

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 化學科

030216

神秘「果」度—探討神秘果抗氧化及解酒的可能性

學校名稱：高雄市立陽明國民中學

作者： 國二 黃聖祐 國二 蔡念庭 國二 謝綵恩	指導老師： 翁郁凰 蘇筱茵
---	-----------------------------

關鍵詞：神秘果、抗氧化、解酒

摘要

由於看到新聞報導神秘果具有能讓酸變甜的效果，也有良好的抗氧化能力，甚至有解酒的效用，引發了我們的好奇心而進行研究，旨在探討神秘果的抗氧化力及解酒的可能性。首先萃取不同保存方式的各部位神秘果，以碘滴定法檢測其抗氧化力，我們發現神秘果的抗氧化力受到不同部位、溫度及保存方式影響，以葉片的抗氧化力為最高，而乾燥保存最能保留色素及抗氧化力。我們另以神秘果中含有的琥珀酸和檸檬酸進行解酒研究，在 37°C 下使琥珀酸過量時酒精減少百分比最高，而檸檬酸幾乎不與酒精反應。接著以 Arduino 自製酒精蒸氣檢測器測定不同保存及萃取方式的神秘果解酒情形，以水萃取的濃縮液能使酒精蒸氣濃度下降量較乙醇萃取的多，又以冷凍乾燥的果皮+果肉最佳。

壹、實驗動機

你也是不敢吃酸的人嗎？不如在夏日先來一顆酸酸甜甜的神秘果吧！一次不經意的接觸，讓我們對這顆來自西非的「聖果」感興趣。我們查了一些關於神秘果的研究及報導後發現，神秘果不僅具有能讓檸檬嘗起來變甜的效果，也有良好的抗氧化能力，網路上甚至有神秘果能解酒的新聞：

「網路一直有傳言，神秘果的果實可以讓酒測值降低，我們實際做實驗，一口喝完一罐啤酒，這位小姐酒測值，0.38mg/L，接著吃下三顆神秘果再測，居然變成 0，再喝一杯高粱試試也還是 0，真有這麼神奇？換人試試，這位大哥一樣喝一杯高粱，酒測值 0.07mg/L，吃下神秘果後，變成 0.05mg/L，降低了，卻沒有完全消除。」(2015 年 6 月 6 日。華視新聞網)

我們對於有關神秘果的這些傳言功效感到很好奇，二下課程也剛好上到氧化還原、電解質溶液的導電性及酯化反應^[6]，於是我們便決定投入研究，測試神秘果是否真有可能具有如此神奇能力。

貳、實驗目的

- 一、萃取及濃縮不同保存條件的神秘果各部位之抗氧化物質。
- 二、測定並比較不同條件下的神秘果各部位萃取液抗氧化力。

- 三、比較神秘果與其它水果的抗氧化力。
- 四、分別檢測琥珀酸和檸檬酸與酒精反應情形。
- 五、自製酒精蒸氣濃度檢測器。
- 六、探討不同溶劑萃取的神秘果解酒情形。
- 七、探討不同保存方式的神秘果解酒情形。

參、研究設備及器材

- 一、器材：定量瓶、試管、玻棒、燒杯、鐵架、三叉夾、滴管、刮勺、漏斗、溫度計、滴定管、錐形瓶、橡皮塞、研鉢、分度吸量管、安全吸球、濾紙、秤量紙、保鮮膜、刀片、試管架、塑膠罐、0.5ml 針筒、Parafilm(封口膜)、量筒
- 二、儀器：筆電(含 EXCEL、Logger Lite 軟體)、電子天平(EJ-610)、加熱板(PC-420D)、恆溫水槽(BH-230D)、電導度計、數據機、離心機、冷凍真空乾燥機、pH 計、迴旋濃縮儀、MQ-3 酒精感測模組、高效液相層析儀
- 三、藥品：碘酸鉀、碘化鉀、鹽酸、氫氧化鈉、95%乙醇、硫酸、澱粉、檸檬酸、琥珀酸

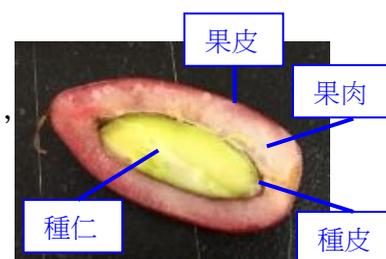
新鮮神秘果	冷凍神秘果	冷凍乾燥神秘果	新鮮神秘果葉	乾燥神秘果葉
		 種仁 果皮 果肉		
來源：一鳴生計農園及自家栽種			來源：自家栽種	

肆、研究過程及方法

一、文獻探討

(一) 神秘果

神秘果(miracle fruit; *Synsepalum dulcificum*)原生於西非熱帶地區，果實呈橢圓形(如圖一)，成熟果實會由綠轉紅。若慢慢咀嚼神秘果一分鐘後吐出種子，由於果肉內含有一種叫神秘果素 (Miraculin) 的醣



圖一 神秘果果實剖面

蛋白，可以改變舌頭上的味覺細胞的結構，使人食用帶酸味的食物如檸檬等卻感覺味甜。神秘果本身食用期大約為一個禮拜，但將果實冷凍乾縮後，其變味功能效果可達數年，故有許多研究認為神秘果可製成滿足糖尿病患需要甜味的變味劑。

2003 年國際科展作品「解開神秘果的奧秘-檸檬變柳丁的原因」^[3]提到，神秘果具極強的抗氧化能力，比一般抗氧化能力高的食品多約 4 倍，若先食用神秘果後再喝酒，可以將酒的酸澀轉化成香醇可口並提升酒量，神秘果另有解酒功效。神秘果中含有檸檬酸、酒石酸、琥珀酸等有機酸，及維生素 C、沒食子酸等抗氧化物質^{[3][6]}。

(二) 抗氧化能力測定

近年科展作品中常見的抗氧化能力測定方法有：**清除 DPPH 自由基能力測定**^{[10][11][12][14]}—評估抗氧化物提供質子的能力、**還原力測定**^{[12][14]}—測定樣品還原指定藥品的能力與程度、**總酚含量測定**^{[10][12][14]}—間接評估樣品的抗氧化活性、**碘滴定法**^{[10][11][13]}等等，前三者測定的方法需要有分光光度計等設備才能進行，而末者則藉由氧化還原滴定，測定樣品所消耗的碘量以獲得樣品的抗氧化能力，消耗的碘量愈多，可視為還原力愈大，即抗氧化力愈強，其操作的方式可分為直接碘滴定法^{[10][11][13]}及間接碘滴定法^[13]，皆須添加澱粉作為指示劑。

方法	原理	判斷抗氧化能力方式
直接碘 滴定法	當碘分子逐漸滴入與澱粉混合的樣品中時，碘分子會逐漸被樣品中的抗氧化物質還原成無色碘離子 ($I_2+2e^- \rightarrow 2I^-$)，直至滴入的碘分子過量後，會與澱粉產生藍黑色的錯合物($I_2+ I^- \rightarrow I_3^-$ ， $I_3^-+澱粉 \rightarrow$ 藍黑色錯合物)，即為滴定終點。	溶液由無色變為藍色達滴定終點，碘液滴入的量愈多，抗氧化力愈佳。
間接碘 滴定法	將樣品逐漸滴入碘分子與澱粉混合的藍黑色錯合物中，樣品中的抗氧化物質與碘分子反應，將使藍黑色錯合物逐漸變為無色。	溶液由藍色變為無色達滴定終點，樣品滴入的量愈少，抗氧化力愈佳。

考量藥品和設備的限制，以及神秘果萃取液本身有顏色，因此較不易以直接滴定法觀測，故本研究選用相對容易進行的間接碘滴定法測定神秘果的抗氧化能力。

(三) 酒精濃度測定

曾有新聞^[1]報導專家認為神秘果具有解酒功效的原因來自**神秘果中的琥珀酸**，可以暫時分解口腔中酒精。由於琥珀酸二乙酯是一種無色透明的油狀液體，能與酒精互溶，常在各種酒精中加入少量用來改善酒的口感^[5]。因此，我們認為神秘果分解酒精是因為所含的琥珀酸與酒精行酯化反應，然而酯化反應速率慢，我們對於琥珀酸在沒有加熱及催化劑的情況下是否真能在口腔中發揮解酒功效存疑，故設計實驗加以討論。

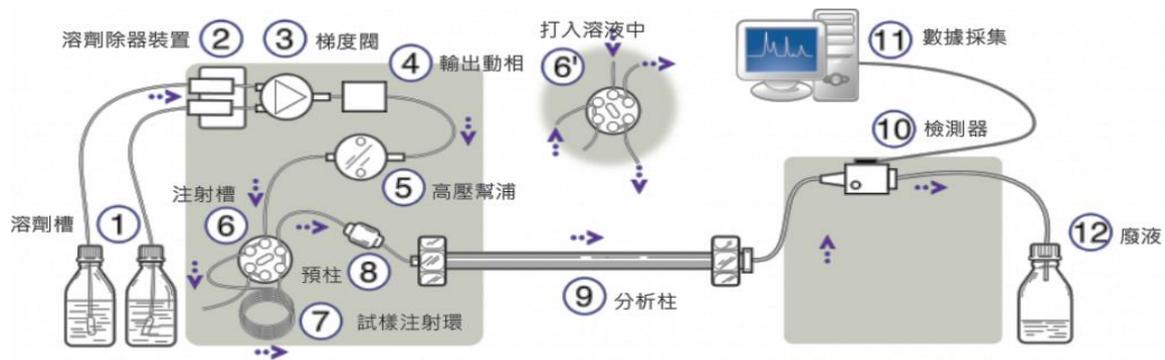
目前檢測呼氣中的酒精濃度 (BrAC) 方法有濕化學法、紅外線吸收光譜法與導電度法…等。「**濕化學法**」是利用二鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 或過錳酸鉀 ($KMnO_4$) 做為氧化劑，在將酒精氧化成醋酸的過程中，氧化劑本身的顏色會產生變化，再利用光度計測量其變化量，變化量與呼氣中的酒精含量會成正比。「**紅外線吸收光譜法**」是利用酒精會吸收特定波長的紅外線進行定性與定量分析。而「**導電度法**」是利用氣態酒精吸附在加熱的 N 型半導體感測器上時，會改變其導電度的特性，由增加的導電度量推算出呼氣中的酒精濃度^[9]，在 Arduino 平台上，氣體感測模組(MQ3)即應用此原理來偵測酒精蒸氣濃度，由於它具有良好的靈敏度和酒精反應速度快，適合用於便攜式酒精檢測儀^[15]，對我們來說是一個十分經濟且便利的選擇。

(四) 迴旋濃縮儀

迴旋濃縮儀透過真空控制降低液體上方的壓力，進而降低液體的沸點，並旋轉裝有溶劑的燒瓶，使液體可均勻地在燒瓶內壁上產生薄層，再藉由水浴鍋溫水加熱，提供給蒸發作用更大的表面積。常用來分離在室溫和正常大氣壓條件下，低沸點的溶劑與固體化合物。

(五) 液相層析(Liquid Chromatography)

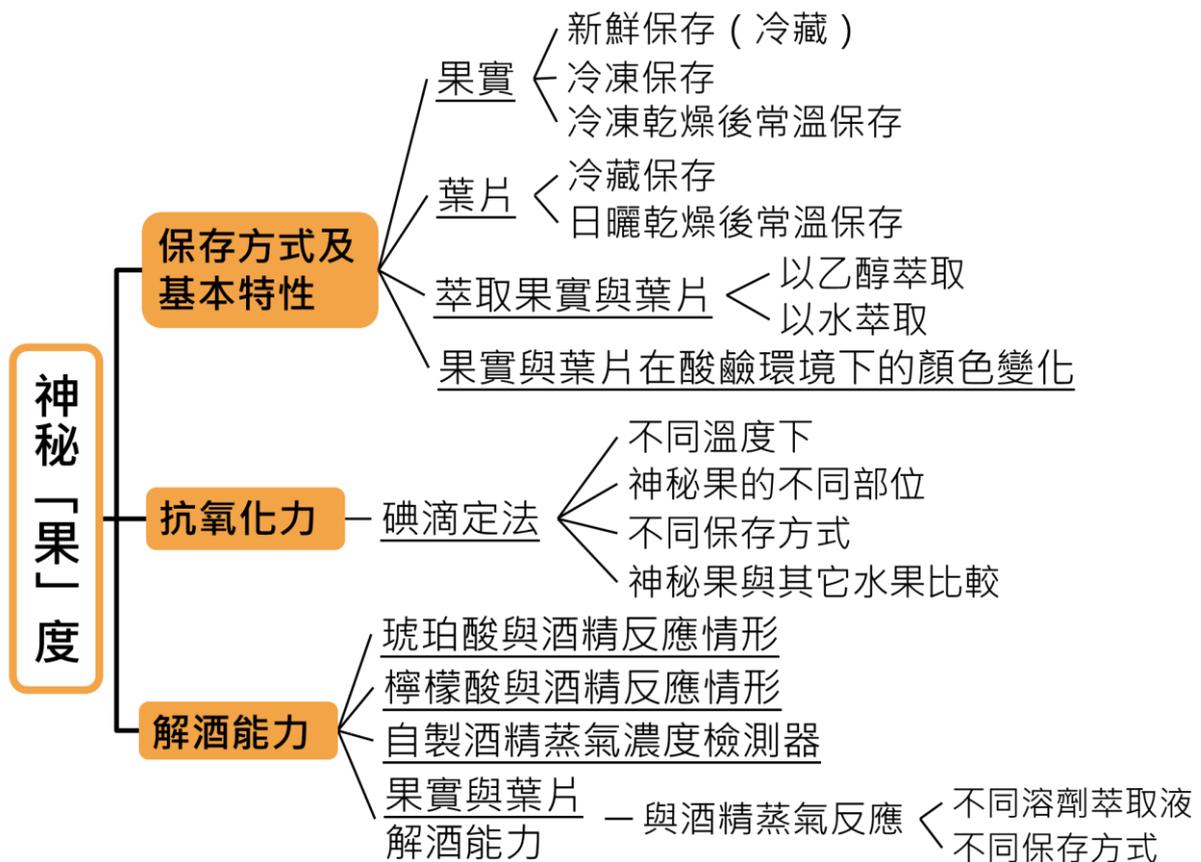
層析法是常見且普遍，可將複雜的混合物分離純化的方法。以層析系統的動相分類，主要有氣相層析與液相層析等等^[17]。高效液相層析儀種類繁多，但不論何種類型的高效液相層析儀，基本上都分為四個部分：高壓輸液裝置，進樣系統，分離系統和檢測系統(如圖二)。



圖二 液相層析(Liquid Chromatography)

液相層析利用動相 (mobile phase) 和靜相 (stationary phase) 的交互作用，當混合物進入系統內時，不同成分的特性將決定物質在層析管柱內流動的快慢，再利用各成分移動速率之不同來分離，通過檢測器後得到不同的峰信號，每個峰頂都代表一個化合物的種類，最後通過分析比對這些信號來判斷待測物所含有的物質。

二、研究架構



三、實驗方法

神秘果果實及葉片保存前置作業：

1. 將剛採收的神秘果用刀片切開，取下果皮和果肉後，再將種子去除種皮留下種仁，把果皮+果肉及種仁分別以不同方式保存：(1)新鮮→指冷藏保存三天內；(2)冷凍→指經冷凍保存三週內；(3)乾燥→指利用冷凍真空乾燥機(圖一)經-40°C、200毫托以下冷凍真空乾燥 26 小時處理後常溫保存。
2. 將剛採下的神秘果葉片分別以不同方式保存：(1)新鮮→指冷藏保存三天內；(2)乾燥→指經日曬 2 天之乾燥。



圖三 冷凍真空乾燥機

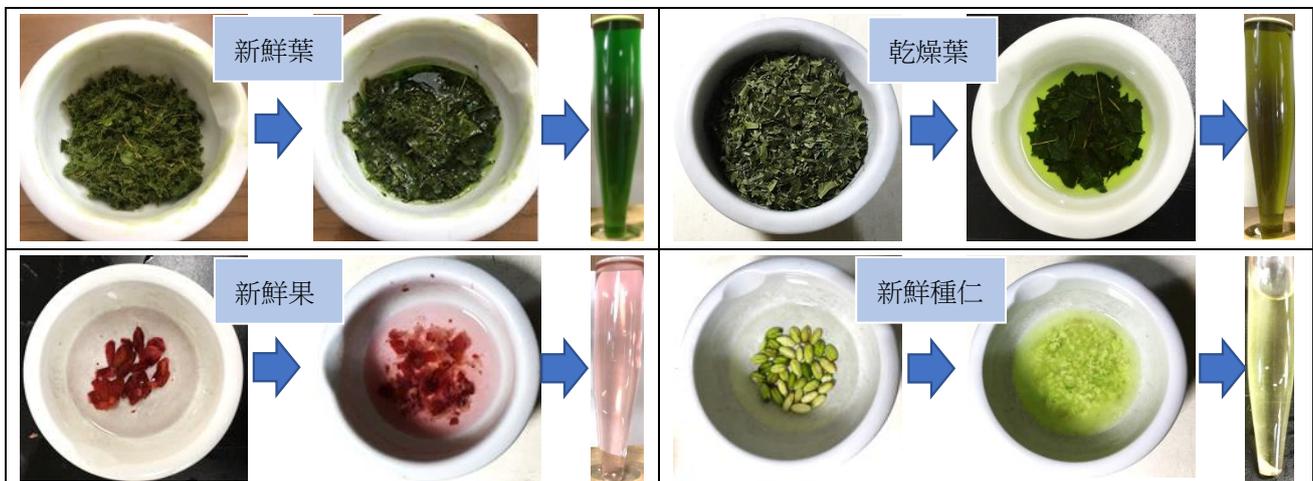
研究(一) 測定和比較神秘果各部位的抗氧化力

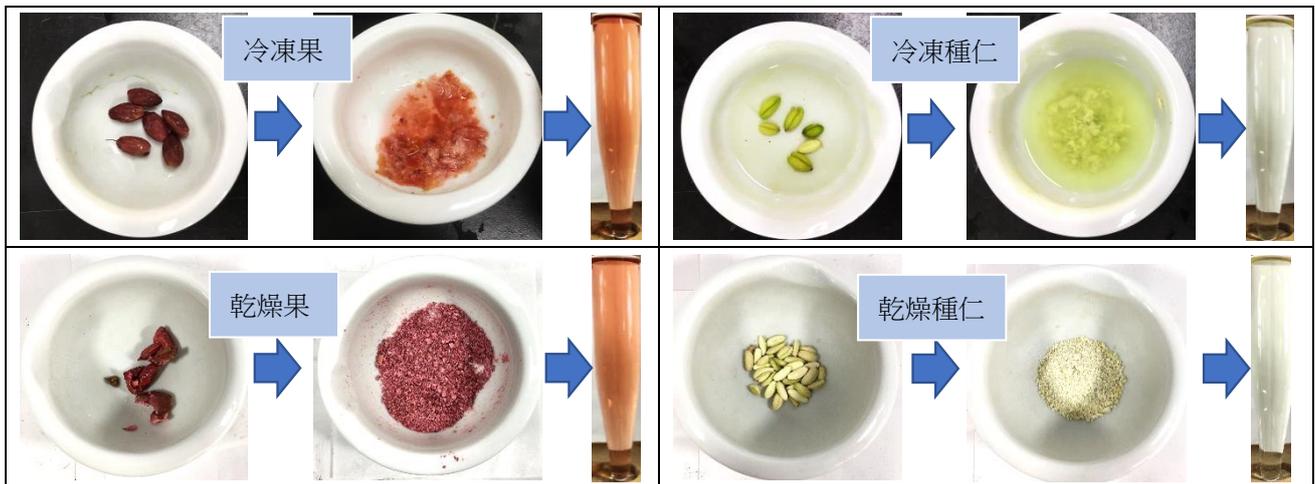
實驗 1-1 萃取神秘果各部位的抗氧化物質

步驟

- (1) 各秤取 3g 的新鮮果皮+果肉、冷凍果皮+果肉、乾燥果皮+果肉、新鮮種仁、冷凍種仁、乾燥種仁、新鮮神秘果葉及乾燥神秘果葉，分別置於研鉢中，其中神秘果葉須將其剪碎。
- (2) 各以 20mL 乙醇分別進行研磨，萃取出上述神秘果各部位當中的抗氧化物質。
- (3) 將萃取後的乙醇溶液分別在 5000rpm 轉速下離心 5 分鐘，提取上清液，反覆 3 次。
- (4) 重複步驟(1)~(3)，將乙醇改為水，萃取出神秘果各部位中的抗氧化物質。
- (5) 將萃取神秘果各部位所得的上清液冷藏保存備用。

結果與討論





- (1) 新鮮葉子翠綠，帶有青草味；乾燥葉子則為橄欖色，且有茶葉味。新鮮的神秘果種仁為綠色；冷凍神秘果種仁為米白色或淺綠色；乾燥神秘果種仁為米白色。新鮮的神秘果碩大紅潤汁水較飽滿；冷凍神秘果退冰後顏色不那麼紅潤甚有發黃現象，汁水也較不飽滿；乾燥神秘果則乾癟無汁水，質地較脆且易碎。
- (2) 將不同保存方式的神秘果各部位經過酒精萃取後，新鮮的神秘果葉上清液為深綠色，而乾燥的神秘果葉上清液為墨綠色；新鮮的神秘果種仁上清液為透明淡綠色，冷凍神秘果種仁上清液為透明淡黃色，乾燥神秘果種仁上清液接近透明；新鮮神秘果果皮+果肉的上清液為粉紅色，而放置較久的冷凍神秘果果皮+果肉的上清液為淡紅褐色，乾燥神秘果果皮+果肉的上清液為粉紅偏橘色。
- (3) 新鮮及冷凍神秘果種仁上清液冷藏保存後會有白色固體析出。

實驗 1-2 濃縮神秘果各部位的萃取液

- (1) 將實驗 1-1 中所萃取的神秘果各部位溶液，倒入圓底瓶中，迴旋濃縮以除去溶劑(如圖四)。
- (2) 濃縮至乾或膏狀後，以刮勺取出裝瓶，冷藏保存。

實驗 1-3 測定不同保存條件的神秘果各部位萃取液抗氧化力

步驟

- (1) 配製澱粉液：100mL 的水+2g 澱粉，將其加熱並攪拌至溶解，冷卻後備用。
- (2) 配製 0.002M 碘液：取 7g 碘化鉀和 0.27g 碘酸鉀溶於 150mL 水中，滴入兩滴濃硫酸，加

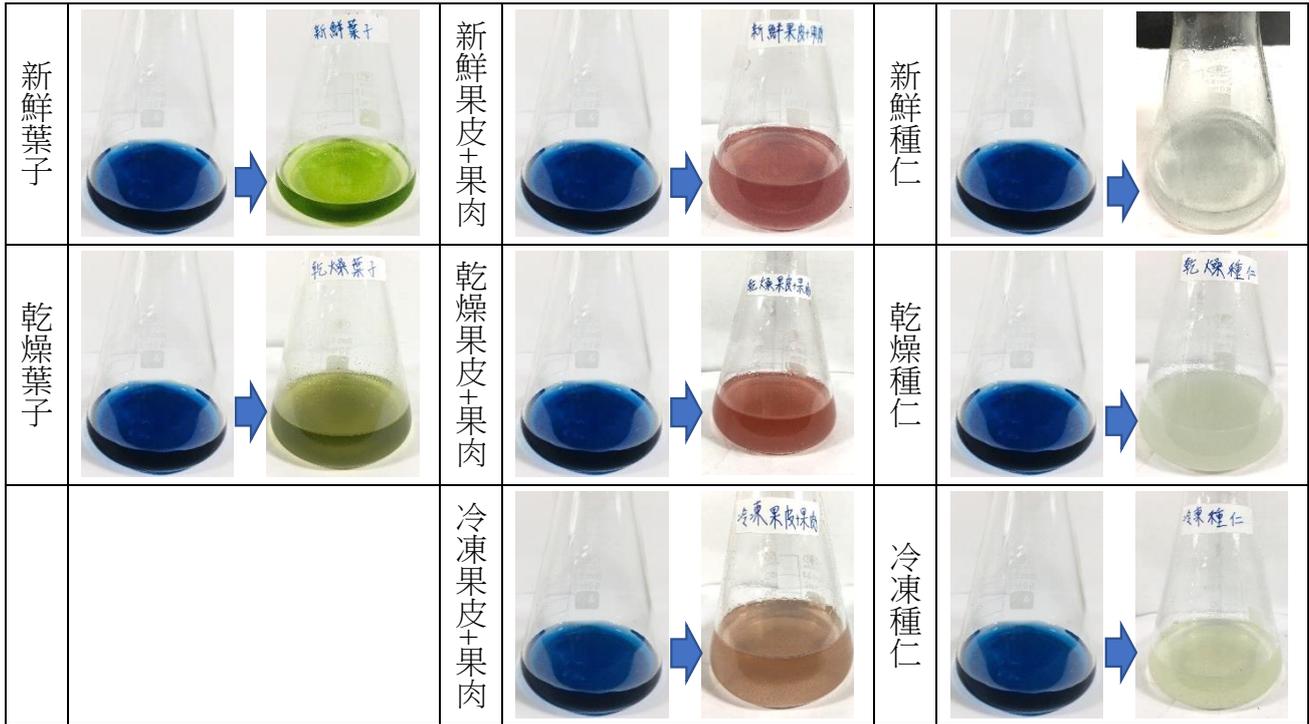


圖四 迴旋濃縮儀

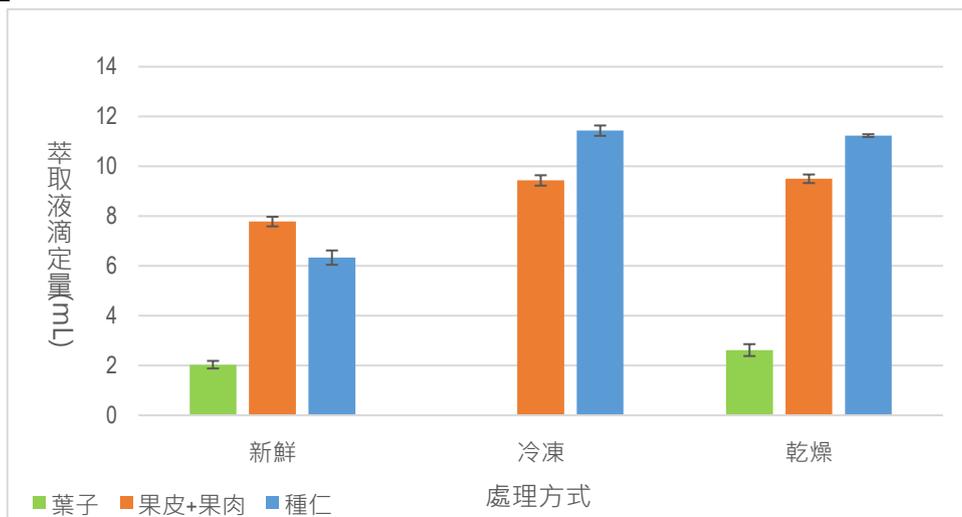
水定量至 250mL，再從中取出 100mL，加水稀釋至 250mL。

- (3) 配置碘-澱粉指示劑：將 0.5mL 碘液 + 0.9mL 澱粉液 + 10mL 的水，在錐形瓶內混合。
- (4) 分別以新鮮果皮+果肉、冷凍果皮+果肉、乾燥果皮+果肉、新鮮種仁、冷凍種仁、乾燥種仁、新鮮神秘果葉及乾燥神秘果葉的萃取液滴定碘-澱粉指示劑，直至深藍色的指示劑變為透明、看不見藍色的澱粉粒為止，記錄所使用的萃取液體積，並重複 5 次取平均。

結果與討論



結果與討論



- (1) 在常溫下以冷凍及乾燥保存的果皮+果肉抗氧化力較種仁佳，新鮮果皮+果肉則較種仁差。葉子的抗氧化力皆為最佳。

- (2) 新鮮神秘果各部位較冷凍及乾燥神秘果各部位佳，而冷凍及乾燥的果皮+果肉、種仁差異不明顯。

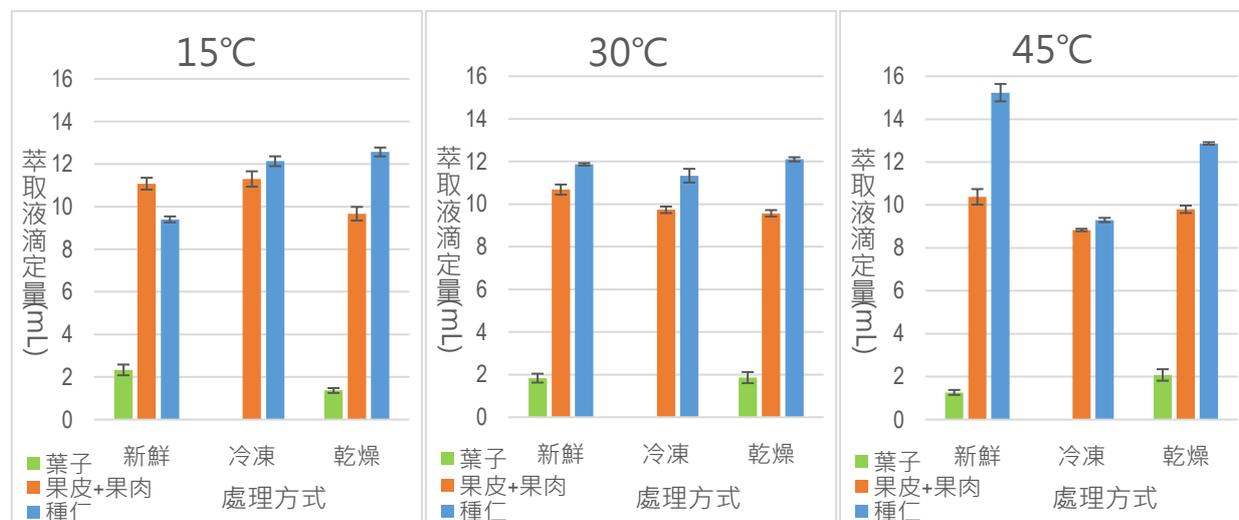
實驗 1-4 數天後測定不同保存條件的神秘果各部位抗氧化力與溫度的關係

於實驗 1-2 完成 2~3 天後，我們試圖找尋不同保存條件的神秘果各部位抗氧化力與溫度的關係，由於碘-澱粉形成的藍色錯合物在 50°C 以上不安定，因此我們將實驗溫度設定為 15°C、30°C、45°C。

步驟

- 分別將新鮮果皮+果肉、冷凍果皮+果肉、乾燥果皮+果肉、新鮮種仁、冷凍種仁、乾燥種仁、新鮮神秘果葉及乾燥神秘果葉的萃取液置於滴定管中並鎖緊，將滴定管放入 15°C、30°C、45°C 恆溫水槽內控制溫度。
- 將上述萃取液分別滴定碘-澱粉指示劑，直至深藍色的指示劑變為透明、看不見藍色的澱粉粒為止，記錄所使用的萃取液體積，並重複 5 次取平均。

結果與討論



- 在 15~45°C 間，神秘果葉片的抗氧化力皆明顯優於果實及種仁。
- 在 15°C 下乾燥葉子和果皮+果肉抗氧化力皆較新鮮為佳，新鮮果皮+果肉及冷凍果皮+果肉的差異不大；而新鮮種仁最佳，冷凍種仁次之，乾燥種仁最差且差異較為明顯。
- 在 30°C 下葉子的抗氧化力差異較不明顯；冷凍果皮+果肉及乾燥果皮+果肉較佳，新鮮果皮+果肉較差但差異不明顯；冷凍種仁較佳，新鮮種仁及乾燥種仁較差但差異不明顯。
- 在 45°C 下，新鮮種仁的抗氧化力明顯下降，但以冷凍保存的種皮和果皮+果肉的抗氧化

力卻上升,最差新鮮葉子的抗氧化力較佳,乾燥葉子較差;冷凍果肉+果皮的抗氧化最佳,乾燥果肉+果皮次之,新鮮果肉佳果皮最差;冷凍種仁最佳,乾燥種仁次之,且差異較為明顯。

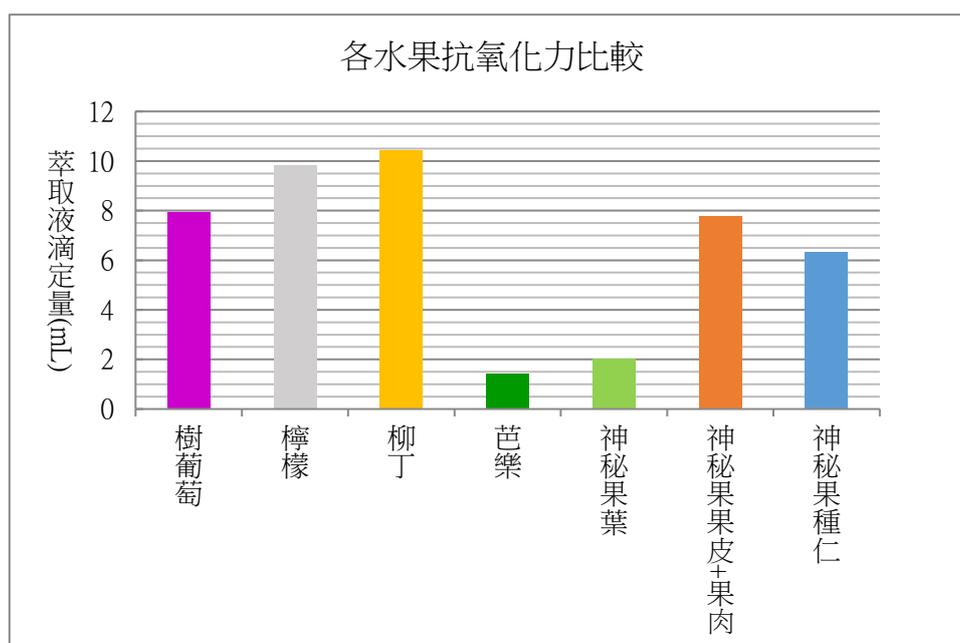
實驗 1-5 以碘滴定比較神秘果與其他水果抗氧化力

在許多報章廣告中,常聽到水果中所含的維生素 C、花青素、類黃酮素等成分具有抗氧化能力。因此,針對市面上一些常見的水果其抗氧化能力先行調查,以做為樣品挑選的參考依據。芭樂不只是台灣的代表水果之一,還是獲得農委會認證的「抗氧化之王」。柑橘類水果含有豐富的維生素 C,樹葡萄則含有豐富的花青素,於是我們選取新鮮樹葡萄、檸檬、柳丁及芭樂等水果進行抗氧化能力測定。

步驟

- (1) 各秤取 3g 的新鮮樹葡萄(含皮)、檸檬、柳丁及芭樂,加入 20mL 乙醇分別進行研磨,萃取水果當中的抗氧化物質。
- (2) 將萃取後的乙醇溶液分別在 5000rpm 轉速下離心 5 分鐘,提取上清液,反覆 3 次。
- (3) 將上述萃取液分別滴定碘-澱粉指示劑,直至深藍色的指示劑變為透明為止,記錄所使用的萃取液體積,並重複 3 次取平均。

結果與討論



由實驗結果可以看出芭樂的抗氧化力遠優於其它水果,其次為神秘果果皮+果肉,與樹葡萄

萄差不多，較檸檬與柳丁為佳。

實驗 1-6 觀察於不同酸鹼環境下萃取液的顏色變化

神秘果具有豐富的花青素，花青素可溶於水且在不同酸鹼值下會呈現不同的顏色，亦是一種抗氧化物質，於是我們將神秘果果皮+果肉以水和酒精萃取後，與葉片的水萃取液，分別滴入不同 pH 值的溶液中，觀察其顏色變化。

步驟

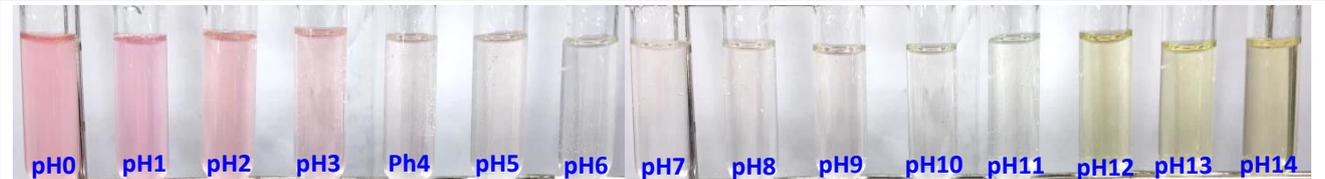
- (1) 使用 pH 值計分別測量乾燥神秘果果皮+果肉水萃取液、冷凍神秘果果皮+果肉水萃取液、乾燥種仁水萃取液、冷凍種仁水萃取液、乾燥葉片水萃取液的 pH 值。
- (2) 分別利用鹽酸、氫氧化鈉和蒸餾水配置成 pH 值為 0~14 的水溶液，並各取 2mL 置於試管內。
- (3) 分別滴入 20 滴神秘果果皮+果肉水萃取液、神秘果果皮+果肉酒精萃取液、新鮮葉片水萃取液及乾燥葉片萃取液於不同 pH 值溶液的試管內，並記錄其顏色變化。

結果與討論

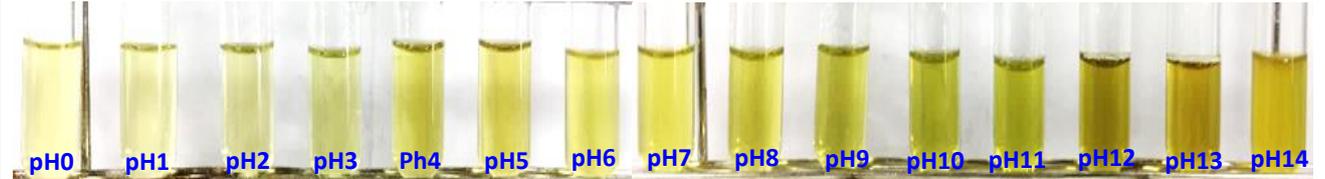
樣品名稱	乾燥果皮+果肉	冷凍果皮+果肉	乾燥種仁	冷凍種仁	乾燥葉片
pH 值	3.35	3.38	5.23	5.18	4.66



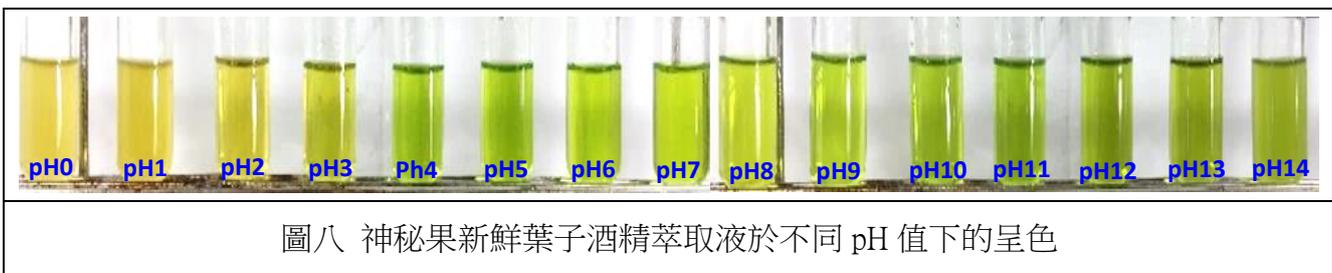
圖五 神秘果果肉+果皮水萃取液於不同 pH 值下的呈色



圖六 神秘果果肉+果皮酒精萃取液於不同 pH 值下的呈色



圖七 神秘果乾燥葉子酒精萃取液於不同 pH 值下的呈色



圖八 神秘果新鮮葉子酒精萃取液於不同 pH 值下的呈色

- (1) 神秘果果肉+果皮萃取液在酸性環境下呈淺鮭紅色，鹼性環境下呈金橘色，酸鹼性愈強顏色愈明顯，中性溶液中則幾乎無色；另外，以酒精萃取的溶液在酸性環境下呈色較明顯，而水萃取的溶液在鹼性環境下呈色較明顯。
- (2) 乾燥葉子萃取液在酸性環境下呈色淡黃且混濁，鹼性環境下顏色較深，但大都呈現萃取液原本的黃褐色調；而新鮮葉子萃取液在酸性環境下變成黃褐色，在中性及鹼性環境下則維持葉綠色。

研究(二) 探討神秘果解酒的可能性

實驗 2-1 探討琥珀酸與酒精的反應情形

由於網傳神秘果能解酒可能是因為果實中含有琥珀酸的原因，因此我們想先了解在未加催化劑且溫度維持在人的體溫時，琥珀酸與酒精行反應的程度如何，假設兩者能行酯化反應，則其反應方程式為： $C_4H_6O_4 + 2 C_2H_5OH \rightarrow C_8H_{14}O_4 + 2 H_2O$ ，於是我們取四種不同琥珀酸與酒精混合的比例進行反應。(20°C時，琥珀酸對水的溶解度約為 82g/L)

步驟

- (1) 依表五秤取編號 1~4 溶液所需的琥珀酸置於錐形瓶中，加入 40mL 的蒸餾水使其完全溶解，放入導電度計每十秒記錄一次導電度數值，並將錐形瓶放入 37°C 的恆溫水槽中至恆溫(如圖九)。



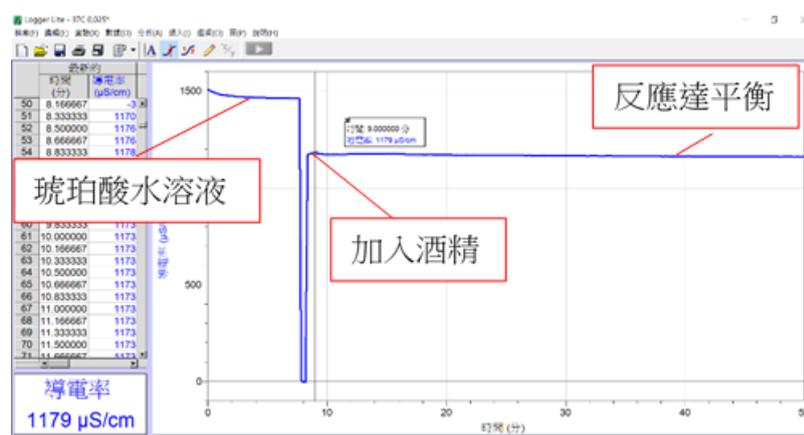
圖九 琥珀酸與酒精反應裝置

- (2) 依表一分別加入編號 1~4 溶液所需的酒精，持續記錄導電度 1 小時，得反應平衡時的導電度。

表一 不同琥珀酸與酒精混合的比例

編號	1	2 (琥珀酸過量)	3 (酒精過量)	4 (酒精過量)
琥珀酸(mol)	0.025	0.025	0.025	0.0025
酒精(mol)	0.05	0.005	0.5	0.05

結果與討論



圖十 導電度計測得導電度與反應時間關係畫面

編號	1	2 (琥珀酸過量)	3 (酒精過量)	4 (酒精過量)
平衡時導電度(μS/cm)	1186	1432	257	420

實驗 2-2 製作琥珀酸與酒精反應之導電度檢量線

為了瞭解實驗 2-1 反應達平衡時酒精的消耗量，我們配置琥珀酸與酒精在反應不同程度時的溶液，另以乙酸乙酯代替產物琥珀酸二乙酯加入溶液中，以製作琥珀酸與酒精反應之導電度檢量線，最後依其反應前後導電度的變化換算得酒精的消耗量。

步驟

- (1) 在錐形瓶中加入 40mL 的水，並依下表二~五中的量加入琥珀酸、乙酸乙酯和水，並置入 37°C 的恆溫水槽至恆溫後加入酒精，快速混合均勻即讀取導電度數值。
- (2) 製作編號 1~4 溶液表示反應程度之導電度檢量線。

表二 製作編號 1 溶液反應程度之導電度檢量線的物質含量

	1	2	3	4	5	6
琥珀酸(mol)	0.025	0.024	0.023	0.022	0.021	0.020
酒精(mol)	0.050	0.048	0.046	0.044	0.042	0.040
乙酸乙酯(mol)	0	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
水(mol)	0	0.002	0.004	0.006	0.008	0.01

表三 製作編號 2 溶液(琥珀酸過量)反應程度之導電度檢量線的物質含量

	1	2	3	4	5
琥珀酸(mol)	0.025	0.0245	0.0240	0.0235	0.0230
酒精(mol)	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001
乙酸乙酯(mol)	0	0.0005	0.0010	0.0015	0.0020
水(mol)	0	0.001	0.002	0.003	0.004

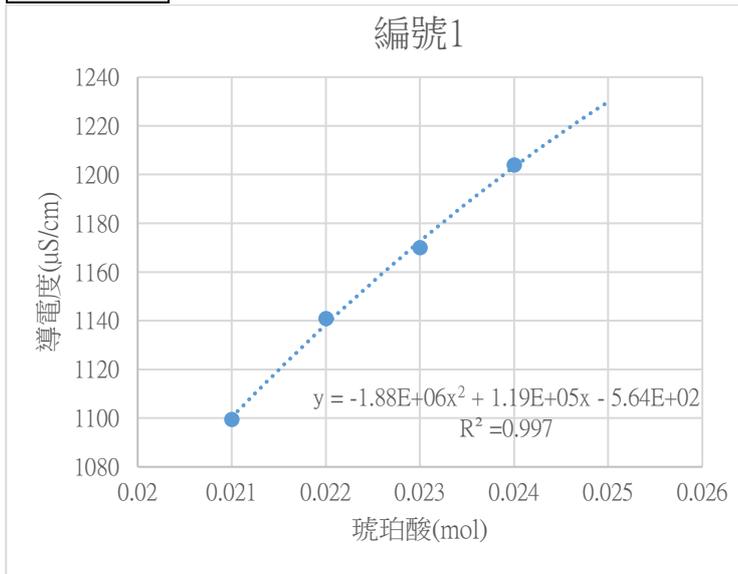
表四 製作編號 3 溶液(酒精過量)反應程度之導電度檢量線的物質含量

	1	2	3	4	5	6
琥珀酸(mol)	0.025	0.024	0.023	0.022	0.021	0.02
酒精(mol)	0.5	0.498	0.496	0.494	0.492	0.49
乙酸乙酯(mol)	0	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
水(mol)	0	0.002	0.004	0.006	0.008	0.01

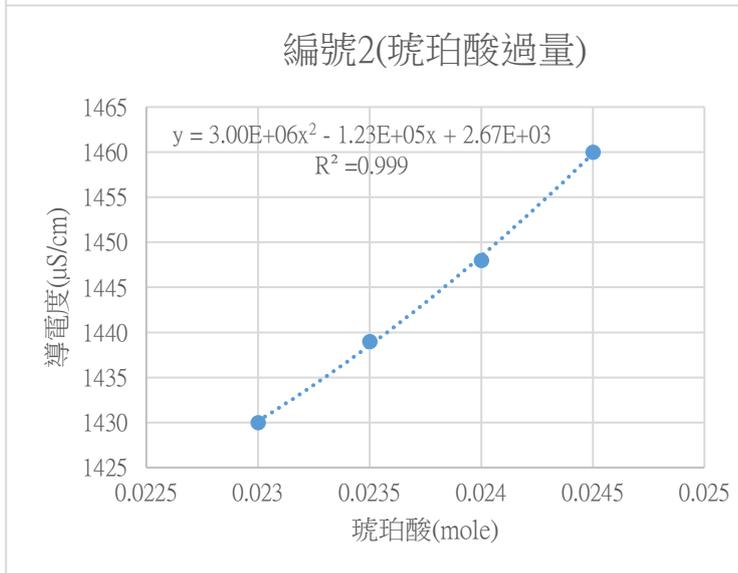
表五 製作編號 4 溶液(酒精過量)反應程度之導電度檢量線的物質含量

	1	2	3	4	5	6
琥珀酸(mol)	0.0025	0.0024	0.0023	0.0022	0.0021	0.0020
酒精(mol)	0.0500	0.0498	0.0496	0.0494	0.0492	0.0490
乙酸乙酯(mol)	0	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005
水(mol)	0	0.0002	0.0004	0.0006	0.0008	0.0010

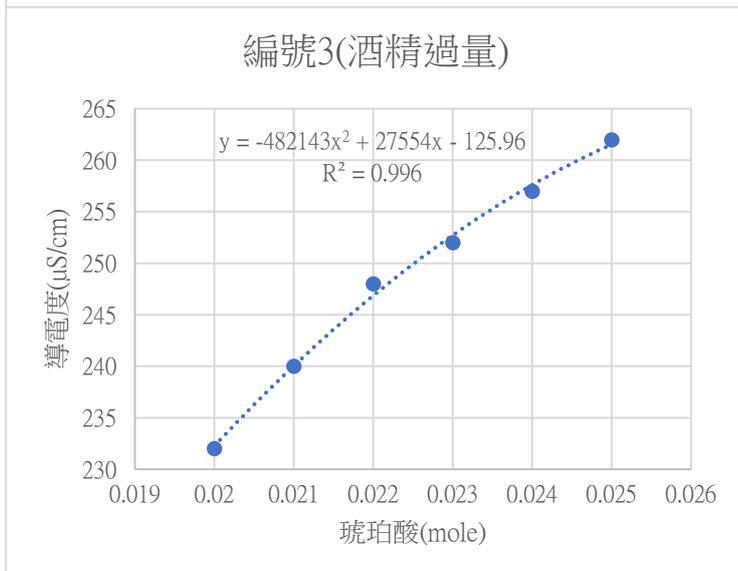
結果與討論



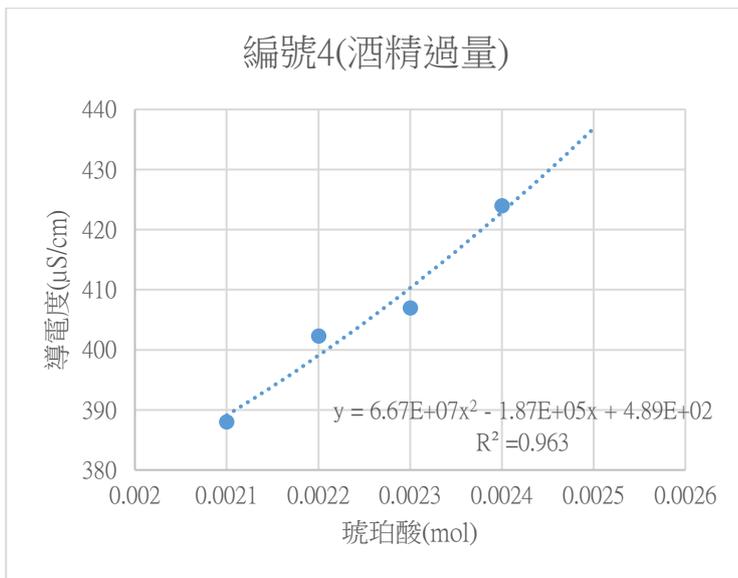
在編號 1 溶液中，0.025mol 琥珀酸與 0.05mol 酒精混合反應平衡後導電度 1186，帶入趨勢線方程式 $y = -1.88 \times 10^6 x^2 + 1.19 \times 10^5 x - 5.64 \times 10^2$ ，得琥珀酸應有 0.0232344mol，即反應達平衡時琥珀酸消耗了 0.0017256mol，酒精減少 0.0035312mol，約為 7.06%。



在編號 2 溶液中，0.025mol 琥珀酸與 0.005mol 酒精混合反應平衡後導電度 1432，帶入趨勢線方程式 $y = 3 \times 10^6 x^2 - 1.23 \times 10^5 x + 2.67 \times 10^3$ ，得琥珀酸應有 0.0232538mole，即反應達平衡時琥珀酸消耗了 0.0017462mol，酒精減少 0.00349241mol，約為 69.85%。



在編號 3 溶液中，0.025mol 琥珀酸與 0.5mol 酒精混合反應平衡後導電度 257，帶入趨勢線方程式 $y = -482143x^2 + 27554x - 125.96$ ，得琥珀酸應有 0.024mole，即反應達平衡時琥珀酸消耗了 0.001mol，酒精減少 0.002mol，約為 0.4%。



在編號 4 溶液中，0.0025mol 琥珀酸與 0.05mol 酒精混合反應平衡後導電度 420，帶入趨勢線方程式 $y = 6.67 \times 10^7 x^2 - 1.87 \times 10^5 x + 4.89 \times 10^2$ ，得琥珀酸應有 0.00236645mole，即反應達平衡時琥珀酸消耗了 0.00013355mol，酒精減少 0.0002671mol，約為 0.53%。

實驗 2-3 探討檸檬酸與酒精的反應情形

由於文獻^[5]中提到神秘果內尚有檸檬酸、酒石酸等有機酸，其中以檸檬酸的含量最多，於是我們想了解檸檬酸是否亦能與酒精在未加催化劑且溫度維持在人的體溫時行酯化反應，其反應方程式為： $C_6H_8O_7 + 3C_2H_5OH \rightarrow C_{12}H_{20}O_7 + 3H_2O$ ，我們同樣取四種不同檸檬酸與酒精混合的比例進行實驗。(20°C時，檸檬酸對水的溶解度約為 820g/L)

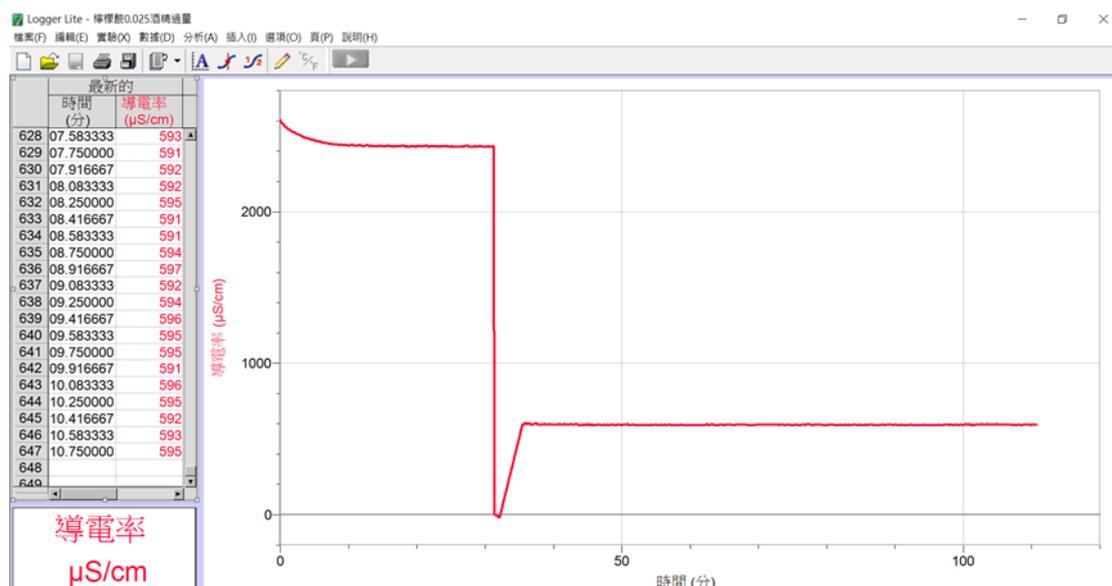
步驟同實驗 2-1，將琥珀酸改為檸檬酸，依表六之比例混合。

表六 不同檸檬酸與酒精混合的比例

編號	1	2 (檸檬酸過量)	3 (酒精過量)	4 (酒精過量)
檸檬酸(mol)	0.025	0.025	0.025	0.0025
酒精(mol)	0.075	0.0075	0.75	0.075

結果

由導電度計測得檸檬酸與酒精混合後，導電度的變化如圖十一，紀錄反應達平衡後的導電度如下。



圖十一 導電度計測得檸檬酸導電度與反應時間關係畫面

編號	1	2 (檸檬酸過量)	3 (酒精過量)	4 (酒精過量)
平衡時導電度(μS/cm)	2353	2444	595	1276

從結果可以發現，檸檬酸於加入酒精混合均勻後的導電度幾乎無變化，且編號 1~4 均如此，故我們判斷檸檬酸與酒精在 37°C、未加催化劑的環境下難以發生反應。

研究(三) 利用自製酒精蒸氣濃度檢測器探討神秘果的解酒功效

為了測試神秘果的解酒功效，我們自製酒精蒸氣濃度檢測器來測試，以市售常見酒精濃度加入不同保存方式的神秘果果皮+果肉，並自製酒測罐模擬酒測情形。

實驗 3-1 自製酒精蒸氣濃度檢測器

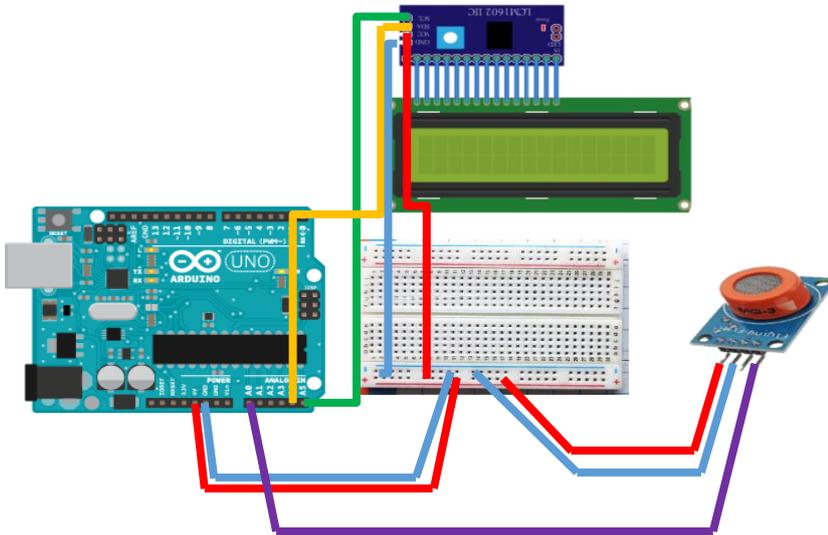
我們參考文獻^[15]的酒精蒸氣檢測器原理，透過 Arduino Uno 開發板、市售酒精感測模組 (MQ-3) 及 LCD 液晶顯示器組裝成可測量酒精蒸氣濃度的儀器，並且以 Arduino IDE 軟體寫入程式，利用行動電源供電，製作一個能測量酒精蒸氣濃度的檢測器。

步驟

- (1) 將 Arduino 上的 5V 電源連接到麵包板上的紅色導軌，GND 端口連接到麵包板上的藍色
- (2) 將 MQ-3 的 VCC 引腳連接到麵包板的紅色導軌，GND 引腳連接到麵包板的藍色導軌，信號引腳連接到 Arduino UNO 上的模擬引腳 A0。
- (3) 將 LCD 的 VCC 引腳連接到麵包板的紅色導軌，GND 引腳連接到麵包板的藍色導軌，SDA

引腳連接到 Arduino UNO 上的模擬引腳 A4，SCL 引腳連接到 Arduino UNO 上的模擬引腳 A5。

(4) 利用 Arduino IDE 軟體寫入程式並運作(圖十二、十三)。



圖十二 Arduino 酒精檢測模組線路接法

```
sketch_jun10a | Arduino 1.8.12
檔案 編輯 串列埠 工具 說明
sketch_jun10a §
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define MQPin A1
#define MQName "MQ3"
// LCM1602 I2C LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // 設定 LCD I2C 位址
void setup() /*----( SETUP: RUNS ONCE )----*/
{
  lcd.begin(16, 2); // 初始化 LCD，一行 20 的字元，共 4 行，預設開啟背光
  lcd.backlight(); // 開啟背光
  lcd.setCursor ( 0, 0 ); // go to home
  lcd.print("MQ Series ");
  lcd.setCursor ( 0, 1 ); // go to the next line
  lcd.print (MQName);
  lcd.print (" :");
  //delay ( 2000 );
  //lcd.clear();
} // END Setup
static int count=0;
void loop()
{
  int ReadValue = analogRead(MQPin) ;
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(" " ) ;
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(ReadValue) ;
  lcd.print("/") ;
  lcd.print(((double)ReadValue/1024)*5) ;
  lcd.print(" V") ;
  delay(1000);
} // END Loop
```

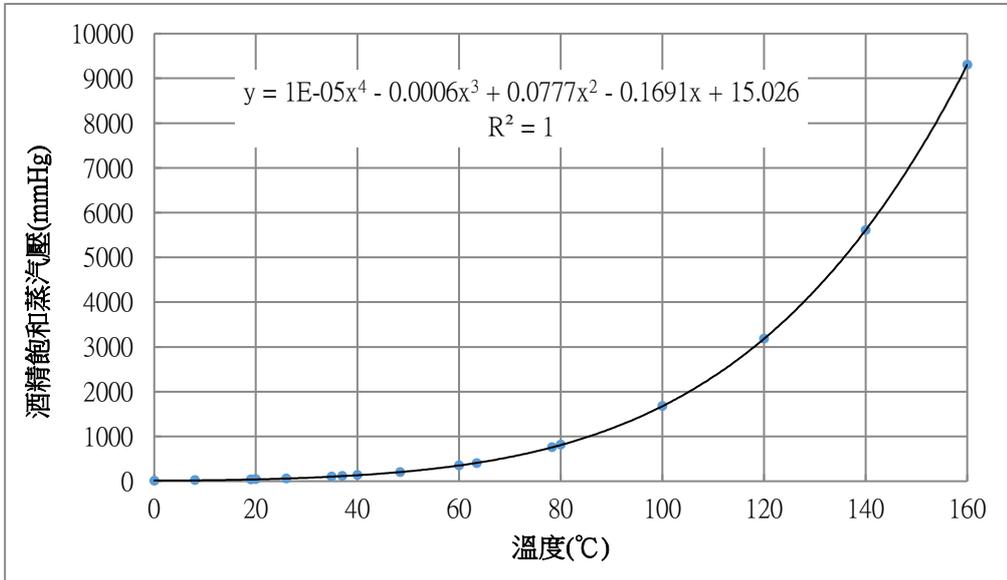
圖十三 Arduino IDE 軟體寫入程式畫面

實驗 3-2 測定冷凍乾燥神秘果粉末的解酒效果

由研究（二）確定琥珀酸可以和酒精行反應，於是我們利用冷凍乾燥的神秘果粉末加入酒精蒸氣中，測試神秘果是否有減少口腔中酒精蒸氣濃度的可能。

步驟

- (1) 將一些酒精倒入錐形瓶中，並用橡皮塞塞住，放入 37°C 恆溫水槽中一段時間，使瓶內充滿酒精的飽和蒸氣，查不同溫度的酒精飽和蒸汽壓數據做成關係圖，並求得趨勢線公式(如圖十)，得 37°C 酒精的飽和蒸氣壓為 112mmHg。

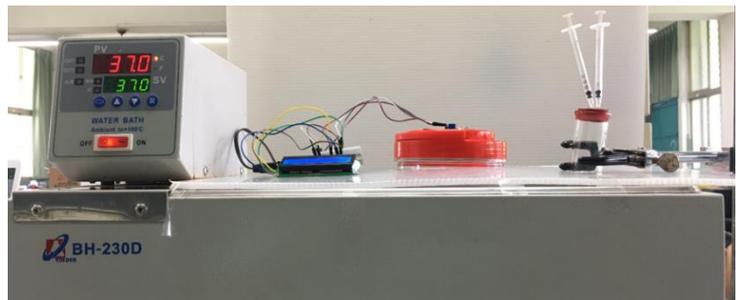


圖十四 酒精飽和蒸汽壓與溫度關係圖

- (2) 取一塑膠罐，裝水測其容積為 2.335L，將蓋子鑽兩個洞，一個洞塞入酒精檢測器，另一個洞用橡皮塞塞住，使罐子內部為密閉空間(如圖十五、圖十六)，作為自製酒測罐，將之放入 37°C 恆溫水槽內，記錄酒精檢測器的數值。



圖十五 酒測罐完成圖



圖十六 酒測罐於恆溫水槽中的實驗情形

- (3) 使用針筒，分次吸取錐形瓶中的飽和酒精蒸氣 2.18、1.31 mL 至塑膠罐中，使塑膠罐內的酒精蒸氣濃度分別為 0.25、0.15mg/L，記錄酒精檢測器的數值。
- (4) 依下表分別秤取冷凍乾燥的神秘果 0.5g 及 1.5g，磨成粉末後加入 0.5g 水使其均勻，並用針筒打入塑膠罐中搖晃數次，十五分鐘後記錄酒精檢測器的數值。

酒精蒸氣(mg/L)	0.25		0.15	
加入的神秘果皮+果肉	0.5g	1.5g	0.5g	1.5g

(5) 重複步驟(3)，另做只加 0.5g 水的空白實驗，十五分鐘後記錄酒精檢測器的數值。

結果與討論

(1)0.25mg/L 酒精檢測器數值 10 次平均為 640.5

	測量值平均	水造成測量值下降量(空白平均)	粉末造成測量值下降量
0.5g 粉末+0.5g 水	600	8.3	32.2
1.5g 粉末+0.5g 水	573	8.3	59.2

(2)0.15mg/L 酒精檢測器數值 10 次平均為 583.3

	測量值平均	水造成測量值下降量(空白平均)	粉末造成測量值下降量
0.5g 粉末+0.5g 水	541	8.3	34
1.5g 粉末+0.5g 水	530	8.3	45

根據結果，我們發現當神秘果粉末添加的重量越多時，酒精蒸氣濃度下降量越多，解酒效果越好。

實驗 3-3 測定神秘果皮+果肉及葉片以不同溶劑萃取濃縮後的解酒效果

由實驗 3-2 的結果發現神秘果粉末能造成酒精蒸氣濃度下降，於是我們猜想，若神秘果內的物質能與酒精行反應，那麼使用以水萃取和以酒精萃取的神秘果結果應有所不同。

步驟

- (1) 取自製酒測罐放入恆溫水槽中恆溫 37°C，使用針筒，分次吸取錐形瓶中的飽和酒精蒸氣 2.18 mL 至塑膠罐中，使塑膠罐內的酒精蒸氣濃度為 0.25mg/L，記錄酒精檢測器的數值。
- (2) 分別取以水、酒精萃取的冷凍及乾燥神秘果皮+果肉濃縮液各 0.5g 並加入 0.5g 水使其均勻，並分別放入塑膠罐中搖晃數次，十五分鐘後記錄酒精檢測器的數值。

結果與討論

0.25mg/L 酒精檢測器數值 10 次平均為 640.5

	測量值平均	水造成測量值下降量(空白平均)	粉末造成測量值下降量
水萃冷凍果肉	613	8.3	19.2
酒萃冷凍果肉	620	8.3	12.2
水萃乾燥果肉	603	8.3	29.2
酒萃乾燥果肉	627	8.3	5.2

- (1) 由結果可以發現，以水萃取的神秘果濃縮液較酒精萃取的濃縮液能使酒精濃度下降得多，可能是因為神秘果肉中能與酒精反應的物質在利用酒精萃取時已反應消耗。
- (2) 以不同方式保存的神秘果能與酒精產生反應的物質之量會不同。

實驗 3-4 高效液相層析儀 HPLC 分析琥珀酸與酒精反應

在進行實驗 2-2 時，我們發現琥珀酸與酒精混合時產生了特殊氣味，因此推估琥珀酸可能和酒精發生了酯化反應，為了瞭解此推論是否正確，我們除了進行導電度的測定，更利用 HPLC 來進行定性分析。

步驟

- (1) 分別將 100ppm 琥珀酸水溶液與 500ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v) 之比例混勻，取 10 μ L 注入高效液相層析儀中。
- (2) 依下列條件進行液相層析，依下列條件進行液相層析，就檢測液與標準溶液所得波峰之滯留時間及吸收圖譜比較鑑別之。

高效液相層析測定條件(註)：

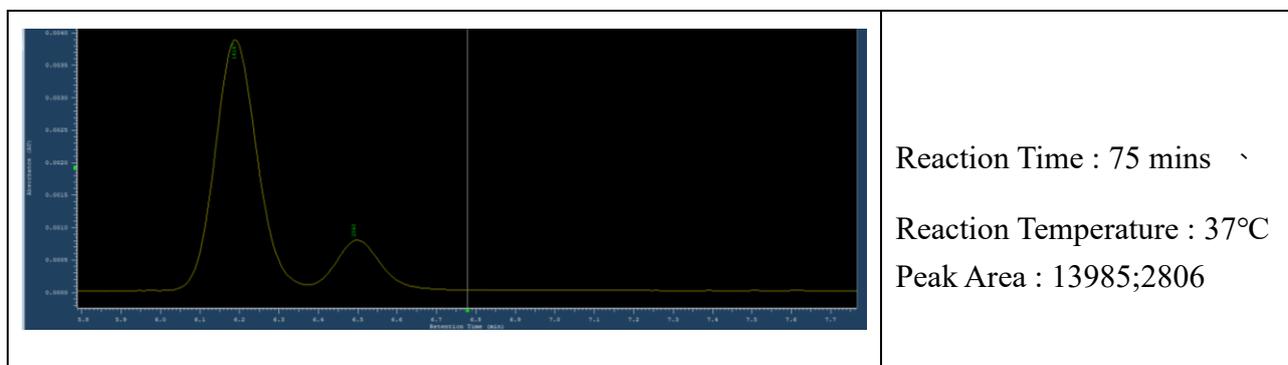
光二極體陣列檢出器：波長 214 nm。

層析管：Cosmosil 5C18-AR-II，內徑 4.6 mm \times 25 cm。

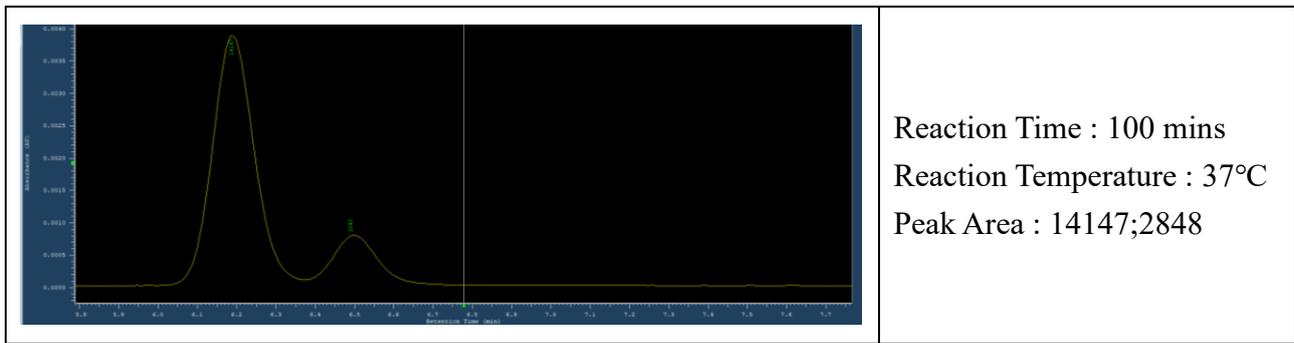
移動相溶液：取 0.1%磷酸溶液與甲醇以 98 : 2 (v/v) 之比例混勻，經濾膜過濾，取濾液供作移動相溶液。

結果與討論

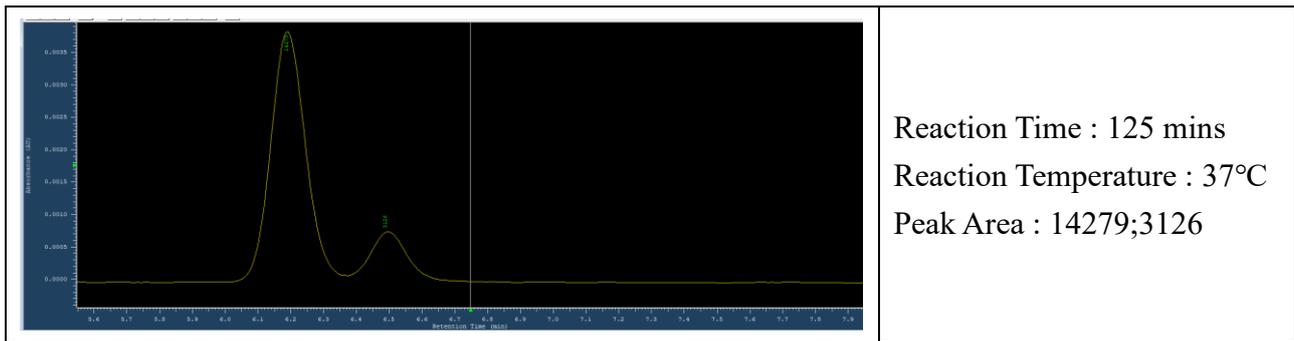
由實驗結果得知，將琥珀酸與酒精混合後所得波峰面積有明顯增加，應可推論有新產物生成。其分析結果如下圖十三~十五。



圖十三 100ppm 琥珀酸水溶液與 500ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v) 之比例混勻。



圖十四 100ppm 琥珀酸水溶液與 500ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v)之比例混勻。



圖十五 100ppm 琥珀酸水溶液與 500ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v)之比例混勻。

實驗 3-5 高效液相層析儀 HPLC 分析檸檬酸與酒精反應

多數的水果中都含有檸檬酸，我們想知道檸檬酸是否會與酒精發生反應，我們除了進行導電度的測定，更利用 HPLC 來進行定性分析。

步驟

- (1) 分別將 100ppm 檸檬酸水溶液與 100ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v)之比例混勻，取 10 μ L 注入高效液相層析儀中。
- (2) 依下列條件進行液相層析，依下列條件進行液相層析，就檢測液與標準溶液所得波峰之滯留時間及吸收圖譜比較鑑別之。

高效液相層析測定條件(註)：

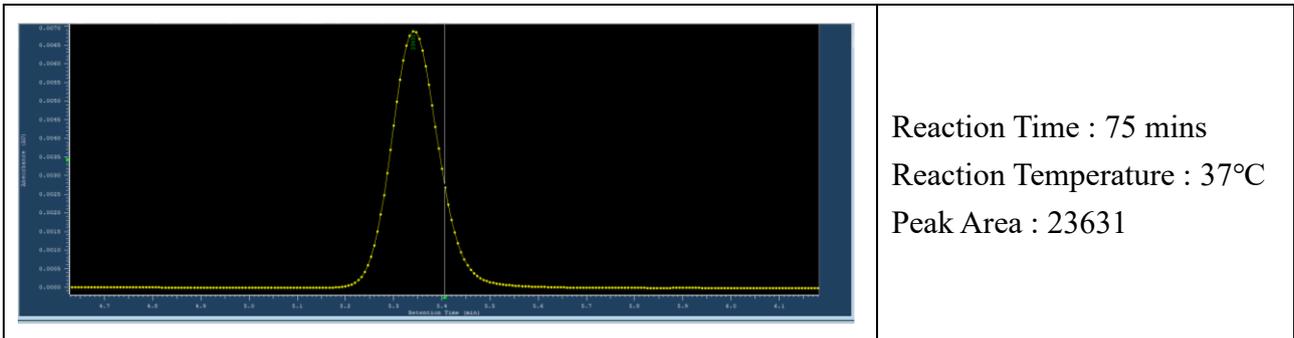
光二極體陣列檢出器：波長 214 nm。

層析管：Cosmosil 5C18-AR-II，內徑 4.6 mm \times 25 cm。

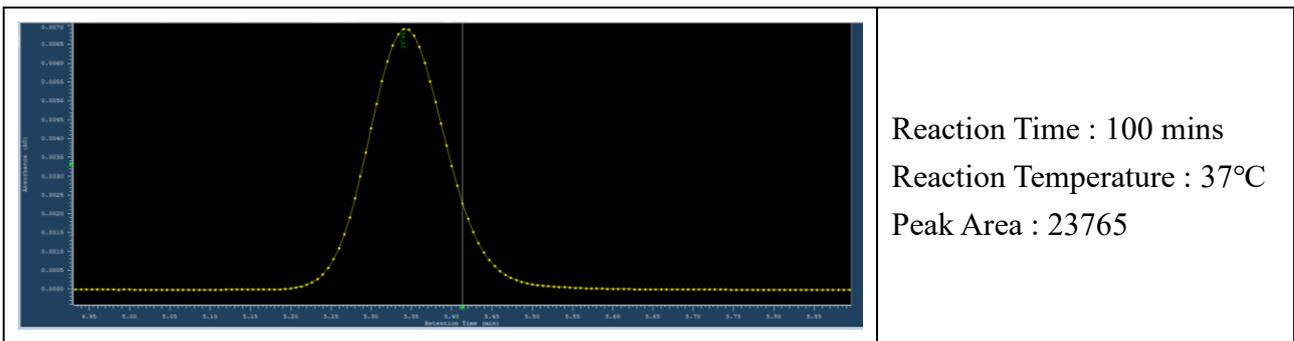
移動相溶液：取 0.1%磷酸溶液與甲醇以 98 : 2 (v/v)之比例混勻，經濾膜過濾，取濾液供作移動相溶液。

結果與討論

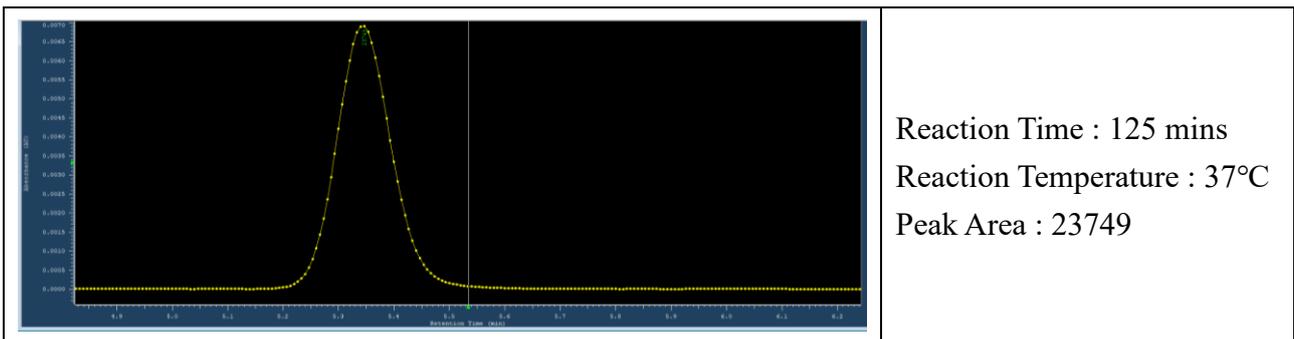
由實驗結果得知，將檸檬酸與酒精混合後所得波峰面積無明顯增加，應可推論無新產物生成。其分析結果如下圖十六~十八，而我們由先前的實驗 2-4 結果得到在水浴 37°C 的溫度下檸檬酸與酒精無明顯反應，導電度亦無明顯的變化，因此我們推測在該條件下檸檬酸應無法和酒精發生反應。



圖十六 100ppm 檸檬酸水溶液與 100ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v) 之比例混勻。



圖十七 100ppm 檸檬酸水溶液與 100ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v) 之比例混勻。



圖十八 100ppm 檸檬酸水溶液與 100ppm 酒精水溶液以 1 : 1 (v/v) 之比例混勻。

伍、討論

研究(一) 測定和比較神秘果各部位的抗氧化力

一、神秘果各部位的萃取液中，新鮮的較冷凍保存的萃取液的顏色鮮明，推測萃取出的色素

會在低溫保存過程中流失。乾燥與新鮮保存葉子萃取液的顏色差距甚大，應為日照處理時葉綠素分解。乾燥保存的神秘果皮+果肉萃取液顏色接近新鮮神秘果果皮+果肉，推測乾燥保存可以有效防止果皮+果肉色素的流失。

二、在常溫下萃取出的神秘果種仁萃取液，在冷藏低溫中會析出白色雲朵狀的懸浮物質，搖晃後會分散使萃取液混濁，待其回到常溫又能溶解而使溶液回復澄清，此懸浮物質量小，無法以離心機離心出來，以 1A 的濾紙過濾後則會有白色軟綿固體均勻分布在濾紙上，推測其與能以離心機離心出來的少量沉澱物類似。

三、萃取液濃縮後，部分萃取液的溶劑可全部被去除至乾，而部分不能被全部去除呈現膏狀。

四、我們查到有關神秘果抗氧化能力的文獻主要是以討論神秘果實的抗氧化功效為主。而我們嘗試將神秘果葉子及種仁的抗氧化能力納入比較，我們發現在常溫時，抗氧化的能力是以葉子最高，種仁其次，最後才是神秘果果肉+果皮。

五、由研究結果顯示，新鮮神秘果各部位抗氧化力皆為最佳，因此得知乾燥或冷凍保存過程中都會使神秘果抗氧化物質流失。

六、比較果皮+果肉及種仁在常溫(25°C)下與數天後 30°C 測定抗氧化力，發現兩者溫度差異雖然不大，但兩者抗氧化力有差距，冷藏保存時神秘果所含的抗氧化物質會受到保存時間的影響，越新鮮抗氧化能力越佳。乾燥及冷凍保存的果實沒有太大的改變，我們認為乾燥及冷凍保存能夠防止抗氧化物質的流失。故神秘果如需長期存放以乾燥其冷凍方式保最能保留其抗氧化能力。

七、新鮮神秘果果皮+果肉的抗氧化力並未如文獻提到是其它水果的數倍^[4]，推測是測定抗氧化力的方法不同以及比較的水果不同，造成實驗結果有所差異。

八、神秘果果皮+果肉以水和酒精萃取在鹼性的環境下呈金橘色，與文獻中提到花青素在 pH 值高的環境下會有褐化反應^[18]相符；在中性的環境下呈透明狀，推測是因為水稀釋成；在酸性環境下呈淺鮭色，則是因花青素在酸性的環境呈紅色系。

九、神秘果乾燥酒精萃取液呈橄欖色，推測試其葉綠素的結構經日曬乾燥過程被破壞^[20]，而萃取液尚偏綠色的原因應為葉綠素並未被完全分解，但只存有少量，而與量較多的葉黃素呈橄欖色。葉黃素在鹼性環境下顏色會變深，酸性的環境下會被加速分解，在中性的

環境下較為穩定(仍會分解)^[20]。也可以說明萃取液在鹼性環境下偏深黃褐色，中性環境下較接近原色，酸性環境下接近淡黃且混濁，推測混濁的物質為葉黃素分解而成的。

十、神秘果新鮮葉子萃取液在鹼性及中性的環境下呈原本的葉綠色，顏色較淡應為稀釋後造成結果，葉綠素在鹼性環境較不易崩壞而改變顏色^[19]。且在 pH3 或低於 pH3 時的環境中趨近黃色，如文獻中提到葉綠素在 pH3 以下的環境顏色會由綠轉黃且變得混濁，較不穩定^[20]。

研究(二) 探討神秘果解酒的可能性

- 一、各文獻中有提到神秘果內含有琥珀酸，但並沒有檢測其含量，因此我們無法確定神秘果內含琥珀酸的實際含量。以高效液相層析檢測琥珀酸及酒精在 37°C 下混合後波峰面積隨時間明顯增加，雖不能確定反應物為何但至少可確定兩者必有反應發生。以導電度計測量兩者反應情形的實驗顯示，過量的琥珀酸能夠使酒精量下降 69.85%，遠大於適量的 7.06% 及乙醇過量的 0.53% 及 0.4%，與文獻中提及「過量的反應物有助於反應往正反應的方向進行。」有相同結果。因此欲使酒精濃度有明顯的改變須有大量的琥珀酸才行。
- 二、檸檬酸為神秘果內含量最多的酸性物質，我們以導電度計測量檸檬酸與酒精反應情形，發現導電度並無明顯的變化。以高效液相層析檢測後發現兩者混合一段時間後所得波峰面積無明顯改變且無新波峰生成，推知兩者無反應發生。檸檬酸及酒精於 37°C、未加催化劑的情形下難以反應，由此得知檸檬酸並不是讓神秘果能解酒的主要物質，且此實驗也能證明富含檸檬酸的水果並不一定能解酒。

研究(三) 利用自製酒精蒸氣濃度檢測器探討神秘果的解酒功效

- 一、實驗結果發現，加入 1.5g 乾燥神秘果粉末的酒精蒸氣濃度下降較只加入 0.5g 的多，因其可以和酒精反應的量就較多。
- 二、實驗數據顯示神秘果的解酒能力會隨著濃度降低而上升，推測是因為當酒精濃度越低時，神秘果就會相對過量，可被分解的酒精就會增加，其導電率下降值以乾燥粉末最多，其次為乾燥果實，最後為冷凍果實，推測是因為神秘果中可與酒精反應的物質不易隨著乾燥過程流失，但冷凍無法長期保存。

- 三、實驗數據發現神秘果各部位之水萃取液的酒精下降值皆比酒精萃取液多，推測是因為神秘果中可解酒物質於酒精萃取的過程中與其反應，致使神秘果酒精萃取液的下降值較少。
- 四、實際在酒測時，需要吹氣 3~5 秒，吹出肺部的氣體，並非單純只與口腔內的酒精蒸氣量有關，因此若欲以攝食神秘果避開酒測罰單是行不通的。

陸、結論

- 一、不同保存條件的神秘果各部位在呈色及氣味上都有明顯差異。其萃取液在呈色上也有明顯差異，且色素會在冷凍保存過程中流失，葉綠素經日曬分解也會影響到萃取液呈色，而乾燥保存則較有效防止果皮+果肉的色素流失。種仁萃取液在低溫攜出的懸浮物質應為其沉澱物，還有待研究探討之。
- 二、神秘果葉子的抗氧化力明顯高於果皮+果肉及種仁。在保存條件影響抗氧化力方面，若以冷藏保存新鮮神秘果，仍會因時間影響其抗氧化力，建議新鮮食用為最佳。神秘果若需長期存放，以乾燥保存最能保留色素及抗氧化力。而在溫度影響抗氧化力方面，冷凍種仁隨著溫度上升而提高；新鮮種仁隨著溫度上升而降低；果皮+果肉、葉子則較不受溫度影響。
- 三、以碘滴定法測得抗氧化力的大小為芭樂>神秘果果皮+果肉>樹葡萄>檸檬>柳丁，但未如文獻提到神秘果的抗氧化力是其它水果的 4 倍，應為測定的方法及比較的水果不同所致。
- 四、與「過量的反應物有助於反應往正反應的方向進行」相符，過量的琥珀酸能使乙醇含量減少最多，遠大於適量及乙醇過量的數值。因此欲使濃度有明顯的降低需有大量的琥珀酸。而檸檬酸在未加催化劑且維持在 37°C 的情況下並不能與酒精反應，因此檸檬酸並非解酒的主要物質。

- 五、我們以 Arduino Uno 和 MQ-3 酒精偵測模組自製酒精蒸氣檢測器，在測量酒精蒸氣濃度製作檢量線時發現，酒精蒸氣濃度與測量值成線性關係，所以可以透過神秘果萃取液所下降之檢測值，來計算酒精蒸氣減少的量，進而推算酒精濃度。
- 六、由實驗結果發現神秘果各部位之水萃取液與酒精反應的檢測值下降都比神秘果葉的下降值多，所以水萃取液會比酒精萃取液能與更多的酒精反應，推測神秘果在進行酒精萃取過程中解酒物質已經與酒精進行反應，故以酒精萃取的神秘果各部位能使檢測值下降較水萃取的少。
- 七、我們發現以水萃取的神秘果果皮+果肉中，乾燥保存比冷凍保存的神秘果更能降低檢測值。而以酒精萃取的神秘果果皮+果肉中，乾燥保存和冷凍保存的差異並不大。另外我們發現葉子也能使檢測值降低，但是下降值比神秘果果皮+果肉少，推測神秘果有比葉子更好的解酒功效。

柒、展望

我們利用碘滴定法測定神秘果的抗氧化能力較為粗略，無法得知神秘果中抗氧化物質主要作用的方式，希望未來可以針對神秘果的不同部位進行 DPPH、還原力測定、氫氧自由基、總酚測定、總類黃酮含量測定等抗氧化力測定實驗加以比對證實。另外，由於神秘果價格高昂，種仁小、萃取量少，故不足量以進行解酒實驗，希望亦能在未來補齊此部分的實驗，讓研究更加完整。

捌、參考資料

- (1) 古芙仙、邱顯雄、榮昊北(2015年6月6日)。**"神秘果"解酒?! 網路偏方有效?**。華視新聞網。2020年5月11日，取自：
<https://tw.news.yahoo.com/%E7%A5%9E%E7%A7%98%E6%9E%9C-%E8%A7%A3%E9%85%92-%E7%B6%B2%E8%B7%AF%E5%81%8F%E6%96%B9%E6%9C%89%E6%95%88-040000638.html>
- (2) 神秘果。台灣環境資訊協會。2020年5月11日，取自

<https://teia.tw/zh-hant/natural-valley/species/17744>

- (3) 吳佩珊(2003)。解開神秘果的奧秘-檸檬變柳丁的原因。臺灣國際科展。
- (4) 王俊岳(2012)。琥珀酸及丁酸酯化之觸媒的研究。東海大學碩士論文(未出版)，台中市。
- (5) 游勝豐(2004)。神秘果貯藏安定性及消費者對神秘果消費行為之研究。國立中興大學碩士論文。
- (6) 沈馨仙、郭旻奇、張思平、鍾佳玲、楊榮季(2010)。抗氧化劑及常見之抗氧化活性評估方法。藥學雜誌，2，132-137。
- (7) 黃馨儀、蔡有泰、陳炯弘、高松澤(2010)。薑抗氧化能力之相關探討。中華民國第 50 屆科展。
- (8) 張維敦(2004)。呼氣酒測器如何測出我喝了多少酒呢？科學人雜誌。2020 年 5 月 11 日，取自 <https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=columns&id=385>
- (9) 蕭志浩、楊謹鴻(2014)。茶花萃取液之抗氧化能力及其生活上之應用研究。中華民國第 54 屆科展。
- (10) 徐可葳、徐可俐、賴怡菁(2017)。海梨柑的另一片天。中華民國第 57 屆科展。
- (11) 簡子怡、葉韋漢、劉恩鳴(2018)。美容「絲」路—絲瓜水的抗氧化力及應用。中華民國第 58 屆科展。
- (12) 朱翊安、潘楷欣、呂冠穎、鄭奐奕、裴大智、黃熙捷(2014)。年輕要「留白」~天然抗氧化食材探討與研發。中華民國第 54 屆科展。
- (13) 楊雲、林冠廷(2018)。【非常好色 左右紅圓】---火龍果皮色素萃取之應用。中華民國第 58 屆科展。
- (14) 曹永忠、許智誠、蔡英德(2016)。Ameba 程式教學(MQ 氣體模組篇)。渥瑪數位有限公司。
- (15) 林英智(主編)(2020)。國民中學自然與生活科技第四冊。新北市：康軒出版社。
- (16) 吳思敬(2012)。神秘果降玻尿酸功效與保健食品開發。國立嘉義大學論文。
- (17) 翁于婷(2015)。液相層析(Liquid Chromatography)。科學 online。取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=63412>
- (18) 林意珊、蔡雨捷、楊濟威(2017)。葉綠素在相異 pH 中的變化研究。2020 年 5 月 11 日，

取自 <https://prezi.com/p3gjab4vhkbl/ph/>

(19) 陳佳宜、張凱茵、譚玉婕(2014)。葉綠素的長生之道。中華民國第 54 屆科展。

(20) 倪丞緯、姜家維、劉耀庭。葉中藏金—葉黃素。屏東縣立大同中學小論文。2020 年 5 月 11 日，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2010/04/2010040512492119.pdf>

附錄

Arduino 自製酒精蒸氣檢測器 程式碼

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define MQPin A1
#define MQName "MQ3"
// LCM1602 I2C LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // 設定 LCD I2C 位址
void setup() /*----( SETUP: RUNS ONCE )----*/
{
  lcd.begin(16, 2); // 初始化 LCD，一行 20 的字元，共 4 行，預設開啟背光
  lcd.backlight(); // 開啟背光
  lcd.setCursor ( 0, 0 ); // go to home
  lcd.print("MQ Series ");
  lcd.setCursor ( 0, 1 ); // go to the next line
  lcd.print (MQName);
  lcd.print (":");
  //delay ( 2000 );
  //lcd.clear();
} // END Setup
static int count=0;
void loop()
{
  int ReadValue = analogRead(MQPin) ;
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(ReadValue) ;
  lcd.print("/");
  lcd.print(((double)ReadValue/1024)*5) ;
  lcd.print(" V");
  delay(1000);
} // END Loop
```

【評語】 030216

本研究在探討神秘果的解酒功能，並進行一系列的實驗，對於基礎科學研究，必須奠立在邏輯性和原理的探討，學習如何問及回答問題。同學們對於研究的熱情，必須加以支持和鼓勵，但研究的本質，希望同學能再深入思考。報告的時候，宜盡量使用海報。

壹、摘要

本研究旨在探討神秘果的抗氧化力及解酒的可能性。首先萃取不同保存方式的各部位神秘果，以碘滴定法檢測其抗氧化力，我們發現神秘果的抗氧化力受到不同部位、溫度及保存方式影響，以葉片的抗氧化力為最高，而乾燥保存最能保留色素及抗氧化力。我們另以神秘果中含有的琥珀酸和檸檬酸進行解酒研究，在37°C下使琥珀酸過量時酒精減少百分比最高，而檸檬酸幾乎不與酒精反應。接著以Arduino自製酒精蒸氣檢測器測定不同保存及萃取方式的神秘果解酒情形，以水萃取的濃縮液能使酒精蒸氣濃度下降量較乙醇萃取的多，又以冷凍乾燥的果皮+果肉最佳。

貳、實驗動機

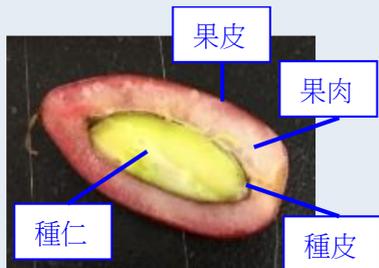
神秘果不僅具有能讓檸檬嘗起來變甜的效果，也有良好的抗氧化能力，網路上甚至有神秘果能解酒的新聞。我們對神秘果的解酒傳言感到好奇，課本也剛好上到氧化還原、電解質溶液的導電性及酯化反應，於是我們便決定利用現有的設備及簡單的裝置投入研究，探討神秘果的抗氧化力及是否具有解酒的能力。

肆、研究過程及方法

一、文獻探討

☆神秘果

原生於西非熱帶地區，呈橢圓形。由於果肉內含有一種叫神秘果素的醣蛋白，可以改變舌頭上的味覺細胞的結構，使人食用帶酸味的食物如檸檬等卻感覺味甜。



2003年國際科展作品提到，神秘果的抗氧化力比一般抗氧化能力高的食品多數倍，神秘果另有解酒功效。

☆抗氧化能力測定

碘滴定法—測定樣品所消耗的碘量作為指標，消耗的碘量愈多，抗氧化力愈強。

考量藥品和設備的限制，再加上神秘果萃取液本身有顏色，因此較不易以直接滴定法觀測，故本研究選用相對容易進行的間接碘滴定法測定神秘果的抗氧化能力。將樣品逐漸滴入碘分子與澱粉混和的藍黑色錯合物中，樣品中的抗氧化物質與碘分子反應，將使藍黑色錯合物逐漸變為無色。當溶液由藍色變為無色達滴定終點，樣品滴入的量愈少，抗氧化力愈佳。

☆酒精濃度測定

新聞報導認為神秘果因琥珀酸而具解酒功效，暫時分解口中酒精。我們認為此為酯化反應，然而酯化反應速率慢，我們對於琥珀酸在沒有加熱及催化劑的情況下是否真能在口腔中發揮解酒功效存疑，故設計實驗加以討論。

我們將「電導度法」運用在Arduino平台上，氣體感測模組(MQ3)由增加的導電度量推算出呼氣中的酒精濃度。

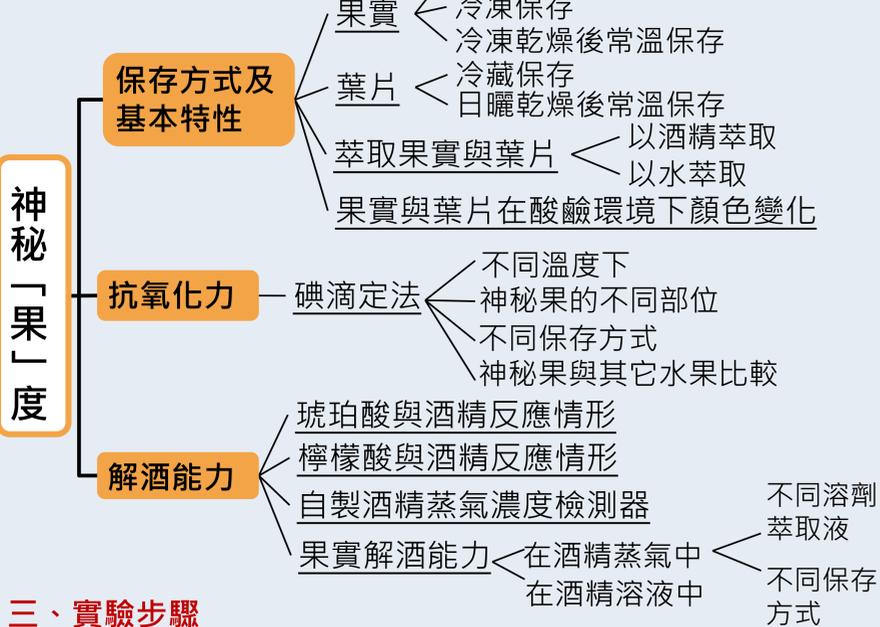
☆液相層析(Liquid Chromatography)

當混合物進入系統內時，不同特性物質在層析管柱內流動的快慢不同，再利用各成分移動速率之不同來分離，通過檢測器後得到不同的峰信號，最後通過分析比對這些信號來判斷待測物所含有的物質。

☆迴旋濃縮儀

降低液體上方的壓力以降低沸點，並旋轉燒瓶，使液體在內壁上產生薄層，再藉由溫水加熱，提供給蒸發作用更大的表面積。

二、實驗架構



三、實驗步驟

前置作業：

- 果實：以刀片切開取出果皮和果肉，去除種皮留下種仁
新鮮→冷藏保存3天內
冷凍→冷凍保存3週內
乾燥→利用冷凍真空乾燥機經-40°C、200毫托以下冷凍真空乾燥26小時後常溫保存。

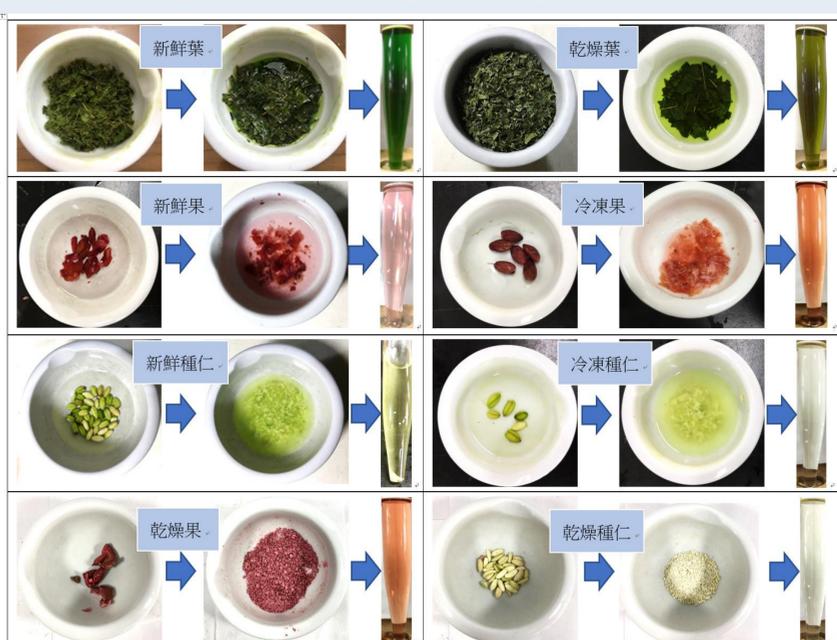
- 葉子：
新鮮→冷藏保存3天
乾燥→經日曬2天

參、研究目的

- 一. 萃取及濃縮不同保存條件的神秘果各部位之抗氧化物質。
- 二. 測定並比較不同條件下的神秘果各部位萃取液抗氧化力。
- 三. 比較神秘果與其它水果的抗氧化力。
- 四. 分別檢測琥珀酸和檸檬酸與酒精反應情形。
- 五. 自製酒精蒸氣濃度檢測器。
- 六. 探討神秘果在酒精蒸氣中的解酒情形。
- 七. 探討神秘果在酒精溶液中的解酒情形。

研究(一) 測定和比較神秘果各部位抗氧化能力

實驗1-1 萃取神秘果各部位的抗氧化物質



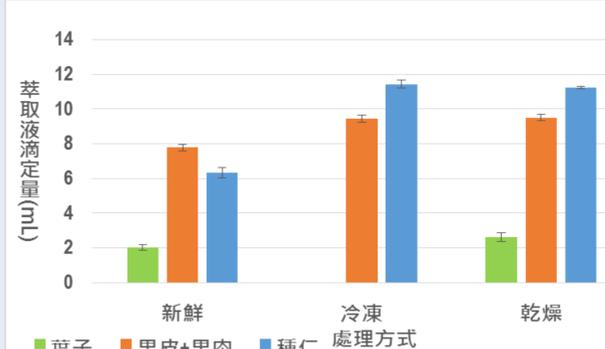
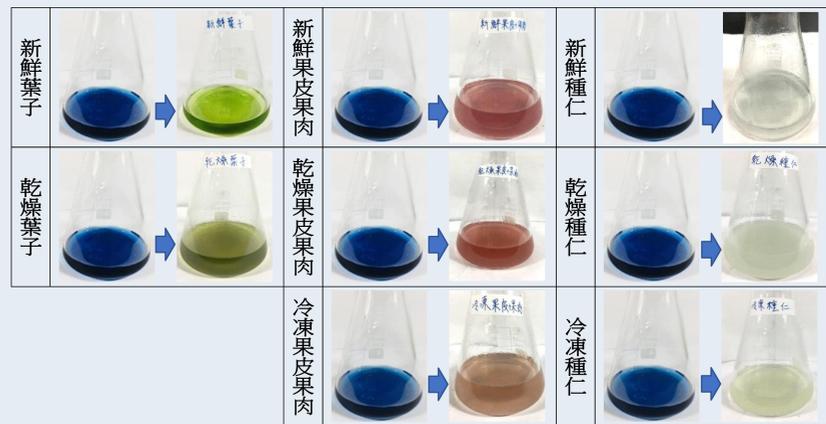
1. 乾燥與新鮮葉子上清液的顏色差距甚大，應為日照處理時葉綠素分解。新鮮的較冷凍保存的萃取液的顏色鮮明。乾燥保存的神秘果皮+果肉萃取液顏色接近新鮮果皮+果肉故乾燥保存可以有效防止果皮+果肉色素的流失。
2. 神秘果種仁上清液在冷藏低溫中會析出白色雲朵狀的懸浮物質，回到常溫其又能溶解而使溶液回復澄清。

實驗1-2 濃縮神秘果各部位的萃取液

將神秘果萃取液濃縮成膏狀後，以刮勺取出裝瓶，冷藏保存。

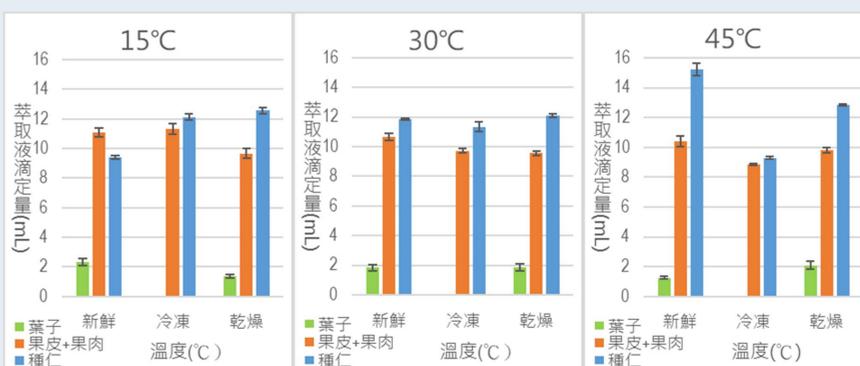
實驗1-3 測定不同保存條件的神秘果各部位萃取液抗氧化力

以萃取液滴定碘-澱粉指示劑至透明、看不見藍色的澱粉粒為止。



1. 葉子的抗氧化力最佳。
2. 經一段時間保存，種仁抗氧化力下降幅度較果皮+果肉明顯。

實驗1-4 數天後測定不同保存條件及部位神秘果抗氧化力與溫度關係



1. 葉子在各溫度下抗氧化力為最佳。
2. 冷凍種仁抗氧化力在高溫時抗氧化力較佳，新鮮在高溫時最差。
3. 與實驗1-3比較，雖然溫度差異不大，但冷藏新鮮神秘果抗氧化力卻明顯下降，冷凍及乾燥保存的則無太大差異。

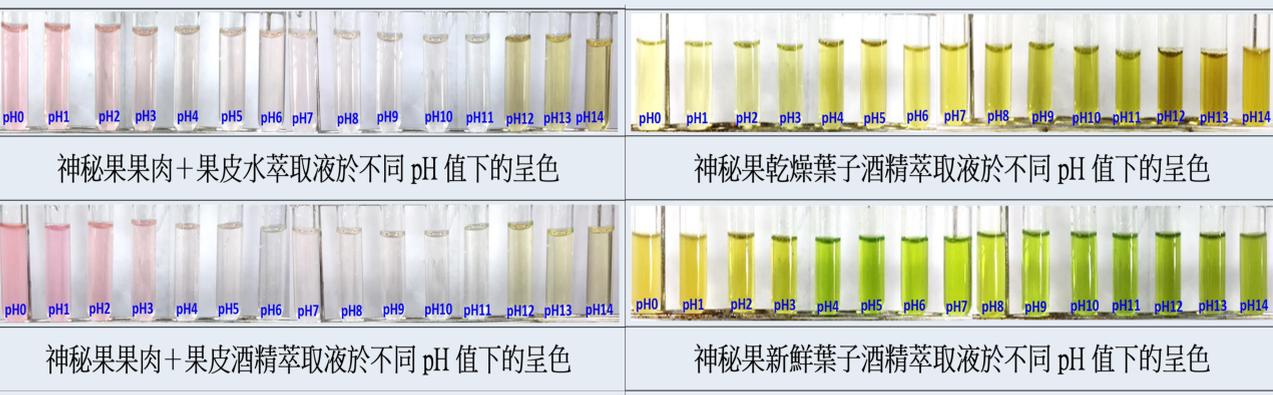
實驗1-5以碘滴定比較神秘果與其它水果抗氧化力



由實驗1-5結果可以看出芭樂的抗氧化力遠優於其它水果，其次為神秘果果皮+果肉，與樹葡萄差不多，較檸檬與柳丁為佳。

實驗1-6 觀察於不同酸鹼環境下萃取液的顏色變化

樣品名稱	乾燥果皮 + 果肉	冷凍果皮 + 果肉	乾燥種仁	冷凍種仁	乾燥葉片
pH值	3.35	3.38	5.23	5.18	4.66



由實驗1-6結果發現-

- 由於花青素易受pH值影響造成結構及顏色的變化，果皮+果肉的水及酒精萃取液在酸性環境下呈粉紅色，在鹼性環境因褐化反應呈黃色。
- 神秘果新鮮葉子萃取液葉綠素在pH3以下的環境顏色會轉黃且變得混濁。
- 神秘果乾燥葉萃取液中，由於葉綠素的結構經日曬乾燥過程被破壞，故與量較多的葉黃素呈黃褐色。在鹼性環境下顏色會變深，酸性環境下會被加速分解，接近淡黃且混濁，推測混濁的物質為葉黃素分解而成的。

研究(二) 探討神秘果解酒的可能性

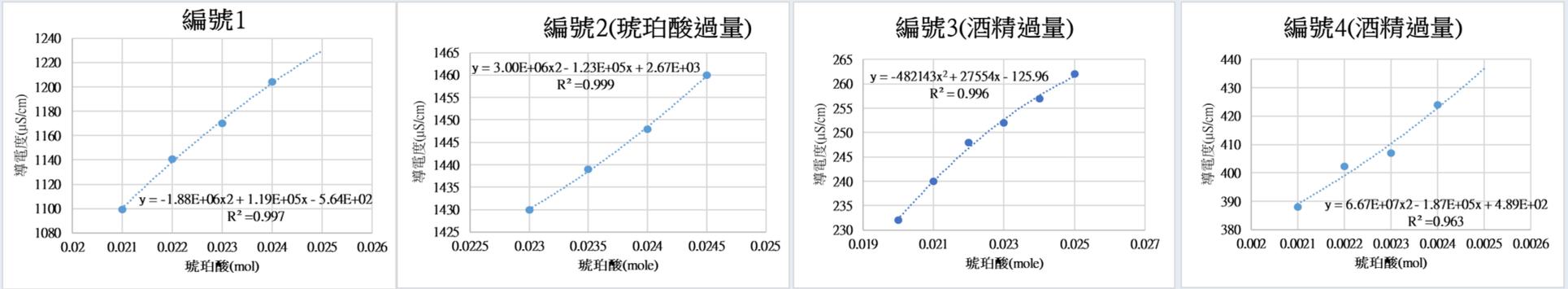
實驗2-1 探討琥珀酸與酒精的反應情形

測試在未加催化劑且溫度維持在人的體溫時，琥珀酸與酒精行酯化反應的程度，其反應方程式為：
 $C_4H_6O_4 + 2 C_2H_5OH \rightarrow C_8H_{14}O_4 + 2 H_2O$
 取三種不同琥珀酸與酒精混和的比例，依其反應前後導電度的變化換算得酒精的消耗量。



實驗2-2 製作琥珀酸與酒精反應之導電度檢量線

為了瞭解實驗2-1琥珀酸與酒精反應達平衡時酒精的消耗量，我們配置溶液，以乙酸乙酯代替琥珀酸二乙酯製作檢量線。

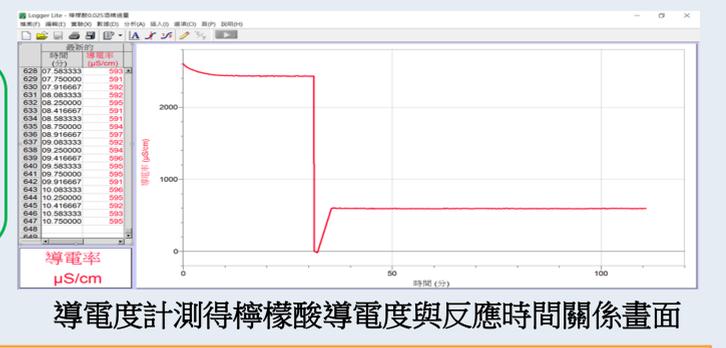


編號	1	2(琥珀酸過量)	3(酒精過量)	4(酒精過量)
琥珀酸(mol)	0.025	0.025	0.025	0.0025
酒精(mol)	0.05	0.005	0.5	0.05
平衡時導電度 (μS/cm)	1186	1432	257	420

- 編號1酒精減少約7.06%。
- 編號2酒精減少約69.85%。
- 編號3酒精減少約0.4%。
- 編號4酒精減少約0.53%。
- 由結果得知欲使酒精濃度有明顯的改變須有大量的琥珀酸才行。

實驗2-3 探討檸檬酸與酒精的反應情形

文獻中提到神秘果內含有的酸性物質中以檸檬酸的含量最多，於是我們測試解檸檬酸在未加催化劑且溫度維持在人的體溫時與酒精進行酯化反應的程度，其反應方程式為：
 $C_6H_8O_7 + 3 C_2H_5OH \rightarrow C_{12}H_{20}O_7 + 3 H_2O$
 取四種不同檸檬酸與酒精混和的比例進行實驗。



編號	1	2(檸檬酸過量)	3(酒精過量)	4(酒精過量)
檸檬酸(mol)	0.025	0.025	0.025	0.0025
酒精(mol)	0.075	0.0075	0.75	0.075
平衡時導電度 (μS/cm)	2353	2444	595	1276

- 檸檬酸於加入酒精後的導電度幾乎無變化，且編號1~4均如此，故我們判斷檸檬酸與酒精在37°C、未加催化劑的環境下難以發生反應。
- 檸檬酸並不是讓神秘果能解酒的主要物質，且此實驗也能證明富含檸檬酸的水果並不一定能解酒。

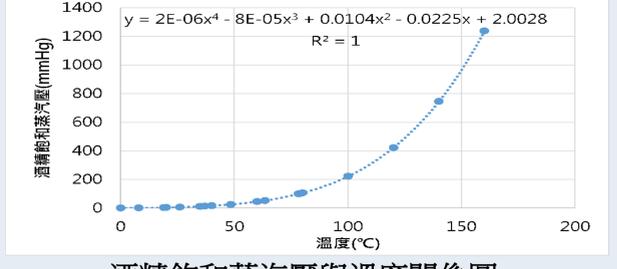
研究(三) 利用自製酒精蒸氣濃度檢測器探討神秘果的解酒功效

實驗3-1 製作酒精蒸氣檢測器

我們以Arduino Uno開發版，MQ-3酒測模組，和LCD液晶顯示器自製酒精蒸氣濃度檢測器，並以Arduino IDE軟體寫入程式以檢測酒精蒸氣濃度。



實驗3-2 測定冷凍乾燥神秘果粉末的解酒效果



配置37°C的飽和酒精蒸氣(飽和蒸氣壓為112mmHg)



自製酒測罐模擬酒測情形，維持37°C，將酒測標準值0.15、0.25mg/L的酒精蒸氣加入以1mL水搗碎的神秘果反應。

酒精飽和蒸氣壓與溫度關係圖

(1)0.25mg/L 酒精檢測器數值 10 次平均為 640.5

(2)0.15mg/L 酒精檢測器數值 10 次平均為 583.3

	測量值平均	空白平均	檢測值下降量
0.5g 粉末+0.5g 水	600	8.3	32.2
1.5g 粉末+0.5g 水	573	8.3	59.2

	測量值平均	空白平均	檢測值下降量
0.5g 粉末+0.5g 水	541	8.3	34
1.5g 粉末+0.5g 水	530	8.3	45

由實驗3-2結果發現當神秘果的重量增加時，檢測值的下降量就會增加。

實驗3-3測定神秘果以不同溶劑萃取濃縮後的解酒效果

0.25mg/L 酒精檢測器數值 10 次平均為 640.5

	測量值平均	空白平均	檢測值下降量
水萃冷凍神秘果	613	8.3	19.2
酒萃冷凍神秘果	620	8.3	12.2
水萃乾燥神秘果	603	8.3	29.2
酒萃乾燥神秘果	627	8.3	5.2

由實驗3-3結果發現-

1. 以不同方式保存的神秘果，其中能與酒精產生反應的物質之量會不同。
2. 以水萃取之神秘果液較酒精萃取的能使酒精濃度下降
3. 以水萃取的濃縮液為乾燥比冷凍保存的下降量多，而以酒精萃取的則相反。

實驗3-4 測定神秘果在酒精溶液中的解酒效果

(1)酒精溶液+0.5g神秘果

	未加神秘果	加入神秘果	下降量
0%	278	265	13
1%	705	678	27
2%	737	702	35
3%	800	762	38
4%	840	792	48
5%	889	837	52

(2)酒精溶液+1.5g神秘果

	未加神秘果	加入神秘果	下降量
0%	282	268	14
1%	707	668	39
2%	740	696	44
3%	803	750	53
4%	838	780	58
5%	888	820	68

(3)5%酒精溶液+不同質量神秘果

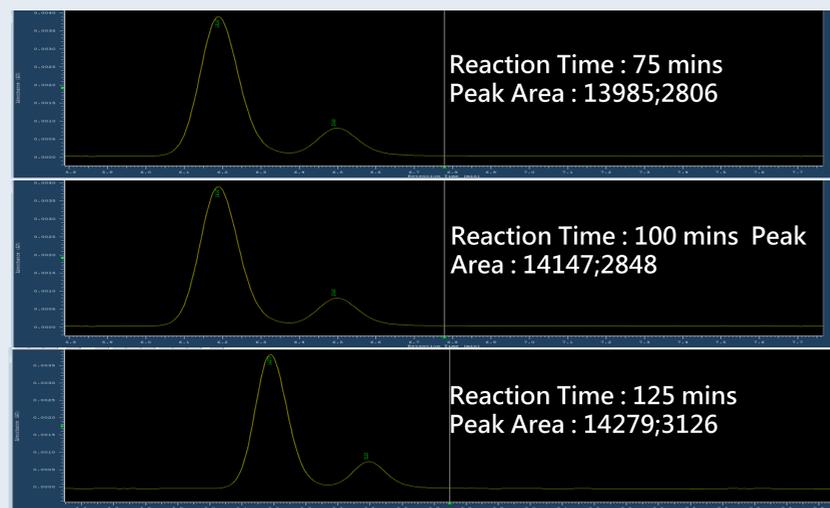
神秘果質量	未加神秘果	加入神秘果	下降量
0.5g	889	837	52
1.5g	888	820	68
2.5g	887	810	77
3.5g	884	784	100
4.5g	888	780	108

在37°C下當酒精溶液濃度分別為1%、2%、3%、4%、5%時，換算其酒精蒸氣濃度分別為1.002、2.016、3.042、4.080、5.130mg/L。

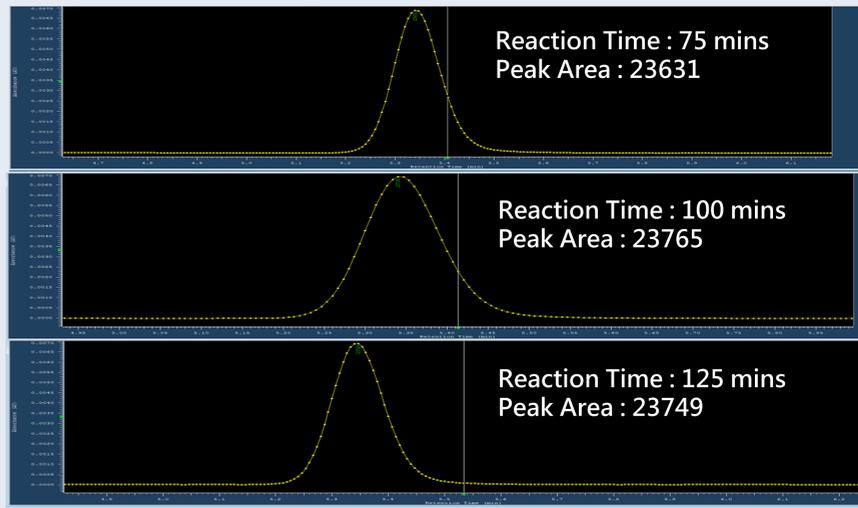


由實驗3-4發現，當酒精濃度越高時，檢測值下降量就越高，因此我們製作添加不同果肉克數於5%酒精溶液之下降量關係圖，推測要能使酒精濃度下降至低於酒測標準，需要服用約39克的神秘果(約78顆)。

實驗 3-5 高效液相層析儀 HPLC 分析琥珀酸與酒精反應



實驗3-6 高效液相層析儀HPLC分析檸檬酸與酒精反應



由實驗3-5、3-6得知，將琥珀酸與酒精混和後所得波峰面積有明顯增加，應可推論有新產物生成;而檸檬酸與酒精混和後所得波峰面積無明顯增加，應可推論無新產物生成。

伍、結論

一、萃取及濃縮不同保存條件的神秘果各部位之抗氧化物質

不同保存條件的神秘果各部位在呈色及氣味上都有明顯差異。其萃取液在呈色上也有明顯差異，且色素會在冷凍保存過程中流失，乾燥保存則較有效防止果皮+果肉的色素流失。種仁萃取液在低溫析出的懸浮物質應為其沉澱物，還有待研究探討。

二、測定並比較不同條件下的神秘果各部位萃取液抗氧化力

葉子的抗氧化力明顯高於果皮+果肉及種仁。在保存條件影響抗氧化力方面，時間仍會影響其抗氧化力，建議新鮮食用為最佳。神秘果若需長期存放，以乾燥保存最能保留色素及抗氧化力。而在溫度影響抗氧化力方面，種仁較容易受溫度影響。

三、比較神秘果與其他水果的抗氧化力

以碘滴定法測得抗氧化力的大小為芭樂>神秘果果皮+果肉>樹葡萄>檸檬>柳丁，但未如文獻提到神秘果的抗氧化力是其它水果的4倍，應為測定的方法及比較的水果不同所致。

四、分別檢測琥珀酸和檸檬酸與酒精反應情形

與「過量的反應物有助於反應往正反應的方向進行」相符，過量的琥珀酸能使酒精含量減少最多，遠大於適量及酒精過量的數值。因此欲使濃度有明顯的降低需有大量的琥珀酸。而檸檬酸在未加催化劑且維持在37°C的情況下並不能與酒精反應，因此檸檬酸並非解酒的主要物質。

五、自製酒精蒸氣濃度檢測器

我們以Arduino Uno和MQ-3酒精偵測模組自製酒精蒸氣檢測器，測量值與酒精蒸氣濃度呈線性關係。

六、探討神秘果在酒精蒸氣中的解酒情形

實驗結果發現各部位之水萃取液與酒精反應的檢測值下降都比酒萃取液下降的多，所以水萃取液會比酒精萃取液能與更多的酒精反應，推測是神秘果在進行酒精萃取過程中解酒物質已經與酒精進行反應而致。而以水萃取的神秘果，乾燥保存比冷凍保存更能降低酒精檢測值，以酒精萃取的結果則相反。

七、探討神秘果在酒精溶液中的解酒情形

在酒精溶液中加入神秘果會使酒精蒸氣濃度下降，但若想要使酒精濃度下降至低於酒測標準，需要服用大量的神秘果，所以想要在臨檢前透過吃神秘果降低酒測值是不可行的。

陸、參考文獻

(1) 吳佩珊(2003)。解開神秘果的奧秘-檸檬變柳丁的原因。臺灣國際科展。

(2) 游勝豐(2004)。神秘果貯藏安定性及消費者對神秘果消費行為之研究。國立中興大學碩士論文。