

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：營養「粉」重要

一、摘要：

本研究透過冷凍乾燥的凍晶方式萃取製備富含營養成分的水果營養粉，在過程中添加環糊精輔助萃取，有效提取親脂性成分，保留水果中的水溶性及油性成分，製成有如奶粉般遇水就能快速溶解的營養粉；並檢測和比較所製備出的柑橘類、莓果類及瓜果類等三種類水果營養粉之抗氧化活性、蛋白質含量與營養粉粒子大小，研究發現莓果類水果營養粉具有最佳效益。本研究另以問卷調查方式初探了解民眾平日蔬果攝取充足與否、導致蔬果攝取不足的因素以及對水果營養粉相關產品開發的感興趣程度。我們期望本研究的「水果營養粉」未來可進一步改良開發，用於直接添加在飲用水或日常飲品中，帶給因忙碌而缺乏水果元素的族群更加便利的營養補給方式。

二、探究題目與動機

衛生福利部國民健康署（2018）以「健康五蔬果」的廣告標語提醒我們每天至少要吃三份蔬菜與兩份水果。許多研究報告也指出，蔬果攝取不足是人們罹患慢性病的的原因之一，其中的維生素更是具有抗癌效果，天天攝取適當份量蔬果可以預防慢性疾病並降低癌症發生機會。然而，在緊湊的生活中許多人時常忽略均衡飲食的重要性。

1.高齡化社會的到來，許多老年長輩面臨牙齒無力、血糖浮動等問題，牙齒無力使得他們排斥食用較堅硬的水果，血糖浮動使得他們畏懼於食用糖分較高的水果，這些飲食習慣可能導致他們偏食行為日漸嚴重。

2.青壯年族群則是面臨出社會後經常馬不停蹄的工作與熬夜加班的生活，在用餐時間受限的情況下，時常狼吞虎嚥吃完便當後就沒有時間再攝取足量的水果。

3.兒童或青少年的學生族群則可能懶於處理水果的清洗、削皮、去籽、切塊等繁複工作而選擇性忽略水果的攝取。

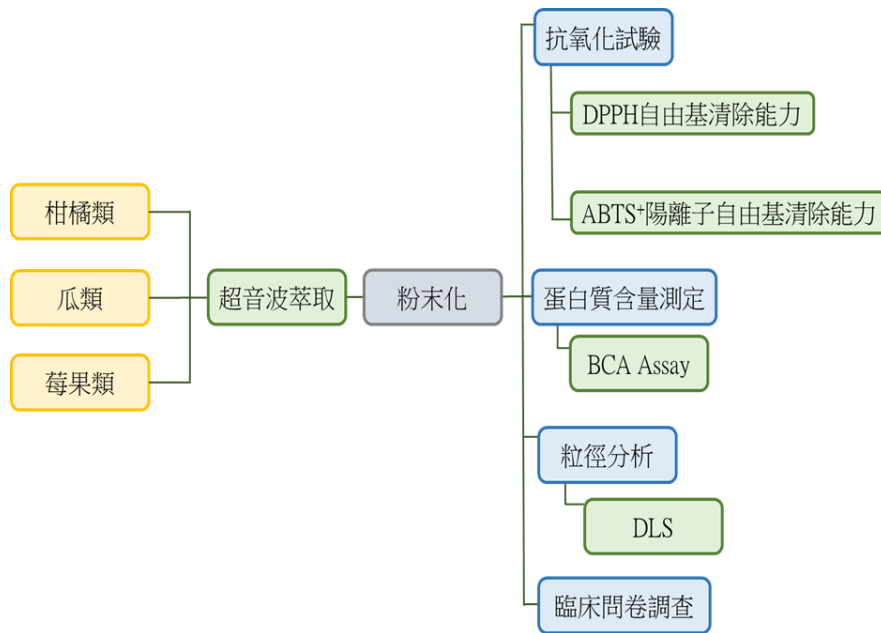
三、探究目的與假設

本研究欲製作出水果營養粉，並了解比較不同類別水果的抗氧化活性及蛋白質含量，且欲透過問卷調查探討了解水果營養粉產品未來開發的發展性。本研究期望的目標如下：

- (一) 成功製備出水果營養粉。
- (二) 比較不同種類的水果所製備出來的營養粉之抗氧化能力差異。
- (三) 測定不同種類的水果所製備出來的營養粉之蛋白質含量。
- (四) 調查了解本研究水果營養粉產品是否符合民眾的需求。

四、探究方法與驗證步驟

我們於市場購買九種水果後，將其分為三個組別，分別是柑橘類(含橘子、柳丁、金桔)、瓜果類(含哈密瓜、木瓜、西瓜)及莓果類(含櫻桃、藍莓、草莓)。利用酒精並添加環糊精以超音波水浴槽萃取，並將萃取液濃縮後加以冷凍乾燥，獲得三種種類的水果萃取物營養粉。接著我們利用分光光度計進行水果萃取物營養粉的抗氧化能力以及蛋白質含量的檢測，比較這三種不同種類的水果營養粉之差異；此外我們進行雷射粒徑分析，以比較三類水果營養粉的粒子大小。最後再進行問卷調查，以評估了解本研究所探討的水果營養粉是否符合大眾需求。本研究整體實驗架構如圖一所示：



圖一、本研究之實驗架構

二、實驗原理

(一) 減壓濃縮技術

減壓濃縮技術主要用於在減壓的條件下連續蒸餾大量的易揮發性溶劑，經由同時調降真空度、透過旋轉增加其萃取液體蒸發面積、加熱使萃取液體更快達到沸點等特性將溶劑在低溫下凝結及回收，快速地將樣品蒸餾。本研究當中使用此項技術配合添加環糊精將水果轉為粉狀物。

(二) 環糊精

環糊精是一種天然環狀低聚多醣，採用含澱粉的原材料通過酶解工藝製得。環糊精最重要的是它是一個中空圓筒形的環狀多糖，其內部為親脂性介面能夠包覆藥物，而外部為親水性介面的特性，使其廣泛被應用在食品工業及製藥業。

(三) 比爾定律(Beer's Law)

比爾定律為吸光光度法、比色分析法和光電比色法的定量基礎。光被吸收的量正比於光程中

產生光吸收的分子數目。其數學表示法為 $A = \lg(1/T) = Kbc$; (A 為吸光度 ; T 為透射比 ; c 為吸光物質的濃度 ; b 為吸收層厚度) 。

(四) DPPH 自由基清除試驗原理

DPPH 試劑溶解於酒精後為深紫色溶液，經常被用來評估待測物提供氫原子的能力。當待測物具有良好的抗氧化能力時，就能清除 DPPH 自由基，使溶液的顏色會由深紫色變為淡黃色，在波長 517 nm 下有最大吸光值，由分光光度計測量所得到的吸光值就會下降。本研究使用此試驗測量水果營養粉的抗氧化能力。

(五) ABTS 陽離子自由基清除試驗原理

ABTS 自由基清除試驗可以用來評估植物或中草藥萃取物、純化合物的總抗氧化能力。其自由基的生成反應是將 ABTS 試劑與硫酸鉀反應，生成藍綠色溶液。當待測物具有良好的抗氧化能力時，就能還原 ABTS 自由基，使溶液的顏色會由藍綠色變為透明無色，在波長 734 nm 下有最大吸光值，由分光光度計測量所得到的吸光值就會下降。本研究使用此試驗測量水果營養粉的抗氧化能力。

(六) BCA 蛋白質含量測定:

BCA 蛋白質測定用於定量待測物中的總蛋白質。其原理是蛋白質可以在鹼性環境下將試劑中的 Cu^{2+} 還原為 Cu^{+} ，呈色反應可以觀察到溶液由綠色轉為紫色。在波長 562nm 下有最大吸光值，由分光光度計測量所得到的吸光值越大、顏色越深，表示待測物中含有越多蛋白質。本研究使用此試驗測量水果營養粉的蛋白質含量。

(七) 雷射粒徑分析原理

雷射光源照射於微小顆粒溶液時，顆粒會使雷射光散射。藉由觀察不同尺寸微小顆粒之布朗運動程度不同，其影響雷射光散射之程度不同，演算出集體性的尺寸與尺寸分布。本研究使用此分析測量水果營養粉的粒徑大小，以此推論人體的吸收效果。

五、結論與生活應用

一、產率計算結果

以相關水果比例成功萃取出三種不同種類的水果營養粉，分別為柑橘類(縮寫代號 O)、瓜果類(縮寫代號 G)及莓果類(縮寫代號 M)。本研究三類水果營養粉產率分別為：柑橘類 11.9%、瓜果類 10%及莓果類 17.5%。整理如表一所示。本研究所製備出的三類水果營養粉之外觀如圖二，為色彩鮮豔之固體。

表一、水果萃取物營養粉產率計算、水果比例及其縮寫代號。

	產率	比例 (g)	縮寫代號
柑橘類	11.9%	橘子:柳丁:金桔 50:50:50	O
瓜果類	10%	西瓜:木瓜:哈密瓜 50:50:38	G
莓果類	17.5%	藍莓:草莓:櫻桃 38:27:50	M

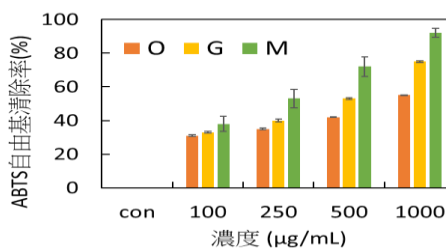
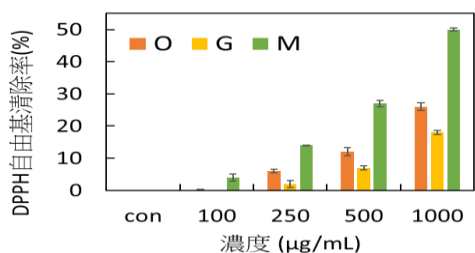


二、三類水果經過粉末化後製備成水果營養粉之外觀型態

二、自由基清除試驗結果

本研究自由基清除試驗使用四個濃度進行，分別為 100、250、500、1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，圖三結果顯示在 DPPH 自由基清除試驗中，其自由基清除能力排序為：莓果類>柑橘類>瓜果類。圖四則顯示在 ABTS 陽離子自由基清除試驗中，自由基清除效果排序為：莓果類>瓜果類>柑橘類。

各水果營養粉的半數自由基清除濃度(50% free radical scavenging concentration, SC_{50})分別如表二所示， SC_{50} 的數值越小，表示其自由基清除能力越強。其結果顯示莓果類水果營養粉之半數自由基清除濃度數值最小，其自由基清除能力為三類中最強。



圖三、DPPH 自由基清除試驗結果

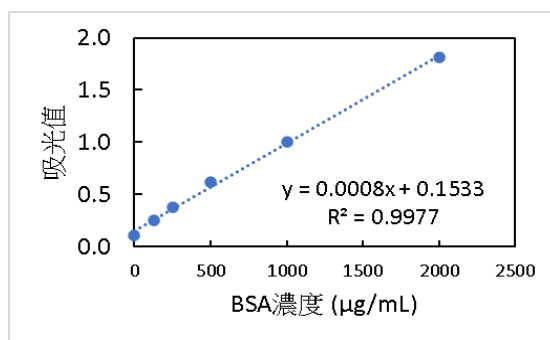
圖四、ABTS 陽離子自由基清除試驗結果

表二、水果營養粉之半數自由基清除濃度。

	DPPH	ABTS
柑橘類	2128 $\mu\text{g}/\text{mL}$	820 $\mu\text{g}/\text{mL}$
瓜果類	N/A 無法計算	450 $\mu\text{g}/\text{mL}$
莓果類	988 $\mu\text{g}/\text{mL}$	229 $\mu\text{g}/\text{mL}$

三、蛋白質含量測定結果

本研究首先利用 BSA 標準品配製成不同濃度標準溶液，繪製蛋白質定量實驗中所需要的檢量線，如圖五所示，其 R 平方值為 0.9947，標示其為一條線性良好的標準曲線，將所測得的營養粉之吸光值帶入檢量線後，可以得到柑橘類、瓜果類、莓果類營養粉每毫克各含有 210、619 及 550 μg 的蛋白質。



圖五、利用 BSA 繪製蛋白質定量實驗之標準曲線

四、雷射粒徑分析結果

本研究經過環糊精包含的水果萃取物，其粒子大小及分散性如表三所示，不同種類的水

果營養粉之粒子大小排序為：柑橘類>瓜果類>莓果類，然而粒子大小與養分吸收息息相關，粒子越小的物質可以有越好的腸道吸收效果。

資料顯示，三類水果營養粉中莓果類的粒徑最小，在三者比較中預期可以有最佳的腸道吸收效果。

表三、水果營養粉之粒徑分析及粒子分散性。

	粒徑大小 (μm)	PDI
柑橘類	5.45	2.35
瓜果類	1.72	0.94
莓果類	0.51	0.33

五、問卷調查結果

本研究使用 Google 表單建立電子調查問卷，於 110 年 12 月期間於網路向親友同學廣為發送散佈，以蒐集資料，並透過 Excel 進行統計分析。本問卷內容包括：受試者年齡層(共分為 7-24 歲、25-55 歲、56 歲以上等三類)、自認為每日蔬果攝取是否充足(分為自認為充足和自認為不充足等兩類)、認為自己水果攝取不足的主要原因(本題為開放性填答)，以及是否會對本研究營養粉的研究成品有興趣(分為有興趣和無興趣等兩類)。

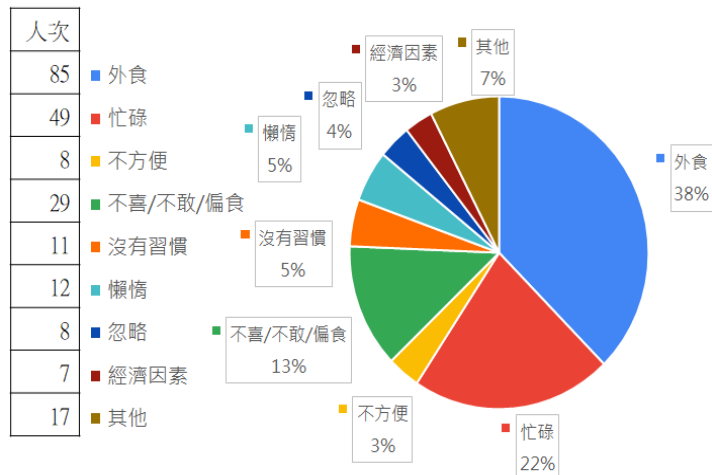
調查結果最後共回收 406 份問卷，其中 7 至 24 歲組共 83 人填答，25 至 55 歲組共 281 人填答，56 歲以上組共 42 人填答。問卷結果如表四所示，資料顯示大約有超過一半的人自認為每日蔬果攝取不足，其中 25 歲至 55 歲的壯年族群攝取不足的情形最為明顯。而其中攝取不充足的人所認為的可能原因統整分類如圖六所示，至於前三多的因素分別為：外食、忙碌、偏食。而民眾是否對我們的研究結果有興趣，結果如表五所示，當中顯示有高達六成的民眾對此產品是有興趣的。

表四、問卷調查結果

年齡	人數(位)	充足(%)	不充足(%)
7-24歲	83	39(47.0)	44(53.0)
25-55歲	281	125(44.5)	156(55.5)
56歲以上	42	24(57.1)	18(42.9)
總計	406	187(46.3)	218(53.7)

表五、對於營養粉是否有興趣的問卷結果統計。

年齡	人數(位)	有興趣(%)	無興趣(%)
7-24歲	83	58(69.9)	25(30.1)
25-55歲	281	161(57.3)	120(42.7)
56歲以上	42	23(54.8)	19(45.2)
總計	406	242(59.6)	164(40.4)



六、問卷調查對象自認水果攝取不足的主要原因歸類之圓餅圖

參考資料

- 一、林健德 (2019)。蔬果粉膠體製品開發與安定性之研究(未出版的碩士論文)。台北：國立台灣大學園藝暨景觀學系碩士班。
- 二、施芳宜 (2003)。冷凍乾燥與熱風乾燥對山藥抗氧化物質的影響(未出版的碩士論文)。彰化：大葉大學食品工程學系碩士班。
- 三、陳大真 (2015)。環糊精包覆紫草萃取物對大鼠傷口癒合之研究(未出版的碩士論文)。台中：中國醫藥大學中醫學系碩士班。
- 四、陳吉村 (2008)。抗氧化分析技術在農業上之應用。花蓮區農業專訊，64，13-15。
- 五、陳永璋 (2005)。胡蘿蔔於冷藏和冷凍乾燥後抗氧化物質及物理性質之相關分析(未出版的碩士論文)。彰化：大葉大學生物產業科技學系碩士班。
- 六、童富源 (2018)。石蓮花醋之開發與應用(未出版的碩士論文)。彰化：中洲科技大學保健食品碩士在職專班。
- 七、董柏成 (2021)。水果粉對炭烤豬肉產生多環芳香族碳氫化合物的抑制效果(未出版的碩士論文)。台中：中國醫藥大學食品暨藥物安全碩士學位學程。
- 八、衛生福利部國民健康署 (2018年10月12日)。健康五蔬果。取自 <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=543&pid=715>
- 九、蘇品嘉、徐錫梁 (2017)。不同乾燥處理之小果油茶樹葉甲醇萃取物抗氧化活性之探討。台灣農業化學與食品科學雜誌，55 (1)，59-65。