

【2021 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：蔬果果膠質摸索

一、摘要：

聽說柑橘類有 30%的果膠藏在果皮，但著手萃取果皮果膠，試驗中橘皮萃取率為 15.4%；柳丁皮萃取率為 21.6%，檸檬皮最高 26.5%，推論果皮越扎實，就越富含果膠，但檸檬的成本高實在不適合當果膠萃取原料，反而價位便宜的橘子適合。想到果膠原料成本讓我們延伸想到蔬菜類是否富含果膠，所以我們也萃取不同蔬菜的果膠，試驗中萃取菠菜、花椰菜、大白菜，發現菠菜萃出率高達 41.2%；花椰菜只有 7.9%、大白菜有 14.9%，沒想到更便宜的蔬菜竟然也富含果膠質。

大量萃取橘子皮、菠菜果膠後，比較其凝膠機制，發現差異特別不同！不管是菠菜、還是橘皮以高甲氧基凝膠機制凝膠，peak load 為 48、14 g 大於 2%洋菜粉的凝膠強度(9g)，此數據表示到達膠質形變所需的力已經明顯高過於 2%、5%吉利 T(洋菜粉)，這很明顯的指出菠菜與橘皮所含的果膠為高甲氧基果膠(藉由氫鍵凝膠)。

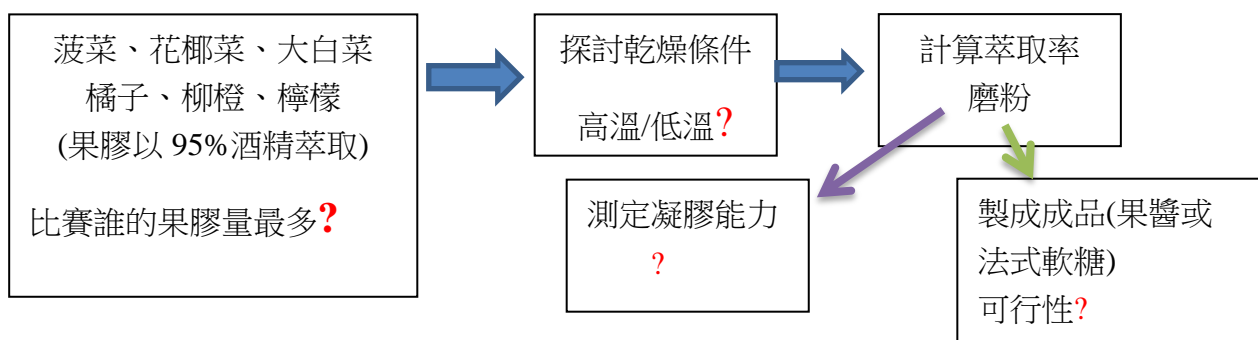
二、探究題目與動機

果膠質是植物細胞間質的重要成分，沉積於初生細胞壁和細胞間層，與不同含量的纖維素、半纖維素、木質素的微纖維以及某些伸展性蛋白質 (extensin) 相互交聯，形成相鄰細胞中間層粘結物，使植物組織細胞緊緊黏結在一起，為細胞內的支撐物質。天然果膠質分為原果膠、果膠、果膠酸的形態存在，具凝膠性的是果膠，果膠又分高甲氧基果膠及低甲氧基果膠，凝膠機制也不同。

一般果膠通常從柑橘的果皮萃取，呈黃色或白色的粉末狀，具有凝膠、增稠及乳化等作用。此果膠粉價位高(約 5 元/克，網路比價)，所以讓我們想自行製備果膠粉。又因為在探究中發現一堆水果原料(昂貴)萃出量卻很少，延伸探討價位便宜的蔬菜，希望利用蔬菜萃取出果大量膠質，哪些蔬菜的果膠質最為豐富呢？基於這個原因又開發一線研究動機！

萃出的果膠到底能不能用，所以與一般果凍粉比較、也設計製成果醬凝膠的模式探討凝膠能力。

三、探究目的與假設



四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗材料





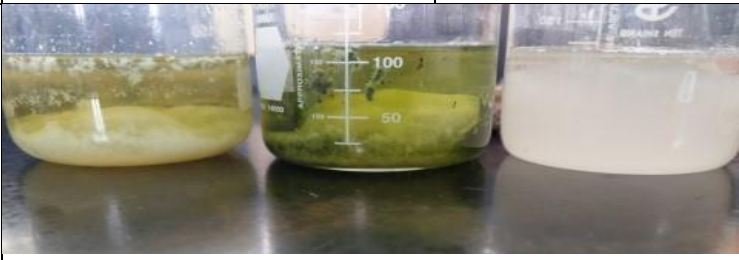
樣品	橘子、柳橙、檸檬、菠菜、花椰菜、大白菜、市售果膠粉
器具	燒杯(200ml~250ml)x3、量筒(500ml)x1、三角錐形瓶(200ml)x3、加熱板 x1、物性儀
藥品	95%酒精

(二)實驗步驟

A、比賽果膠萃取量:

蔬菜部分:

- 1.將 66g 之蔬菜/水果樣品以果汁機，加入 264g 水打成汁(菜：水=1:4)，倒入三角錐形瓶內約 200ml，再放到加熱板上加熱到沸騰。
- 2.沸騰後過濾菜渣，放涼後取 100ml 蔬菜汁再放至加熱板上濃縮。濃縮至 25ml
- 3.倒入等量 95%酒精使其沉澱。
- 4.將沉澱之果膠放到烘箱乾燥(50~60 度，1 小時)






		
加熱煮沸破壞細胞	以酒精萃取果膠	靜置沉澱
		
熱濃縮	沉澱之果膠質	

水果部分:

1. 水煮法:分別取國產椪柑、柳丁和萊姆果肉、純果皮、全果各 100 克加水 1000ml，加熱煮沸 60 分
2. 再取出樣品以濾布二次過濾，濃縮至 100ml
3. 分裝 4 份相同容量並個別加入水、95%酒精收集果膠質、秤重量、紀錄。

B、凝膠試驗 I

2%果凍粉(吉利 T)、菠菜果膠粉、橘皮果果膠粉→加熱溶解→冷卻觀察凝膠→物性檢測









				
吉利 T	橘皮果果膠	菠菜果膠	橘皮果果膠粉	菠菜果膠粉

C、凝膠試驗 II (高甲氧基果膠(HMP)凝膠試驗)

菠菜果膠粉、橘皮果果膠粉→調酸度(pH=2.5~3.8)、糖度 65%→加熱濃縮→物性檢測

D、凝膠試驗 II (低甲氧基果膠(LMP)凝膠試驗)

菜果膠粉、橘皮果果膠粉→添加 CaCl₂→溶解後觀察→物性檢測

				
凝膠試驗 I			凝膠試驗 II(LMP)	凝膠試驗 II(HMP)加糖
				
凝膠試驗 II(HMP/LMP)		凝膠試驗 II(HMP)		

物性儀檢測條件如下：

質構分析儀 CT3		
測定次數	第一次	第二次
探針	TA4 * 4mm DIAMETER CYLINDER PROBE Stainless Steel 10g.	TA4 * 4mm DIAMETER CYLINDER PROBE Stainless Steel 10g.
TEST	NORMAL	NORMAL
TRIGGER	4.0g	2.0g
DeFORMATION	5.5mm	1.0mm
SPEED	10.0mm	10.0mm

1. 探頭向下碰觸樣品之後，儀器自動量測樣品高度，並根據這個高度計算形變目標，並在此同時探頭速度會轉變為測試速度。
2. 探頭到達所定義的形變目標之後，探頭會上升並回到剛剛碰觸到樣品的位置。
3. 探頭會停止在這個位置，停止的時間為使用者所設定的間隔時間。
4. 等待完畢之後，探頭再度向下，到達原本形變目標後，探頭會再度上升，直到原本的開始位置。



質構儀操作檢測

E 製作果醬產品(萃取的果膠不乾燥只濃縮去除酒精)

橘子果皮果膠(乾燥)2%→調酸→加糖→加熱凝膠

菠菜果膠(1:4)萃取後，以酒精沉澱並過濾、復水→調酸→加糖→加熱凝膠

感官品評問卷:

日期：_____ 姓名：_____

說明:以下樣品 257、369、153 請依品評編號品評，先觀察樣品之色澤，氣味、試嘗後，依整體印象好壞排序下列果醬產品。(1 最優 / 2 佳 / 3 尚可)

257 369 153

最具有新感覺的是： _____ (請寫序號)

五、結論與生活應用

(一) 萃取量比一比

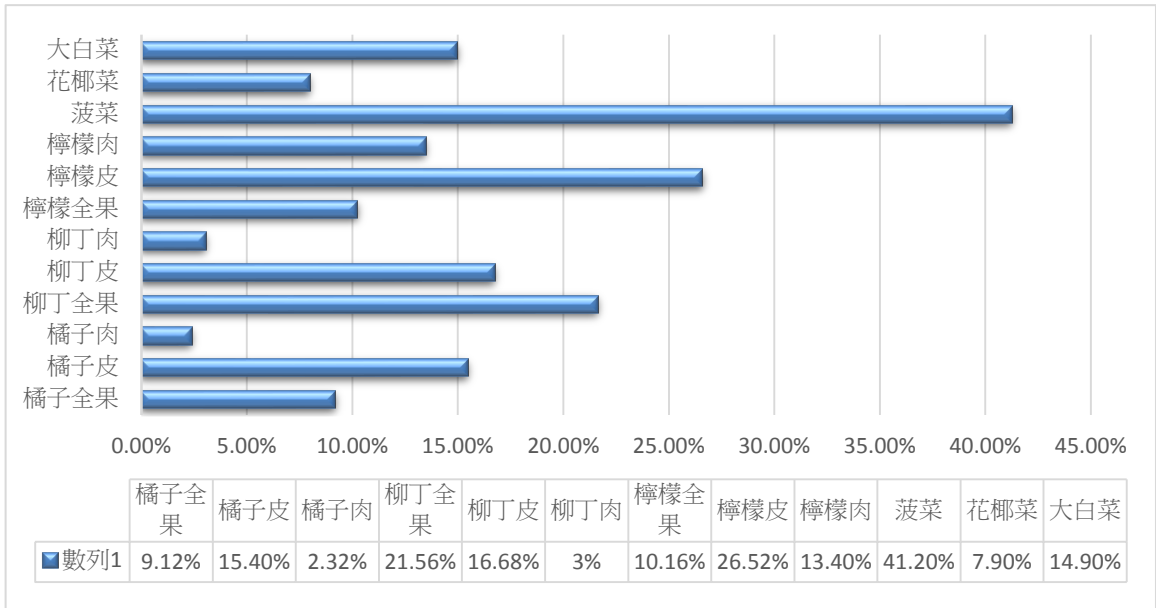


圖 1、果膠萃取比一比

- 因為分組探討水果與蔬菜汁果膠，探討水果的組員將水果分解成全果、果肉、果皮萃取，也意外發現不管甚麼柑橘類的水果果皮的果膠含量都很高，有 15-27%的含量，遠高過於果肉(2-13%)；檸檬皮的含量是柑橘類中最高的，萃出率大於 25%。(圖 1)

(二) 凝膠比一比

表 1、第一次凝膠試驗質構儀測定值

	peak load(g)	DEF peak	work (mj)	final load
2%吉利 T	16	0.1	0.34	6
2%菠菜果膠	10	0	0.21	3.5
2%橘皮果膠	13	0.1	0.16	4

- 市面上最常見的果凍粉就是吉利 T(洋菜粉)，主要組成成分也是 D-半乳糖及 3,6-脫水半乳糖等黏質多糖，它的凝膠條件是 1.5%濃度，加熱 85°C溶解，30°C以下凝結，是已知多醣膠中凝膠力最強之一者。所以我們以同樣 2%濃度，仿造洋菜膠凝膠，結果發現 2%吉利 T 於冷藏下凝膠明顯，2%菠菜果膠、2%橘皮果膠並沒有明顯凝膠現象，只是有吸水變稠，從上面表 1 中之質構儀分析結果發現雖然菠菜果膠、橘皮果膠沒凝膠情況，但 peak load 為 10-13 g，此數據表示硬度(hardness) 為到達指定形變所需的力，但此力還接近 2%吉利 T 之測定值 16g，所以推論我的自製的蔬果果膠雖無法凝膠，但有某程度復水力，其凝膠機制不能比擬洋菜膠製作。
- 表 1 檢測數據中的 work (mj)表示黏附性(ADHESIVENESS) 是克服食品表面和接觸物表面之間的吸引力所作的功，對於黏性感洋菜膠還是比較好，而我們自製的果膠中發現菠菜的果膠可能會大於橘皮。
- 此質構儀設計的參數力量有 4g，亦有可能造成測定數據差異小，不過仍有參考價值

表 2、第二次凝膠試驗質構儀測定值

	peak load	DEF peak	work	final load
2%吉利 T	9	0	0.03	0
5%吉利 T	27	1.5	0.22	14.5
2%菠菜果膠(HMP)	14	0.1	0.03	0.5
2%菠菜果膠(LMP)	超負載	超負載	超負載	超負載
2%橘皮果膠(HMP)	48	1.5	0.36	48
2%橘皮果膠(LMP)	超負載	超負載	超負載	超負載

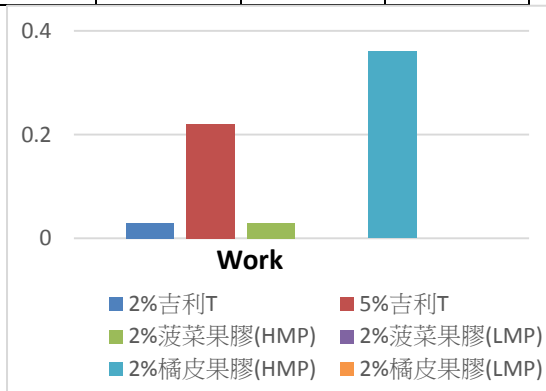
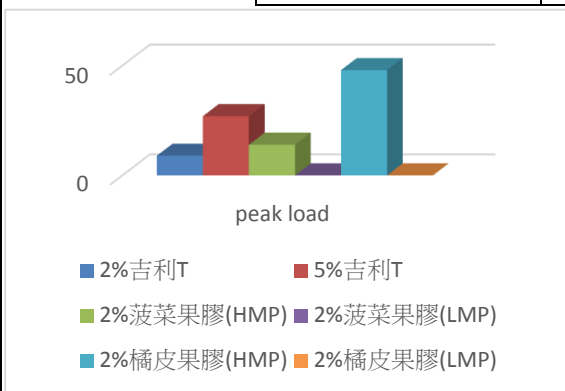


圖 2、物性儀測得之硬度(peak load)

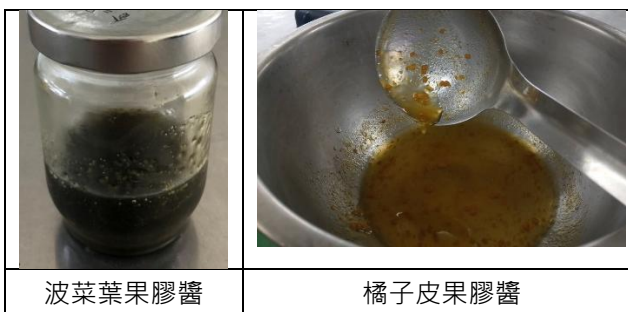
圖 3、物性儀測得之黏附性(work)

- 因為仿造洋菜凝膠機制失敗後，思考仿造果醬凝膠機制
- 果凍凝膠機制分兩種，有高甲氧基果膠(HMP)凝膠與低甲氧基果膠(LMP)凝膠
- 從表 2 就能明顯發現 2%橘皮果膠(HMP)，peak load 為 48 g，此數據表示到達膠質形變所需的力已經明顯高過於 2%、5%吉利 T(洋菜粉)，2%菠菜果膠(HMP) peak load 也有

14g，這很明顯的指出菠菜與橘皮所含的果膠為高甲氧基果膠(藉由氫鍵凝膠)

- 表 2 的 2%菠菜果膠(LMP)、2%橘皮果膠(LMP)試驗是加 CaCl_2 ，想試驗利用二價鈣離子凝膠(離子鍵)卻失敗，試驗中是逐步添加從 0.2%開始，但一直不見變稠與凝膠現象，所以檢測值也測不出，出現超載負荷，太稀承受不了設定參數 2g(本來想設計 1g，但一直無法測，超過最低值)

(三)果醬比一比(感官品評)



- 嘗試將自製菠菜果膠、橘子皮果膠製成果醬，將糖度調整至 65%左右；酸度調製 pH2.5~3.2 有辦法製作出果醬 表示利用高甲氧基果膠的製作方式有辦法完成果醬製作

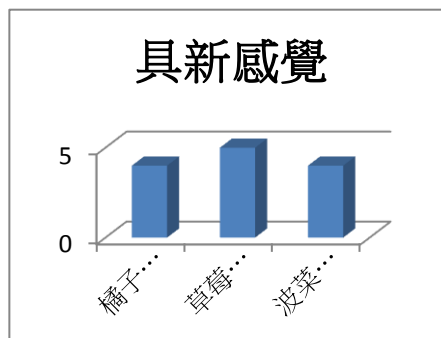
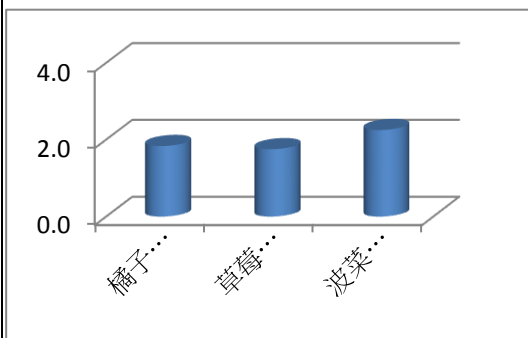


圖 4、觀察產品色澤、氣味、品嚐後評出 1:最優 2:佳 3:尚可 圖 5、品評者對此產品之嚐新感覺投票(票數)

- 做好的果醬與市售草莓果醬進行感官品評(圖 4)，發現是橘子皮果醬與草莓果醬整體品感受被評定於最優~佳間(平均 1.8)，而菠菜葉果醬的評定也不錯，平均 2.3 為佳~尚可間，所以我們認為蔬菜果醬是可開發之產品，但盡量選葉綠素少的蔬菜，因為調酸使之凝膠，但葉綠素都脫鎂了，喪失原本的翠綠色，這是他唯一不佳的地方。
- 而在詢問品評者覺得否新鮮感時(圖 5)，還是市售草莓果醬為最愛，其實此三種果醬被票選的票數算很接近，表示我們自製的橘子皮果醬、菠菜葉果醬有某程度的新鮮感，這些製品是可開發的!

參考資料

- 1.陳彥甫。2014-03-19 《20 大排毒蔬果非吃不可》。康鑑出版社。
- 2.:黃家澤、黃加妤。(2012)「蕉」慮變成「膠」傲一香蕉果膠的探討與應用。台灣台中。
- 3.李玫琳、余豐任、何淇義。2014。食品化學與分析 I/II。復文圖書。台灣台南
4. 認識果膠及相關使用科學 | About Pectin & Science – BrianCuisine | 不萊恩的烘焙廚房。網址：<https://www.briancuisine.com/about-pectin-science/>