClO₄)₂ · 6H₂O、Cu(ClO₄)₂ · 6H₂O、Zn(ClO₄)₂ · 6H₂O、Cd(ClO₄)₂、Hg(ClO₄)₂、Pb(ClO₄)₂ · 3H₂O、Al(ClO₄)₃ · 9H₂O、Mg(ClO₄)₂、Fe(ClO₄)₂、Fe(ClO₄)₃

肆、 研究過程或方法



參考范⁽⁷⁾的實驗方法，取紅種火龍果皮切碎，再添加 4 倍的蒸餾水(w/w)，以均質機打碎

成汁，浸漬萃取 30 分鐘以上，經濾網、濾布去除殘渣，再以濾紙進行抽氣過濾後，以 3500 rpm 離心 10 分鐘，取其上清液進行以下實驗。

一、試樣之物理性質試驗⁽¹⁾

(一)pH 質測定

1. 實驗原理

將 pH 計的電極(參考電極與指示電極)放入試樣溶液中，測定溶液的酸鹼性。利用溶液中的氫離子與電位差的關係，測定兩電極的電位差，即可求得試樣溶液之 pH 值。

2. 實驗設計

pH 計以 pH 7.0 pH 4.0 及 pH 10.0 之標準溶液校正後，再測定火龍果皮萃取液之 pH 值。

(二)糖度測定

1. 實驗原理

手持式的糖度屈折計(Hand-held Brix Refractometer)是利用光學折射原理來估算食品中含糖的濃度。當測定的樣品糖濃度高時，光源折射率(refraction index，簡稱 RI)會變大，當糖濃度低時，則光源折射率變小。

2. 實驗設計

先將糖度計以蒸餾水校正至 0⁰Brix 後，測定火龍果皮萃取液糖度。

(三)果膠質含量測定

1. 實驗原理

果膠為一種酸性多醣，是細胞壁中的一個重要成分。最常見的結構是 α -1,4 連接的多聚半乳糖醛酸，其溶液為黏稠狀，帶負電不溶於乙醇或其他有機溶劑。

2. 實驗設計

取等量(v/v=1:1)的火龍果皮萃取液及 95%酒精，置試管中混勻，靜置 20 分鐘，觀察其沉澱情形以判定果膠質含量。

二、試樣之抗氧化試驗^(7,10)

(一)清除 DPPH 自由基能力

1. 實驗原理

在波長 517 nm 處，DPPH 自由基甲醇溶液具有吸收波峰，當接受抗氧化劑所供應的質子時，產生吸收波峰消失的現象，故可測定試樣中抗氧化劑的自由基清

除能力。

2.實驗設計

取 2.5 mL 火龍果皮萃取液，加入 1 mL 新鮮配製的 0.3 mM DPPH 甲醇溶液，震盪混合均勻。於室溫靜置 1 分鐘後，使用分光光度計波長 517nm 測吸光值。將所得的吸光值代入公式，求得 DPPH 清除百分比。

公式:

$$\text{DPPH 自由基清除率(\%)} = \frac{\text{Control} - (\text{Sample} - \text{Sample Blank})}{\text{Control}} \times 100\%$$

Control: 2.5 mL 甲醇 + 1 mL 0.3 mM DPPH

Sample Blank: 2.5 mL Sample + 1 mL 甲醇

當吸光值愈低，表示樣品的抗氧化活性愈高，其供氫能力愈強，自由基清除能力則愈高。

並以不同濃度的人工抗氧化劑: VitC、BHA、BHT 作標準曲線，比對試樣之相對應活性。

(二)還原力檢測

1.實驗原理

利用待測物將赤血鹽($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$)逐漸還原成黃血鹽($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$)，最後黃血鹽再與 Fe^{3+} 反應，生成普魯士藍，於 700nm 波長中測其吸光值。檢測普魯士藍之最終生成量，吸光值越高，表示還原能力越強。

2.實驗設計

取 0.25 mL 樣品溶液加入 0.25 mL (0.2 M, pH 6.6) 的磷酸緩衝溶液，再加入 0.25 mL 1% 赤血鹽，於 50°C 恆溫水槽反應 20 分鐘，迅速將樣品置於 0°C 冰浴冷卻。加入 0.25 mL 10% 三氯醋酸溶液，3000 rpm 離心 10 分鐘。取上層澄清液 0.5 mL 至新的離心管，加入 0.5 mL 蒸餾水及 0.05% 氯化鐵 0.1 mL 混合均勻，避光反應 5 分鐘後，以分光光度計於 700 nm 偵測吸光度。

取 BHT 製作標準曲線，樣品中還原力由其吸光值求得。

(三)總類黃酮含量測定

1.實驗原理

利用類黃酮化合物於鹼性條件下可與三氯化鋁形成穩定的錯合物，並於波長 415 nm 下有吸光。吸光值越大，表示總類黃酮含量越多。

2.實驗設計

取 0.25 mL 樣品溶液加入 0.75 mL 75%乙醇、0.05 mL 10% AlCl_3 溶液，0.05 mL 1M 醋酸鉀溶液及 1.4 mL 蒸餾水，混合後於 35°C 水槽暗反應 30 分鐘，而後測 A_{415} 之吸光值。

以 Quercetin 製作標準曲線，並以不添加醋酸鋁之試驗為空白對照組，樣品中類黃酮之含量由其吸光值求得 Quercetin 之量。

(四)總多酚分析

1.實驗原理

多酚類化合物是植物二次代謝產物，是天然植物中萃取的多氫基酚類衍生物。有研究報導⁽¹²⁾酚類化合物和抗氧化呈正相關。Folin-Ciocalteu 比色測定總多酚，是利用試劑中的錳鉬酸將多酚化合物定量，而自身被還原，生成藍色化合物。顏色的深淺與多酚化合物含量呈正相關。

2.實驗設計

取 40 μL 的火龍果皮萃取液及 400 μL 的 50% Folin-Ciocalteu 試劑混合，於 35°C 恆溫水槽中靜置 10 分鐘。加入 320 μL 0.3 M 碳酸鈉溶液，於 35°C 恆溫水槽暗反應靜置 5 分鐘。以分光光度計於 750 nm 偵測吸光值，並以沒食子酸製作標準曲線，計算試樣之總多酚濃度。

三、金屬離子反應試驗

1.實驗原理

利用甜菜苷色素為多氫基化合物，其易與金屬離子結合形成錯合物，而造成色澤的改變。

2.實驗設計

取 Li、Na、K、Ca、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Hg、Pb、Al、Mg、Fe(II)、Fe(III)16 種金屬配成濃度約 10^{-2}M 溶液。用 1 ml 針管滴 20 滴至稀釋 1 倍、2 倍、4 倍、8 倍、16 倍的 1 mL 火龍果萃取液中，混合均勻，觀測其顏色變化。

四、加工條件試驗

(一)不同 pH 值下顏色的安定性

取定量火龍果皮萃取液，分別以 0.1 M CH_3COOH 及 0.1 M NaHCO_3 調整 pH，觀測紀錄其顏色，並利用分光光度計測定各 pH 值下於波長 538 nm 的吸光值換算其殘存率。

(二)不同 pH 值下加熱的安定性

取於波長 538 nm 下的吸光值，殘存率達 99% 以上的調製過的 pH 火龍果皮萃取液，進行 100°C 加熱，歷時 1 分鐘、1.5 分鐘、3 分鐘、5 分鐘及 10 分鐘後，檢測其 A_{538} 記錄其殘存率。

五、應用加工試驗

(一)湯圓

1.配方

原料	百分比(%)	重量(g)
糯米粉	100	350
火龍果皮萃取液(水)	57	200

2.製作方法

- (1) 利用食用小蘇打調配火龍果皮萃取液至 pH 6。
- (2) 取 50 g 糯米粉加火龍果皮萃取液 40 g，揉成糰。放入滾水中煮至浮起，成為粿粹。
- (3) 放入粿粹至剩下的糯米粉中，加入 160 g 火龍果皮萃取液，揉至不黏手。
- (4) 分割成一般湯圓(直徑 2 cm，5.5 g)及小湯圓(直徑 1.5 cm，3 g)大小。分別置滾水中煮至浮起。

(二)紅龜粿

1.配方

原料	百分比(%)	重量(g)
糯米粉	100	300
砂糖	10	30
紅豆餡		適量
火龍果皮萃取液(水)	75	225

紅龜粿模型: 大:7×5×2 cm 小:5×4×1 cm

2.製作方法

- (1) 利用食用小蘇打調配火龍果皮萃取液至 pH 6。
- (2) 取 50 g 糯米粉加火龍果皮萃取液 40 g，揉成糰，放入滾水中煮至浮起成為粿粹。
- (3) 放粿粹入剩下的糯米粉中，加入 185 g 的火龍果萃取液及砂糖，揉成不黏手的糯米糰。

(4) 分割成 15 g 的粉糰包入紅豆餡 6 g 及 40 g 粉糰包入紅豆餡 18 g。

(5) 將包好的糯米糰放入模型中壓平，扣出。至於蒸籠紙上，分別蒸 3 分鐘及 5 分鐘即可。

六、官能品評

製作品評表格：

*請問哪一個好吃? 白色_____紅色_____沒差別_____
為什麼?_____ 謝謝您寶貴的資訊!

於早上 9:00-10:00 隨機取樣，進行湯圓或紅龜粿的官能品評試驗。

伍、 研究結果

一、試樣之物理性質試驗

(一)pH 質測定:

樣品之 pH 5.0~5.6，依照不同的植株或種植有些微的差異。

(二)糖度測定:

糖度 0.6~1° Brix。低量的糖度對於應用於食品上，不易造成口味上的干擾，對於健康上也有助益。

(三)果膠質含量測定:

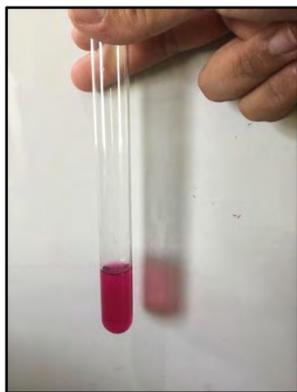


圖 1-1 果膠質含量測定

含量非常少，如此對之後的吸光值試驗才有其可信度。

二、試樣之抗氧化試驗

(一)清除 DPPH 自由基能力:

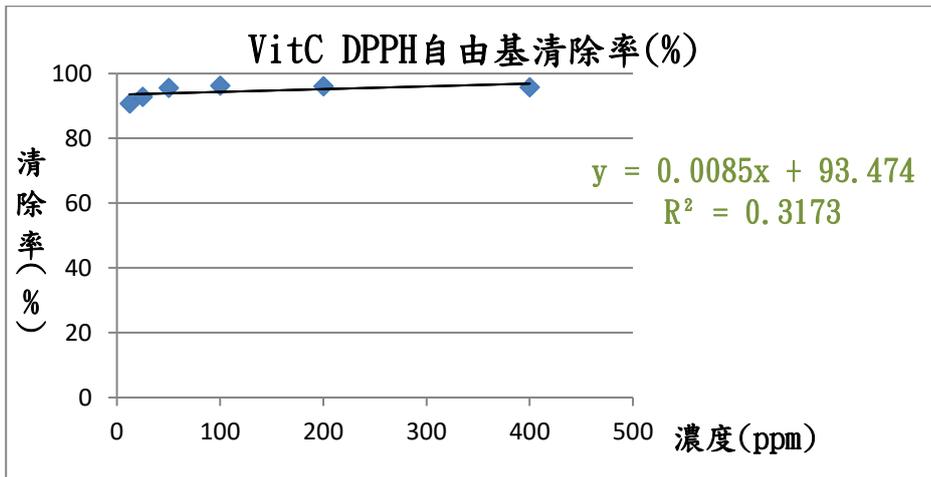


圖 2-1 VitC DPPH 自由基清除率(%)

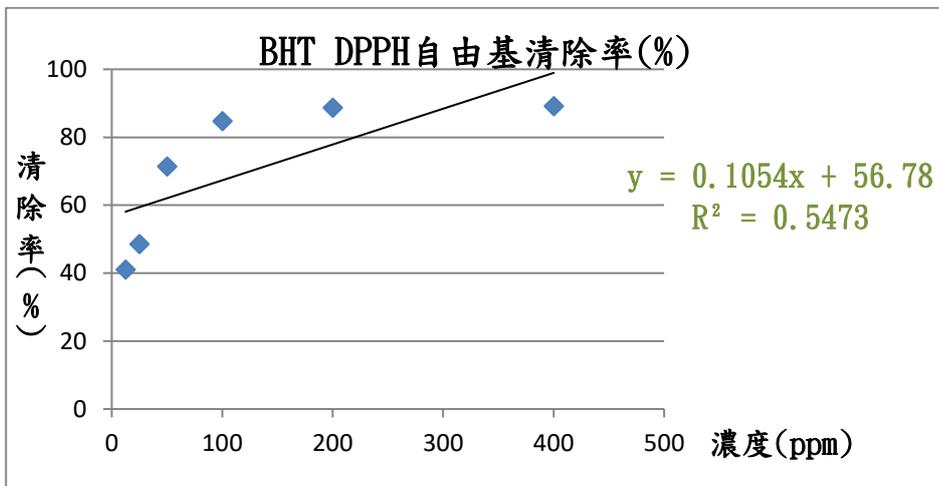


圖 2-2 BHT DPPH 自由基清除率(%)

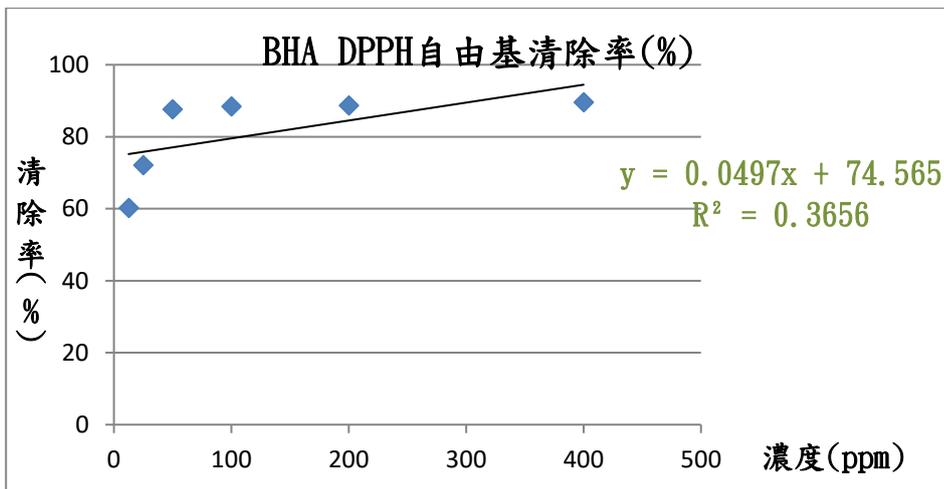


圖 2-3 BHA DPPH 自由基清除率(%)

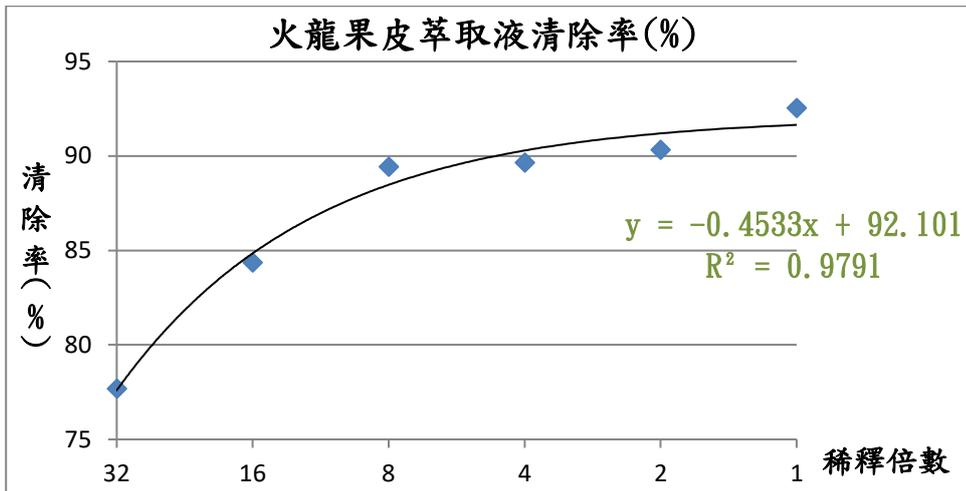


圖 2-4 火龍果皮萃取液 DPPH 自由基清除率(%)

清除 DPPH 自由基能力 92.55%，大於 12.5 ppm 的 VitC、相當於 339.37 ppm 的 BHT 及 361.87 ppm 的 BHA；樣品稀釋倍率為 32 倍時，清除率達 77.70%，相當於 198.48 ppm 的 BHT 及 63.08 ppm 的 BHA。三種抗氧化劑的清除自由基能力:VitC>BHA>BHT。

(二)還原力檢測:

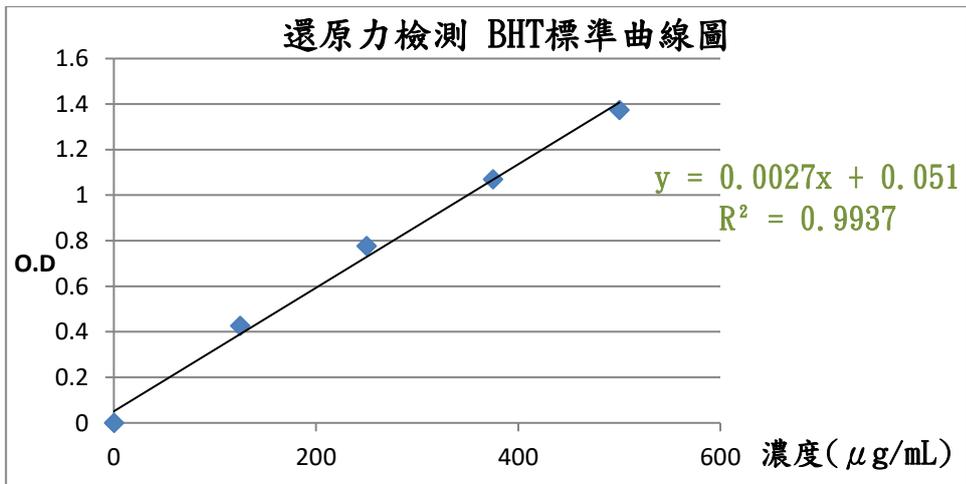


圖 2-5 火龍果皮萃取液還原力檢測 BHT 標準曲線

樣品的還原能力相當於 175.48 μg/mL BHT。

(三)總類黃酮含量測定:

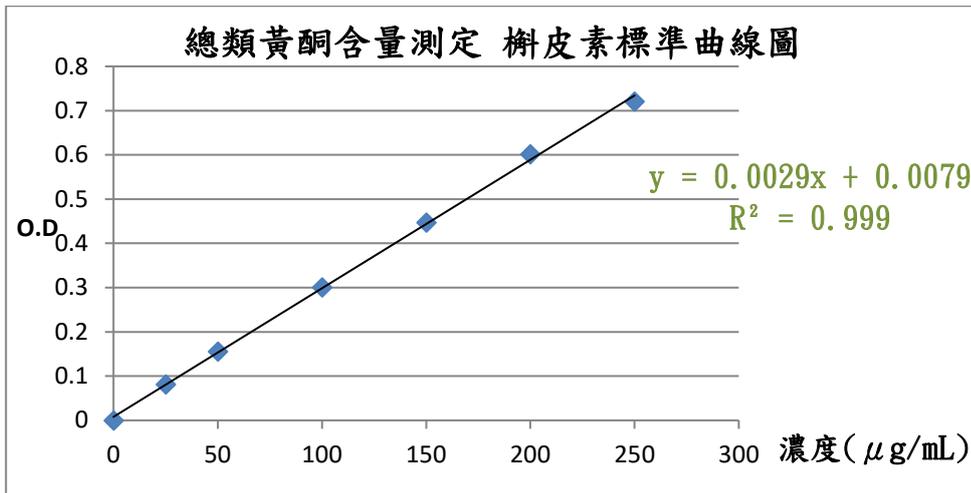


圖 2-6 火龍果皮萃取液總類黃酮含量測定槲皮素標準曲線

樣品的類黃酮含量相當於 27.97 µg/mL Quercetine。

(四)總多酚分析:

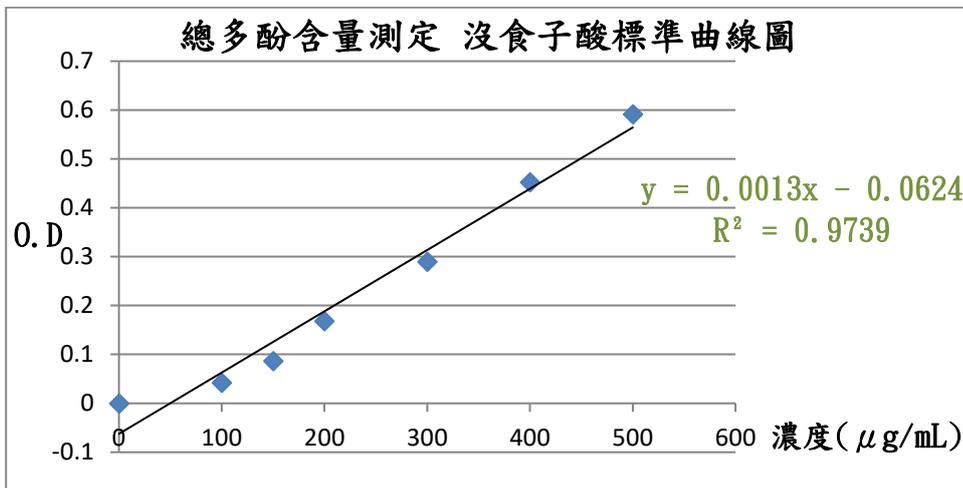


圖 2-7 火龍果皮萃取液總多酚含量測定沒食子酸標準曲線

樣品的總多酚含量相當於 162.23 µg/mL Gallic acid。

三、金屬離子反應試驗

1ml 火龍果皮萃取液		有變色金屬溶液
原液	加各式 10 ⁻² M 金屬溶液	沒變色
稀釋 2 倍	(Li、Na、K、Ca、Mn、	Hg、Pb
稀釋 4 倍	Co、Ni、Cu、Zn、Cd、	Cu、Hg、Pb
稀釋 8 倍	Hg、Pb、Al、Mg、	Cu、Hg、Pb、Fe ³⁺
稀釋 16 倍	Fe(II)、Fe(III)20 滴	Ni、Cu、Hg、Pb、Fe ³⁺

表 3-1 各稀釋倍數的火龍果皮萃取液與金屬呈色情況

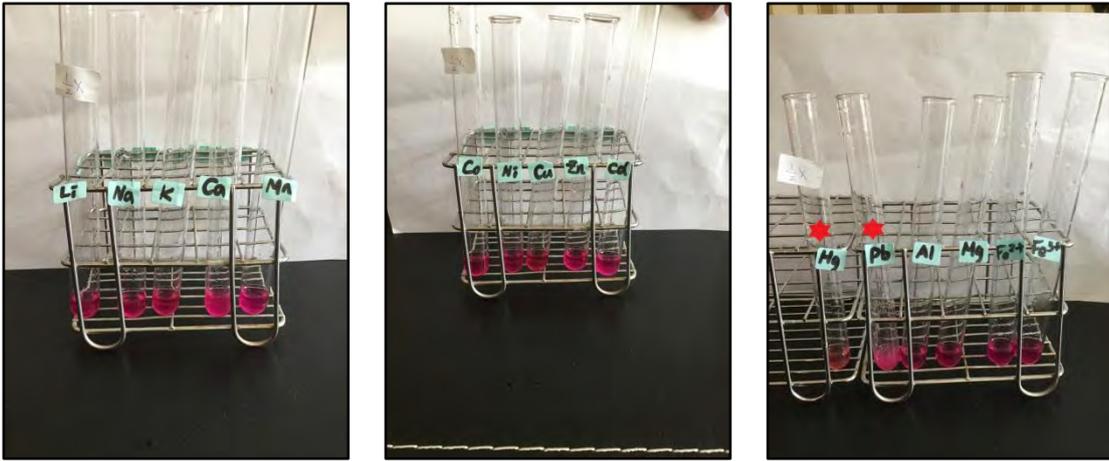


圖 3-1 1mL 稀釋 2 倍火龍果皮萃取液+各式 $10^{-2}M$ 金屬溶液 20 滴



圖 3-2 1mL 稀釋 4 倍火龍果皮萃取液+各式 $10^{-2}M$ 金屬溶液 20 滴



圖 3-3 1mL 稀釋 8 倍火龍果皮萃取液+各式 $10^{-2}M$ 金屬溶液 20 滴

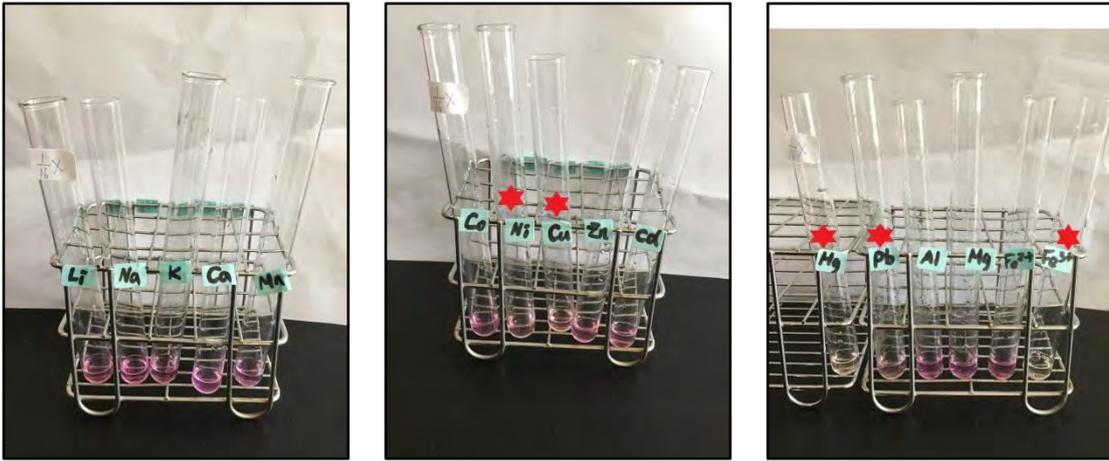


圖 3-4 1mL 稀釋 16 倍火龍果皮萃取液+各式 $10^{-2}M$ 金屬溶液 20 滴



圖 3-5 1mL 稀釋 16 倍火龍果皮萃取液+(Ni、Cu、Hg、Pb、 Fe^{3+}) $10^{-3}M$ 金屬溶液 20 滴

四、加工條件試驗

(一)不同 pH 值下顏色的安定性



圖 4-1 pH 3.5~pH 8 火龍果皮萃取液顏色穩定度

pH 值	殘存率
3.5	43.25%
4	54.45%
4.5	90.25%
5	99.0%
5.5	99.5%
6	99.5%
6.5	92.9%
7	83.1%
7.5	76.05%
8	60.9%

表 4-1 pH 3.5~pH 8 火龍果皮萃取液測定 A₅₃₈ 殘存率

(二)不同 pH 值下加熱的安定性

	pH5	pH5.5	pH6
1min	80%	82%	83%
1.5min	75%	78%	80%
3min	67%	72.5%	74.5%
5min	52%	56.5%	59%
10min	42%	45%	48%

表 4-2 不同 pH，100°C 加熱後，火龍果皮萃取液其 A₅₃₈ 殘存率

五、應用加工試驗

(一)湯圓



添加火龍果皮萃取液(pH 6)



未添加火龍果皮萃取液

圖 5-1 有無添加火龍果皮萃取液之湯圓成品

(二)紅龜粿



添加火龍果皮萃取液(pH 6)



未添加火龍果皮萃取液

圖 5-2 有無添加火龍果皮萃取液之紅龜粿成品

六、官能品評

(一)湯圓添加萃取液喜好度

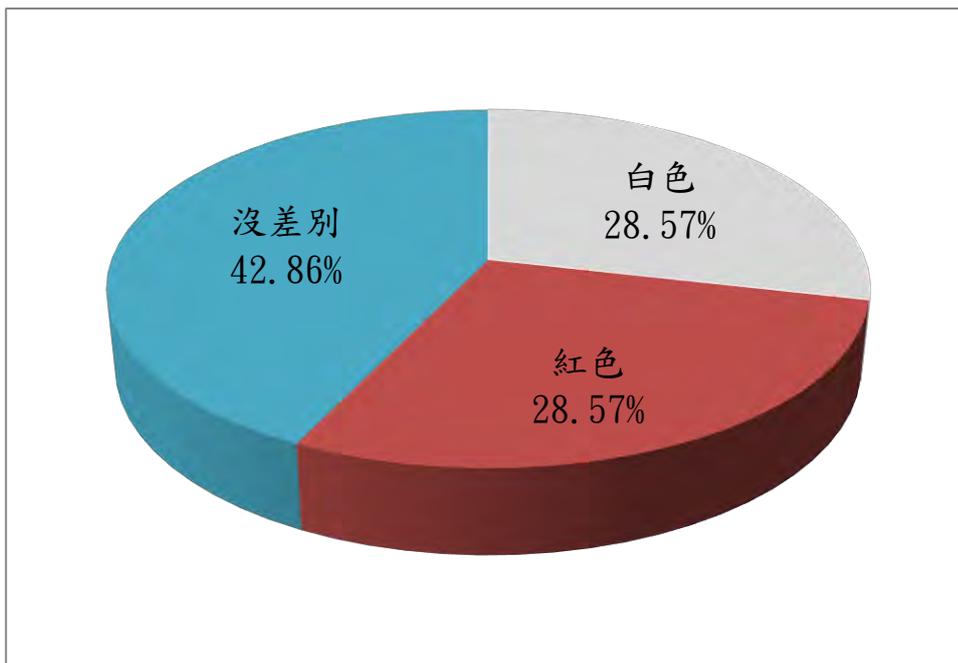


圖 6-1 湯圓添加萃取液喜好度比較

(二)紅龜粿添加萃取液喜好度

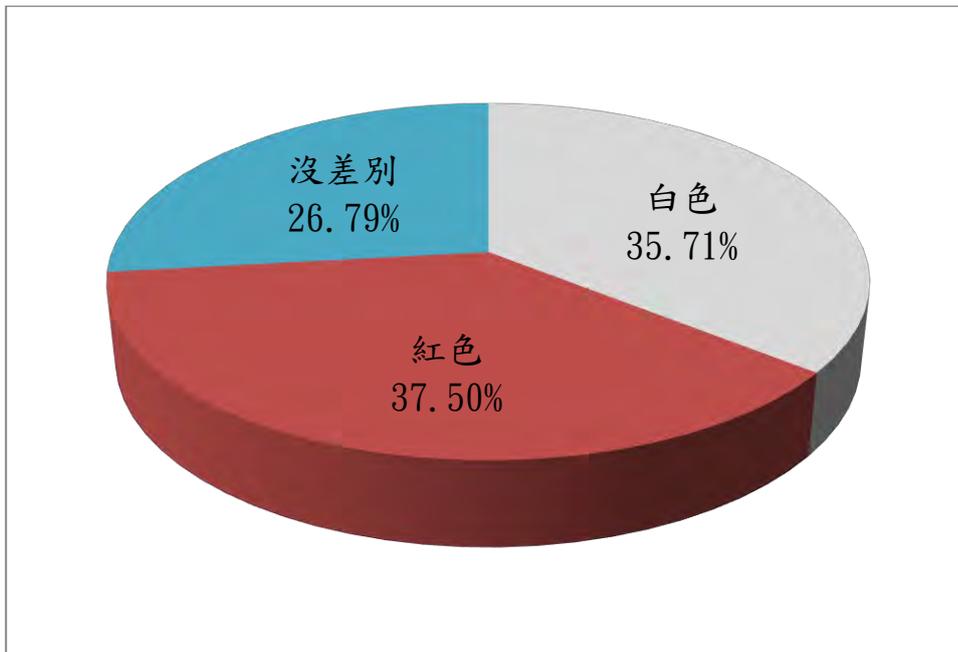


圖 6-2 紅龜粿添加萃取液喜好度比較

陸、討論

一、試樣之物理性質試驗

- 1.火龍果皮富含果膠質在過濾上會有困難，因此建議先用濾網、濾布過濾完，再用濾紙搭配抽氣過濾縮短過濾時間。
- 2.參考何⁽³⁾實驗分析火龍果色素萃取時間，發現:浸漬萃取 30 分鐘、1 小時、1.5 小時、2 小時，其萃取率無異。因此取萃取時間為 30 分鐘以上。
- 3.其濾液富含多醣體，故再經 3500 rpm 離心 10 分鐘始為實驗萃取液。

二、試樣之抗氧化試驗

(一) 清除 DPPH 自由基能力:

- 1.其中比對的三種抗氧化劑:VitC、BHT、BHA 其清除率與濃度未呈倍數關係，不過呈現正相關性。
- 2.BHT、BHA 不溶於水，溶於甲醇或乙醇，而 DPPH 溶於甲醇；倘若濾液過濾機制不良，將可能在操作時因這些溶劑導致產生懸浮物，造成測定吸光值的誤差。
- 3.DPPH 是要低溫及避光保存，避免失活。
- 4.與林⁽⁶⁾研究比對，火龍果萃取液清除 DPPH 自由基能力，勝於各種果漿:奇異果(66.96%)、鳳梨(48.00%)、木瓜(70.09%)、柳丁(61.19%)、葡萄(67.64%)、草莓(61.68%)。

(二) 還原力檢測:

- 1.步驟中的冰浴冷卻，是將樣品置於冰桶中。
- 2.加氯化鐵完要混勻，避光反應 5 分鐘，在操作時發現會產生色素結塊，故直接跳過此步驟，加完氯化鐵直接測吸光值。

(三)總類黃酮含量測定:

- 1.在植物多酚類中，抗氧化力最強的是黃酮，其能捕抓自由基，同時可螯合過氧化反應所需的觸媒金屬離子。故設計總類黃酮含量測定。
- 2.因總黃酮類非水溶性，所以數據不高。若將溶劑改為酒精，測得數據 $33.1034 \mu\text{g/mL}$ 。

(四)總多酚分析:

- 1.沒食子酸是一種有機酸，可溶於熱水或酒精。
- 2.由鄭⁽¹⁰⁾的文獻中得知，乙醇萃取紅肉火龍果的果肉含總多酚約 $6000 \mu\text{g/g}$;何⁽²⁾的報告中指出火龍果皮含總多酚約 $29.39 \mu\text{g/mL}$ ，與本次實驗 $206.9 \mu\text{g/mL}$ 比對，除了產地、品種、季節性外，還有在操作時的分析條件。因為是測吸光值，會因總總因素造成誤差，最好將樣品稀釋多倍來做比對，以增進實驗準確度。

三、金屬離子反應試驗

- 1.取火龍果皮萃取液，稀釋成 16 倍時，添加入金屬溶液，於眼睛判別上最易觀察。
- 2.1 ml 稀釋 16 倍火龍果皮萃取液加 10^{-3} M Ni、Cu、Hg、Pb、 Fe^{3+} 金屬溶液 20 滴，有變色的金屬溶液為 Cu、Pb，但需要用比對法才能夠辨識。
- 3.1 mL 稀釋 16 倍火龍果皮萃取液，加入金屬溶液 20 滴，分別於金屬溶液以下濃度，能產生變色反應(眼睛易於辨識): $\text{Ni}=9.05 \times 10^{-3} \text{ M}$ 、 $\text{Cu}=1.35 \times 10^{-2} \text{ M}$ 、 $\text{Hg}=1.09 \times 10^{-2} \text{ M}$ 、 $\text{Pb}=2.84 \times 10^{-2} \text{ M}$ 、 $\text{Fe}^{3+}=1.06 \times 10^{-2} \text{ M}$ 。

四、加工條件試驗

(一)不同 pH 值下顏色的安定性:

- 1.選用 CH_3COOH 及 NaHCO_3 當調整 pH 的酸鹼液，是為之後應用於食品中。因 0.1 M CH_3COOH 、 NaHCO_3 為低濃度弱酸及弱鹼，故調製 pH 值範圍限制在 3.5~8。
- 2.pH 3.5~4 色澤上，眼睛即可觀察出顏色變淡，此時殘存率只剩 4-5 成。
- 3.pH 5~6 的色素安定性高，殘存率高達 99-100%。

(二)不同 pH 值下加熱的安定性:

- 1.取試管，盛裝調配好 pH 的 10 ml 火龍果皮萃取液，完全沒入沸水中，加熱 1 min、1.5 min、3 min、5 min、10 min 試驗。

- 2.加熱過的色素褪色，呈現偏黃色。
- 3.小湯圓需加熱 1min，一般湯圓加熱 1.5 min，此條件受熱色素殘存率約 8 成；大紅龜粿需加熱 5 min，小紅龜粿加熱 3 min，此條件色素殘存率約 6 成及 7 成。然而，食品中不單只有水及色素，其餘成分容易與色素結合造成保護作用，使受熱後色素殘存率必高於模擬實驗值。

五、應用加工試驗

- 1.經加工條件試驗得到 pH 6 時甜菜苷色素殘存率最高，因此製作食品先將萃取液用食用小蘇打調製至 pH 6。
- 2.粿粹量需控制，加太多太黏，太少會太乾。其添加目的在於預糊化糯米粉，使經揉捏之後會更有光澤彈性。操作時要趁熱分次加入。
- 3.煮湯圓需水大滾再放入；紅龜粿亦是水滾再放入蒸。
- 4.加了萃取液的产品，會因加熱後色澤變更深，主要是澱粉糊化後會成較透明，使顏色更顯色。

六、官能品評

- 1.官能品評的樣品是取小湯圓(直徑 1.5cm)，1 人 1 顆；大紅龜粿(7X5X2 cm)，分成 8 份，1 人 1 份。
- 2.湯圓受試人員 42 人，覺得紅色湯圓好吃佔 3 成，白色湯圓佔 3 成，沒差別佔 4 成；湯圓添加萃取液接受性達 7 成。紅龜粿受試人員 56 人，覺得紅色紅龜粿好吃佔 3 成 8，白色佔 3 成 6，沒差別佔 2 成 6；紅龜粿添加萃取液接受性達 6 成 4。
- 3.不論是湯圓或紅龜粿，其實受試者多有自己既定的喜好，因此內心得到暗示來影響選項。覺得白色比較好吃的，有個特別的理由:會擔心色素太多；選擇紅色的還有一個特別的理由，便是中國人對紅色=喜慶的聯想。
- 4.紅龜粿因為有包紅豆餡，多少會誤導模糊了糯米粿的主題。

柒、結論

- 一、火龍果皮富含果膠質，或許之後可研究『色素性植物果膠』，甚至可取代動物性膠質，如此減少殺生，且更環保，也讓吃素者能享受更多健康、更好的飲食。有待同好先進一起努力。
- 二、在抗氧化性方面，火龍果皮萃取液呈現高度清除自由基能力及還原力。萃取液稀釋 32 倍後，自由基清除率 77.70%，相當於 198.48 ppm 的 BHT 及 63.08 ppm 的 BHA；而 BHA 及 BHT 為人工合成的抗氧化劑，過量會對人體造成傷害，相形之下樣品更顯天

然健康。

- 三、樣品還原能力相當於 175.48 $\mu\text{g/mL}$ BHT，類黃酮含量相當於 27.97 $\mu\text{g/mL}$ Quercetine，總多酚含量高達 162.23 $\mu\text{g/mL}$ 。證明為**高抗氧化力物質**。
- 四、金屬呈色試驗可應用於食材是否受重金屬污染的檢測，亦可研發為**天然食品級金屬指示劑**。
- 五、文獻指出甜菜苷色素不耐熱加工，此次實驗發現:樣品**控制 pH6，在 100°C沸水加熱 1.5min 色素殘存率達 80%，加熱 5min 殘存率亦可達 59%**。
- 六、**官能品評**試驗證實:不因色素加入產生雜味，**接受性高**。
- 七、可將樣品**低溫噴霧乾燥製成粉劑**，達**商品化**目的。
- 八、火龍果皮本為廢棄物，本次研究證明具高利用價值，如此達到**環保再利用**目的，亦可為果民**提高經濟利潤**。應用於中國傳統米食，讓歡樂節慶更**自然更健康**。

捌、參考資料或其他

- 一、全國高職學生專題暨創意製作競賽食品群(2014)。直搗「紅龍」—火龍果皮性質與加工應用。
- 二、何芷彤等(2015)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。「火」「熱」的「抗」爭—火龍果皮抗氧化及果皮熱狗開發。
- 三、何芷彤等(2015)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。「昔」「火」大動—探討火龍果皮中最適萃取方式。
- 四、吳承融等(2014)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。紅火龍果色素運用於食品之研究。
- 五、沈馨仙等(2010)。THE JOURNAL OF TAIWAN PHARMACY Vol.26 No.2。抗氧化劑及常見之抗氧化 活性評估方法。
- 六、林胤丞(2013)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。『水果』嫁入『米苔目』。
- 七、范家敏等(2013)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。「紅龍」顯神通—火龍果皮性質與加工應用。
- 八、陳良宇等(2012)。MC-Transaction on Biotechnology, 2012, Vol. 4。鹼催化對 Folin-Ciocalteu 試劑檢測總多酚含量的影響。
- 九、黃俊霖(2015)。國立中興大學食品暨應用生物科技學系碩士在職專班專題討論摘要。不同農業殘餘物多酚之萃取、鑑別及抗氧化能力。
- 十、鄭建璋等(2014)。MC-Transaction on Biotechnology, 2014, Vol. 6。乙醇萃取白肉火龍果

及紅肉火龍果的清除自由基能力比較。

十一、魏英泰等(2011)。火龍果對健康的幫助以及味蕾的滿足。

十二、蘇美嘉(2015)。國立臺灣海洋大學食品科學系。火龍果多酚類物質與降膽固醇活性之探討。

十三、孙世萍等(2006)。食品科学 2006, Vol. 27, No. 02。高效液相色谱法测定甜菜红色素。

【評語】 032902

本研究萃取火龍果的紅色色素，進行物理性，抗氧化性質，金屬離子反應試驗，並應用於湯圓和紅龜粿的製作，內容豐富。雖火龍果皮色素研究已在各文獻中多次報導(例如 2017，57 屆科展)，但用於食品加工的相關研究不多，參賽者結合了傳統食品，使研究產生鄉土價值。

摘要

本研究取火龍果皮萃出色素，進行物理性質、抗氧化性、金屬離子反應、加工條件試驗，應用於食品加工製作，並且行官能品評。結果顯示，樣品pH5.0~5.6，糖度0.6~1° Brix。清除DPPH自由基能力92.55%，大於12.5 ppm的VitC、相當於339.37 ppm BHT及361.87ppm BHA；萃取液還原力相當於175.48 $\mu\text{g/mL}$ BHT；類黃酮含量27.97 $\mu\text{g/mL}$ Quercetine；總多酚含量162.23 $\mu\text{g/mL}$ Gallic acid。取1mL稀釋16倍萃取液，加入16種金屬溶液20滴(1mL針筒)，其中 10^{-2} M Ni、Cu、Hg、Pb、Fe³⁺金屬溶液產生變色或褪色現象。將樣品控制在pH6.0於100°C中加熱1分鐘、1.5分鐘、3分鐘、5分鐘，測量A₅₃₈ 殘存率分別為83%、80%、74.5%、59%。湯圓添加萃取液接受性71.43%，紅龜粿添加萃取液接受性64.29%。顯現樣品應用的可行性，不僅增進生理健康、追求自然環保，亦可提高農民經濟利益。

研究動機

每到火龍果盛產期，家中總見它的足跡，因為媽媽非常喜好火龍果，所以也影響了我。那鮮紅欲滴的顏色，吃完嘴唇似擦過了口紅，尤其經胃強酸作用後，依舊堅持原色的排出，這讓人對其色素產生了好奇和興趣。我想這與課程中酸、鹼、鹽及氧化還原必定有其理論關聯。而目前人工色素雖合法，卻對人體會造成程度性的傷害。倘若能再結合環保意識，由天然的果皮中萃取出色素，控制在安定的條件下，當作食用色素，應用於食品加工中，如此亦可提高農民的經濟效益。希望這研究能為社會盡一份心力，有所貢獻。

研究目的

本研究目的，為探討火龍果皮色素萃取液對人體健康是否有益，此外利用實驗設計找出最適的加工條件，應用於湯圓及紅龜粿，並且進行官能品評試驗。

研究過程或方法



參考范⁽⁷⁾的實驗方法，取紅種火龍果皮切碎，再添加4倍的蒸餾水(w/w)，以均質機打碎成汁，浸漬萃取30分鐘以上，經濾網、濾布去除殘渣，再以濾紙進行抽氣過濾後，以3500rpm離心10分鐘，取其上清液進行以下實驗。

一、試樣之物理性質試驗⁽¹⁾

(一)pH質測定：pH計以pH 7.0 pH 4.0及pH 10.0之標準溶液校正後，再測定火龍果皮萃取液之pH值。

(二)糖度測定：先將糖度計以蒸餾水校正至0° Brix後，測定火龍果皮萃取液糖度。

(三)果膠質含量測定：取等量(v/v=1:1)的火龍果皮萃取液及95%酒精，置試管中混勻，靜置20分鐘，觀察其沉澱情形以判定果膠質含量。

二、試樣之抗氧化試驗^(7,10)

(一)清除DPPH自由基能力：取2.5 ml火龍果皮萃取液，加入1 ml新鮮配製的0.3 mM DPPH甲醇溶液，震盪混合均勻。於室溫靜置1分鐘後，使用分光光度計波長517 nm測吸光值。將所得的吸光值代入公式，求得DPPH清除百分比。

公式：
$$\text{DPPH 自由基清除率}(\%) = \frac{\text{Control} - (\text{Sample} - \text{Sample Blank})}{\text{Control}} \times 100\%$$

Control: 2.5ml 甲醇+1ml 0.3mM DPPH, Sample Blank: 2.5 ml Sample+1ml 甲醇
當吸光值愈低，表示樣品的抗氧化活性愈高，其供氫能力愈強，自由基清除能力則愈高。並以不同濃度的人工抗氧化劑: VitC、BHA、BHT作標準曲線，比對試樣之相對應活性。

(二)還原力檢測：取0.25 mL 樣品溶液加入0.25mL(0.2 M, pH 6.6)的磷酸緩衝溶液，再加入0.25mL 1%赤血鹽，於50°C恆溫水槽反應20分鐘，迅速將樣品置於0°C冰浴冷卻。加入0.25 mL 10%三氯醋酸溶液，3000 rpm離心10分鐘。取上層澄清液0.5 mL至新的離心管，加入0.5 mL蒸餾水及0.05%氯化鐵0.1 mL混合均勻，避光反應5分鐘後，以分光光度計於700nm偵測吸光度。取BHT製作標準曲線，樣品中還原力由其吸光值求得。

(三)總類黃酮含量測定：取0.25 mL樣品溶液加入0.75mL 75% 乙醇、0.05mL 10% AlCl₃溶液，0.05mL 1M醋酸鉀溶液及1.4mL蒸餾水，混合後於35°C水槽暗反應30分鐘，而後測A₄₁₅之吸光值。以Quercetin製作標準曲線，並以不添加醋酸鋁之試驗為空白對照組，樣品中類黃酮之含量由其吸光值求得Quercetin之量。

(四)總多酚分析：取40 μL 的火龍果皮萃取液及400 μL 的50% Folin-Ciocalteu試劑混合，於35°C恆溫水槽中靜置10分鐘。加入320 μL 0.3 M碳酸鈉溶液，於35°C恆溫水槽暗反應靜置5分鐘。以分光光度計於750 nm偵測吸光值，並以沒食子酸製作標準曲線，計算試樣之總多酚濃度。

三、金屬離子反應試驗

取Li、Na、K、Ca、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Hg、Pb、Al、Mg、Fe(II)、Fe(III)16種金屬配成濃度約 10^{-2} M溶液。用1mL針管滴20滴至稀釋1倍、2倍、4倍、8倍、16倍的1 mL火龍果皮萃取液中，混合均勻，觀測其顏色變化。

四、加工條件試驗

(一)不同pH值下顏色的安定性：取定量火龍果皮萃取液，分別以0.1 M CH₃COOH及0.1 M NaHCO₃調整pH，觀測紀錄其顏色，並利用分光光度計測定各pH值下於波長538 nm的吸光值換算其殘存率。

(二)不同pH值下加熱的安定性：取於波長538 nm下的吸光值，殘存率達99%以上的調製過的pH火龍果皮萃取液，進行100°C加熱，歷時1分鐘、1.5分鐘、3分鐘、5分鐘及10分鐘後，檢測其A₅₃₈ 記錄其殘存率。

五、應用加工試驗

(一)湯圓

1. 配方

原料	百分比(%)	重量(g)
糯米粉	100	350
火龍果皮萃取液(水)	57	200

製作方法：

- 利用食用小蘇打調配火龍果皮萃取液至pH 6。
- 取50g糯米粉加火龍果皮萃取液40g，揉成糰。放入滾水中煮至浮起，成為粿粹。
- 放入粿粹至剩下的糯米粉中，加入160g火龍果皮萃取液，揉至不黏手。



④分割成一般湯圓(直徑2cm, 5.5g)及小湯圓(直徑1.5cm, 3g)大小。分別置滾水中煮至浮起。

(二)紅龜粿

1. 配方

原料	百分比(%)	重量(g)
糯米粉	100	300
砂糖	10	30
紅豆餡		適量
火龍果皮萃取液(水)	75	225

紅龜粿模型: 大:7X5X2cm 小:5X4X1cm

2. 製作方法:

- ①利用食用小蘇打調配火龍果皮萃取液至pH 6。
- ②取50 g糯米粉加火龍果皮萃取液40 g, 揉成糰, 放入滾水中煮至浮起成為粿粹。
- ③放粿粹入剩下的糯米粉中, 加入185 g的火龍果萃取液及砂糖, 揉成不黏手的糯米糰。
- ④分割成15 g的粉糰包入紅豆餡6 g及40 g粉糰包入紅豆餡18 g。
- ⑤將包好的糯米糰放入模型中壓平, 扣出。至於蒸籠紙上, 分別蒸3分鐘及5分鐘即可。

六、官能品評

製作品評表格

請問哪一個好吃? 白色 _____ 紅色 _____ 沒差別 _____
為什麼? _____ 謝謝您寶貴的資訊!

於早上9:00-10:00隨機取樣, 進行湯圓或紅龜粿的官能品評試驗。



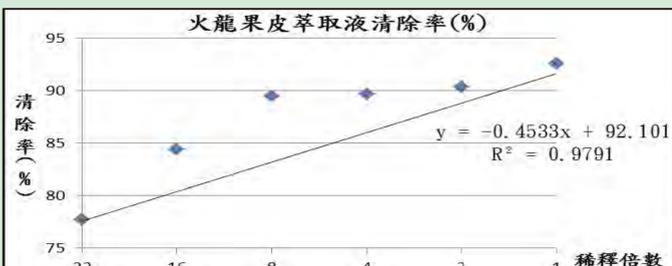
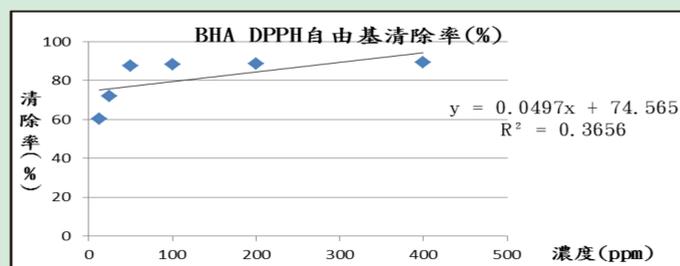
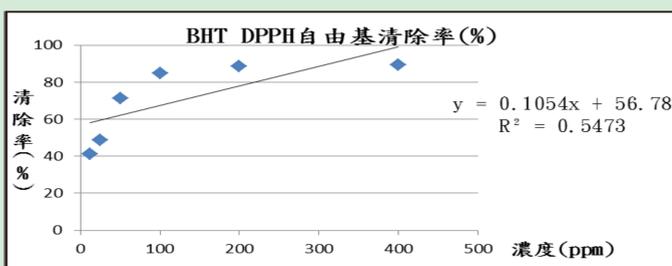
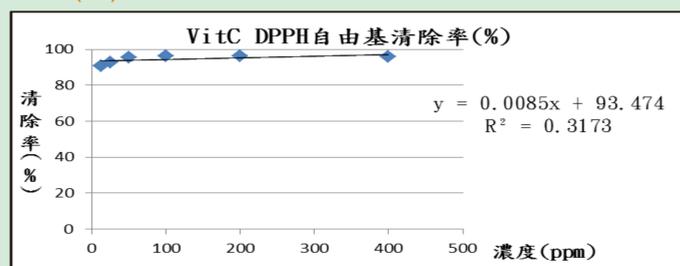
研究成果

一、試樣之物理性質試驗

- (一)pH質測定: 樣品之pH 5.0~5.6, 依照不同的植株或種植有些微的差異。
- (二)糖度測定: 0.6~1° Brix。低量的糖度對於應用於食品上, 不易造成口味上的干擾, 對於健康上也有助益。
- (三)果膠質含量測定: 含量非常少, 如此對之後的吸光值試驗才有其可信度。

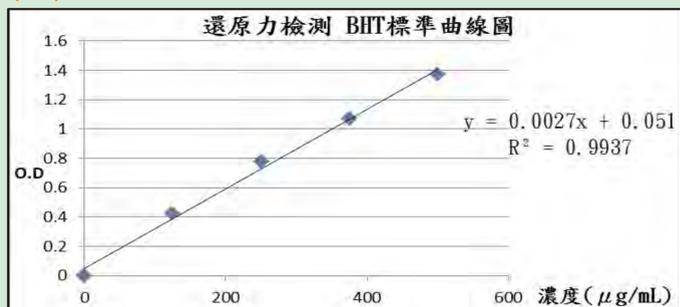
二、試樣之抗氧化試驗

(一)清除DPPH自由基能力:



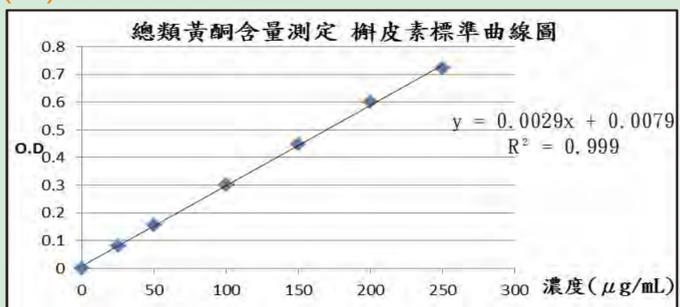
樣品清除DPPH自由基能力92.55%, 大於12.5 ppm的VitC、相當於339.37 ppm的BHT及361.87 ppm的BHA; 樣品稀釋倍率為32倍時, 清除率達77.70%, 相當於198.48 ppm的BHT及63.08 ppm的BHA。三種抗氧化劑的清除自由基能力: VitC>BHA>BHT。

(二)還原力檢測:



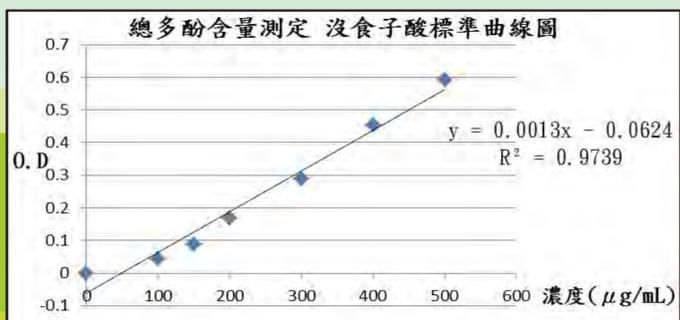
樣品的還原能力相當於175.48µg/mL BHT

(三)總類黃酮含量測定:



樣品的類黃酮含量相當於27.97µg/mL Quercetine

(四)總多酚分析:

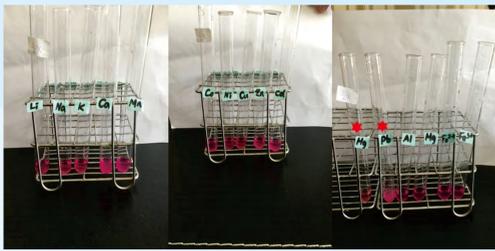


樣品的總多酚含量相當於162.23µg/mL Gallic acid

三、金屬離子反應試驗

1ml火龍果皮萃取液	加各式10 ⁻² M金屬溶液(Li、Na、K、Ca、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Hg、Pb、Al、Mg、Fe(II)、Fe(III) 20滴	有變色金屬溶液
原液		沒變色
稀釋2倍		Hg、Pb
稀釋4倍		Cu、Hg、Pb
稀釋8倍		Cu、Hg、Pb、Fe ³⁺
稀釋16倍		Ni、Cu、Hg、Pb、Fe ³⁺





▲ 1 mL 稀釋4倍火龍果皮萃取液+各式 10^{-2} M金屬溶液20滴



▲ 1 mL 稀釋8倍火龍果皮萃取液+各式 10^{-2} M金屬溶液20滴



▲ 1 mL 稀釋16倍火龍果皮萃取液+各式 10^{-2} M金屬溶液20滴

四、加工條件試驗

(一)不同pH值下顏色的安定性



pH3.5-pH8火龍果皮萃取液顏色穩定度

pH值	殘存率
3.5	43.25%
4	54.45%
4.5	90.25%
5	99.0%
5.5	99.5%
6	99.5%
6.5	92.9%
7	83.1%
7.5	76.05%
8	60.9%

pH3.5-pH8火龍果皮萃取液測定A₅₃₈ 殘存率

	pH5	pH5.5	pH6
1min	80%	82%	83%
1.5min	75%	78%	80%
3min	67%	72.5%	74.5%
5min	52%	56.5%	59%
10min	42%	45%	48%

不同pH, 100°C加熱後, 火龍果皮萃取液其A₅₃₈ 殘存率

五、應用加工試驗

(一)湯圓



(二)紅龜粿

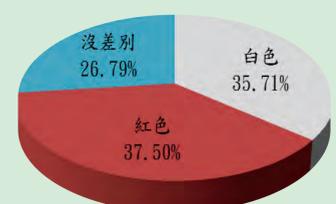


六、官能品評

(一)湯圓添加萃取液喜好度



(二)紅龜粿添加萃取液喜好度



討論

- 試樣之抗氧化試驗的清除DPPH自由基能力實驗, 其中比對的三種抗氧化劑: VitC、BHT、BHA其清除率與濃度未呈倍數關係, 不過呈現正相關性。
- 與林⁽⁶⁾ 研究比對, 本實驗的火龍果皮萃取液清除DPPH自由基能力, 勝於各種果漿: 奇異果(66.96%)、鳳梨(48.00%)、木瓜(70.09%)、柳丁(61.19%)、葡萄(67.64%)、草莓(61.68%)。
- 由鄭⁽¹⁰⁾ 的文獻中得知, 乙醇萃取紅肉火龍果的果肉含總多酚約6000 $\mu\text{g/g}$; 何⁽⁹⁾ 的報告中指出火龍果皮含總多酚約29.39 $\mu\text{g/mL}$, 與本次實驗206.9 $\mu\text{g/mL}$ 比對, 除了產地、品種、季節性外, 還有在操作時的分析條件。因為是測吸光值, 會因總總因素造成誤差, 最好將樣品稀釋多倍來做比對, 以增進實驗準確度。
- 金屬離子反應試驗時, 取 1mL稀釋16倍火龍果皮萃取液, 加入金屬溶液20滴, 分別於金屬溶液以下濃度, 能產生變色反應(眼睛易於辨識): Ni= 9.05×10^{-3} M、Cu= 1.35×10^{-2} M、Hg= 1.09×10^{-2} M、Pb= 2.84×10^{-2} M、Fe³⁺ = 1.06×10^{-2} M。
- 加工條件試驗顯示: pH 5~6的色素安定性高, 殘存率高達99-100%。
- 小湯圓需加熱1 min, 一般湯圓加熱1.5 min, 此條件受熱色素殘存率約8成; 大紅龜粿需加熱 5 min, 小紅龜粿加熱 3 min, 此條件色素殘存率約6成及7成。然而, 食品中不單只有水及色素, 其餘成分容易與色素結合造成保護作用, 使受熱後色素殘存率必高於模擬實驗值。
- 湯圓受試人員42人, 覺得紅色湯圓好吃佔3成, 白色湯圓佔3成, 沒差別佔4成; 湯圓添加萃取液接受性達7成。紅龜粿受試人員56人, 覺得紅色紅龜粿好吃佔3成8, 白色佔3成6, 沒差別佔2成6; 紅龜粿添加萃取液接受性達6成4。

結論

- 火龍果皮富含果膠質, 或許之後可研究『色素性植物果膠』, 甚至可取代動物性膠質, 如此減少殺生, 且更環保, 也讓吃素者能享受更多健康、更好的飲食。有待同好先進一步努力。
- 在抗氧化性方面, 火龍果皮萃取液呈現高度清除自由基能力及還原力。萃取液稀釋32倍後, 自由基清除率77.70%, 相當於198.48 ppm的BHT及63.08 ppm的BHA; 而BHA及BHT為人工合成的抗氧化劑, 過量會對人體造成傷害, 相形之下樣品更顯天然健康。
- 樣品還原能力相當於175.48 $\mu\text{g/mL}$ BHT, 類黃酮含量相當於27.97 $\mu\text{g/mL}$ Quercetine, 總多酚含量高達162.23 $\mu\text{g/mL}$ 。證明為高抗氧化力物質。
- 金屬呈色試驗可應用於食材是否受重金屬污染的檢測, 亦可研發為天然食品級金屬指示劑。
- 文獻指出甜菜苷色素不耐熱加工, 此次實驗發現: 樣品控制pH 6, 在100°C沸水加熱1.5 min色素殘存率達80%, 加熱5min殘存率亦可達59%。
- 官能品評試驗證實: 不因色素加入產生雜味, 接受性高。
- 可將樣品低溫噴霧乾燥製成粉劑, 達商品化目的。
- 火龍果皮本為廢棄物, 本次研究證明具高利用價值, 如此達到環保再利用目的, 亦可為果民提高經濟利潤。應用於中國傳統米食, 讓歡樂節慶更自然更健康。

參考文獻

- 全國高職學生專題暨創意製作競賽食品群(2014)。直搗「紅龍」—火龍果皮性質與加工應用。
- 何芷彤等(2015)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。「火」「熱」的「抗」爭—火龍果皮抗氧化及果皮熱狗開發。
- 何芷彤等(2015)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。「甘」「火」大動—探討火龍果皮中最適萃取方式。
- 吳承融等(2014)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。紅火龍果色素運用於食品之研究。
- 沈馨仙等(2010)。THE JOURNAL OF TAIWAN PHARMACY Vol.26 No.2。抗氧化劑及常見之抗氧化活性評估方法。
- 林胤丞(2013)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。『水果』嫁入『米苔目』。
- 范家敏等(2013)。全國高級中等學校小論文寫作比賽。「紅龍」顯神通—火龍果皮性質與加工應用。
- 陳良宇等(2012)。MC-Transaction on Biotechnology, 2012, Vol. 4。鹼催化對 Folin-Ciocalteu 試劑檢測總多酚含量的影響。
- 黃俊霖(2015)。國立中興大學食品暨應用生物科技學系碩士在職專班專題討論摘要。不同農業殘餘物多酚之萃取、鑑別及抗氧化能力。
- 鄭建璋等(2014)。MC-Transaction on Biotechnology, 2014, Vol. 6。乙醇萃取白肉火龍果及紅肉火龍果的清除自由基能力比較。