

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作 (鄉土)教材獎

082915

「魚」「龍」共舞-製作花青素魚鱗凍之探究與
分析

學校名稱：高雄市彌陀區南安國民小學

作者： 小六 周宜洵 小六 高鈺閔 小六 羅仁佑 小六 林佩諭	指導老師： 黃淑梅 葉嘉珍
---	---------------------

關鍵詞：花青素、壓力鍋、魚鱗凍

摘要

魚鱗是很好的食材，製作成魚鱗凍費時費工，只好丟棄；我們想透過科學探究，找出**省時省力**的方法製作營養價值高的魚鱗凍。實驗前**製作 SOP**，可降低操作誤差，提高實驗的**再現性**；實驗後針對結果及問題討論並提出對策，由結果可知探究方法是正向且有效率的。

本探究分成三大部分，第一部分是找出**壓力鍋熬煮的最佳條件**、**魚鱗研磨時間**及**魚鱗與水的比例**。第二部分是自製和市售魚鱗凍的差異比較，結果顯示**自製的數據均優於市售(密度增加 1.2%、固含量增加 188.8%、熬煮時間節省 62.5%、抗氧化力提升 17.9%)**。第三部分是比較不同花青素水果的抗氧化力，再以抗氧化力較佳的水果製作成**花青素魚鱗凍**。最後由**紅色火龍果魚鱗凍**勝出，也就是我們的研究主題「魚」「龍」共舞。

壹、前言

一、研究動機

我們在地是漁村，很多人的家裡都有養殖大鱸魚或是虱目魚，常會看到很多被丟棄的魚鱗。有一次參加活動時，看到家鄉長輩賣**魚鱗做的果凍**，引起我們的好奇，上網找資料，才發現原來魚鱗有很多的功效，是一個很好的食材。製作魚鱗凍，因為**費時又費工**，所以就**愈來愈少人製作**，只好把魚鱗**丟棄**。於是，我們想透過科學探究，找出**省時省力**的魚鱗凍製作方法，發展成地方特色產品，讓更多人能夠食用。

小組討論時，組員提出經驗，媽媽滷豬腳使用壓力鍋只要**20分鐘**，比外婆用不鏽鋼鍋滷**1小時**的豬腳還要軟爛好吃，大家覺得這是一個很有效率的鍋具，決定以**壓力鍋**作為實驗的器具。這位組員又說小時候因攝取過多人工色素及香精，造成皮膚及腸胃不好，他的媽媽用**天然水果色素**製作點心給她吃，大大改善。剛好我們五年級時上自然課學到花青素的實驗覺得很有趣，組員討論後上網查詢，發現花青素有非常多的功效，還**可以促進膠原蛋白的吸收**，因而決定讓**花青素和魚鱗凍在一起**。

★ 與課程相關單元：【廚房裡的科學】、【水溶液的酸鹼性】

二、研究目的

希望透過**壓力鍋**條件設定、魚鱗研磨時間及熬煮比例等操作變因，找出壓力鍋熬煮的最

佳條件；再透過抗氧化力的檢測找出抗氧化力較佳的花青素水果；結合以上即為本研究的主角”花青素魚鱗凍”。研究架構及目的如下：

(一)研究架構及研究目的



圖1研究架構圖

三、文獻回顧

(一)花青素

花青素是一種水溶性色素，紫色蔬果富含花青素，像是藍莓、紫葡萄、紫色地瓜、紫甘藍。除了紫色蔬果之外，紅色的蔬果也是花青素的來源，例如：蔓越莓、紅色火龍果、番茄等。花青素的功效有：1.修復膠原蛋白：台灣大學食品科學研究所碩士論文，研究中提到抗氧化物質能達到減緩皮膚膠原蛋白流失之保護功效。2.抗發炎及抗過敏：很多研究顯示花青素具抗氧化、清除自由基、抗發炎的作用，在新聞報導中台北醫學院腫瘤治療科主任邱仲峰指出，目前實驗證明含有花青素和茄紅素的蔬果，在對抗電磁波或輻射刺激產生的自由基有明顯效果。3.預防高血壓以及心血管疾病：

花青素被稱為「動脈粥樣硬化的解毒藥」，能夠改善血液循環、增強血管壁中的膠原纖維彈性而使血管強韌、並阻止膽固醇在血管壁囤積而硬化，有益維持人體血液系統的正常運作功效。4.增進視力：經實驗發現，花青素可以增強眼睛感光物質「視紫質」的生成，而視紫質可以促進視覺的敏銳度，擴大眼睛在黑暗中的視野範圍，可強化微血管的彈性、促進血液循環、維繫正常眼球壓力，以紓解廣泛的眼睛問題。5.糖尿病預防疾控制：日本中部大學應用生物學部教授、農學博士津田孝範指出，經研究發現，攝取花青素能幫助抑制血糖上升，同時對改善胰島素抗性問題有正面幫助，具備預防第2型糖尿病的效果。

(二)魚鱗

人們吃魚的時候，總是把魚鱗扔掉，殊不知魚鱗有多種營養；魚鱗中含有豐富的蛋白質和多種無機鹽，尤其鈣、磷含量極高。魚鱗的功效：1.強化免疫系統：魚鱗中含有較多的卵磷脂，可增強記憶力及強化免疫系統。2.預防動脈硬化：魚鱗中含有豐富的不飽和脂肪酸，可以在血液中乳化脂肪，減少膽固醇在血管壁上的附著，具有預防動脈硬化、高血壓和心臟病等多種作用。3.延緩皮膚衰老：魚鱗的主要成分是魚鱗硬蛋白，其含有大量的膠原蛋白，膠原蛋白是支撐身體皮膚的物質，可以使皮膚富含彈性，並且可以修復皮膚，減少皺紋和色斑的產生。4.補充身體所需的礦物質：營養學家研究發現，魚鱗中含有大量的鈣、磷、鋅、鐵等一些身體所需的微量元素，可以促進人體骨骼的生長，預防兒童佝僂病和中老年的骨質疏鬆。魚鱗是魚的保護器，其中含有較高的甲殼素。首先可以預防三高，降低膽固醇、降血壓，促進胰島素分泌和強化胰島素的活性，達到降血糖作用。

(三)文獻檢索

查詢相關文獻資料，文獻資料有針對不同鍋具對魚鱗膠原蛋白提取濃度的影響探究、熬煮時間對蛋白質含量的差異探究、魚鱗與水的最佳比例、茶類的抗氧化檢測、富含花青素的水果種類、膠原蛋白的功效、魚鱗的功效、抗氧化力蔬果的飲食……等等的文獻。

本探究的優點是：1.利用微電腦智慧壓力鍋製作魚鱗凍可以省時省力2.魚鱗研磨可以提升萃取率及固含量3.魚鱗凍添加花青素除了可以提升抗氧化力，還可保留天然色素。

表1歷屆科展魚鱗凍相關研究

作品名稱	中華民國第 59 屆 中小學科學展覽會國小組 化學科「膠」情「非」淺 —探討魚鱗膠原蛋白的凝聚及水解分析研究	中華民國第 60 屆中小學科學展覽會高中組 農業與食品學科 澎湖三寶魚鱗凍	中華民國第 62 屆 中小學科學展覽會國小組 生活與應用科學(二)科 「魚」龍」共舞-製作花青素魚鱗凍之探究與分析
相關探討因素	探究魚鱗膠原蛋白提取的方法及熬煮時間對膠原蛋白提取濃度的影響因素。	探究時間對膠原蛋白質含量的影響及澎湖三寶與魚鱗膠最佳比例。	1.探究壓力及熬煮時間對萃取魚膠的效率的影響。 2.魚鱗與水的比例及魚鱗研磨時間對萃取魚膠效率影響。 3.花青素魚鱗凍抗氧化力比較。 4.與市售魚鱗凍比較
相關研究內容	比較不同鍋具 (不鏽鋼鍋、玻璃鍋和悶燒鍋)及熬煮時間對魚膠的效果。	1.熬煮時間對蛋白質含量的差異。 2.找出添加澎湖三寶與魚鱗的最佳比例。	1.壓力鍋與電鍋效率比較。 2.找出壓力鍋最佳熬煮條件(壓力/時間)。找出最佳魚鱗與水的比例及魚鱗研磨時間。 3.花青素魚鱗凍製作。 4.市售及自製魚鱗凍差異比較。

貳、研究設備及器材

一、設備及器材

電鍋 (熬煮器具)	微電腦智慧力鍋 (熬煮器具)	電子天平 (秤重工具)	烘焙烘箱 (烘乾魚鱗)	乾果機 (檢測用具)
--------------	-------------------	----------------	----------------	---------------

				
真空包裝機 (包裝器具)	包裝袋 (包裝材料)	冰沙機 (榨汁及研磨器具)	大鱸魚魚鱗 (實驗材料)	花青素水果 (實驗材料)
				
碘液指示劑 (抗氧化檢測用)	澱粉指示劑 (抗氧化檢測用)	鐵盤 (檢測用具)	量筒 (檢測用具)	烘焙紙/剪刀 (檢測用具)
				
廣口瓶	燒杯	滴管/夾子	過濾水	濾網/漏斗
				

參、研究過程與方法

一、實驗程序設計

實驗程序

主題選定

相關資料

花青素魚鱗凍



圖2實驗流程圖

二、實驗流程

(一)名詞釋義

- 1.密度(g/cm^3)：定義單位體積的物質具有的質量。本研究檢測的密度是魚膠密度，檢驗方式如下：取一支 25ml 量筒放置於電子天平上歸零後，加入魚膠至 25ml，記錄重量(g)。將所

得重量(g)除以 25(ml)即為密度。

2.魚鱗凍膠原蛋白固含量(%):將熬煮後的魚膠經乾果機低溫烘乾後得到的膠原蛋白含量。

檢驗方式如下:取用一個空鐵盤放置於電子天平紀錄重量 W_1 (g),歸零後加入 25.0g 熬煮後的魚膠,將鐵盤放入乾果機,設定 68°C 、4 小時。取出秤重紀錄重量 W_2 (g),計算固含量。固含量(%)= $\frac{[(W_2-W_1)]}{25} * 100\%$ 。

3.萃取率(%):魚鱗熬煮後,計算烘乾後魚鱗重量,減少的重量回推魚膠萃取率。檢驗方式如下:將熬煮後的魚鱗,過濾魚膠溶液後,將魚鱗置於已記錄重量 W_3 (g)的烘焙紙,放入乾果機,設定 68°C 、4 小時。取出烘乾的魚鱗,秤重紀錄重量 W_4 (g),計算萃取率。

萃取率(%)= $\frac{[\text{熬煮前魚鱗重量}-(W_4-W_3)]}{\text{熬煮前重量}} * 100\%$

【備註】熬煮前魚鱗重量:除研究四是 100.0g,其餘均為 25.0g

4.抗氧化力測定方法:間接碘滴定法,將具有抗氧化力的待測物質,滴入抗氧化指示劑(碘液和澱粉指示劑的混合溶液)中。碘離子與待測物質會析出碘分子,溶液的顏色會由藍色變成透明即達滴定終點。**減少的重量越低抗氧化力越好。**

5.魚膠:魚鱗加水經高溫熬煮後過濾出來的產物。本探究均以魚膠做為測試及探究。

6.魚鱗凍:魚鱗加水經高溫熬煮後過濾出來的魚膠,放入冰箱冷藏 4 小時凝固而成膠狀物;魚鱗凍放於常溫會慢慢融化為魚膠。

(二)實驗前準備

1.實驗設備確認

(1)鍋具:壓力鍋種類眾多,為了節省時間及人力,我們選擇以微電腦智慧壓力鍋(以電力為能源)為主要的鍋具,只要設定條件,不需使用瓦斯及顧爐火。組員家的智慧壓力鍋無法調壓力(固定 55KPa),可調整時間,以此壓力鍋與電鍋做比較,得到結果壓力鍋比電鍋數據好。我們選擇可手動調整壓力及時間;後來以禾聯的壓力鍋,可以手動調整最符合我們需求。

(2)烘乾設備:魚鱗數量多清洗後需要烘乾,故選用學校現有的烘焙烤箱,可以烘乾的數量較多,且可以設定溫度及時間。每次實驗須檢測,如果選用烘焙烘箱便利性不佳;所以,我們就選用乾果機作為我們檢測時的烘乾設備,乾果機的最高溫度是 68°C ,所以,檢測溫度設定為 68°C 。

(3)真空包裝機：為了節省實驗時間及誤差，我們將清洗烘乾後的魚鱗，以真空包裝機包裝，可減少水分吸收，且每次實驗前不需清洗魚鱗及烘乾魚鱗。

(4)冰沙機：用於魚鱗顆粒細化及花青素水果萃取果汁，剛好有組員家有冰沙機，我們就選用冰沙機作為研磨設備。

(5)電子天平：1.研究過程需秤重或是檢測密度，所以，選用學校現有的電子天平。

2.抗氧化力檢測原本要使用滴定管，經討論後，我們決定用現有設備電子天平作為抗氧化力的檢測設備(檢測減少的重量)。

2.實驗材料準備

(1)魚鱗：收集在地大鱸魚的魚鱗(同一天同一個飼養者的魚鱗)，用清水重複清洗數次，直到不含雜質及血水。以濾網將水分濾除後放於烘焙紙中，利用烘焙烤箱烘乾魚鱗(烘乾溫度 70°C)，烘乾後放涼後用真空包裝機包裝備用。



圖 3 清洗魚鱗



圖 4 大鱸魚魚鱗



圖 5 清洗後魚鱗烘乾



圖 6 烘乾後真空包裝

(2)魚鱗研磨：以冰沙機弱速研磨，魚鱗與水重量比 1:10。研磨後過濾烘乾，真空包裝。



圖 7 魚鱗加水研磨



圖 8 魚鱗研磨



圖 9 魚鱗研磨後過濾



圖 10 魚鱗研磨後烘乾

3.研究流程規劃

(1).實驗流程：研究共分成三大部分：第一部分是研究一～四找出魚膠熬煮最佳條件(壓力、時間、研磨時間、比例)，第二部分是研究五～六探究抗氧化力佳的花青素魚鱗凍，第三部分是自製和市售(無添加物)魚鱗凍差異。操作方法參

照 SOP，將結果記錄於實驗紀錄表。

(2)實驗記錄表設計

研究項目: _____

一.操作變因: _____

二.控制變因:

三.檢測

1.熬煮後魚鱗用乾果機烘乾溫度68℃、4小時烘乾

2.密度檢測:25ml的魚膠溶液重量(g)

3.固含量檢測:取魚膠溶液25g放入乾果機68℃、4小時烘乾

編號	日期	研磨時間(分鐘)	熬煮後膠溶液重量(g)	密度		固含量計算公式: [(W2-W1)]/25			萃取率計算公式: [25-(W4-W3)]/25				操作者	
				25ml魚膠重量(g)	密度(g/cm ³)	W1空盤重(g)	W2烘乾後盤重(g)	固含量(%)	W3烘焙紙重(g)	W4烘乾後重量(g)	W4-W3魚鱗剩餘重量(g)	25-(W4-W3)魚鱗溶入重量(g)		萃取率(%)

研究項目: _____

一.操作變因: _____

二.控制變因:

三.檢測: 1.配製澱粉指示劑: 200ml水加4g玉米粉煮沸備用
 2.配製碘指示劑: 廣口瓶裝水100 g, 加碘液20g。
 3.配製抗氧化指示劑: 廣口瓶裝水150g, 滴入碘指示劑5.0g及澱粉指示劑10.0g。
 4.抗氧化測定: 4. 1. 取250ml燒杯秤取20g抗氧化指示劑共5杯。
 4. 2. 把萃取出來的果汁(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。
 4. 3. 果汁一次一滴, 滴入藍色的抗氧化指示劑並攪拌, 變透明即為滴定終點。記錄果汁減少的重量。
 4. 4. 重複上述步驟, 測定5次, 取平均值。

編號	日期						抗氧化測定--果汁減少重量(g)					抗氧化結果	操作者	
							1	2	3	4	5			平均

4.製作**標準作業程序圖(SOP)**: 為確保組員的手法一致, 我們拍照製作**標準作業程序圖(SOP)**, 實驗過程依照 SOP 作業, 可讓實驗更準確且再現性高。

(1)研究一~四標準作業程序圖

1.取適量的魚鱗放入乾果機烘乾 68°C、30 分鐘	2.依照實驗紀錄表秤取乾燥的魚鱗。	3.依照實驗紀錄表秤取過濾水。	4.將步驟 2 和 3 倒入壓力鍋，蓋上鍋蓋浸泡 30 分鐘。	
				
5.選取煲湯模式。	6.依照實驗紀錄表設定操作壓力及時間。	7.壓力鍋降壓完後，過濾魚膠溶液並秤重(g)。	8.魚膠密度：將 25ml 量筒放於電子天上扣重，加入 25ml 魚膠後記錄重量(g)。	
				
<p>9.魚膠固含量：公式：$[(W2-W1)]/25$</p> <p>9.1 取一個鐵盤秤重記錄重量(W1)。</p> <p>9.2 取魚膠 25.0g 倒入鐵盤，將鐵盤放入乾果機設定 68°C、4hr。</p> <p>9.3 取出烘乾後的鐵盤秤重記錄重量(W2)。</p>	<p>10.魚膠萃取率：公式：$[(熬煮前魚鱗重量-(W4-W3)]/熬煮前重量 * 100\%$</p> <p>10.1 取一張烘焙紙秤重紀錄重量(W3)，將過濾後的魚鱗放入烘焙紙。</p> <p>10.2 將烘焙紙放入果乾機設定 68°C、4hr。</p> <p>10.3 烘乾後取出秤重記錄重量(W4)。</p>			
   		   		

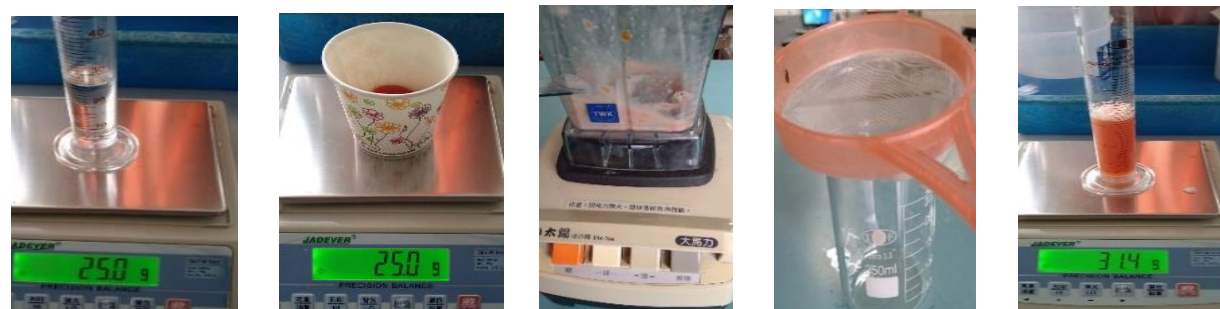
(2)抗氧化力檢測標準作業程序圖

1.澱粉指示劑配製：量取 200.0g 過濾水到燒杯，加入 4g 的玉米粉，攪拌均勻，加熱到沸騰，裝入廣口瓶。	3.碘指示劑配製：廣口瓶裝過濾水 100.0g，加入碘液 20.0g。
---	-------------------------------------

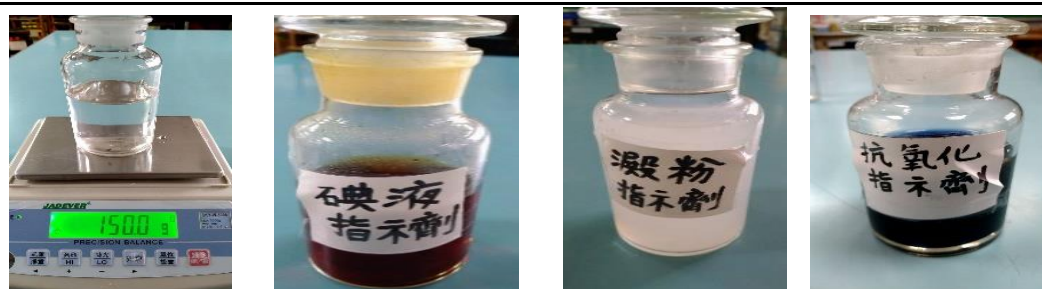


3. 果汁萃取：

3.1. 取 25.0g 水果，加入 25.0g 過濾水 3.2. 冰沙機選"弱速"打 1 分鐘 3.3. 過濾秤重。



4. 抗氧化指示劑配製(每次試驗前配製)：廣口瓶裝過濾水 150g，滴入碘指示劑 5.0g 及澱粉指示劑 10.0g，均勻混合成藍色液體。



5. 抗氧化力檢測：5.1 在 250ml 燒杯秤取 20.0g 抗氧化指示劑 5 杯。5.2 把萃取出來的果汁(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。5.3 取果汁一次一滴，滴入抗氧化指示劑並攪拌，指示劑由藍黑色轉至澄清就停止。記錄果汁減少的重量。5.4 重複上述步驟，測定五次取平均值。



肆、研究結果

一、【鍋具比較】

- (一)操作變因：不同鍋具(萬用智慧壓力鍋 55KPa 及電鍋)。
- (二)控制變因：1.魚鱗重量：25.0g，水重：250.0g，浸泡時間：30 分鐘。
2.熬煮時間：60 分鐘。
- (三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機溫度 68℃、4 小時烘乾。
2.密度檢測：25ml 的魚膠溶液重量(g)。
3.固含量檢測：取魚膠溶液 25.0g 放入乾果機 68℃、4 小時烘乾。

表 2 電鍋與壓力鍋數據比較表

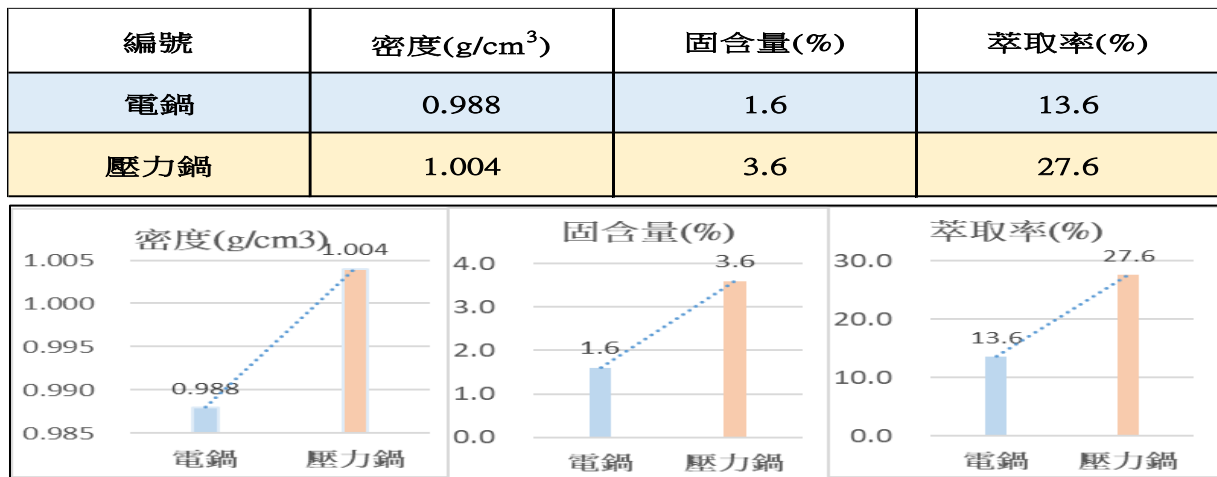


圖 11 電鍋與壓力鍋數據分析圖

- (四)由表 2 及圖 11 可以知道電鍋和壓力鍋熬煮魚鱗所得的各項數據，**壓力鍋比電鍋好**。
- (五)經查詢資料後，發現微電腦智慧壓力鍋種類非常多，我們的需求是要能夠手動調整壓力及時間；最後選定禾聯的壓力鍋，可以**手動調整**最符合我們需求。

二、【新鍋具測試一】 購入可調式智慧壓力鍋，再現性測試

- (一)操作變因：不同日期。
- (二)控制變因：1.魚鱗重量：25.0g，水重：250.0g，浸泡時間：30 分鐘。
2.鍋具(禾聯 HPC-11S1 微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)。
3.操作壓力 20KPa，保壓時間：60 分鐘。
- (三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機68℃、4小時烘乾。
2.密度檢測：25ml的魚膠溶液重量(g)。

3.固含量檢測：取魚膠溶液25.0g，放入乾果機68℃、4小時烘乾。

表 3 新鍋具再現性測試數據

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
2021/9/17	0.996	1.8	26.1
2021/9/23	0.988	1.2	28.6

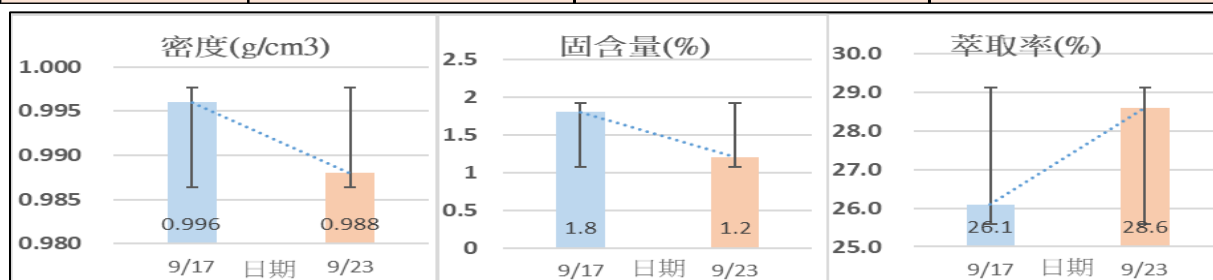


圖 12 新鍋具再現性測試分析圖

(四)由表 3 及圖 12 可以看出，同一條件所做出來的魚膠數據誤差非常大；其中 2021/9/23 的數據密度和固含量成正比，萃取率卻異常成反比，**在正常下，密度、萃取率與固含量三者應成正比**。萃取率與魚鱗投入量有直接相關，故我們檢查魚鱗烘乾後真空包裝，發現有幾包已經**失真空**，可能因此魚鱗又吸濕，雖然投入重量相同，但 9/23 投入的魚鱗可能含有水分，所以實際投入魚鱗量低於 25.0 g。

(五)取已經失真空的魚鱗 50.0g，以乾果機 68℃烘乾，每 10 分鐘記錄一次重量變化，發現烘乾 20 分鐘後，魚鱗重量變化非常少，30 分鐘後魚鱗重量不再變化。

表 4 真空包裝一段時間的魚鱗再次烘乾數據

烘乾時間	0分	10分鐘	20分鐘	30分鐘	40分鐘
重量(g)	50.0	49.0	48.3	48.2	48.2

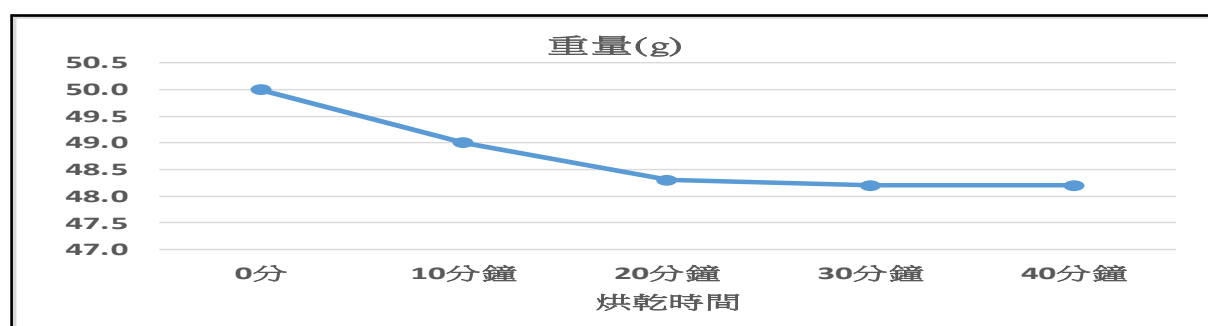


圖 13 魚鱗再次烘乾重量變化圖

三、【新鍋具測試二】測試魚鱗再次烘乾的再現性

(一)操作變因：不同日期。

(二)控制變因：1.魚鱗(再次烘乾 30 分鐘)重量：25.0g，水重：250.0g，浸泡時間：30 分鐘。

2.鍋具(禾聯 HPC-11S1 微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)。

3.操作壓力 20KPa，保壓時間：60 分鐘。

(三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機 68°C、4 小時烘乾。

2.密度檢測：25ml 的魚膠溶液重量(g)。

3.固含量檢測：取魚膠溶液 25.0g，放入乾果機 68°C、4 小時烘乾。

表 5 魚鱗再次烘乾後新鍋具再現性測試數據

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
2021/9/25	0.996	2.1	26.4
2021/9/27	0.996	2.0	26.2

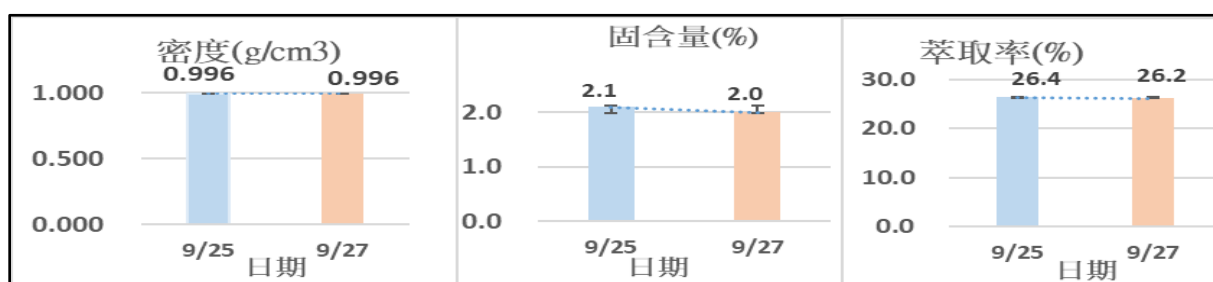


圖 14 魚鱗再次烘乾後新鍋具再現性分析圖

(四)由表 5 及圖 14 結果可以發現再次烘乾對實驗再現性是**正向的且誤差非常低**，所以，每次實驗前取真空包裝的魚鱗，以乾果機 68°C 烘乾 30 分鐘，再依照實驗記錄表的重量投入實驗。

四、【研究一不同壓力下魚膠密度、萃取率及膠原蛋白固含量的比較】

(一)操作變因：不同壓力。

(二)控制變因：1.魚鱗與水比例1：10(魚鱗重量:25.0g，水重:250.0g)，浸泡時間：30分鐘。

2.鍋具(禾聯HPC-11S1微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)。

3.保壓時間：60分鐘。

4.魚鱗研磨時間：0分鐘。

(三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機68℃、4小時烘乾。

2.密度檢測：25ml的魚膠溶液重量(g)。

3.固含量檢測：取魚膠溶液25.0g放入乾果機68℃、4小時烘乾。

表 6 研究一不同壓力魚膠測試數據

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研一-1(20KPa)	0.996	2.0	26.4
研一-2(40KPa)	1.000	2.8	26.8
研一-3(60KPa)	1.008	3.6	31.2

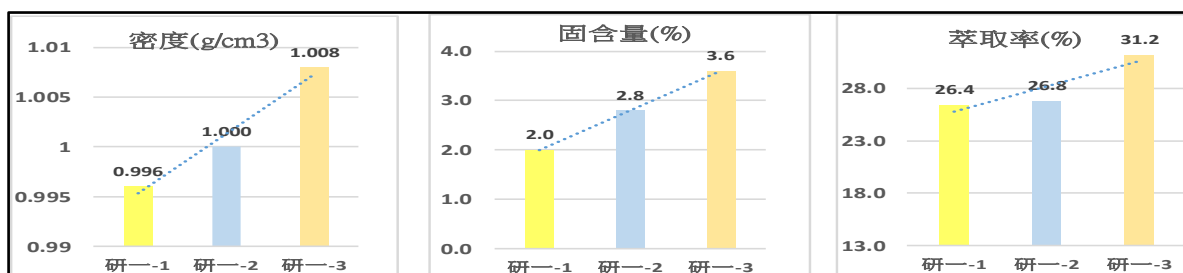


圖 15 研究一不同壓力測試分析圖

(四)由表6及圖15可以知道**壓力與魚膠密度、萃取率及膠原蛋白固含量成正比**。三種不同壓力以壓力**60KPa**數據最佳。**將以壓力60KPa作為研究二的操作壓力**。

五、【研究二不同時間下魚膠密度、萃取率及膠原蛋白固含量的比較】

(一)操作變因：不同熬煮時間。

(二.)控制變因：1.魚鱗與水比例1：10(魚鱗重量:25.0g，水重:250.0g)，浸泡時間：30分鐘。

2.鍋具(禾聯HPC-11S1微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)。

3.壓力：60KPa。

4.魚鱗研磨時間：0分鐘。

(三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機68℃、4小時烘乾。

2.密度檢測：25ml的魚膠溶液重量(g)。

3.固含量檢測：取魚膠溶液25.0g放入乾果機68℃、4小時烘乾。

表7研究二不同時間魚膠測試數據

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研二-1(30分鐘)	0.988	1.6	18.0
研二-2(60分鐘)	1.008	3.6	30.8
研二-3(90分鐘)	1.008	4.0	34.8

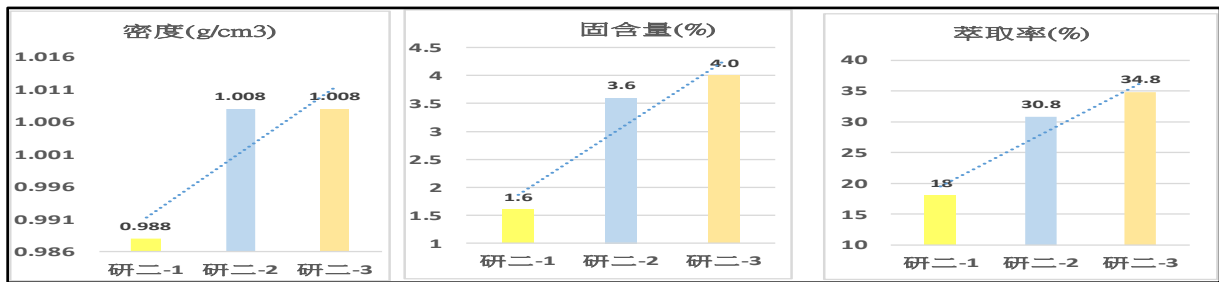


圖 16 研究二不同時間測試分析圖

(四)由表7及圖16可以知道**時間與魚膠密度、萃取率及膠原蛋白固含量成正比**。三種不同時間比較以90分鐘數據最佳。**將以壓力60KPa及時間90分鐘作為研究三的操作條件**。

六、【再現性】

(一)研究研究一-3 和研究二-2 兩者的實驗條件相同，不同操作者依照 SOP 作業：**誤差很低，再現性高**。

表 8 研究一-3 和研究二-2 測試數據比較表

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研一-3(60KPa/60分鐘)	1.008	3.6	31.2
研二-2(60分鐘/60KPa)	1.008	3.6	30.8

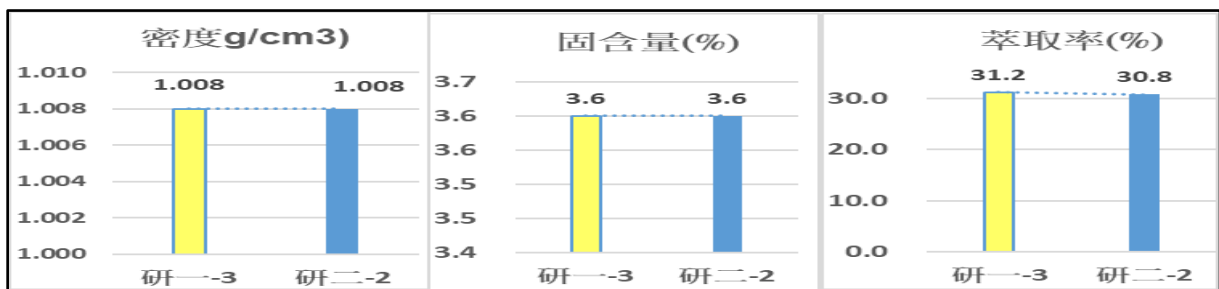


圖 17 研究一-3 和研究二-再現性分析圖

七、【研究三魚鱗不同研磨時間魚膠密度、萃取率及膠原蛋白固含量的比較】

(一).操作變因：不同研磨時間。

(二)控制變因：1.比例1：10(魚鱗重量:25.0g，水重：250.og)，浸泡時間：30分鐘。

2.鍋具(禾聯HPC-11S1微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)。

3.保壓時間：90分鐘、壓力：60KPa。

(三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機68℃、4小時烘乾。

2.密度檢測：25ml的魚膠溶液重量(g)。

3.固含量檢測：取魚膠溶液25.0g放入乾果機68℃、4小時烘乾。

表9研究三魚鱗不同研磨時間魚膠測試數據

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研三-1(研磨2分鐘)	1.008	4.4	34.0
研三-2(研磨4分鐘)	1.012	5.6	40.4
研三-3(研磨6分鐘)	1.016	4.8	41.6

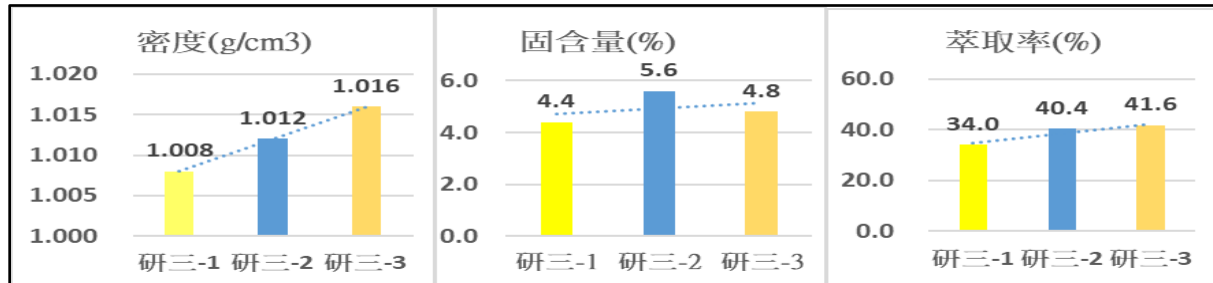


圖 18 研究三魚鱗不同研磨時間測試分析圖

(四)由表9圖18可以知道**研磨4分鐘和6分鐘的萃取率差異並不大**，研磨4分鐘**固含量比**研磨6分鐘好，**研磨時間愈長固含量沒有愈高**，反而降低。雖然研磨可以提升固含量和萃取率，但不宜研磨過久，以**研磨4分鐘較適合**，故以**研磨4分鐘**作為研究四的實驗條件。

八、【研究四魚鱗與水不同比例魚膠密度、萃取率及膠原蛋白固含量的比較】

(一)操作變因：魚鱗與水不同比例。

(二)控制變因：1.魚鱗重量：100.0g，浸泡時間：30分鐘。

2.鍋具(禾聯HPC-11S1微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)。

3.浸泡時間：30分鐘，保壓時間：90分鐘、壓力：60KPa。

4.魚鱗研磨時間：4分鐘。

(三)檢測：1.萃取率檢測：熬煮後魚鱗用乾果機68℃、4小時烘乾。

2.密度檢測：25ml的魚膠溶液重量(g)。

3.固含量檢測：取魚膠溶液25.0g放入乾果機68℃、4小時烘乾。

表10研究四魚鱗與水不同比例魚膠測試數據

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研四-1(1:3)	1.016	10.8	25.7
研四-2(1:6)	1.012	10.0	34.1
111/5/26(1:10)	1.008	6.0	35.3
研四-3(1:12)	0.988	3.2	30.6

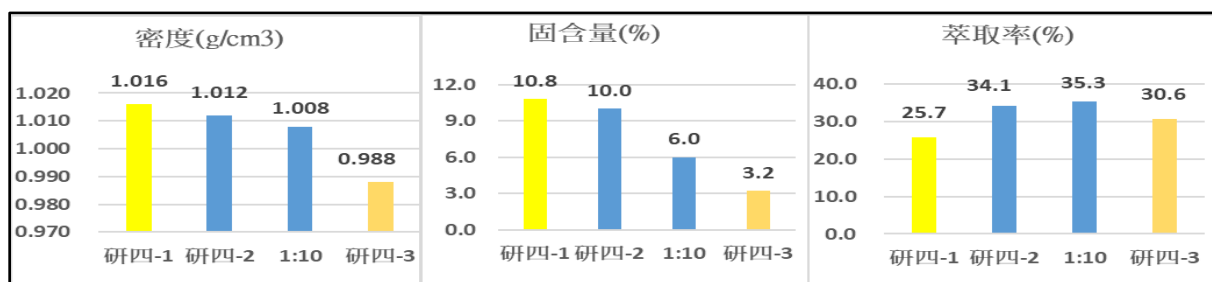


圖19研究四魚鱗與水不同比例測試分析圖

(四)由表10和圖19可以知道1：3固含量最好，熬煮時因為水太少無法完全蓋過魚鱗，致使萃取率不佳。1：6的固含量量和1：3差異不大，萃取率高於1：3；1：6的固含量比1：10和1：12高，萃取率和1：10差異不大，比1：12佳，故**整體數據以1：6較佳**。

九、【研究七自製魚膠與市售魚膠比較】

(一)操作變因：自製魚膠與市售魚膠。

- 1.自製魚膠：以研究一～研究四所得熬煮條件製作。鍋具是禾聯 HPC-11S1 微電腦壓鍋，煲湯模式設定壓力：60KPa、保壓時間 90 分鐘。魚鱗種類是大鱸魚魚鱗研磨 4 分鐘，魚鱗與水比例 1：6，魚鱗浸泡時間：30 分鐘。
- 2.市售魚膠：用不鏽鋼鍋以瓦斯爐熬煮 240 分鐘，魚鱗種類不限；魚鱗清洗後直接熬煮沒有浸泡，魚鱗和水的比例依經驗值沒有準確比例。

(二)控制變因：數據檢驗方式。

(三)配製：1.配製澱粉指示劑：200ml 水加 4.0g 玉米粉煮沸。

2.配製碘指示劑：廣口瓶裝水 100.0g，加碘液 20.0g。

3.抗氧化指示劑：廣口瓶裝水 150.0g，加入碘指示劑 5.0g 及澱粉指示劑 10.0g。

(四)檢測：1.密度、固含量檢測。

2.抗氧化力測定：

2.1 取 250ml 燒杯秤取 20g 抗氧化指示劑共 5 杯。

2.2 把萃取出來的果汁(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。

2.3 果汁一次一滴，滴入藍色的抗氧化指示劑並攪拌，指示劑由藍黑色轉至澄清就停止，記錄減少的重量。

2.4 重複上述步驟，測定 5 次，取平均值。



圖 20 抗氧化指示劑



圖 21 抗氧化測定終點

表11研究七自製與市售魚膠測試數據比較

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	熬煮時間(分)	抗氧化力(減少重量g)
研七-1(自製)	1.012	10.4	90	4.88
研七-2(市售)	1.000	3.6	240	6.0

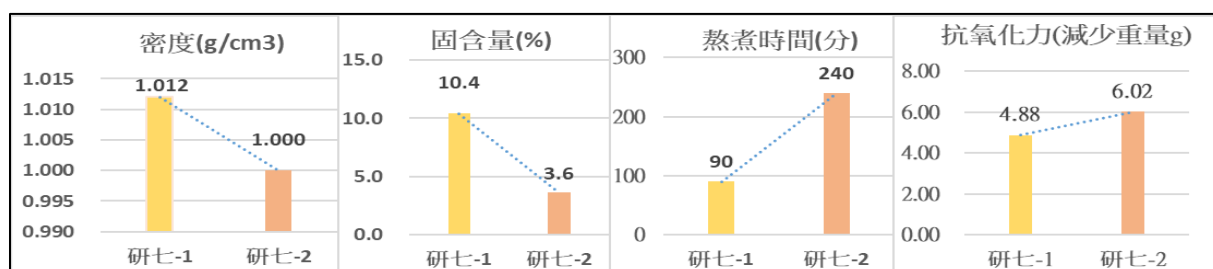


圖 22 研究七自製與市售魚膠測試分析圖

(五)實驗結果：1.以自製的魚膠和市售的無添花青素或其他添加物魚膠做比較，自製的各項數據都優於市售。故研究方向是正向可行的。

2.自製魚膠的各項數據居優於市售。

表12自製與市售數據優化比較表

自製比市售 優化比較(%)	密度	固含量	熬煮時間	抗氧化力
	1.2	188.8	-62.5	17.9

十、【研究五-1 花青素水果(含果皮)抗氧化力比較】

分別以研究五-1 水果含果皮及研究五-2 水果不含果皮做抗氧化力檢測，探究差異。

(一)操作變因：不同水果(含果皮)。

(二)控制變因：1.水果含果皮：水=1：1(水果含果皮 25.0g，水 25.0g)。

2.冰沙機弱速 1 分鐘，再以濾網過濾果汁秤重。

(三)配製：1.配製澱粉指示劑：200ml 水加 4.0g 玉米粉煮沸。

2.配製碘指示劑：廣口瓶裝水 100.0g，加碘液 20.0g。

3.配製抗氧化指示劑：廣口瓶裝水 150.0g，加入碘指示劑 5.0g 及澱粉指示劑 10.0g。

(四)抗氧化力測定：4.1 取 250ml 燒杯秤取 20.0g 抗氧化指示劑共 5 杯。

4.2 把萃取出來的果汁(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。

4.3 果汁一次一滴，滴入藍色的抗氧化指示劑並攪拌，指示劑由藍黑色轉至澄清就停止，記錄果汁減少的重量。

4.4 重複上述步驟，測定 5 次，取平均值。

表13花青素水果含皮及不含皮抗氧化力比較表

編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名	編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研五-1-1(藍莓含皮)	2.83	3	研五-2-1(藍莓不含皮)	9.40	3
研五-1-2(紫葡萄含皮)	2.23	2	研五-2-2(紫葡萄不含皮)	2.88	2
研五-1-3(紅火龍果含皮)	1.63	1	研五-2-3(紅火龍果不含皮)	2.67	1

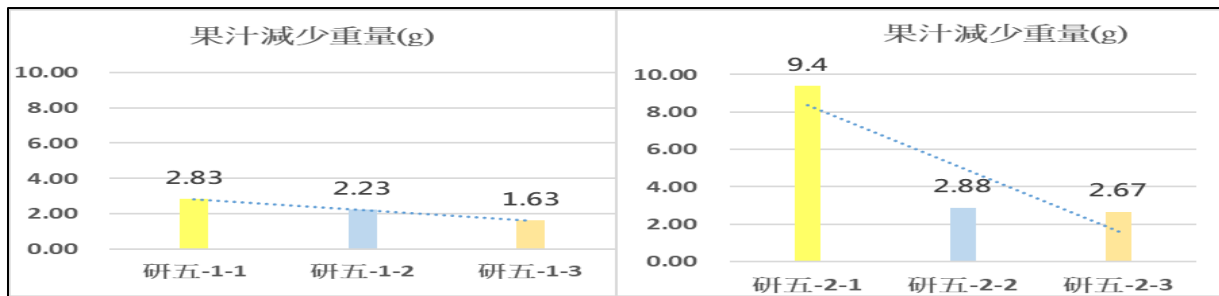


圖 22 花青素水果含皮及不含皮抗氧化力比較圖

(五)實驗結果：研究五-1 紅色火龍果含皮的抗氧化力最佳，紫葡萄含皮次之。因為紅色火龍果含皮打成果汁後過於濃稠，不易過濾。研究五-2 以紅色火龍果不含皮的抗氧化力最佳。故以**紫葡萄含皮和紅色火龍果不含皮繼續研究六實驗**。



圖 23 紅色火龍果含皮果汁(太濃稠)

圖 24 紅色火龍果不含皮果汁

圖 25 紫葡萄含皮果汁

十一、【花青素水果含果皮和不含果皮抗氧化力比較】

由研究五-1 和五-2 的數據發現**藍莓的花青素是在皮而非果肉**，所以食用時須連皮一起吃。

紅色火龍果含皮或不含皮的抗氧化力均佳較其他兩種水果為佳。數據如下：

表14花青素水果含皮及不含皮抗氧化力比較表

編號	果汁減少重量(g)	編號	果汁減少重量(g)	編號	果汁減少重量(g)
藍莓含皮	2.83	紫葡萄含皮	2.23	紅火龍果含皮	1.63
藍莓不含皮	9.4	紫葡萄不含皮	2.88	紅火龍果不含皮	2.67

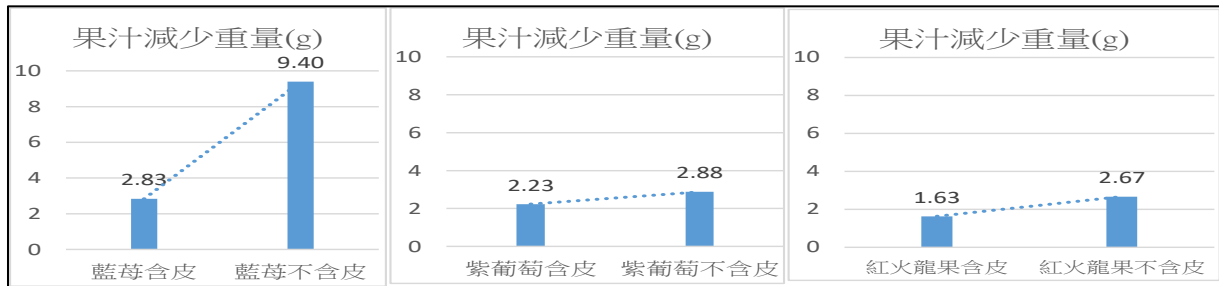


圖26花青素水果含皮及不含皮抗氧化力比較圖

十二、【研究六-1 用花青素果汁熬煮魚鱗得到花青素魚膠抗氧化力比較】

組員討論後決定分成兩種不同花青素魚膠製作方法，**研究六-1 用花青素果汁熬煮魚鱗**得到花青素魚膠及**研究六-2 用果汁和自製魚膠 1：1 混合**。再將兩種製作而得的花青素魚膠測試抗氧化力。

(一)操作變因:不同花青素果汁熬煮。

(二)控制變因：1.比例 1：6(魚鱗重：25.0g，**花青素果汁：150.0g**)，魚鱗研磨時間 4 分鐘，
浸泡時間：30 分鐘。

2.鍋具(禾聯 HPC-11S1 微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式)，壓力 60KPa，
保壓時間 90 分鐘。

3.花青素果汁：3.1.紫葡萄含果皮重量：150.0g，水 150.0g 以冰沙機弱速碎 1
分鐘後過濾備用。

3.2.紅色火龍果不含皮重量：150.0g，水 150.0g 以冰沙機弱
速碎 1 分鐘後過濾備用。

(三)檢測：1.密度、固含量、萃取率檢測。

2.抗氧化測定：2.1 在 250ml 燒杯秤取 20.0g 抗氧化指示劑，每種試驗 5 杯。

2.2 把熬煮後的魚膠(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。

2.3 取熬煮後的魚膠一次一滴，滴入藍色的抗氧化指示劑並攪拌，
指示劑由藍黑色轉至澄清就停止。記錄魚膠減少的重量。

2.4 重複上述步驟，測定 5 次，取平均值。

表15花青素水果果汁熬煮魚鱗抗氧化力比較表

編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研究六-1-1紫葡萄含皮果汁熬煮魚鱗	1.66	2
研究六-1-2紅火龍果不含皮果汁熬煮魚鱗	1.14	1
研究七-1以水熬煮魚鱗(無花青素)	4.88	3

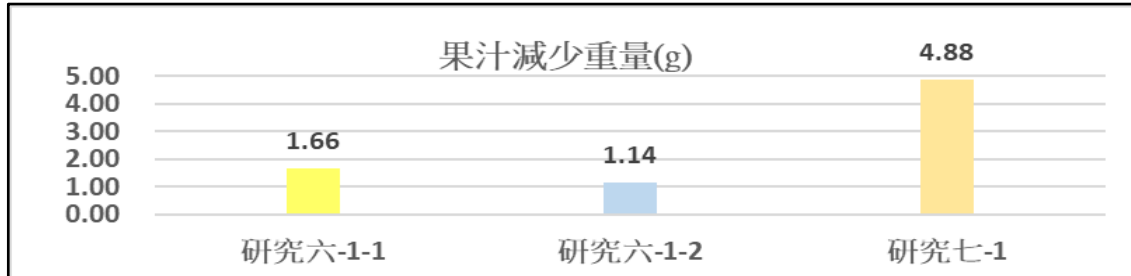


圖27花青素水果果汁熬煮魚鱗抗氧化力比較圖

- (四)研究六-1 實驗結果：
- 1.紅色火龍果不含皮的果汁熬煮魚鱗得到的花青素魚膠抗氧化力最佳，紫葡萄含皮次之。
 - 2.無添加花青素魚膠比有添加花青素魚膠抗氧力較差。故**添加花青素可以提升抗氧化力**。
 - 3.研究五-2-3 紅色火龍果不含皮果汁的抗氧化檢測時果汁減少 2.67g，如果用紅色火龍果不含皮果汁直接熬煮魚鱗，檢測抗氧力果汁減少 1.14g；可以發現魚鱗的膠原蛋白可以使花青素果汁的抗氧化力效果更好。
 - 4.用花青素果汁熬煮後的花青素魚膠成焦糖色。



圖 28 紅色火龍果汁直接熬煮魚膠



圖 29 紅色火龍果汁直接熬煮後魚鱗

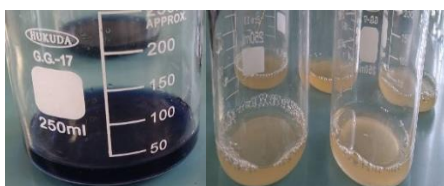


圖 30 抗氧化指示劑抗氧化結果

十三、【研究六-二花青素魚鱗凍抗氧化力比較】

(一)操作變因: 添加不同花青素果汁。

(二)控制變因: 1.比例 1 : 6 (魚鱗重: 25.0g, 水: 150.0g), 魚鱗研磨時間 4 分鐘, 浸泡時間: 30 分鐘。

2.鍋具(禾聯 HPC-11S1 微電腦壓力鍋)及熬煮程式(煲湯模式), 壓力: 60KPa, 保壓時間: 90 分鐘。

3.花青素果汁: 1.紫葡萄含果皮重量: 150.0g, 水 150.0g, 以冰沙機碎 1 分鐘後過濾備用。

2.紅色火龍果不含皮重量: 150.0g, 水 150.0g, 以冰沙機碎 1 分鐘後過濾備用。

(三)混合: 取魚膠: 果汁=1 : 1(魚膠 150.0g 及果汁 150.0g)混合攪拌均勻。

(四)檢測: 1.密度、固含量、萃取率檢測。

2.抗氧化測定: 2.1 在 250ml 燒杯秤取 20.0g 抗氧化指示劑, 每種試驗 5 杯。

2.2 把混合後的花青素魚膠(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。

2.3 取花青素魚膠一次一滴, 滴入藍色的抗氧化指示劑並攪拌, 指示劑由藍黑色轉至澄清就停止, 記錄魚膠減少的重量。

2.4 重複上述步驟, 測定 5 次, 取平均值。

表16花青素水果果汁與魚膠1:1混合抗氧化力比較表

編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研究六-2-1紫葡萄含皮果汁與魚膠混合	4.20	2
研究六-2-2紅火龍果不含皮果汁與魚膠混合	2.78	1
研究七-1以水熬煮魚鱗(無花青素)	4.88	3

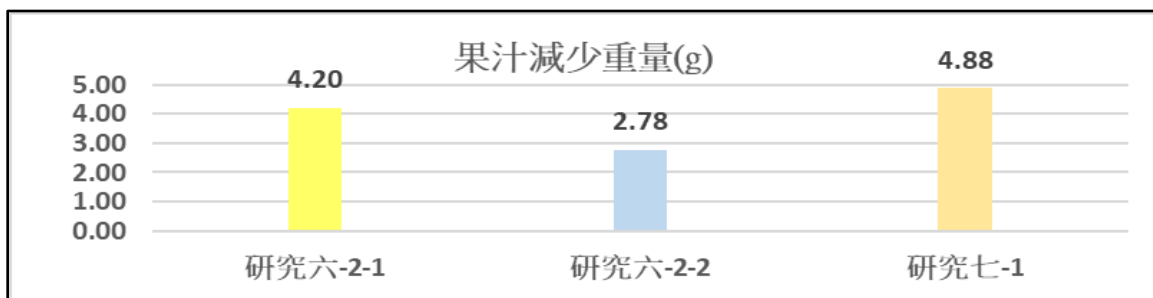


圖31花青素水果果汁與魚膠1:1混合抗氧化力比較圖

(五)研究六-2 實驗結果：1.紅色火龍果不含皮果汁和魚膠 1：1 混合的抗氧化力最佳，紫葡萄含皮次之，無添加花青素的魚膠抗氧力較差。**添加花青素可以提升抗氧化力。**

2.研究五-2-3 火龍果不含皮果汁的抗氧化檢測時果汁減少 2.67g，無添加花青素抗氧化重量減少是 4.88g，如果用紅色火龍果不含皮果汁和魚膠 1：1 混合，理論上抗氧化力重量減少應為 3.77g 實際上抗氧化力減少 2.78g。可以發現可以發現魚鱗的膠原蛋白可以使花青素果汁的抗氧化力效果更好。



圖 32 紅色火龍果汁 1:1 魚膠



圖 33 測試抗氧化



圖 34 抗氧化結果

十四、【研究六-1-2 和研究六-2-2 兩種魚鱗凍製作方法比較】

下表是研究六-1-2 紅色火龍果不含皮的果汁去熬煮魚鱗和研究六-2-2 紅色火龍果不含皮果汁和魚膠 1：1 混合兩種方法製作出來的花青素魚鱗凍比較，以**紅色火龍果不含皮果汁和魚膠 1：1 混合略勝。**

表17花青素魚膠製作方法比較表

項目	研究六-1-2	研究六-2-2	優勝	備註
抗氧化力減少重量(g)	1.14	2.78	研究六-1-2	火龍果原汁的抗氧化力果汁減少重量是2.67g
成本	成品62.4g	成品300.0g	研究六-2-2	1. 花青素果汁150g 2.研究六-1-2果汁150g直接熬煮魚鱗後得到62.4g成品 3.研究六-2-2花青素果汁150g與魚膠150g混合後得到300.0g成品
顏色	焦糖色	桃紅色	研究六-2-2	六-2-2保留天然色素的顏色



圖 35 研究六-1-2 焦糖色



圖 36 研究六-2-2 桃紅色



圖 37 花青素魚鱗凍冰棒

伍、討論

一、為什麼壓力鍋效率比電鍋好？壓力越大結果越好？

(一)壓力鍋利用液體在較高氣壓下沸點會比一般鍋具高，對水施加壓力，使水可以達到較高溫度而不沸騰，省時及節能加快燉煮食物的效率。加上壓力鍋水分不會流失，但電鍋的水分會流失，因此，壓力鍋效率會比一般鍋具或電鍋好

(二)壓力越大沸點越高，就能越快煮熟食物。

二、為什麼實驗前魚鱗需要二次烘乾？

我們雖然將魚鱗洗乾淨烘乾，放進真空包裝袋，經過一段時間後，袋子可能失真空或透氣性問題，**魚鱗還是會吸收水分**，為了減少實驗的誤差，所以需要二次烘乾。

三、製作標準作業程序standard operating procedure (SOP)的目的是什麼？

標準作業程序(SOP)是指在有限時間與資源內，為了執行複雜的事務而設計的內部程序。

我們有多位成員，如果大家程序或手法不一致，依照自己的想法去做，可能實驗結果會有很大誤差。所以，我們討論後製作標準作業程序書，減少我們的操作誤差。

四、為什麼研究三研磨時間愈長，固含量反而降低？

因為，魚鱗硬度很高，在研磨過程中，若**研磨時間愈久溫度會愈高**，溫度愈高可能會使得膠原蛋白在研磨時流失，而造成固含量降低；雖然研磨可以提升效率，但不適合研磨過久。

五、為什麼研究一～研究三魚鱗與水比例會選用1：10？

查詢相關文獻，發現製作魚鱗凍時，魚鱗與水的比例大多為1：10，所以，我們就以此比例開始探究分析。

六、為什麼研究六-1花青素果汁熬煮魚鱗後會變成咖啡色？

查詢資料文獻知道**花青素是最不穩定的一類色素**，加熱時間長的情況下會逐漸褪色，溫度越高、時間越長，顏色越難保存；花青素果汁經壓力鍋高壓(高溫)直接熬煮容易褪色。

七、為什麼研究六-1用花青素果汁熬煮魚鱗後，固含量和密度會比用水熬煮高？

編號	魚膠種類	密度	萃取率(%)	固含量(%)
研六-1-2	紅火龍果不含皮果汁熬煮	1.024	-6.0	13.2
研究七-1	水熬煮	1.012	34.8	10.4

由實驗紀錄可以看到用花青素果汁熬煮魚鱗密度和固含量增加，是因為熬煮的時候，花青素果汁裡的果糖熬煮後析出，魚膠溶液裡含果糖，故密度和固含量會比用水熬煮高。

八、為什麼究六-1用花青素果汁熬煮魚鱗後，萃取率是負值？

萃取率(%)的計算是【[投入魚鱗重量-熬煮後烘乾魚鱗重量]/投入重量】。因為花青素果汁和魚鱗一起熬煮的時候，花青素果汁裡的果糖熬煮後析出，附著在魚鱗上，魚鱗烘乾後的重量會比投入魚鱗重量還重，計算出來的萃取率就變成負值。

陸、結論

- 一、壓力鍋和其他鍋具作比較，壓力鍋的效率比較好；壓力鍋的壓力愈高、時間愈長率愈好。魚鱗研磨效率提升，但不宜磨過久，會造成固含量降低。魚鱗和水的比例過低會萃取不完全。較適合的條件是魚鱗研磨 4 分鐘、魚鱗和水比例 1：6、壓力鍋的壓力：60KPa、保壓時間：90 分鐘。
- 二、不同水果含花青素的部位不同，藍莓和紫葡萄去皮後抗氧化力不佳；紅色火龍果含皮或不含皮其抗氧化結果最好。
- 三、花青素果汁直接熬煮魚鱗，雖然抗氧力佳，但會使花青素變色，成本增加；將魚膠和花青素果汁分別製作後再 1:1 混合，顏色漂亮、成本低、抗氧化力佳。以紅色火龍果果汁 1：1 混合魚膠所得的「魚」「龍」共舞～火龍果花青素魚鱗凍獲勝。

四、未來展望：

- (一)市售的魚鱗凍製作後都是冷藏保存，保存期限短，融化後有魚腥味，有些人會不敢嘗試。探究過程我們將成品加入少許的黑糖，裝入冷凍袋做成花青素魚鱗凍冰棒，保存期限延長且沒有魚腥味，接受度高。後續想製作成營養健康又天然的花青素冰棒，推廣成家鄉特色產品。
- (二)學校推廣食魚教育計畫，合作的科大教授對我們的想法很有興趣。我們想製作成魚膠調理包，調理包可做為湯頭，將廢棄的魚鱗化身為營養價值高的產品，創新發展成為地方特產，並推廣為家戶餐桌上的美味佳餚。後續會和科大教授繼續合作。
- (三)繼續探究更多抗氧化力佳的食材來和魚鱗凍做結合。

柒、參考文獻資料及其他

一、書名：彩虹飲食的驚人療癒力：平衡身體能量，再生細胞的天然奇蹟！

作者：簡芝妍 出版社：養沛文化

二、書名：救命飲食：植物生化素

作者：寇斯坦 譯者：謝維玲 出版社：貓頭鷹

三、書名：血管年輕，就能延年益壽：膠原蛋白的血管強健術

作者：石井光 譯者：盧宛瑜 出版社：晨星

四、書名：抗氧化的威力

作者：翁玉青 出版社：沐康健康管理顧問有限公司

五、中華民國第55屆中小學科學展覽會國小組化學科

紫色魔力，非茄莫屬 ~天然抗氧化劑紫色茄子之探討

六、中華民國第59屆中小學科學展覽會國小組化學科

「膠」情「非」淺—探討魚鱗膠原蛋白的凝聚及水解分析研究

七、中華民國第 60 屆中小學科學展覽會高中組 農業與食品學科

澎湖三寶魚鱗凍

【評語】 082915

本作品的研究主題是以在地性食材做發想，利用廢棄魚鱗來製作魚鱗凍，具環保意義，實驗中的測量要有其目的性，而非想到就測量會更有意義。建議可在實驗中說明密度、萃取率及固含量的關係為何？花青素與魚鱗凍之間的關聯性，是否會造成其他不同的影響。也可以增加研究如何讓魚鱗凍去除腥味，增加美味的研究。

作品簡報

編號：082915

組別：國小組

科別：生活與應用科學(二)科

作品名稱：

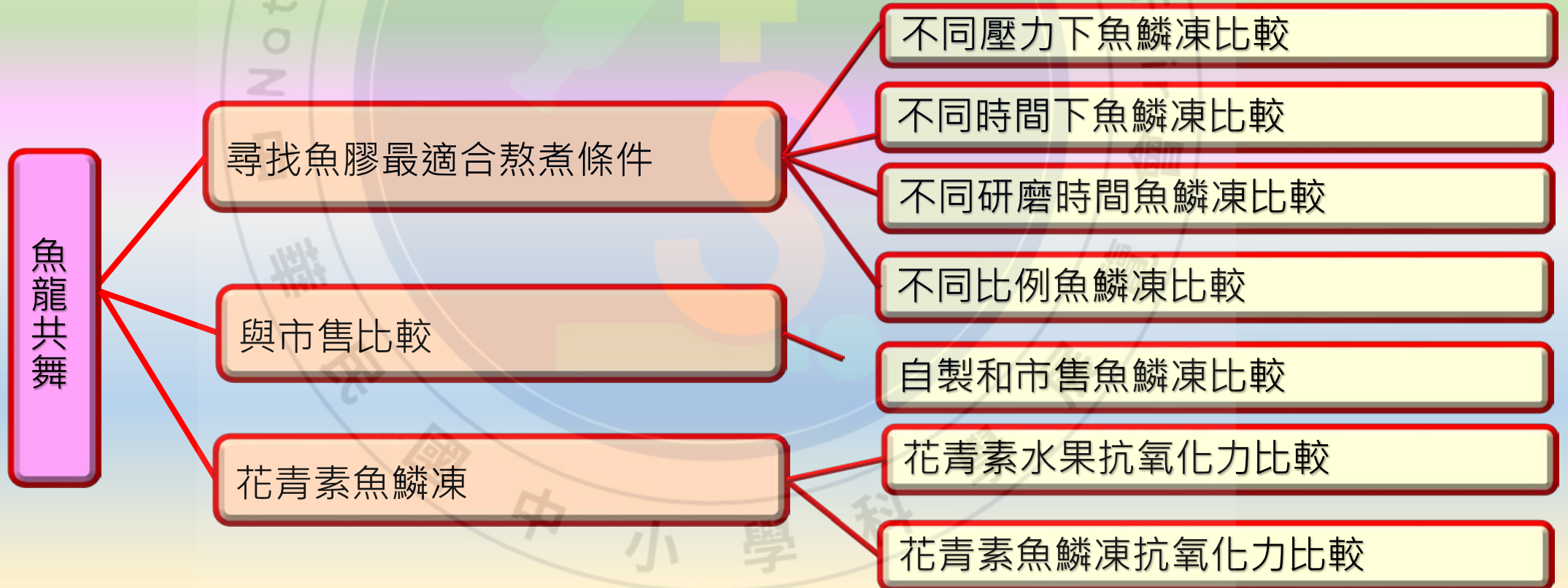
「魚」「龍」共舞-製作花青素魚鱗凍之探究與分析

前言

★傳統魚鱗凍製作方法：用瓦斯爐及不鏽鋼鍋長時間熬煮，**費時費工**，所以漸漸**無人製作**魚鱗凍，而將**魚鱗廢棄**。

★我們的探究：希望利用壓力鍋熬煮達到**省時節能**的效率；並且添加**花青素**，可以**提升抗氧化**效果。希望推廣為地方特產及家戶餐桌佳餚，**讓魚鱗成為有價值的食材**。

研究架構



研究方法

(1)研究一~四標準作業程序圖(SOP)

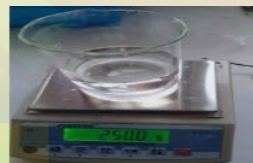
1. 取適量的魚鱗放入乾果機烘乾 68°C、30 分鐘。



2. 依照實驗紀錄表秤取乾燥的魚鱗。



3. 依照實驗紀錄表秤取過濾水。



4. 將步驟 2 和 3 倒入壓力鍋，蓋上鍋蓋浸泡 30 分鐘。



5. 選取煲湯模式。



6. 依照實驗紀錄表設定操作壓力及時間。



7. 壓力鍋降壓完成後，過濾魚膠溶液並秤重(g)。



8. 魚膠密度：將 25ml 量筒放於電子天平扣重，加入 25ml 魚膠後記錄重量(g)。

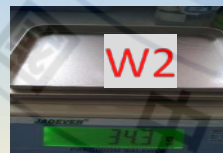


9. 魚膠固含量：公式 $[(W2-W1)]/25$

9.1 取一個鐵盤秤重記錄重量(W1)。

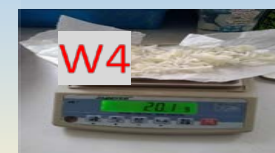
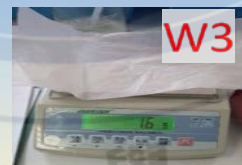
9.2 取魚膠 25.0g 倒入鐵盤，將鐵盤放入乾果機設定 68°C、4hr。

9.3 取出烘乾後的鐵盤秤重記錄重量(W2)。



10. 魚膠萃取率：公式 $[(熬煮前魚鱗重量-(W4-W3)]/熬煮前重量 * 100%$

10.1 取一張烘焙紙秤重紀錄重量(W3)將過濾後的魚鱗放入烘焙紙。10.2 將烘焙紙放入果乾機設定 68°C、4hr。10.3 烘乾後取出秤重記錄重量(W4)。



研究方法

(2) 抗氧化力檢測標準作業程序圖(SOP)

1. 澱粉指示劑配製：量取 200g 過濾水到燒杯，加入 4g 的玉米粉，攪拌均勻，加熱到沸騰，裝入廣口瓶，備用。



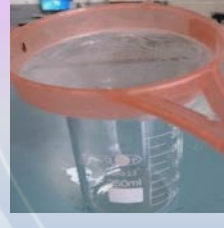
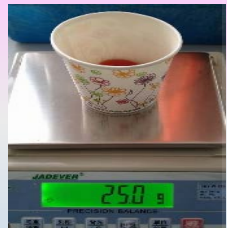
2. 碘指示劑配製：廣口瓶裝過濾水 100g，加入碘液 20g。



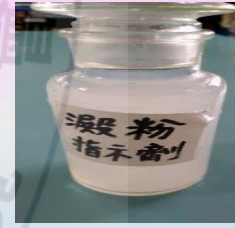
3. 果汁萃取：

3.1. 取 25.0g 水果，加入 25.0g 過濾水。

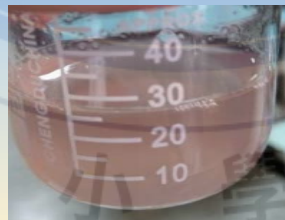
3.2. 冰沙機選"弱速"打 1 分鐘 3.3. 過濾秤重。



4. 抗氧化指示劑配製(每次試驗前配製)：廣口瓶裝過濾水 150g，滴入碘指示劑 5.0g 及澱粉指示劑 10.0g，均勻混合成藍色液體。



5. 抗氧化力檢測：5.1 在 250ml 燒杯秤取 20.0g 抗氧化指示劑 5 杯。5.2 把萃取出來的果汁(含一支滴管)秤重記錄重量後歸零。5.3 取果汁一次一滴，滴入抗氧化指示劑並攪拌，變透明即為滴定終點。記錄果汁減少的重量。5.4 重複上述步驟，測定五次取平均值。



研究結果

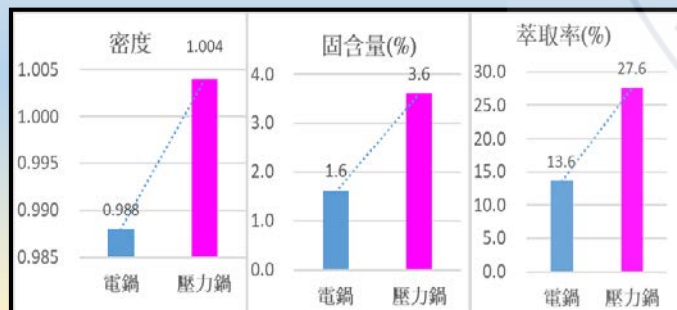
一、【鍋具比較】

探究壓力鍋的效率

結果：1.壓力鍋各項數據比電鍋好。

2.選擇可**手動調整**的微電腦智慧壓力鍋

編號	密度 (g/cm ³)	固含量 (%)	萃取率 (%)
電鍋	0.988	1.6	13.6
壓力鍋	1.004	3.6	27.6



二、【實驗再現性】確認組員手法一致性

相同條件不同組員不同日期依照SOP作業

結果：誤差低，再現性高。

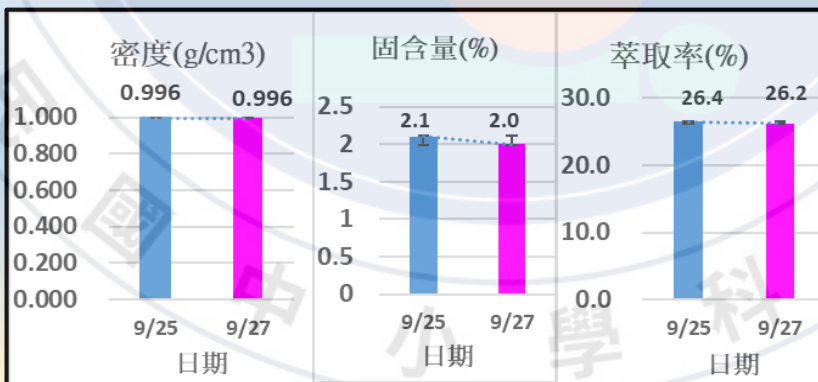
1.操作壓力20kPa

保壓時間：60分鐘

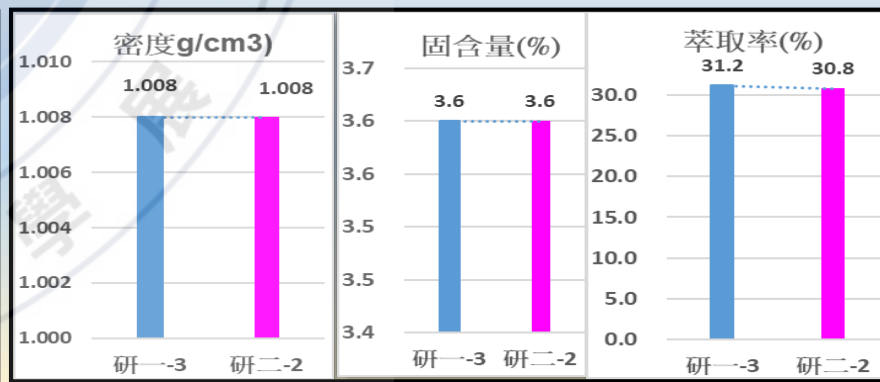
2.操作壓力60kPa

保壓時間：60分鐘

編號	密度 (g/cm ³)	固含量 (%)	萃取率 (%)
2021/9/25	0.996	2.1	26.4
2021/9/27	0.996	2.0	26.2



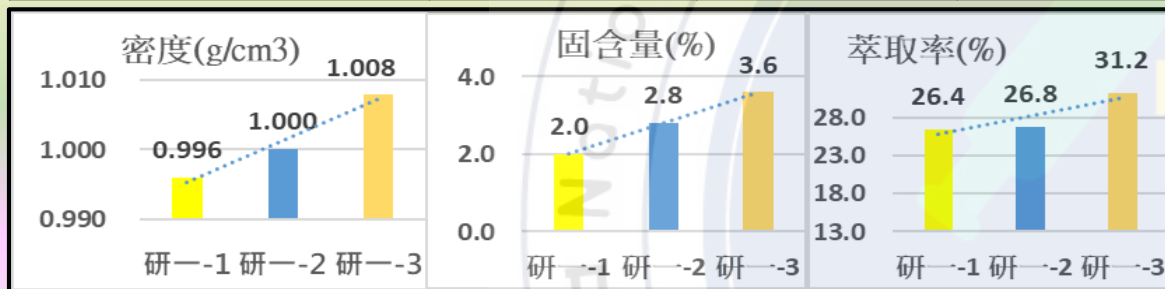
編號	密度 (g/cm ³)	固含量 (%)	萃取率 (%)
研一-3	1.008	3.6	31.2
研二-2	1.008	3.6	30.8



研究結果

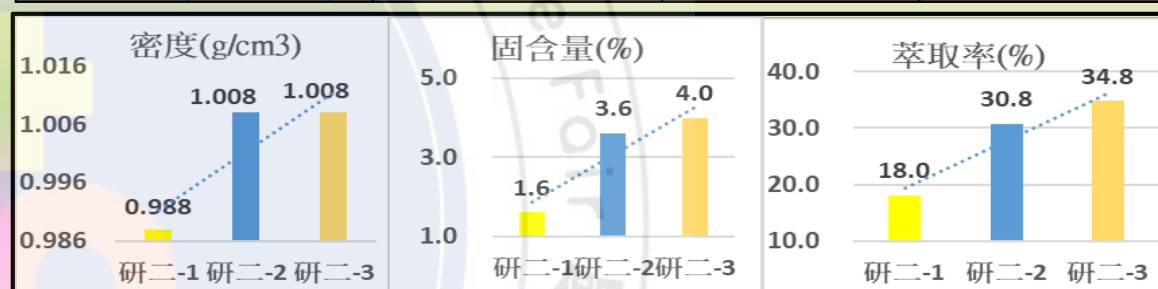
三、【研究一】操作壓力：以60KPa數據最佳

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研一-1(20KPa)	0.996	2.0	26.4
研一-2(40KPa)	1.000	2.8	26.8
研一-3(60KPa)	1.008	3.6	31.2



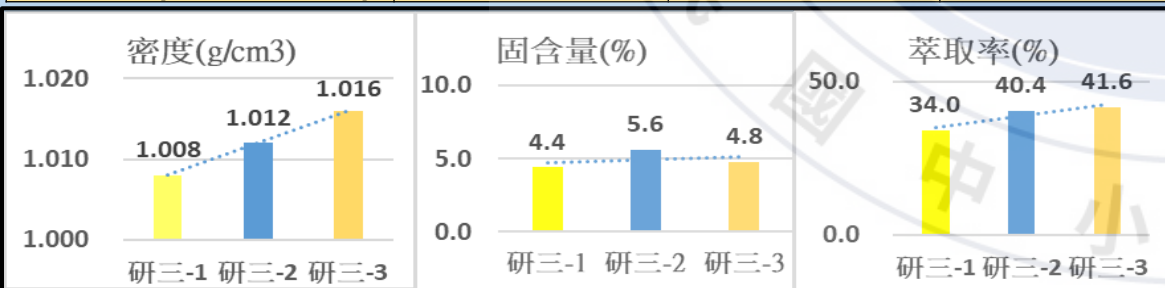
四、【研究二】保壓時間：以90分鐘數據最佳

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研二-1(30分鐘)	0.988	1.6	18.0
研二-2(60分鐘)	1.008	3.6	30.8
研二-3(90分鐘)	1.008	4.0	34.8



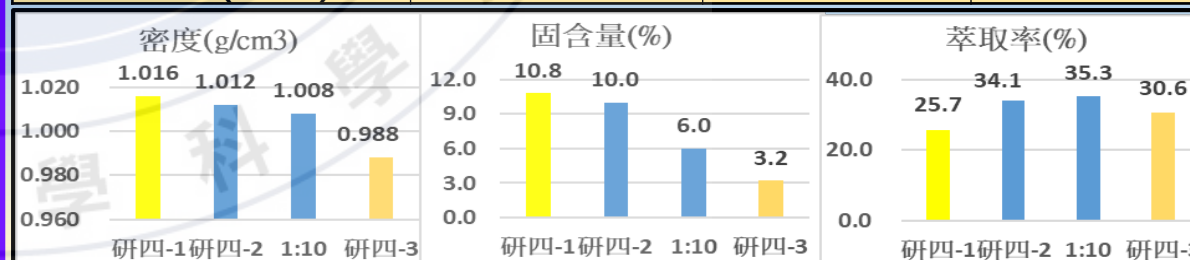
五、【研究三】研磨時間：以研磨4分鐘最佳

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研三-1(研磨2分鐘)	1.008	4.4	34.0
研三-2(研磨4分鐘)	1.012	5.6	40.4
研三-3(研磨6分鐘)	1.016	4.8	41.6



六、【研究四】魚鱗與水比例：以1:6較佳

編號	密度(g/cm ³)	固含量(%)	萃取率(%)
研四-1(1:3)	1.016	10.8	25.7
研四-2(1:6)	1.012	10.0	34.1
111/5/26(1:10)	1.008	6.0	35.3
研四-3(1:12)	0.988	3.2	30.6



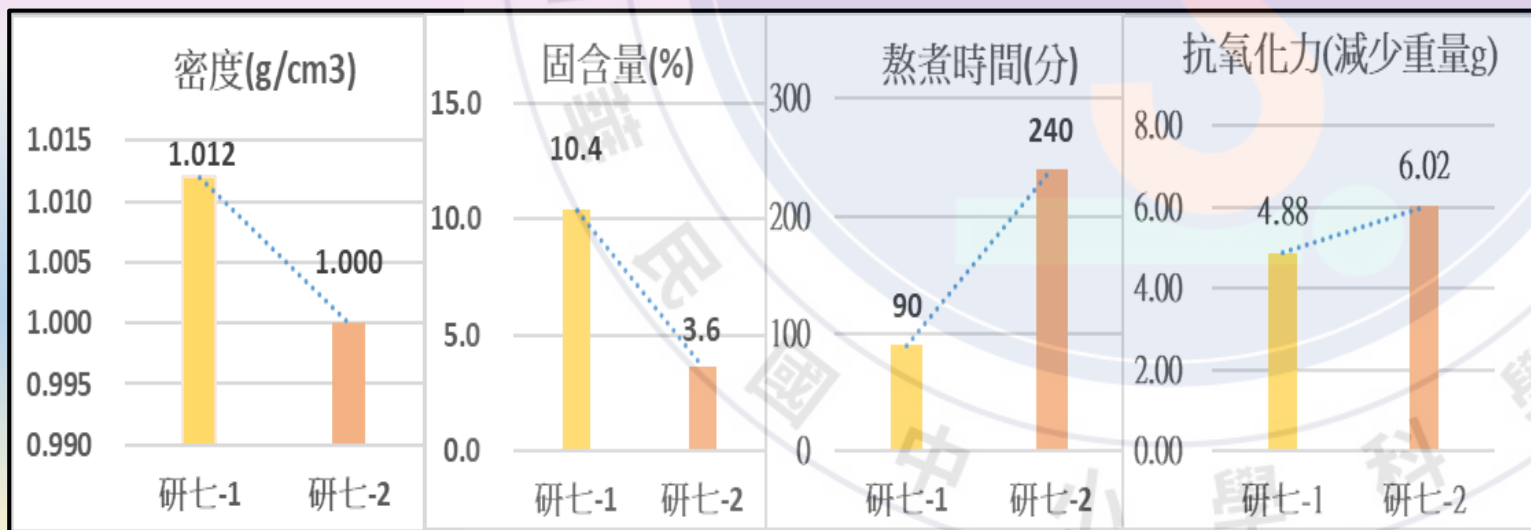
研究結果

七、【研究七】自製與市售魚膠比較(兩者均無添花青素或其他添加物)

自製魚膠(研七-1)：以壓力鍋熬煮(壓力60KPa/時間90分鐘、魚鱗研磨時間4分鐘、魚鱗1：水6)。

市售的魚膠(研七-2)：以不鏽鋼鍋用瓦斯爐熬煮。

編號	密度 (g/cm ³)	固含量 (%)	熬煮時間(分)	抗氧化力 (減少重量g)
研七-1(自製)	1.012	10.4	90	4.88
研七-2(市售)	1.000	3.6	240	6.0



自製比市售 優化比較(%)

密度	+1.2
固含量	+188.8
熬煮時間	-62.5
抗氧化力	+17.9

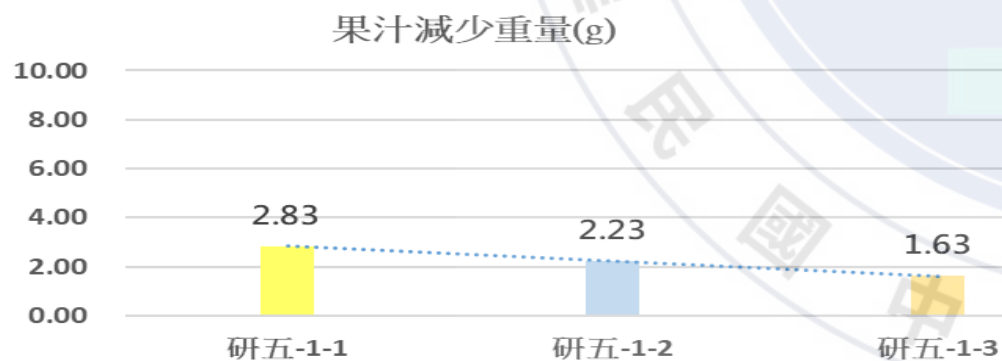
研究結果

八、【研究五】花青素水果抗氧化力比較 (研究五-1水果含果皮及研究五-2水果不含果皮)

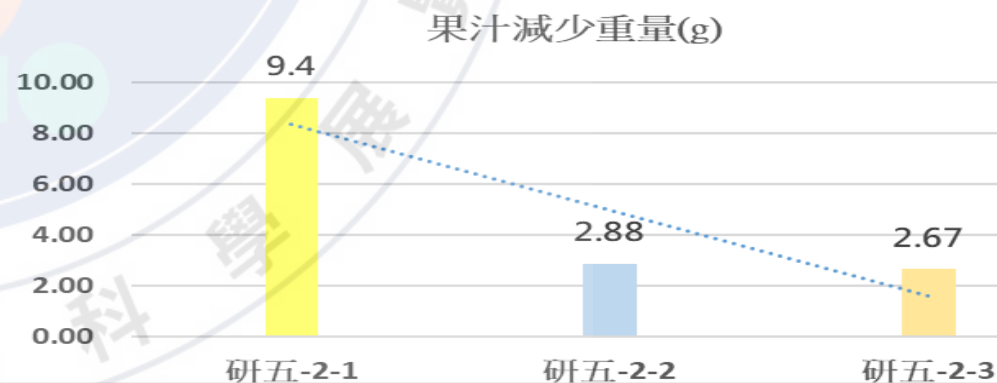
研究五-1的結果是紅色火龍果含皮的抗氧化力最佳，紫葡萄含皮次之。紅色火龍果含皮打成果汁後過於濃稠，不易過濾，故以**紫葡萄含皮**繼續研究六實驗。研究五-2以紅色火龍果不含皮的抗氧化力最佳，紫葡萄不含皮次之。故以**紅色火龍果不含皮**繼續研究六實驗。

果汁減少重量愈少代表抗氧化力愈好。

編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研五-1-1(藍莓含皮)	2.83	3
研五-1-2(紫葡萄含皮)	2.23	2
研五-1-3(紅火龍果含皮)	1.63	1



編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研五-2-1(藍莓不含皮)	9.40	3
研五-2-2(紫葡萄不含皮)	2.88	2
研五-2-3(紅火龍果不含皮)	2.67	1



研究結果

九、【研究六】花青素魚膠抗氧化力比較

研究六-1：魚鱗與花青素果汁1：6直接熬煮。

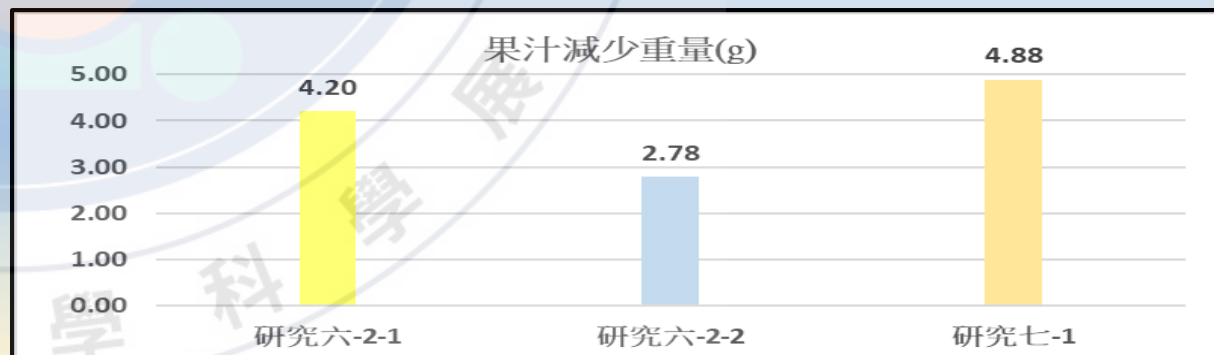
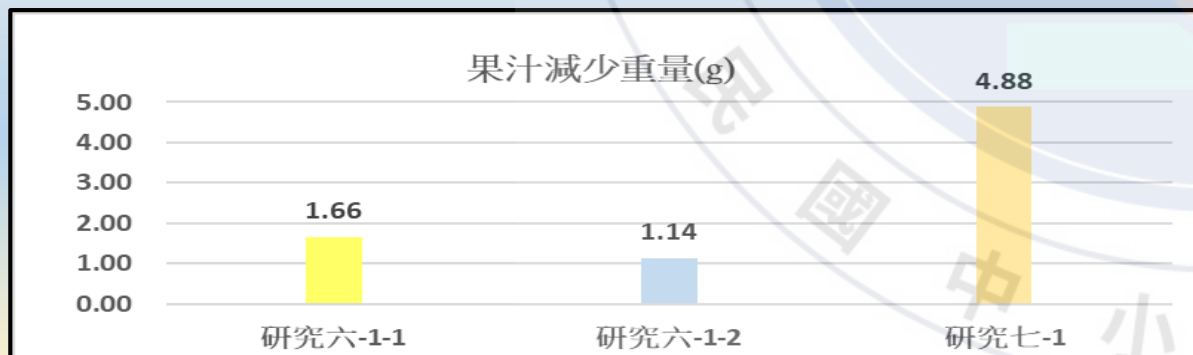
研究六-2：以研究七-1自製魚膠和花青素果汁1:1混合。

由結果可知：1.無添加花青素的魚膠抗氧化力較差，添加花青素可以提升抗氧化力。

2.魚膠的膠原蛋白也可以使花青素果汁的抗氧化力效果更好。

編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研究六-1-1紫葡萄含皮果汁熬煮魚鱗	1.66	2
研究六-1-2紅火龍果不含皮果汁熬煮魚鱗	1.14	1
研究七-1以水熬煮魚鱗(無花青素)	4.88	3

編號	果汁減少重量(g)	抗氧化力排名
研究六-2-1紫葡萄含皮果汁與魚膠混合	4.20	2
研究六-2-2紅火龍果不含皮果汁與魚膠混合	2.78	1
研究七-1以水熬煮魚鱗(無花青素)	4.88	3



研究結果

十、【紅色火龍果汁魚膠製作方法比較】

研究六-1-2：用紅色火龍果汁直接熬煮魚鱗後過濾出花青素魚膠。

研究六-2-2：用研究七-1自至魚膠和紅色火龍果汁1:1混合。

兩種花青素魚膠製作方法比較如下表。最後由**紅色火龍果果汁與魚膠1:1混合**勝出。

項目	研究六-1-2	研究六-2-2	優勝	備註
抗氧化減少重量(g)	1.14	2.78	研究六-1-2	火龍果原汁的抗氧化力果汁減少重量是2.67g
成本	成品62.4g	成品300.0g	研究六-2-2	1.花青素果汁150g 2.研究六-1-2花青素果汁150g 直接熬煮魚鱗後得到62.4g成品 3.研究六-2-2花青素果汁150g與魚膠150g混合後得到300.0g成品
顏色	焦糖色 	桃紅色 	研究六-2-2	六-2-2保留天然色素的顏色

發現問題及解決

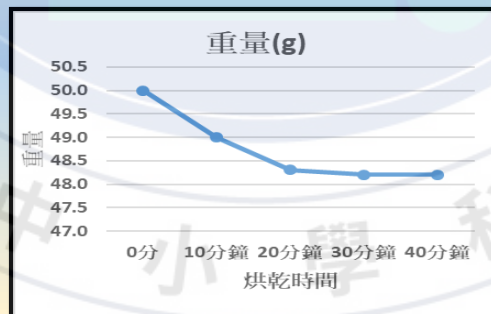
壓力鍋鍋具測試誤差大

壓力鍋購入後進行鍋具測試，測試數據如下，可以發現同一條件所做出來的數據誤差非常大；其中2021/9/23的數據密度和固含量成正比，萃取率卻異常成反比，在正常下，密度、萃取率與固含量三者應成正比。萃取率與魚鱗投入量有直接相關，故我們檢查魚鱗烘乾後真空包裝，發現有幾包已經失真空，可能因此魚鱗又吸濕，雖然投入重量相同但實際編號2的魚鱗可能含有水分，所以實際投入魚鱗量低於25.0g。

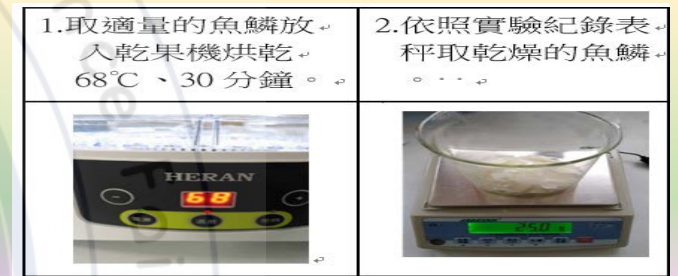
編號	密度 (g/cm ³)	固含量 (%)	萃取率 (%)
2021/9/17	0.996	1.8	26.1
2021/9/23	0.988	1.2	28.6

取真空包裝一段時間後的魚鱗再烘乾，發現烘乾20分鐘後魚鱗重量變化非常少，30分鐘後魚鱗重量不再變化。

烘乾時間	重量(g)
0分	50.0
10分鐘	49.0
20分鐘	48.3
30分鐘	48.2
40分鐘	48.2

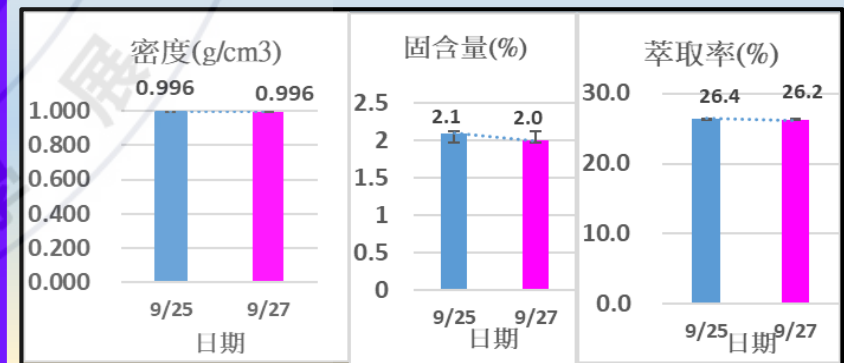


1.每次實驗前將魚鱗以乾果機68°C再烘乾30分鐘加入SOP。



2.再次測試鍋具

編號	密度 (g/cm ³)	固含量 (%)	萃取率 (%)
2021/9/25	0.996	2.1	26.4
2021/9/27	0.996	2.0	26.2



結論

- 一、自製魚鱗凍比市售的各項數據好。
- 二、微電腦壓力鍋是省時省力的鍋具。
- 三、不同水果所含的花青素部位不同，有些水果建議連皮一起吃。
- 四、花青素果汁直接熬煮魚鱗，雖然抗氧化力佳，但會使花青素變色，成本較高；若是將魚膠和花青素果汁分別製作後再1：1混合，保留天然色素的顏色、成本較低、抗氧化力較佳。也就是我們的「魚」「龍」共舞。

未來展望

- 1.市售的魚鱗凍製作後都是冷藏保存，保存期限短，融化後有魚腥味，有些人會不敢嘗試。探究過程我們將成品加入少許的黑糖，裝入冷凍袋做成**花青素魚鱗凍冰棒**，**保存期限延長且沒有魚腥味**，接受度高。後續想製作成營養健康又天然的花青素冰棒，推廣成家鄉特色產品。
- 2.學校推廣食魚教育計畫，合作的科大教授對我們的想法很有興趣。我們想製作成**魚膠調理包**，**調理包可做為湯頭**，將廢棄的魚鱗化身為營養價值高的產品，創新發展成為地方特產，並推廣為家戶餐桌上的美味佳餚。後續會和科大教授繼續合作。
- 3.繼續**探究更多抗氧化力佳的食材來和魚鱗凍做結合**。

參考文獻

- 1.簡芝妍 書名：彩虹飲食的驚人療癒力：平衡身體能量，再生細胞的天然奇蹟！
出版社：養沛文化
- 2.翁玉青 書名：抗氧化的威力 出版社：沐康健康管理顧問有限公司