

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(三)科

佳作

083015

果皮模塑師

學校名稱：臺南市東區復興國民小學

作者：  小六 吳恩碩  小六 黃晨愷  小六 陳睿帆	指導老師：  李孟娟  蔡佳錚
---	-----------------------------

關鍵詞：果皮、複合果皮材料、可分解

## 摘要

研發環保材料解決不可分解材料所形成問題，是全球的課題。我們研究目的主要是將果皮模製作成可以在生活中實際應用的複合材料。以火龍果皮為原料，利用它的特性，滾煮後釋放出果膠，和果皮所含有纖維、白蛋白作用模成果皮材料，讓果皮完整的被利用。接著提升果皮材料的整體效果，測試乾燥、添加、作用法後，發現材料常溫靜置乾燥即可，碳粉可當作強化劑、砂糖可增加材料緩衝性、耐脆性和立體度，交聯作用可以讓材料有更多樣的塑形。為探究它的特性，自製多樣測試方法與裝置，進行探究分析。最後根據材料特性，製作出大面積薄膜，還製作成水果網套、邦提圈，更將材料模成具立體度，嫁接球和複合多層果皮材料球以替代高爾夫球等，在生活中實際應用。

## 壹、研究動機

科技發達，人類的生活越來越便利，但是對地球卻越來越不友善，很多東西都是使用一次就丟棄了，例如塑膠袋、飲料杯…等。在減少使用這些物品的同時，可不可以找到替代的環保材料，也成了全球共同的課題。

在一本科學書籍裡面，介紹可以利用甘蔗渣來製作成紙張，那農業廢棄物可不可以有更多的應用呢？我們學校是一所大型學校，每次餐後所產生的果皮可以有多少公斤？這些廢棄果皮可以有什麼樣的應用呢？

尋找適合的廢棄果皮，嘗試製作品果皮材料，如何提高果皮材料應用性，如何測試果皮材料的特性以及在日常生活中可以怎樣實際應用，是這次研究主要的研究動機。

## 貳、研究目的

一、研究果皮模成果皮材料的方式

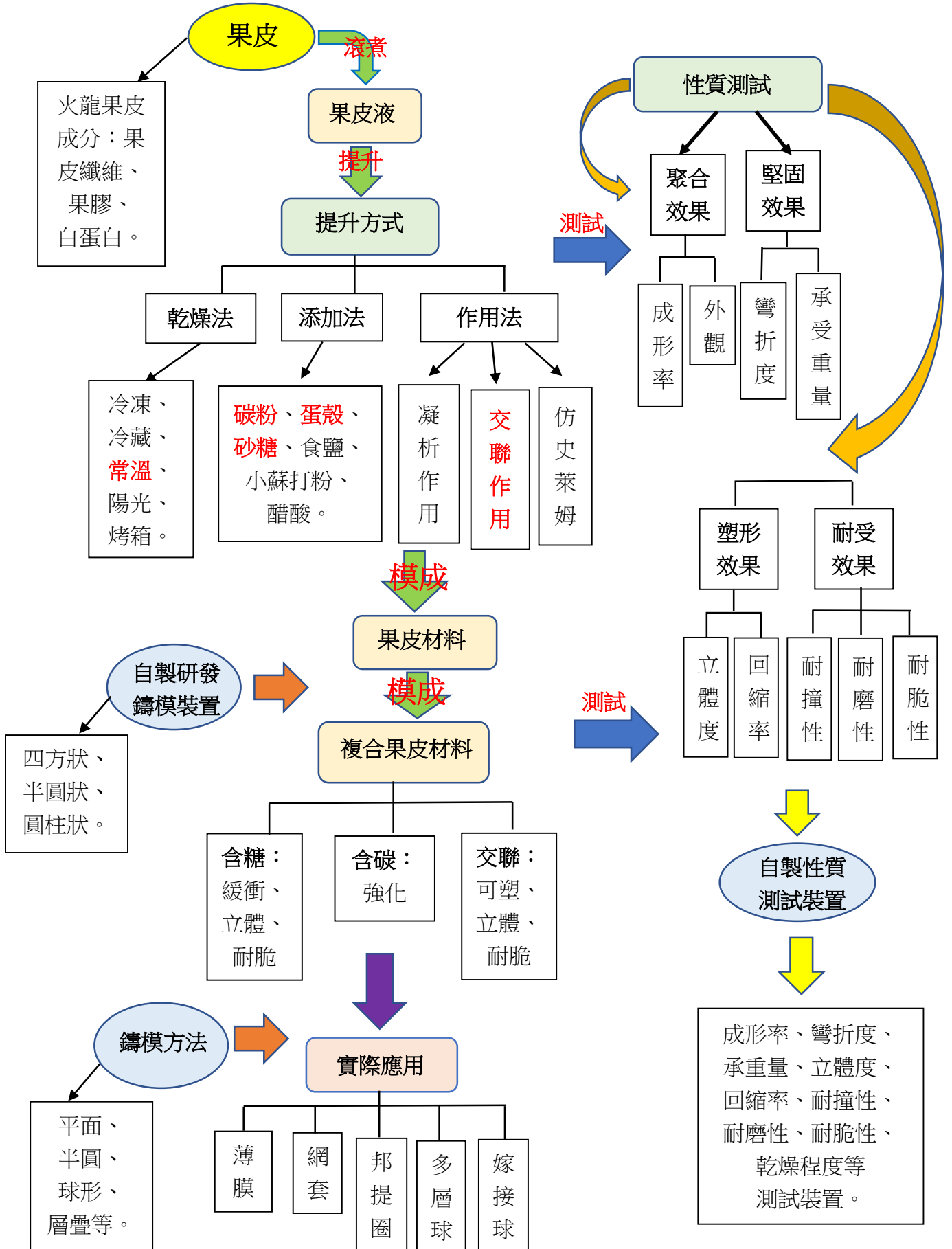
二、研究提升果皮材料應用的方式

- 1、探討不同乾燥方式對提升果皮材料效果的影響
- 2、探討添加不同物品對提升果皮材料效果的影響
- 3、探討不同作用方式對提升果皮材料效果的影響

三、研究不同自製複合果皮材料的方法及特性分析

四、研究複合果皮材料在日常生活中的實際應用

### 參、研究架構圖



## 肆、研究原理

### 一、研究原理：

#### (一)、環保材料：

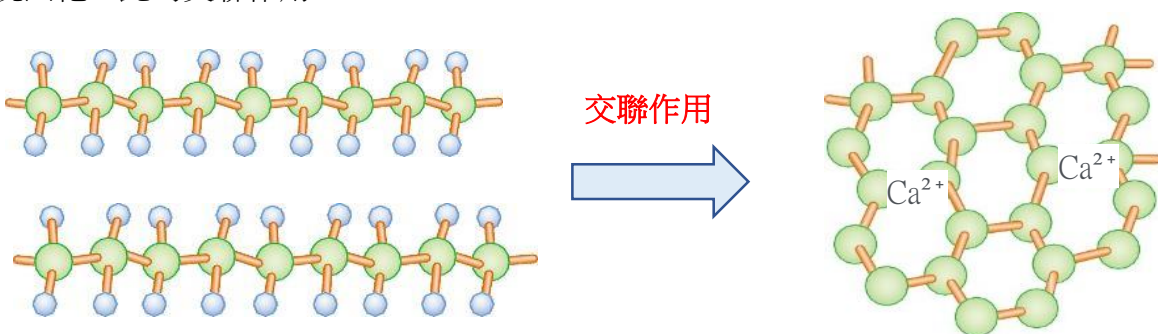
環保材料是指可以在自然中被微生物所分解，於一段時間後會像枯枝、落葉般回歸大地，相對於不可生物分解的塑膠，它們是生物可降解的材料，對環境造成的負擔和影響較低，因此這種生物可分解材料被認為是能幫助人類邁向永續的可發展物品。

#### (二)、火龍果皮特性：

項目	特性	啟示/應用
外觀	桃紅色、可觀察到果皮含有纖維。	果皮纖維可以增加材料的聚合、堅固效果。
狀態	果皮是固態，在加水滾煮之後會釋放出果膠且呈現膠狀。	嘗試讓膠狀果皮液，和促凝劑進行交聯作用製成果皮材料。
成分	搜尋資料後，發現火龍果皮含有植物中少見的植物性白蛋白、纖維、甜菜紅素，可以釋放出果膠。	發現將材料由鏈狀聯結成網狀聚合物的方法。
pH 值測試	利用 pH 值測試儀檢測，呈現酸性。	嘗試讓酸性的果皮液，和蛋白質進行凝析作用。
導電效益	使用電子式三用電表測試，膠狀果皮液可產生電壓、電流，乾燥後電壓會為 0。	可用來測試材料的乾燥程度。
黏著劑	果皮液可以用來黏合物品，當作黏著劑。	研究中用來黏著材料。

#### (三)、交聯作用：

交聯作用為使原本鏈狀聚合物變成網狀聚合物，使分子間的聯結性更強，流動性降低呈現固化，此為交聯作用。



(圖引用自翰林雲端學院)

本研究，將果皮液浸泡在自製的促凝劑中，一段時間後，果皮液體內含果膠和含鈣促凝劑交聯作用後，由鏈狀聯結成網狀聚合物，形成球形物質。

#### (四)、凝析作用：

牛奶中的酪蛋白微球因表面帶有負電特性會互相排斥，若在這些帶有負電荷相斥的酪蛋白微球中加入酸性物質，因含  $H^+$ ，會中和酪蛋白微球間的負電荷，使其斥力減弱甚至消失，因此凝聚成膠狀物，如下圖(作者製作)：



本研究的果皮液為酸性物質，可以和牛奶中的酪蛋白進行反應，凝聚成複合膠狀物。

#### (五)、碳粉強化劑：

輪胎內的天然膠呈灰白色，加入碳粉做為強化劑，才變成黑色。有些碳類可以增加橡膠製品的硬度、抗撕裂性、耐磨性等性質，可作橡膠的補強劑，以輪胎最為常見。

#### (六)、名詞定義：

- (1).**果皮液**：實驗中，果皮利用不同方式製成果皮汁液，接著用來作成果皮材料的物質。  
例如：將果皮放入水中，滾煮呈現膠狀的液體，可製作模成果皮材料。
- (2).**果皮材料**：在實驗探究中，利用不同方式將果皮液塑形、乾燥成不同可應用的物質。
- (3).**複合果皮材料**：果皮液混和不同物質者為複合果皮材料。例如：果皮液添加碳粉，作用成含碳複合果皮材料。
- (4).**模成**：果皮利用滾煮等方式製成果皮液，添加物品或作用後，經鑄模、乾燥，最後形成果皮材料或複合果皮材料的歷程。

## 二、文獻探討：

蒐集歷屆相關科展作品，進行文獻探討：

屆別	作品名稱	主原料	製作方法	應用
53	龍“鳳”“橙”祥	果皮(鳳梨)	果皮漿鑄模後/烤箱乾燥成形。	果皮紙
58	火龍吸水、柚造奇蹟	果皮(火龍果)	果皮浸泡 $Na_2S_2O_3$ 、日曬研磨、添加果膠、纖維。	吸水材
58	渾身解塑-以回收紙漿和洋菜製作可分解垃圾袋	洋菜粉、紙漿	洋菜粉、紙漿、水混合，加熱、冷卻凝固、曬乾。	垃圾袋
60	「蕉」織「鞣」合	果皮(香蕉)	萃取廢棄綠香蕉皮的鞣酸和液態或固態蛋白質作用。	膠膜
61	見「塑」不見「鱗」？-魚鱗環保薄膜的研發及應用	魚鱗萃取液	電燉鍋煮 18 小時以上，添加甘油、TG 酵素水溶液、乙醇，冷藏乾燥。	薄膜調味包
63	「果」然「塑」這樣-農業廢棄物回收自製果膠保鮮膜之探究	果膠、海藻酸鈉、甘油	醇沉澱法萃取出水果內果膠，再將果膠添加到海藻酸鈉中。	保鮮膜

經過上述文獻的探究，結論如下：

### (一)、在原料上：

我們以廢棄、可以直接取得果皮作為探究的原料，沒有使用須經過一些製程才可以變成產品的物品，例如：海藻酸鈉、洋菜粉…等，讓廢棄物品直接可以再利用。

研究直接利用果皮的特性，讓果皮滾煮後釋放出果膠，和果皮本身含有的纖維、白蛋白作用之後，就可以模成不同樣式的複合果皮材料，讓果皮可以完整的被利用。第 63 屆作品：「果」然「塑」這樣，將果膠萃取出來添加到海藻酸鈉中製作成膜，我們則將果膠釋放出來和果皮直接作用，無需先萃取出果膠，再進行利用。

### (二)、在方法上：

將廢棄果皮滾煮、靜置乾燥即可應用；提升方法上，簡單添加砂糖、碳粉或交聯作用，就可以模成不同樣式的複合果皮材料。甚至可在家中自行製作，無需使用複雜裝置與製程。

### (三)、在應用上：

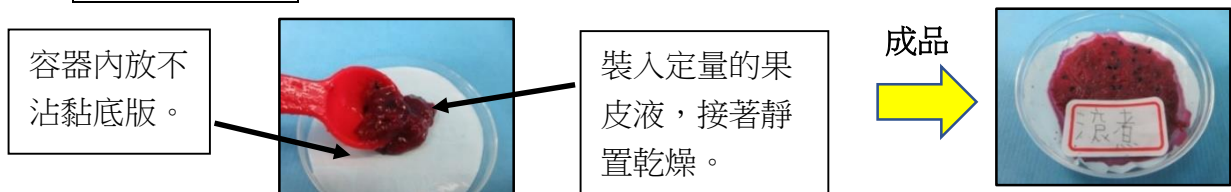
參考第 58 屆：渾身解塑等作品，除了製作成薄膜、吸管之外，嘗試找出更多樣的應用方式。自製研發多樣的鑄模、測試裝置，找出複合果皮材料的特性，讓複合果皮材料不受限於平面的應用，因此測試它的塑形效果，增加材料的立體度，依據特性進行更多方面的應用，例如：製作成嫁接球、複合多層果皮材料球。

## 伍、研究設計

一、**鑄模裝置**：研究中，將自製各種的果皮液，利用鑄模裝置模成果皮材料/複合果皮材料，以進行性質測試或實際應用。

說明：接下來研究報告中所有照片、圖表皆由作者協同所拍攝製作。

### (一)、**第一代鑄模裝置**：






(二)、**第二代鑄模裝置**：蒐集不同種類樣式的模具，將材料放入蒐集的模具內進行鑄模，依據結果討論出想探討的性質，以及適合的鑄模方式。

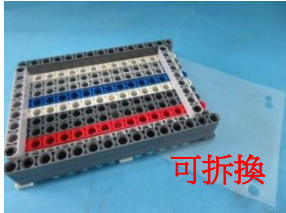
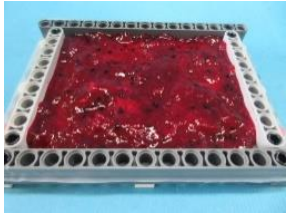




#### 1. 蒐集各式各樣測試的容器。



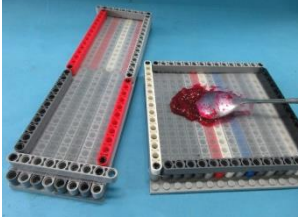



2.選用適合模具樣式。

 <p>可模成更大面積</p>	 <p>模成半球體狀</p>	 <p>有回縮的現象</p>
<p>探討材料面積變大後， 聚合與堅固效果。</p>	<p>探討複合果皮材料的 立體度。</p>	<p>探討材料的回縮率、 耐磨性、耐脆性。</p>

3.自製鑄模裝置(可清洗、重複使用)和探討相關性質。

自製模具	照片	模成結果	測試項目
<p>四方狀 12cmx12cm (積木組合)</p>	 <p>可拆換</p>		<p>聚合效果：成形率/外觀。 堅固效果：承受重量/彎折度。 耐受效果：耐撞性。</p>
<p>半圓狀 (半徑 3.5cm)</p>			<p>塑形效果：立體度。</p>
<p>圓柱狀 (3D 列印)</p>			<p>塑形效果：回縮率。 耐受效果：耐磨性、耐脆性。</p>

(三)、鑄模方法：研究探討中各樣的鑄模方式，以進行性質測試或實際應用。



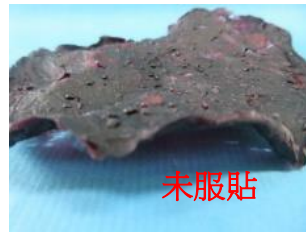

			
<p>平面鑄模</p>	<p>半圓鑄模</p>	<p>球狀鑄模：交聯作用</p>	<p>層疊鑄模</p>

二、測試果皮材料/複合果皮材料性質的相關裝置：

研究中自行研發的實驗用具與測量方法，為了探究材料性質以製作出可應用的果皮複合材料，測試各材料的**聚合效果**與**堅固效果**，且進一步利用自製裝置測**塑形效果**與**耐受效果**。

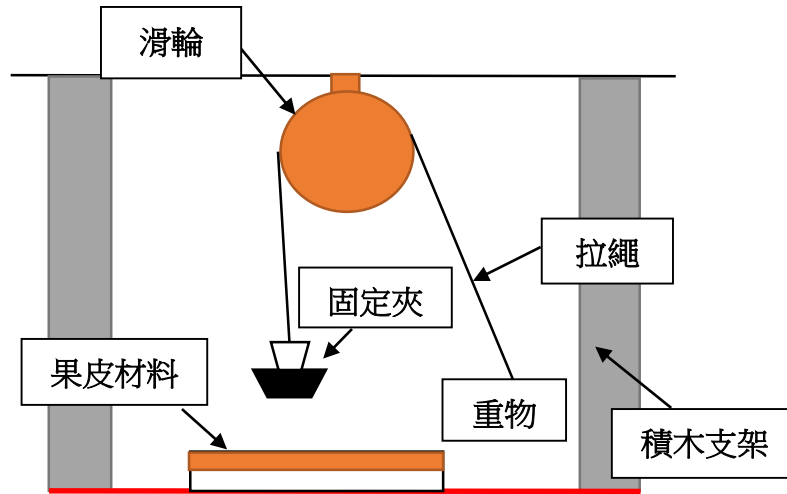
**A 聚合效果**：觀察果皮材料成形率和成形後外觀，以瞭解果皮材料的聚合效果。

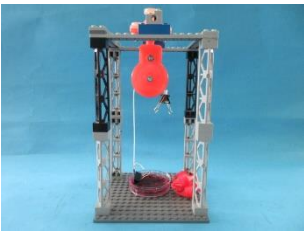
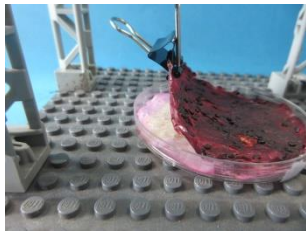
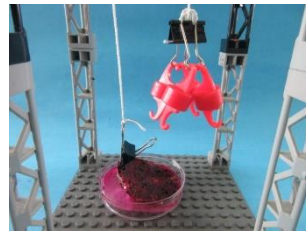
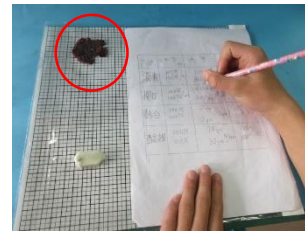
A-1.觀察外觀：觀察果皮材料的顏色、破裂情形、平整性。

			
觀察顏色	破裂情形	平整性：材料是否服貼平面	

A-2.成形率：利用成形率裝置，測試可以脫膜的面積。**成形率** = 可以脫膜面積/全部面積。


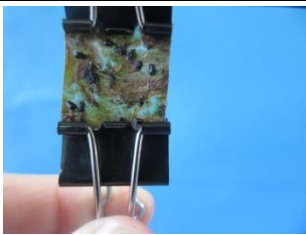


設計圖：



			
自製測試成形率裝置	夾取材料一端，慢慢增加砝碼(2gw/顆)	拉動果皮材料，觀察記錄可脫膜面積	計算成形率

**B 堅固效果**：利用下列自製裝置測試果皮材料可以承受重量、和可彎折程度，以了解果皮材料的堅固效果。

B-1.承受重量：測試果皮材料可以承受的重量。

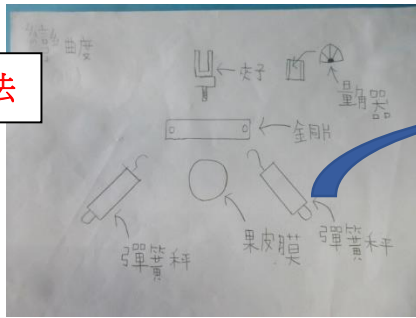
			
測試裝置	測試材料(2cmx2cm) 固定在兩端夾子上	在下方上掛上砝碼，直到測試材料 <b>斷裂</b>	計算砝碼重量為可以承重的量



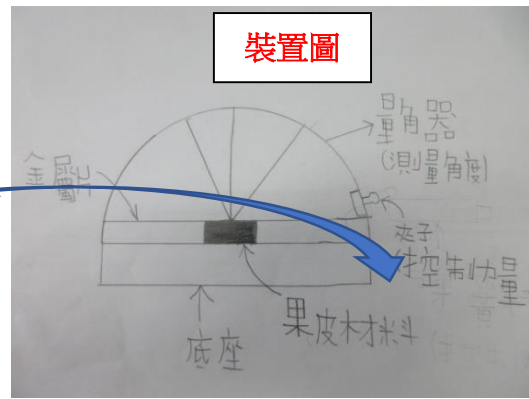
B-2.彎折度：測試果皮材料可以彎折的程度。





設計圖：

初步想法



設計改良




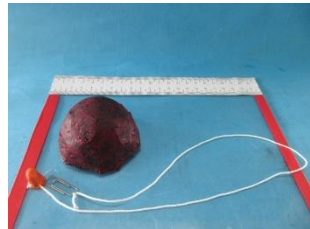


			
彎折度測試裝置	固定測試材料	每增加 10 度進行彎折	觀察記錄材料斷裂時的角度

C 塑形效果：利用半圓狀與圓柱狀模具，模成複合果皮材料，再分別測試立體度和回縮率，以了解各材料的可塑形效果。

C-1.立體度：

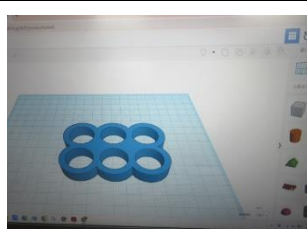

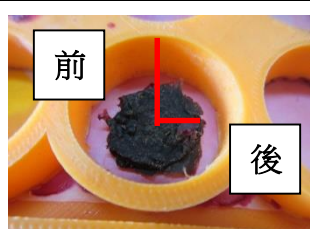
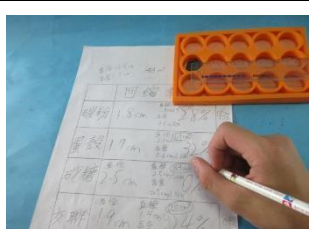
將果皮液裝入半圓狀的模具當中，靜置乾燥進行模成，脫模後觀察測量未凹陷的比例。

立體度 = 未凹陷長度 / 圓周長。

			
模成半圓狀	測試立體度裝置	繩子量測未凹陷部分	測長度和計算立體度

C-2 回縮率：利用自製圓柱狀模具鑄模，測量材料模成乾燥後的半徑以計算前後體積。

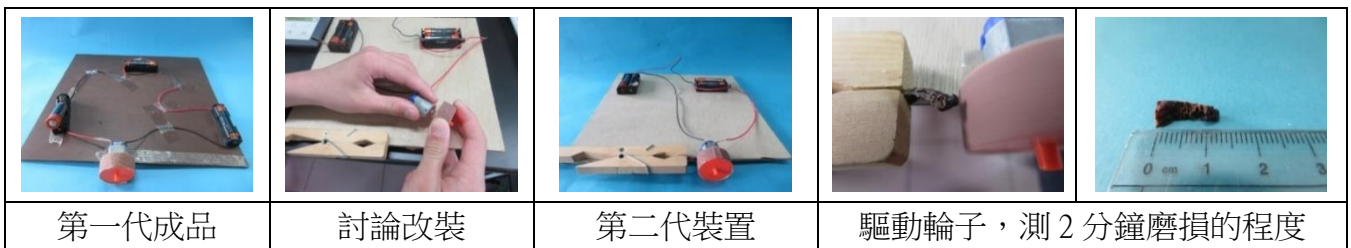
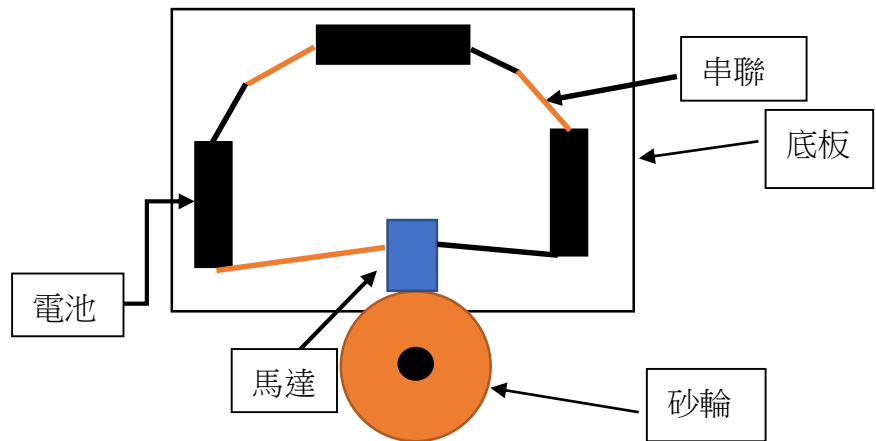
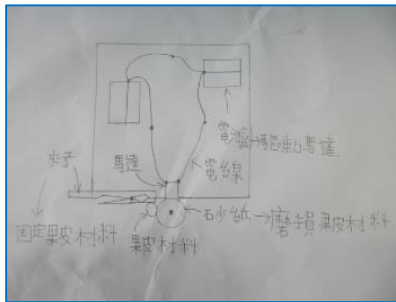
回縮率 = (原體積 - 模成後體積) / 原體積。

			
3D 列印圓柱狀模具	進行鑄模，靜置乾燥	測量前後的體積	計算回縮率

**D 耐受效果**：測試複合果皮材料各項耐受性。

D-1. 耐磨性：複合果皮材料時間內，被砂紙磨損的長度。**耐磨性(比值)** = 剩下長度/原長度。

設計圖：



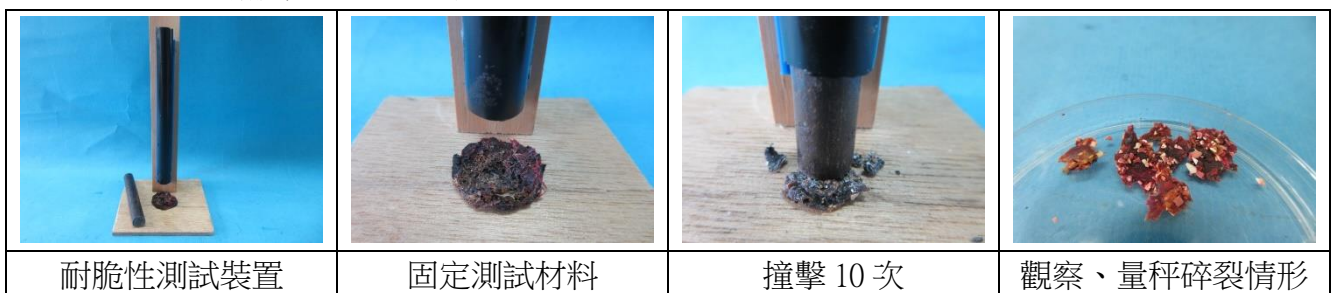
D-2 耐撞性：測試複合果皮材料受撞擊後，手機拍攝一瞬間所形成的數值。

**耐撞性** = (原撞擊值 - 測試撞擊值) / 原撞擊值。



D-3 耐脆性：測試材料長時間(3 個月)靜置後的脆化情形。

**耐脆性** = 主體剩下的重量 / 原主體的重量。








## 陸、研究設備和材料

一、**實驗材料**：火龍果皮、百香果皮、柚子果皮、洋菜凍粉、碳粉、蛋殼、食鹽、砂糖、油、隱形眼鏡清潔液、牛奶。

二、**實驗藥品**：小蘇打粉、醋酸、硼砂、酒精。

三、**實驗設備與器材**：樂高積木、測力的支架組、果汁機、手機、電子式三用電表、pH 值測定儀、烤箱、冰箱、電子秤、計時器、彈簧秤、鍋子、燒杯、培養皿、錐形瓶、研鉢、長尾夾、量角器、紗網、咖啡濾紙、砝碼、馬達、模具、銅球、鐵棒。

				
樂高積木	手機	pH 值測定儀	3D 列印機	電子式三用電表

## 柒、研究過程與結果

研究一：研究果皮模成果皮材料的方式

**提問：**

我們參加校內科展比賽的時候，嘗試將火龍果、柚子、百香果等果皮製作成可應用的材料，將果皮 50gw 和水 50mL 用果汁機攪打 2 分鐘，製作成果皮液，取 10mL 裝入鑄模裝置中，靜置乾燥以塑形。結果如下：

名稱	火龍果皮	柚子果皮	百香果皮
照片			
說明	沒有破碎，可完整成形但彎折會斷裂。	破碎，無法成形。	破碎，無法成形。

**形成問題**，利用火龍果皮做原料可以完整成形，但嘗試將它彎折的時候會斷裂，發現材料的堅固性不高。

**構思：**

發現火龍果皮可以製作成較佳的果皮材料，因此決定用它作為本研究的材料。但初步所製的效果不佳，蒐集資料討論後，進行下面實驗。

(一)、**實驗步驟：**

1. 操縱變因：不同製作果皮液的方式，攪打法、滾煮法、黏合法、酸提法。

控制變因：鑄模裝置、定量的果皮液(10mL)、乾燥時間(1 天)。


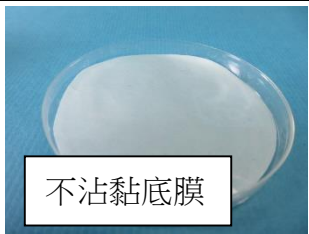




班上食用後的


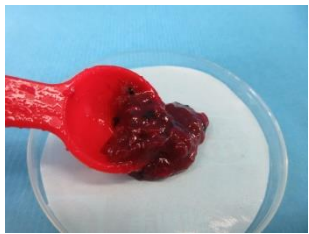


廢棄果皮

2.利用下列方式製作果皮液以模成果皮材料。



(1).攪打法：果皮 50gw/水 50mL，利用果汁機攪打 2 分鐘，製作成果皮液，取 10mL 裝入鑄模裝置中，靜置乾燥以塑形。

	 不沾黏底膜	 攪打	
果皮液	鑄模裝置	靜置乾燥	觀察、測試性質




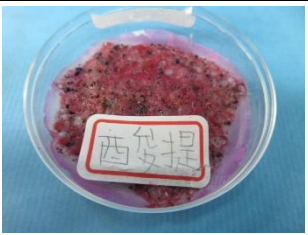
(2).滾煮法：切塊果皮 50 gw/水 500mL，滾煮 60 分鐘，製作成果皮液，取 10mL 裝入鑄模裝置中，靜置乾燥以塑形。

		 滾煮	
果皮 50 gw/水 500mL	倒入鑄模裝置	靜置乾燥	觀察、測試性質

(3).黏合法：攪打果皮 50gw /水 50mL，添加洋菜凍粉 3gw，加熱 5 分鐘，製作成果皮液，取 10mL 裝入鑄模裝置中，靜置乾燥以塑形。



		 成品	 黏合法-果皮材料
攪打果皮 50gw /水 50mL， 添加洋菜凍粉 3gw，加熱 5 分鐘			

(4).醋提法：切塊果皮 50gw/醋酸 150mL，浸泡 1 天，製作成果皮液，取 10mL 裝入鑄模裝置中，靜置乾燥以塑形。

		 酸提	 酸提法-果皮材料
秤量果皮 50gw	加入 150mL 的醋酸	浸泡一天/ 攪打 2 分鐘	

(二)、實驗結果：

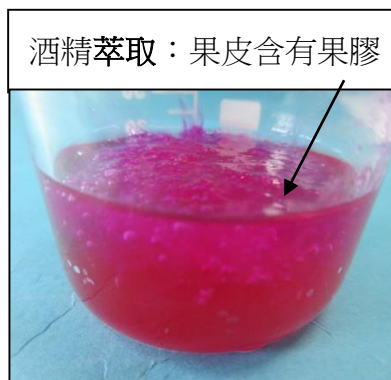
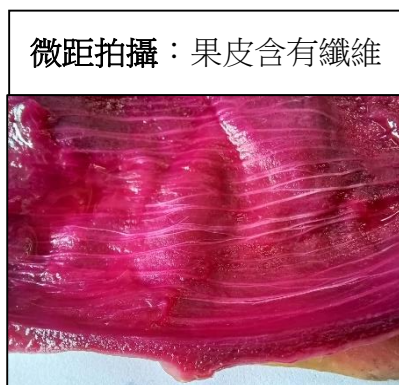
表 1 不同方式製作果皮液，模成果皮材料的結果。

方式	攪打法	滾煮法	黏合法	酸提法
成品照片				
顏色	墨綠色	紅色	墨綠色	粉色
重量(gw)	0.5	0.6	0.5	0.5
直徑(cm)	3.5	4.0	1.5	5.0
成形率(%)	100	100	100	90
外觀狀態	沒有破裂	沒有破裂	沒有破裂	有破裂
	會發霉	不會發霉	會發霉	些微發霉
彎折度(度)	90	180	55	180
承受重量(gw)	280	280	0	50

(三)、討論：

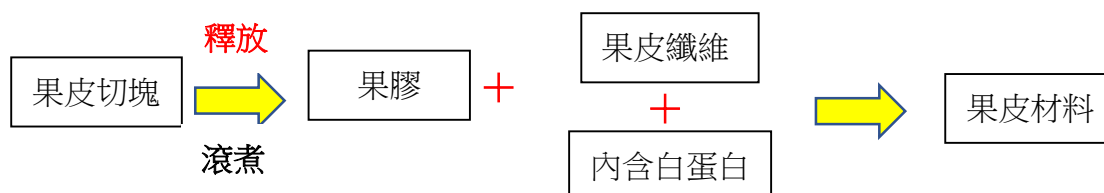
- 1.發現蒐集資料找到的四種方法：都可以將果皮液模成果皮材料。
- 2.發現重量較重的是利用滾煮法的果皮材料，但差異性不大。
- 3.酸提的因為聚合效果較差，所以直徑較長。黏合法的果皮材料聚合到只剩直徑 1.5cm，在應用上會受限制。
- 4.除了酸提法外，其他方法的成形率都達到 100%且沒有破裂。
- 5.靜置乾燥的歷程中，發現除了滾煮法其餘都有發霉的現象，推測滾煮製作的果皮有殺菌的效果，因此不易發霉。
- 6.以滾煮和酸提的彎折度較佳，承受重量則是以滾煮和攪打的效果較佳，為 280gw。
- 7.整體效果來看，以**滾煮法**的效果為最佳。

8.延伸實驗：查資料、微距拍攝、進行萃取，了解火龍果皮的成分，



### 結論：

- 1.滾煮法可以製作出較重的果皮材料，不會發霉，耐彎折、承受重量高，因此可以提高應用性。之後，就利用滾煮法作為研究製作果皮材料的基本方式。
- 2.滾煮法可以釋放出果膠，發現果膠是一種天然的黏合劑，可以讓果皮纖維和內含白蛋白，聚合成形的更緊密，無須再添加任何黏合劑，像是洋菜粉，釋放果膠可以利用滾煮法和酸提法，以滾煮法的方式效果較佳。
- 3.方式如下：



### 研究二：研究提升果皮材料應用的方式

#### 提問：

1.在第 61 屆全國科展：見「塑」不見「鱗」？作品中，利用魚鱗製作成大面積的薄膜，因此想增加果皮液面積來製作果皮材料，以提升自製果皮材料的應用性。

2.結果，如下：



3.利用滾煮法製作果皮液，自製果皮材料面積小時，可以有很高的成形、彎折和承受重效果，但是增加面積時，效果不佳形成下列問題：

- (1).增加果皮材料的厚度、面積後，成形完整度不夠高，無法進一步的應用。
- (2).增加果皮材料的厚度、面積後，材料會有碎裂的情形，無法進一步的應用。

#### 構思：

接下來依據之前研究所發現問題，針對如何提升果皮液製成果皮材料應用性，進行探討。蒐集資料討論之後，決定利用下列方法進行研究：

**A 乾燥法**：首先探討利用不同的乾燥方式，是否能提升果皮材料的應用性。

**B 添加法**：不同物品作為添加物，將物品添加到果皮液當中再進行鑄模、乾燥，測試所製作出果皮材料的效果。

**C 作用法**：利用不同化學作用方式，探討在反應後是否可以製作出效果較佳的果皮材料。

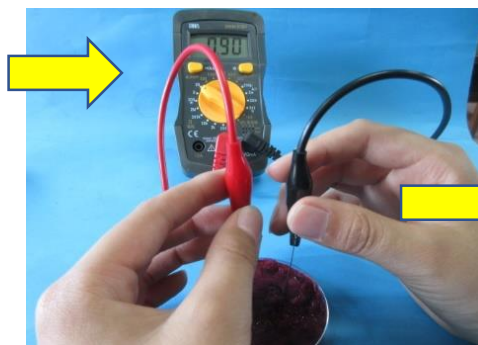
上述實驗，以沒有進行任何處理的果皮液作為對照組。

**實驗 1**：不同乾燥方式對提升果皮材料效果的影响

(一)、實驗步驟：

- 1.將 50gw 果皮/500mL 水，滾煮 60 分鐘，各取 10mL 果皮液。
- 2.以不同乾燥方式為操縱變因，分別利用下列方式乾燥，包含冷凍、常溫、冷藏、太陽、烤箱。
- 3.果皮液在有濕度的狀態下可以當作電解質，因此利用三用電表測試電壓值，了解果皮材料乾燥的情形。

電子式三用電表：  
測試電壓，了解乾燥程度。



未乾燥前果皮液可以當作電解值，乾燥後測試到電壓為 0。



(二)、實驗結果：

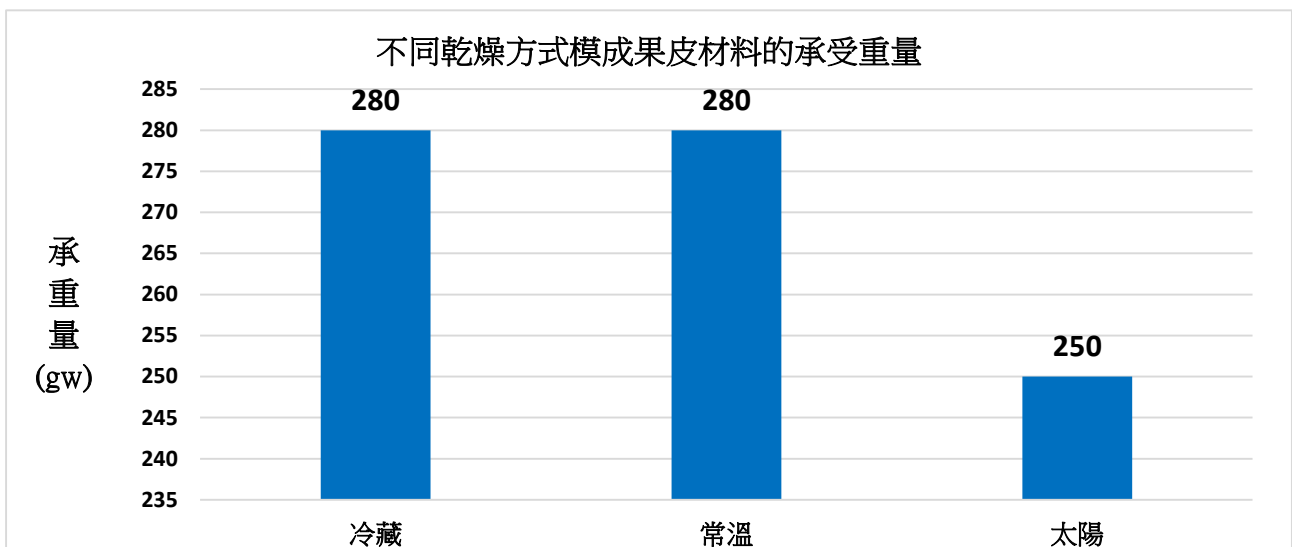
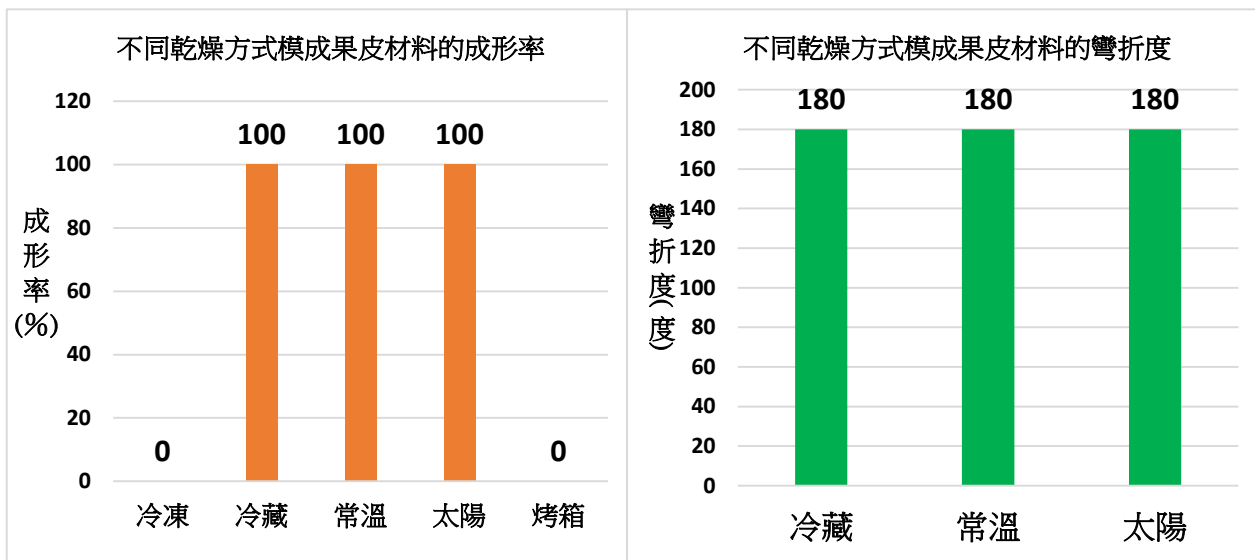
表 2 不同乾燥方式，果皮材料乾燥的情形

電壓(V) 乾燥方式	10 分鐘	8 小時	24 小時	48 小時	96 小時
冷凍	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9~未乾
冷藏	0.9	0.9	0.5	0.0	完全乾燥
常溫	0.9	0.9	0.0	已經完全乾燥	
太陽	0.9	0.0	已經完全乾燥		
烤箱	0.0	已經完全乾燥			

備註：起始電壓值為 0.9V。

表 3 不同乾燥方式，模成果皮材料的結果。

方式	冷凍	冷藏	常溫	太陽	烤箱
照片					
乾燥時間	3 天↑	48 小時	24 小時	8 小時	10 分鐘
成形率(%)	0	100	100	100	0
外觀	無法全乾	完整	完整	些微破裂	烤焦
彎折度(度)	無法測量	180	180	180	無法測量
承受重量(gw)		280	280	250	



### (三)、討論：

- 1.果皮材料以冷凍方式乾燥，在靜置 96 小時之後，材料依然有水分，果皮液內的水分不易蒸發，因此果皮液很難完全乾燥。
- 2.將果皮材料在烤箱內乾燥的，可以一下子就把材料乾燥，但是很容易烤焦，無法順利模成果皮材料。
- 3.在常溫下乾燥的果皮材料，在 24 小時內可以完全乾燥，冷藏乾燥則需 48 小時。
- 4.經測試後，發現效果最佳的是在常溫和冷藏中靜置乾燥，但常溫乾燥所需時間較短。

### 結論：

由統計圖中，可以看出不同乾燥法對果皮材料的效果沒有提升太多，還是以**常溫乾燥**的方式就可以了。自製風扇讓空氣流通，加快果皮材料乾燥的速度。

因為乾燥法沒有顯著的提升，因此接著繼續探討如何提升果皮材料的各項效果。





**實驗 2**：探討添加不同物品對提升果皮材料效果的影響





**構思：**

在全國科展的 58 屆：火龍吸水、柚造奇蹟等作品中，發現會將不同物品添加到主原料當中，以提升材料的效果。

因此接下來探討果皮液加入添加劑後，會對果皮材料產生甚麼樣的影響？依據課本上學習過和實驗室裡可找到的物品，討論之後，嘗試將 6 種不同物品當作添加劑。

**(一)、實驗步驟：**

- 1.將 50gw 果皮/500mL 水，滾煮 60 分鐘，自製成果皮液。
- 2.碳粉、蛋殼、砂糖、食鹽、小蘇打粉、醋酸等添加物，各 0.25gw、0.5gw、1.0gw。
- 3.果皮液分別取 10mL，加入步驟 2 中的各種添加物，進行鑄模、乾燥。
- 4.觀察、測試各果皮材料的聚合和堅固效果。

			
將蛋殼利用研鉢 研磨成粉狀	添加液態狀的物品	添加不同固態的物品	成品

**(二)、實驗結果：**

表 4 不同添加物品，對提升果皮材料效果的結果

添加物 添加量(gw)	碳粉	蛋殼	砂糖	食鹽	小蘇打粉	醋酸
0.25	✓	X	✓	X	X	✓
0.50	✓	✓	✓	X	X	✓
1.00	X	X	X	X	X	X

說明：打 X 表示成形率低於 30% 以下，打 ✓ 則表示成形率高於 30%，才進行效果測試。

表 5 添加不同物品，效果不佳的果皮材料。







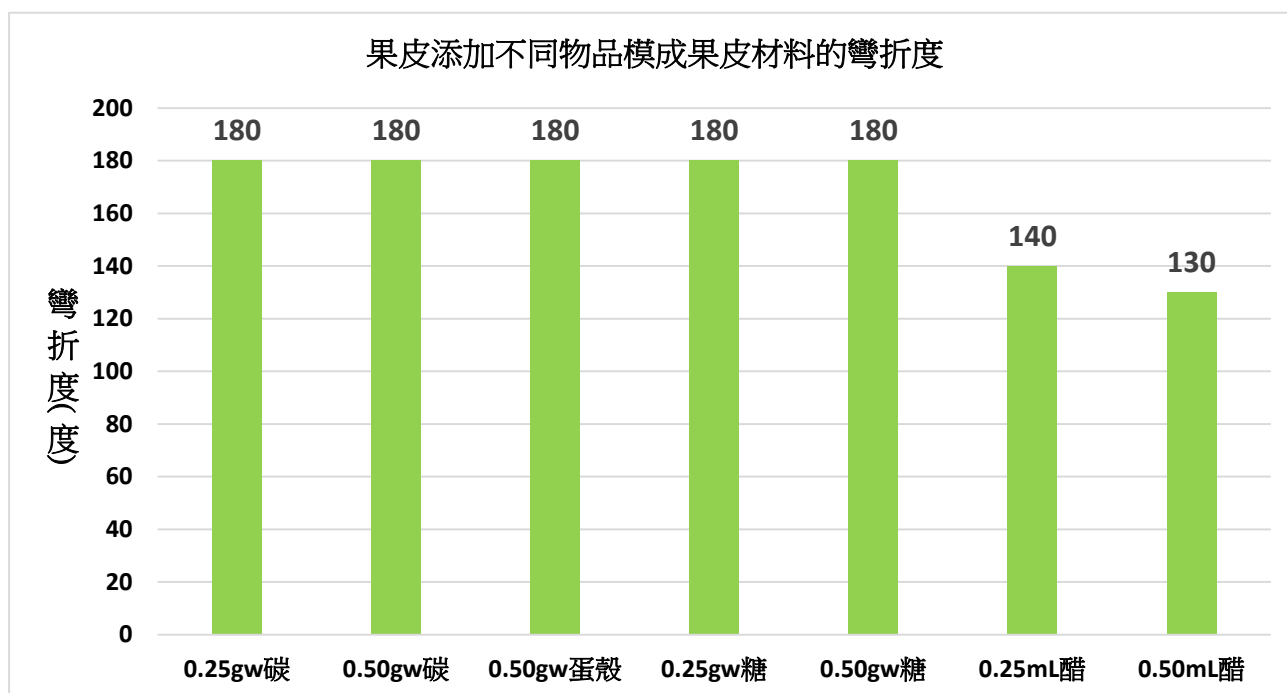
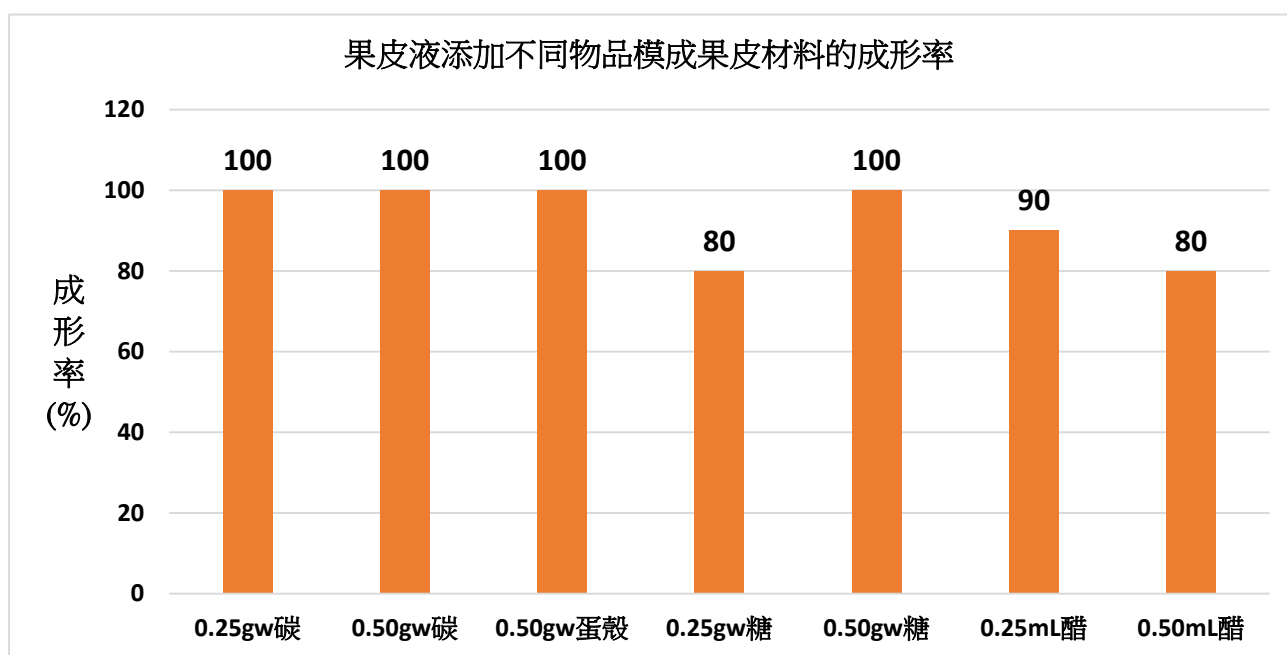
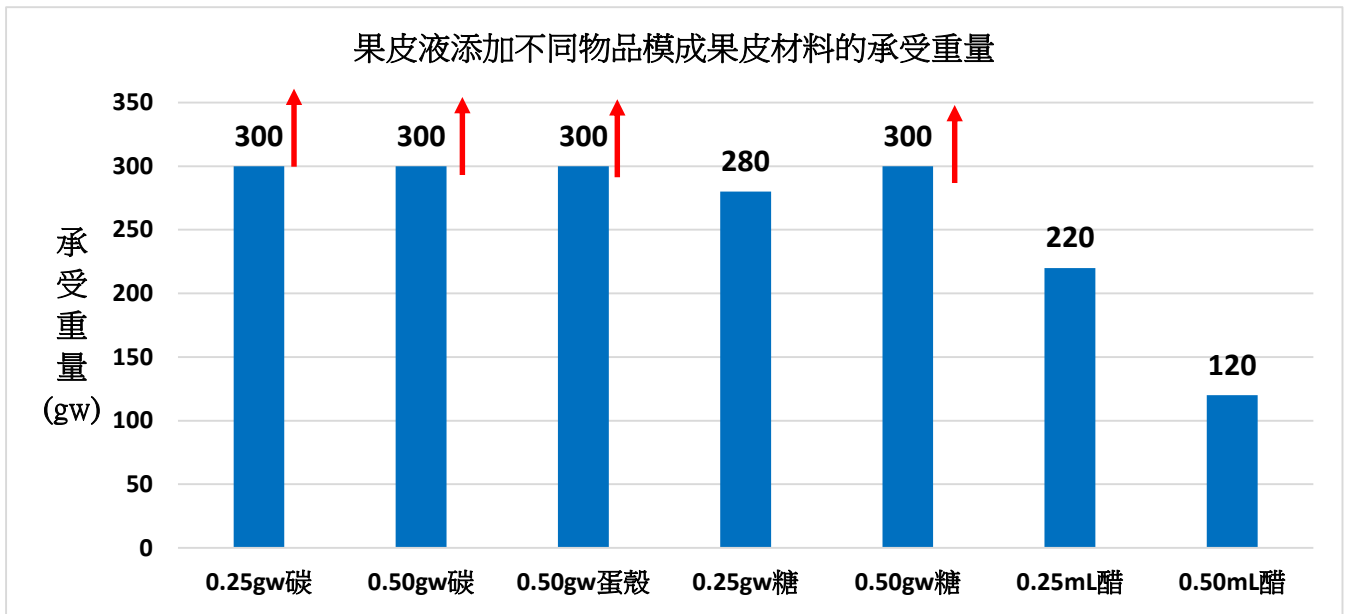
物品	碳粉	蛋殼	砂糖	食鹽	小蘇打粉	醋酸
照片						
說明	添加 1.0gw 無法成形 會有粉狀物	加 0.25/1.0gw 成形率低 有脆化現象	添加 1.0 gw 材料會太黏 無法應用	各添加量 在脫膜時候 都會碎裂	各添加量 成形皆不佳 會有碎裂	添加 1mL 的 不容易乾燥

表 6 添加不同物品，效果較佳的果皮材料。

物質名稱	碳粉		蛋殼	砂糖		醋酸	
添加量	0.25 gw	0.50 gw	0.50 gw	0.25 gw	0.50 gw	0.25mL	0.50mL
成品照片							
成形率(%)	100	100	100	80	100	90	80
外觀	完整	完整	完整	些微破裂	完整	些微破裂	有破洞
彎折度(度)	180	180	180	180	180	140	130
承受重量(gw)	300 ↑	300 ↑	300 ↑	280	300 ↑	220	120





### (三)、討論：

- 1.果皮液添加食鹽和小蘇打粉的都聚合效果不佳，其餘添加量太高，無法提高材料的成形率，添加碳粉會變成粉狀物、蛋殼會碎裂、砂糖太黏以致無法應用、醋酸則不易乾燥。
- 2.碳粉添加量 0.25gw，果皮材料就可以有很高的聚合和堅固效果。
- 3.果皮液添加 0.5gw 的蛋殼、砂糖可以有很高的聚合效果，進一步測試材料的堅固效果後，彎折度佳，承受重量可以達到 300gw 以上。
- 4.添加醋酸的材料會破裂，成形率無法達到 100%，彎折度低，承受重量最高只到 220gw。
- 5.添加鹼性的小蘇打粉的會讓果皮材料變成褐色，推測鹼性物質讓甜菜紅素變成褐色。
- 6.碳粉添加輪胎當中可以當作強化劑，推測其可以增加果皮材料的堅固效果、聚合效果。
- 7.砂糖加熱後具有黏性，因此可以增加果皮材料的堅固效果、聚合效果。

### 結論：

- 1.食鹽、小蘇打粉無法提升果皮液的聚合和堅固效果，因此果皮材料會有嚴重碎裂情形。
- 2.可以當強化劑的碳、具有黏性的砂糖、蛋殼，可以提升果皮液的聚合和堅固效果，適合作為果皮材料的添加劑。

### 實驗 3：探討不同作用方式對提升果皮材料效果的影響

#### (一)、實驗步驟：

- 1.利用下列方式製作果皮材料：

#### 凝析作用：

參考全國展第 56 屆：「蛋」妝素抹，第 60 屆：「蕉」織「鞣」合，作品中利用酸性物質讓蛋白質變性製作成材料，果皮液是酸性物質，測試和酪蛋白凝析作用後，是否可以模成果皮材料。




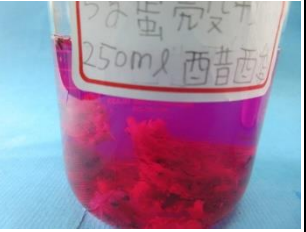
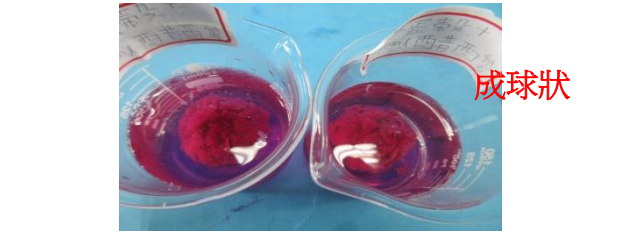
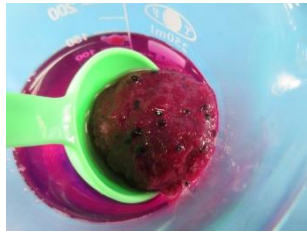

- (1).不同 pH 值果皮液：取原 pH6.4 的果皮液；將果皮液靜置一天，配製成 pH4.4 的果皮液。
- (2).將不同 pH 值果皮液(pH6.4/pH4.4)，和牛奶以不同比例混合(1：1/1：2)，加熱 10 分鐘，進行凝析作用，製作成果皮材料。

			
不同 pH 值果皮液	和牛奶不同比例混合	隔水加熱且攪拌	過濾/靜置乾燥

### 交聯作用：

果皮液是種膠狀物，嘗試是否像海藻酸鈉一樣，和含鈣的促凝劑可以形成交聯作用，由鏈狀形成網狀的物質。



- (1).促凝劑：將蛋殼浸泡在醋酸中一天配製成促凝劑，蛋殼和醋酸配製成三種比例，A(25gw 殼/250mL 醋)、B(15gw 殼/250mL 醋)、C(5gw 殼/250mL 醋)。
- (2).將 20mL 果皮液分別浸入不同比例促凝劑中，10 分鐘後撈出來製作成果皮材料。

			
配製成不同比例的含鈣促凝劑	果皮液浸入促凝劑中	比例 C 的凝聚效果差	
			
果皮液浸泡比例 A、B 促凝劑的效果佳	將浸泡 10 分鐘的果皮液撈出，進行鑄模。		

### 仿史萊姆：






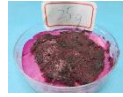


果皮液為膠狀物，測試是否能替代膠水，製成類似史萊姆的物質。

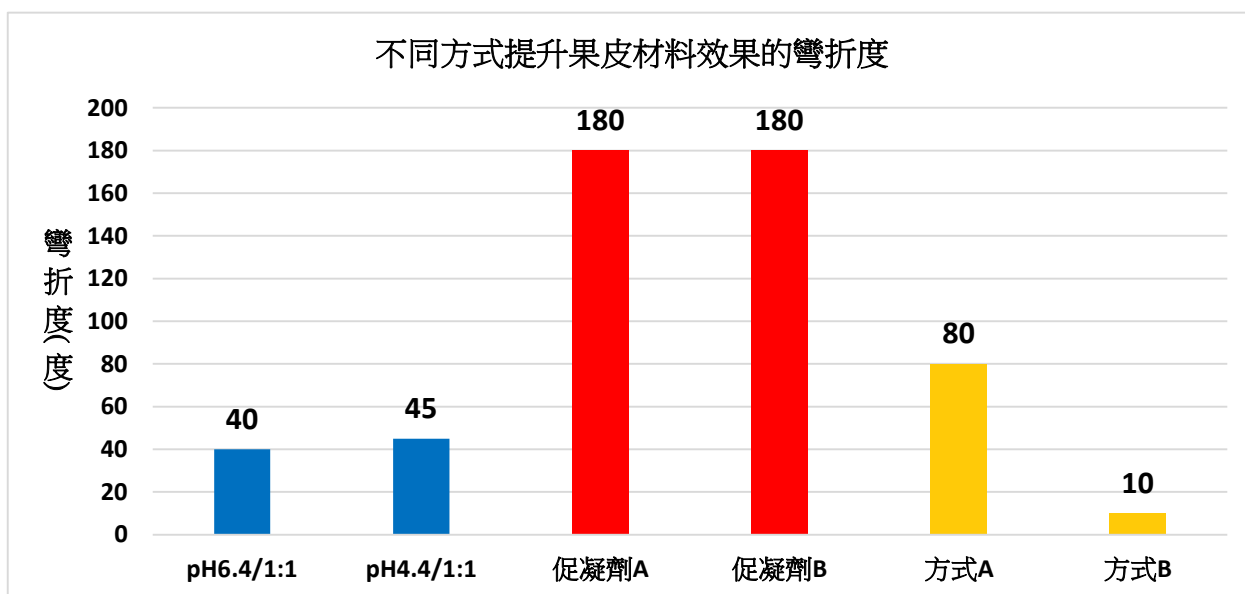
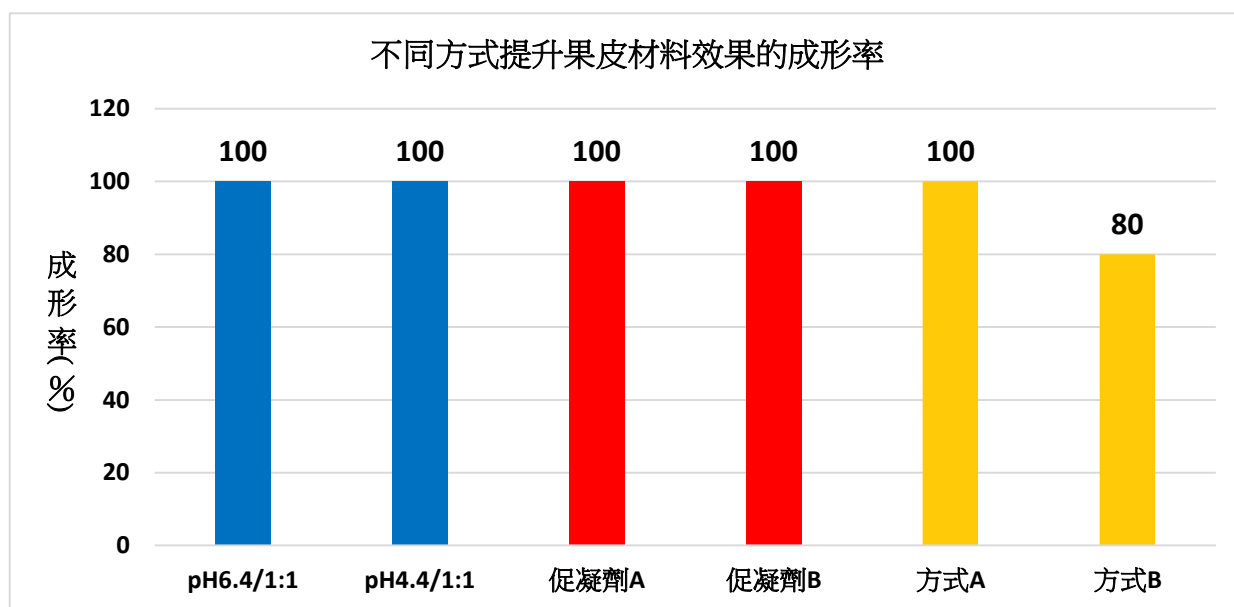
- (1).方法 A：果皮液 10mL/小蘇打粉 0.1gw/隱形眼鏡清潔液 2mL。
- (2).方法 B：果皮液 10mL/硼砂 0.5gw。

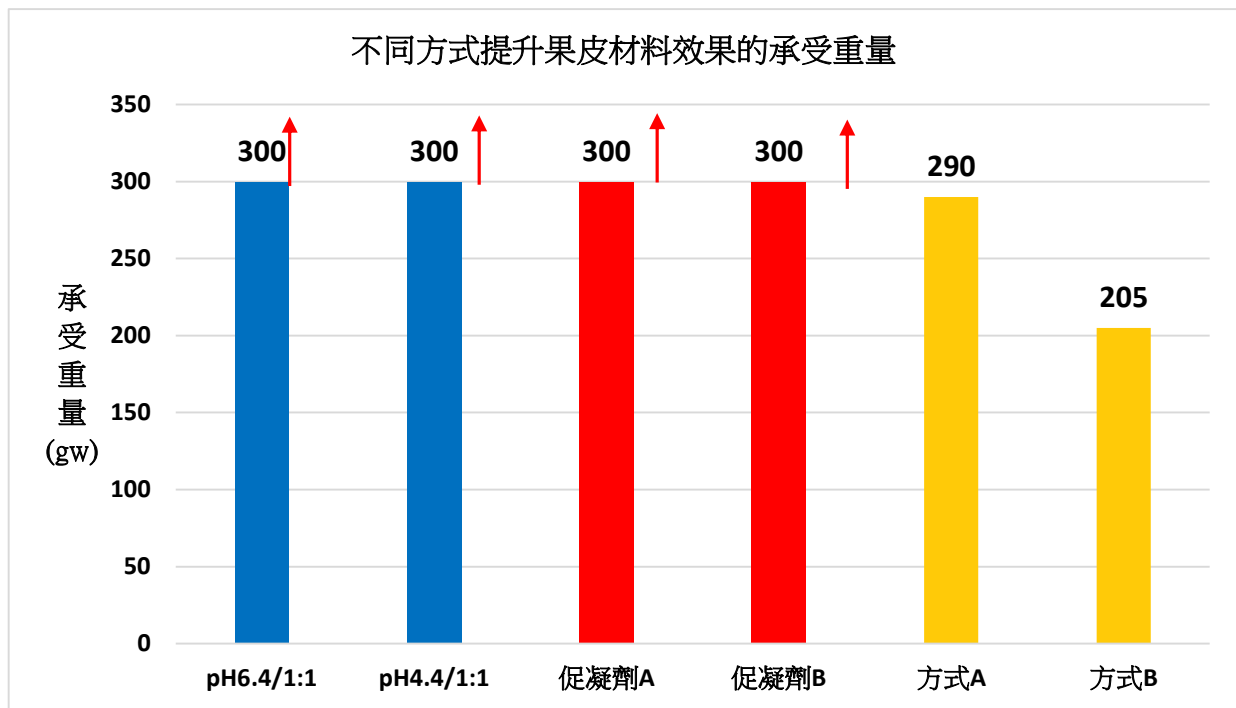
				
方法 A	加 0.1gw 小蘇打粉	加清潔液 2mL	方法 B：加硼砂	攪拌均勻

(二)、實驗結果：

表 7 不同作用方式下，果皮材料的效果。

作用方式	凝析作用			交聯作用			仿史萊姆	
	pH6.4/ 1:1	pH6.4/ 2:1	pH4.4/ 1:1	25gw 蛋殼	15gw 蛋殼	5gw 蛋殼	方式 A	方式 B
變項				250mL 醋酸				
照片								
顏色	粉紅色	淡粉色	粉紅色	桃紅色	桃紅色	桃紅色	墨綠色	深綠色
成形率(%)	100	0	100	100	100	0	100	80
外觀	有凝聚	無凝聚	有凝聚	完整	完整	破裂	破裂	完整
彎折度(度)	40	無法 測量	45	180	180	無法 測量	80	10
承受重(gw)	300 ↑		300 ↑	300 ↑	300 ↑		290	205





### (三)、討論：

#### 凝析作用：

- 1.凝析作用較佳的方式，為將 pH 值 4.4 果皮液和牛奶，以 1：1 的比例作用。
- 2.利用凝析作用製作的果皮材料，承受重量不錯，但彎折度不佳，低於 50 度，所以易碎。

#### 交聯作用：

- 1.交聯作用較佳的方式，為將果皮液浸泡到比例 B 的促凝劑(15gw/250mL)進行作用即可。
- 2.利用交聯作用所製作的果皮材料，承受重量高、彎折度可達 180 度，聚合和堅固效果都很不錯。

#### 仿史萊姆：

- 1.仿史萊姆的兩種效果都不佳，在成形率、承受重量、彎折度，都沒有很佳的效果。
- 2.蒐集資料後，發現製作史萊姆時，加入酸性物質會破壞凝聚效果，因此酸性的果皮液不適合利用仿史萊姆的方式製成果皮材料。

#### 結論：

- 1.利用交聯作用的方式，製作的果皮材料在聚合和堅固效果上，都比凝析作用和仿史萊姆的效果佳。
- 2.利用交聯作用法，讓果皮液和自製含鈣促凝劑進行作用，可以提高果皮材料的聚合和堅固效果，增加其應用性。

#### 總結論：

- 1.乾燥法，對果皮材料提升效果不多，以常溫的方式靜置乾燥效果最佳。
- 2.添加法，以添加碳粉、砂糖、蛋殼效果最佳，碳粉可以做為強化劑、砂糖具有黏性，推測因此提升了果皮材料的聚合和堅固效果。
- 3.作用法，則是以交聯作用法較佳，以果皮液和比例 B 的促凝劑(15gw 蛋殼/250mL 醋酸)進行交聯的效果最佳，在聚合、堅固效果上都有所提升。

### 研究三：研究不同自製複合果皮材料的方法及特性分析

**構思：**依據之前研究結果，自製不同的複合果皮材料，進一步利用自製裝置測試性質。

#### (一)、實驗步驟：

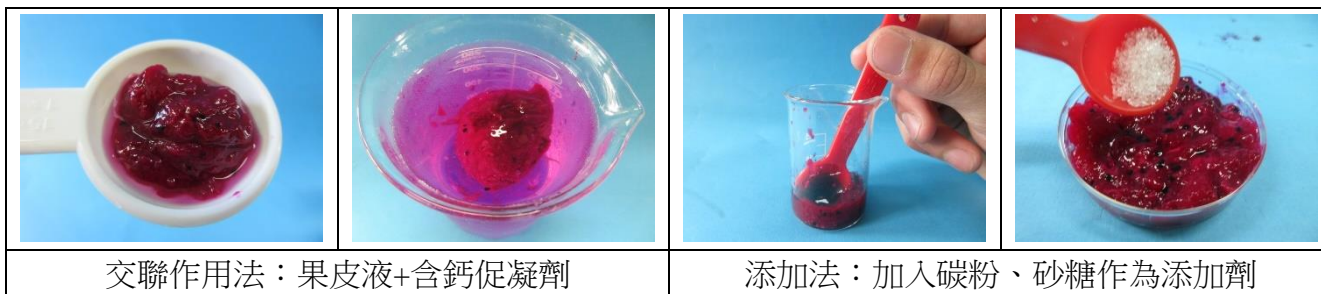
1.利用不同方式製作複合果皮材料，如下：

##### 方式一：交聯作用法

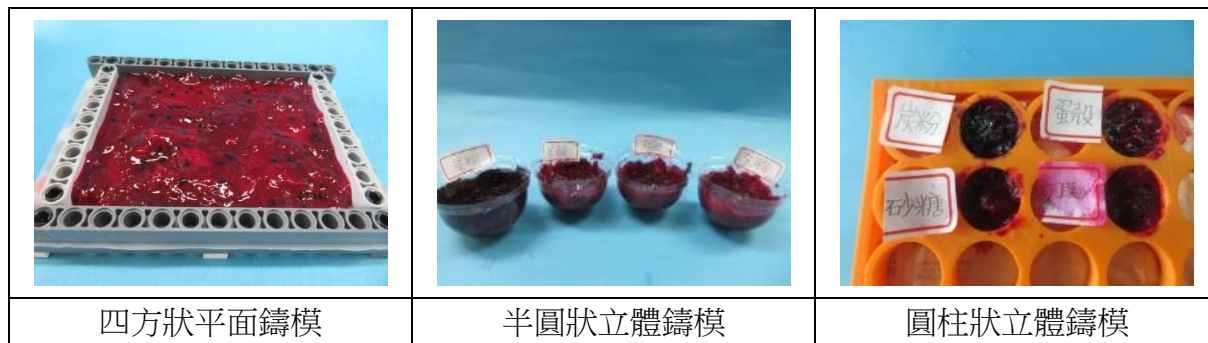
滾煮法製作果皮液，50gw 果皮/500mL 水，滾煮 60 分鐘。將模具內裝入少量的自製含鈣促凝劑，把果皮液加入模具中，接著浸泡到促凝劑中 10 分鐘，讓果皮液和促凝劑進行交聯作用。

##### 方式二：添加法

利用滾煮法製作果皮液，比例 10mL 果皮液，分別添加 0.25gw 碳粉、0.5gw 蛋殼粉、0.5gw 砂糖等物質。



2.將材料進行鑄模，包含立體鑄模。



3.測試各種複合果皮材料的性質。

**A 聚合效果：**觀察破裂情形、平整性和測試成形率，以瞭解材料的聚合效果。

性質	成形率	破裂情形	平整性
照片			
說明	利用自製成形率測量裝置，測試成形效果。	觀察材料破損情形	是否服貼

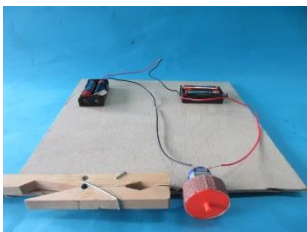

**B 堅固效果：**測試材料可以承受重量、和可彎折程度，以瞭解果皮材料的堅固效果。

性質	彎折度		承受重量
照片			
說明	利用自製測量彎折度裝置，測試可彎折角度。	接著測試計算複合果皮材料，可以連續對折次數。	自製測試承受重量裝置，測試可以承受的重量。

**C 塑形效果：**測試立體度和回縮率，以了解各材料的可塑形效果。

性質	立體度		回縮率
照片			
說明	測試裝置	未凹陷長度/圓周長。	$(原體積 - 模成後體積) / 原體積$ 。

**D 耐受效果：**測試複合果皮材料各項耐受性。

耐磨性	耐撞性	耐脆性
		
耐磨性測試裝置	測量磨損後剩下長度	拍攝撞擊後的數據
		耐脆性測試裝置

(二)、實驗結果： 表 8 不同樣複合果皮材料模成結果



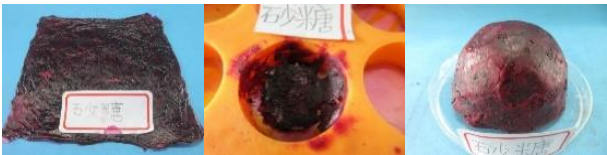

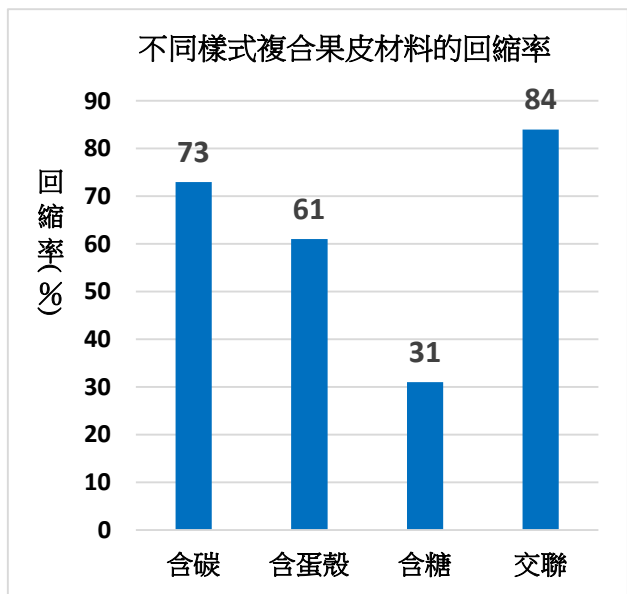
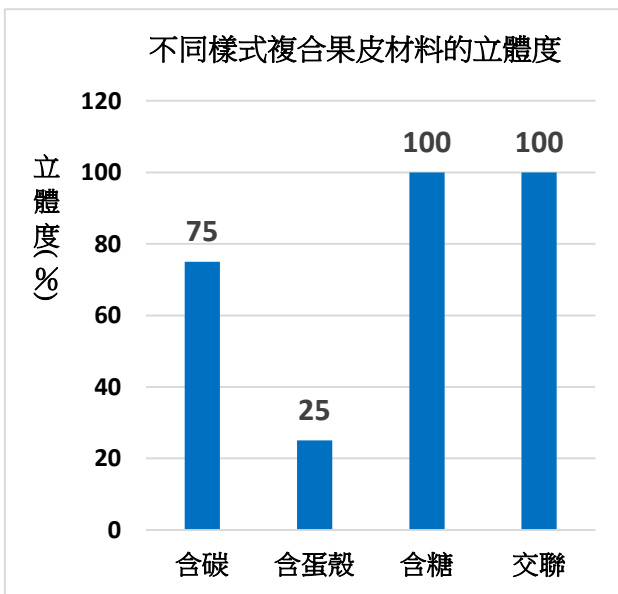
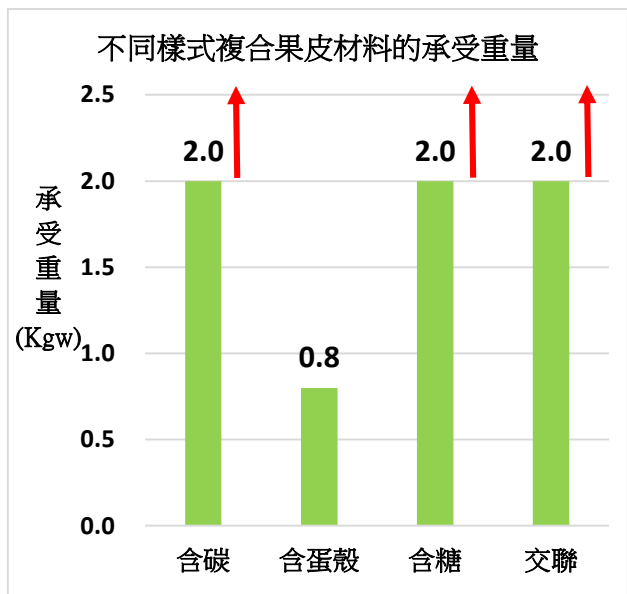
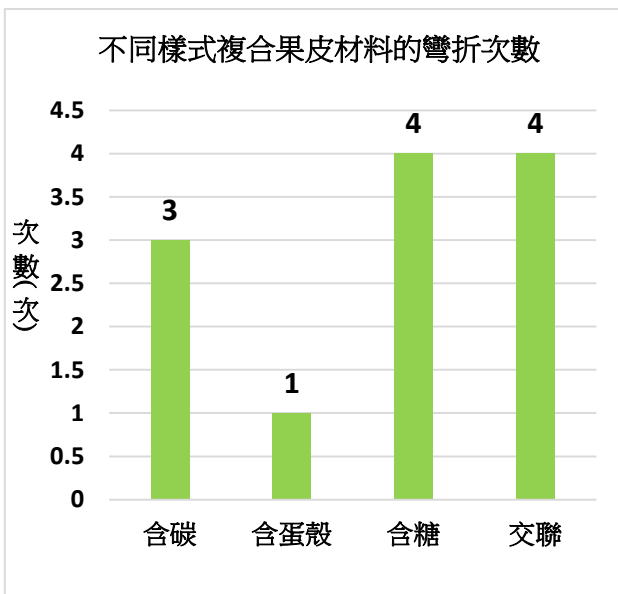
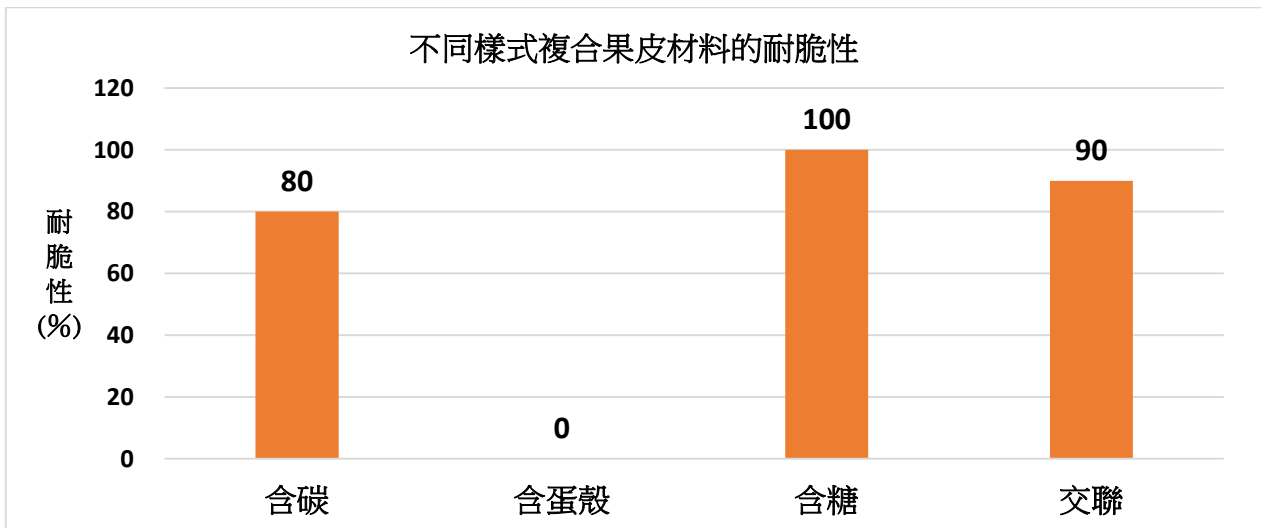
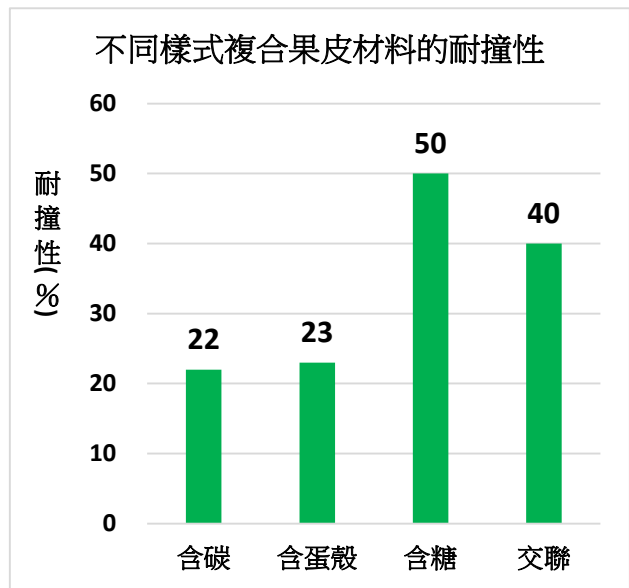
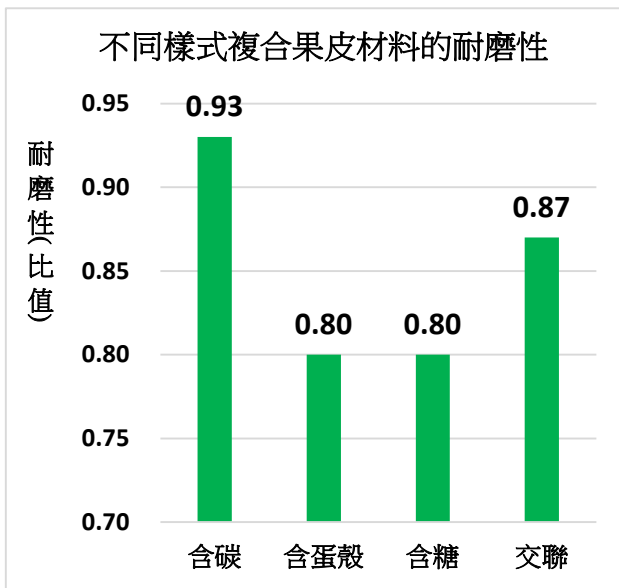
含碳複合果皮材料	蛋殼複合果皮材料
	
含砂糖複合果皮材料	交聯複合果皮材料
	



表 9 複合果皮材料性質測試結果

效果	聚合效果	堅固效果		塑形效果		耐受效果		
性質	成形率	彎折度	承重量	立體度 原 20cm	回縮率 原 4.9 cm <sup>3</sup>	耐磨性 原 1.5cm	耐撞性 原 60.0gw	耐脆性 原 1.0gw
含碳	100% 完整	180 度 3 次	2.0kgw ↑	15cm 75%	1.3 cm <sup>3</sup> 73%	1.4cm 0.93	47.0gw 22%	0.8gw 80%
含蛋殼	100% 破洞	180 度 1 次	0.8kgw	5cm 25%	1.9 cm <sup>3</sup> 61%	1.2cm 0.80	46.5gw 23%	0gw 0%
含糖	100% 完整	180 度 4 次	2.0kgw ↑	20cm 100%	3.4 cm <sup>3</sup> 31%	1.2cm 0.80	30.0gw 50%	1.0gw 100%
交聯	100% 完整	180 度 4 次	2.0kgw ↑	20cm 100%	0.8 cm <sup>3</sup> 84%	1.3cm 0.87	36.0gw 40%	0.9gw 90%





### (三)、討論：

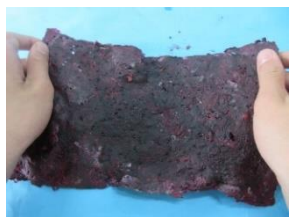
- 1.含碳複合果皮材料，聚合和堅固效果都高，但在塑形上較不佳，耐受效果中耐磨性是結果最佳的複合果皮材料，碳粉適合用來當作強化劑。
- 2.含蛋殼複合果皮材料，聚合效果和堅固效果都不錯，但塑形效果不佳，在四種材料中表現最不佳。
- 3.含砂糖複合果皮材料，聚合效果、堅固效果、塑形效果皆佳，耐脆可長時間使用，耐撞性的效果為全部中最佳的，適合用來當作緩衝的材料、立體的物品。
- 4.交聯複合果皮材料，聚合效果、堅固效果、塑形效果皆佳，耐脆可長時間使用，可以用來製作立體的物品。

### 結論：

- 1.各種性質測試後含碳、含糖、交聯作用的，適合用來製作複合果皮材料。含蛋殼的果皮複合材料，在四種材料中是效果最差的，較不適合用來製作複合果皮材料。
- 2.碳粉對果皮材料有強化的效果，可以當作強化劑；含糖的適合用作為緩衝材料和立體物品；交聯作用的可以用來製作成立體的物品。

研究四：複合果皮材料在日常生活中的實際應用

**構思**：含碳、含糖、交聯作用的複合果皮材料可以製作成大面積的薄膜，可以做為保鮮膜、封膜等物品，除了薄膜之外，依據性質測試結果讓複合果皮材料進行更多樣的應用。

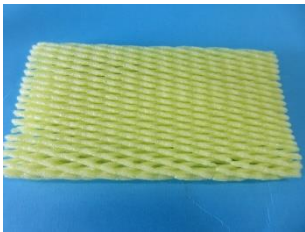
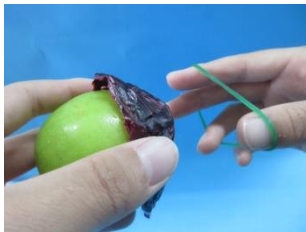








一、**網套**：水果網套 / 立體網套

**構思**：有些網套是生活中一次性且不具環保性的用品，因此希望利用複合果皮材料來替代。

**原理**：網套主要是為了防撞設計，所以選擇含糖的耐撞性高、耐彎折、且立體度高，用來模成網套的樣式。

製作方式：

			
市售水果網套	第一代水果網套	改良：鑄模裁剪材料	果皮液當作黏著劑
			
黏貼成複合果皮材料網套		應用：水果網套	立體網套

二、**邦提圈**：

**構思**：邦提圈是日常生活中一次性的塑膠製品，希望利用複合果皮材料製作可替代的物品。

**原理**：成品需可以環繞袋子、承受重物，利用耐彎折、承受重性高、回縮率高的交聯果皮複合材料來製作。

製作方式：



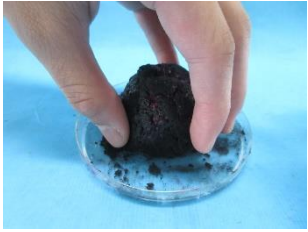

				
市售邦提圈	模成長條狀材料	成品：可以承受重 300gw 左右	進行改良，利用 <b>層疊鑄模</b> ：堆疊黏著條狀果皮複合材料，承受重達 2 公斤以上	

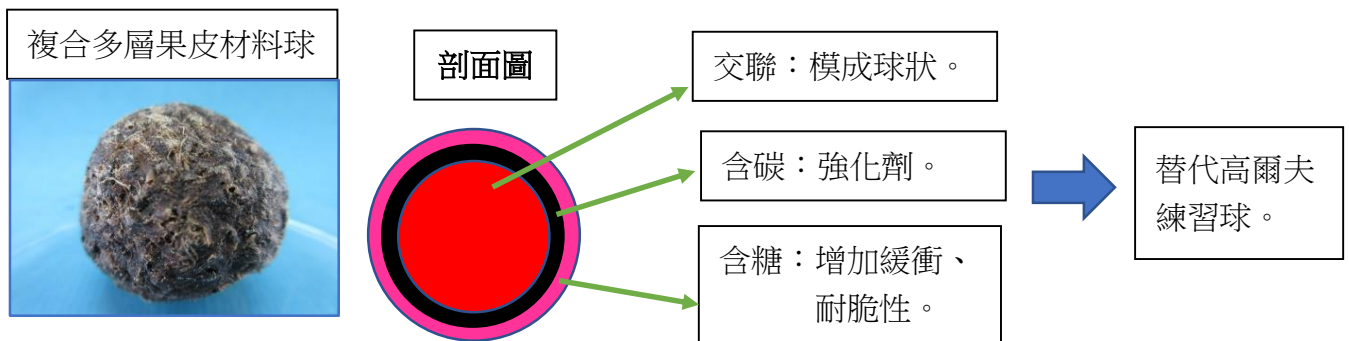
三、**球**：複合多層果皮材料球

**構思**：高爾夫球使用後，有些會留在大自然的環境中，甚至掉落水中，對環境形成負擔，因此嘗試用複合果皮材料來製作替代物品。

**原理**：交聯作用的複合果皮材料可以模成球狀，添加碳粉增加回縮、堅固性，包裹含糖材料增加耐撞、減緩脆化。

**製作方式**：

			
球狀鑄模：讓材料進行交聯作用模成球狀		添加碳粉強化材料	添加糖增加緩衝



四、**嫁接球**：

**構思**：阿公最近用嫁接球在繁殖真柏，它是一種塑膠製品，球形中空，試試可不可以利用複合果皮材料來替代。

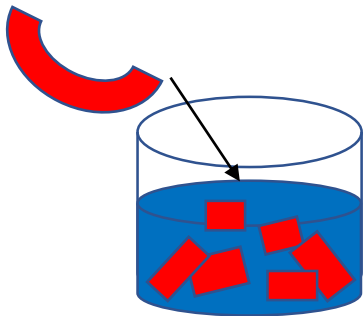
**原理**：交聯、含糖複合果皮材料，可以製作出具立體度物品，堅固效果、塑形效果皆佳，因此用它們來製作。

**製作方式**：

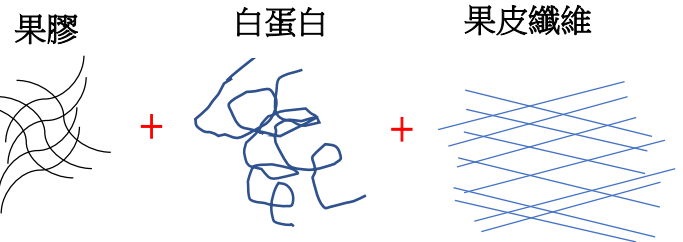
			
市售嫁接球	半圓狀複合果皮材料	成品：果皮嫁接球	放入水苔後加水
			
複合果皮材料嫁接球包裹在枝條上	塗抹果皮液加以黏合 塗油加強防水	天天澆水	數月後嫁接處會長根

## 實際應用方式

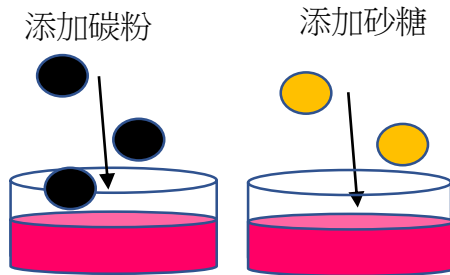
1.處理火龍果皮：剝下外皮、切成塊狀、滾煮 60 分鐘。



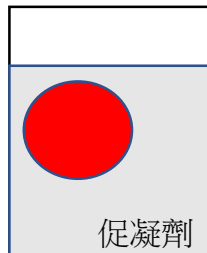
2.果皮液：釋放果膠，和果皮纖維、內含白蛋白作用，形成膠狀果皮液。



3.果皮材料提升效果。



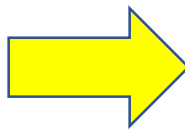
交聯作用



4.鑄模：乾燥模成複合果皮材料。



5.實際應用：  
自製成水果網套、立體網套、  
邦提圈、複合多層果皮材料球  
(高爾夫練習球)、嫁接球。



## 6.說明：

果皮剝下，切塊後加水滾煮 1 小時，讓果皮纖維、果膠與白蛋白進行作用，製成的果皮液，可依據需求利用不同方式提升效果，碳粉可以強化材料，加糖可以讓材料有緩衝和立體效果，交聯作用可塑性高，可以製作具立體度的材料，和碳粉、砂糖結合可以有更多面向的應用，最後鑄模乾燥後，就可以在日常生活中進行實際應用。無需使用複雜裝置與製程，可在家中自行製作。

## 捌、研究結論

### 一、選用果皮與製作果皮液：

- 1.測試多種果皮後，發現火龍果皮含有果皮纖維、果膠、白蛋白等物質，適合用來製作成複合果皮材料，以進行應用。
- 2.測試滾煮、攪打、黏合、酸提等四種方法後，發現滾煮法是最適合製作果皮液的方式，因為滾煮之後果皮釋放出果膠，可以讓果皮纖維和內含白蛋白，聚合成形的更緊密，無須再添加任何黏合劑就可以進一步製成果皮材料，且可以讓果皮完整的被利用。

### 二、製作和測試果皮材料性質：

為了增加果皮材料的應用性，我們用了三種方法進行探究。

#### 1.乾燥法：

不同乾燥法對果皮材料的效果沒有提升太多，還是以常溫乾燥的方式就可以了。自製風扇讓空氣流通，可以加快果皮材料乾燥的速度。

#### 2.添加法：

測試多種物質當作添加劑後，發現食鹽和小蘇打粉無法提升果皮液的聚合與堅固效果，因此會有嚴重碎裂情形。

可以當強化劑的礬、具有黏性的砂糖、蛋殼，可以提升果皮液的聚合和堅固效果，適合作為果皮材料的添加劑。

#### 3.作用法：

利用凝析作用製作的果皮材料，承受重量不錯，但是彎折度不佳，所以易碎，在應用上會受限制。在仿史萊姆法中，發現加入酸性物質會破壞凝聚效果，因此酸性的果皮液不適合利用仿史萊姆的方式製作成果皮材料。

利用交聯作用法，讓果皮液和自製含鈣促凝劑進行作用，可以提高果皮材料的聚合和堅固效果，增加其應用性。此方法適合用來製作果皮材料。

### 三、測試複合果皮材料性質：

- 1.各種性質測試後含礬、含糖、交聯作用的，適合用來製作複合果皮材料。含蛋殼的果皮複合材料，較不適合用來製作複合果皮材料。
- 2.含礬、含糖、交聯作用的複合果皮材料，都可以用來製作成大面積的薄膜。
- 3.礬粉對果皮材料有強化的效果；含糖的適合用作為緩衝材料和立體物品；交聯作用的可以用來製作成立體的物品，和礬粉結合可以有更多面向應用。

#### 四、生活中的實際應用：

- 1.含碳的複合果皮材料，耐磨性高，可以當作強化劑用來強化果皮材料，能夠做成高爾夫球練習球的內層。
- 2.含糖的複合果皮材料，耐撞、耐脆、具立體度，能夠製作成緩衝材料和立體物品，可以用來製作(水果/立體)網套、嫁接球、大面積的薄膜。
- 3.交聯的複合果皮材料，耐脆、耐彎折、具立體度，除了做成大面積薄膜、邦提圈外，模成半球狀的可以用來做嫁接球，使用後可以直接被植物吸收利用，減少對環境的負擔。
- 4.交聯的複合果皮材料塑形度高，可以做成立體的球形，和碳粉、含糖結合可以有更多面向應用，製作成複合多層果皮材料球，可替代高爾夫練習球。

利用火龍果皮的特性，簡單的提升效果的方法，自製出多樣且具立體度，可實際應用的物品，廢棄不用的果皮，在我們一連串的探究研發後模成了複合果皮材料，且可在生活中實際應用。這具環保材料可解決不可分解材料所形成問題。

#### 玖、參考文獻

- 1.顏世枋等(2018)。水溶液的性質。自然與生活科技五下。台南市：南一。
- 2.顏世枋等(2018)。珍愛家園。自然與生活科技六下。台南市：南一。
- 3.第53屆全國科展，高職組 農業及生物科技，龍“鳳”“橙”祥～以鳳梨皮及柳橙果皮製作可裁式調味紙取代傳統速食麵調味包之可行性研究。
- 4.第56屆全國科展，國小組 生活與應用科學科，「蛋」妝素抹-探討植物蛋白製作天然塗料之可行性。
- 5.第 58 屆全國科展，國中組 生活與應用科學科(二)，火龍吸水、柚造奇蹟。
- 6.第 58 屆全國科展，國小組 生活與應用科學科(二)，渾身解塑-以回收紙漿和洋菜製作可分解垃圾袋。
- 7.第60屆全國科展，國小組 化學科，「蕉」織「鞣」合～探討綠蕉鞣酸的作用及自製蕉鞣豆皮膠膜。
- 8.第 61 屆全國科展，國中組 生活與應用科學科(二)，見「塑」不見「鱗」？ -魚鱗環保薄膜的研發及應用。
- 9.第 63 屆全國科展，國小組化學科，「果」然「塑」這樣-農業廢棄物回收自製果膠保鮮膜之探究。
- 10.維基百科，火龍果 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%81%AB%E9%BE%99%E6%9E%9C>。
- 11.翰林雲端學院：鏈狀的聚合物、網狀的聚合物。

說明：研究報告中所有照片、圖表除了有註明出處之外，皆由作者協同所拍攝製作。

## 【評語】 083015

本作品的研究主題是探討火龍果果皮的特性並製成多種生活應用的材料，作者自行研發測試果皮材料/複合果皮材料性質之實驗用具與測量方法，具有巧思。果皮複合材料可應用於高爾夫練習球內層、果皮網套袋、架接球、邦提袋等，兼具環保特性且應用方式非常多元。未來可朝向材料特性測試的標準化流程進一步研究。



## 作品簡報

# 果皮模塑皂師



# 摘要

研發環保材料解決不可分解材料所形成問題，是全球的課題。我們研究目的主要是將果皮模製作成可以在生活中實際應用的複合材料。以火龍果皮為原料，利用它的特性，滾煮後釋放出果膠，和果皮所含有纖維、白蛋白作用模成果皮材料，讓果皮完整的被利用。接著提升果皮材料的整體效果，測試乾燥、添加、作用法後，發現材料常溫靜置乾燥即可，碳粉可當作強化劑、砂糖可增加材料緩衝性、耐脆性和立體度，交聯作用可以讓材料有更多樣的塑形。為探究它的特性，自製多樣測試方法與裝置，進行探究分析。最後根據材料特性，製作出大面積薄膜，還製作成水果網套、邦提圈，更將材料模成具立體度，嫁接球和多層複合果皮材料球以替代高爾夫球等，在生活中實際應用。

## 壹、研究動機

生活中很多東西都是使用一次就丟棄了，可不可以找到替代的環保材料，成了全球共同的課題。在一本書籍裡，用甘蔗渣製作成紙張，那農業廢棄物可不可以有更多應用呢？我們是一所大型學校，每次餐後所產生的果皮有多少公斤呢？這些廢棄果皮可以怎麼應用呢？尋找適合的廢棄果皮，嘗試製作成果皮材料，如何提高果皮材料應用性，如何測試果皮材料的特性以及在日常生活中可以怎樣實際應用，讓果皮模成複合果皮材料，是這次研究主要的研究動機。

## 貳、研究目的

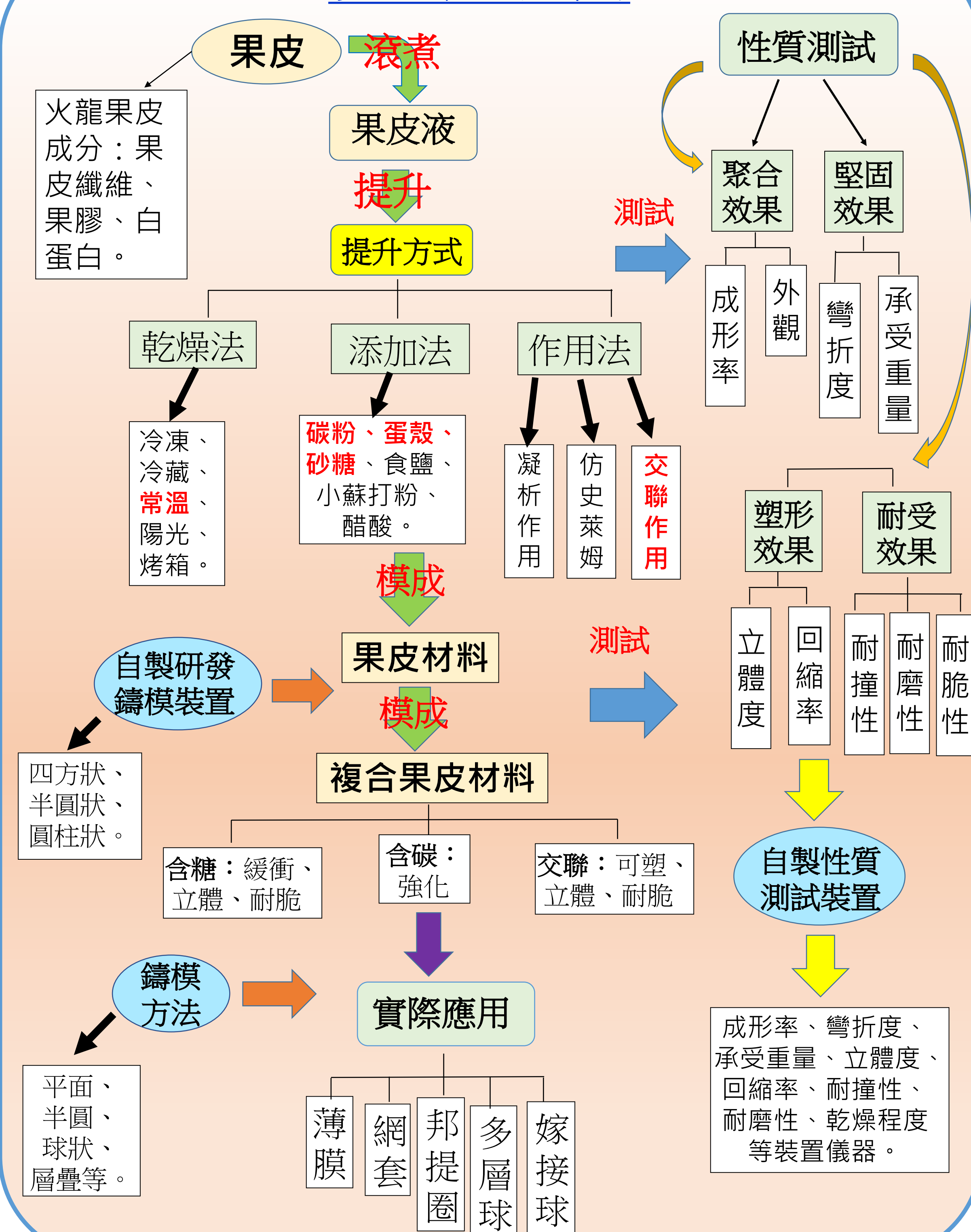
- 一、研究果皮模成果皮材料的方式
- 二、研究提升果皮材料應用的方式
  - 1、探討不同乾燥方式對提升果皮材料效果的影響
  - 2、探討添加不同物品對提升果皮材料效果的影響
  - 3、探討不同作用方式對提升果皮材料效果的影響
- 三、研究不同自製複合果皮材料的方法及特性分析
- 四、研究複合果皮材料在日常生活中的實際應用

## 肆、研究原理/果皮特性

**外觀：**桃紅色、含有纖維。  
**狀態：**果皮是固態的，在加水滾煮後會釋放出果膠且呈現膠狀。  
**成分：**有植物性白蛋白、纖維、甜菜紅素，可以釋放出果膠。  
**pH值測試：**利用pH值測試儀檢測，呈現酸性。  
**導電效益測試：**膠狀的果皮液可以產生電壓、電流。  
**黏著劑：**果皮液可以用來黏合物品，當作黏著劑。

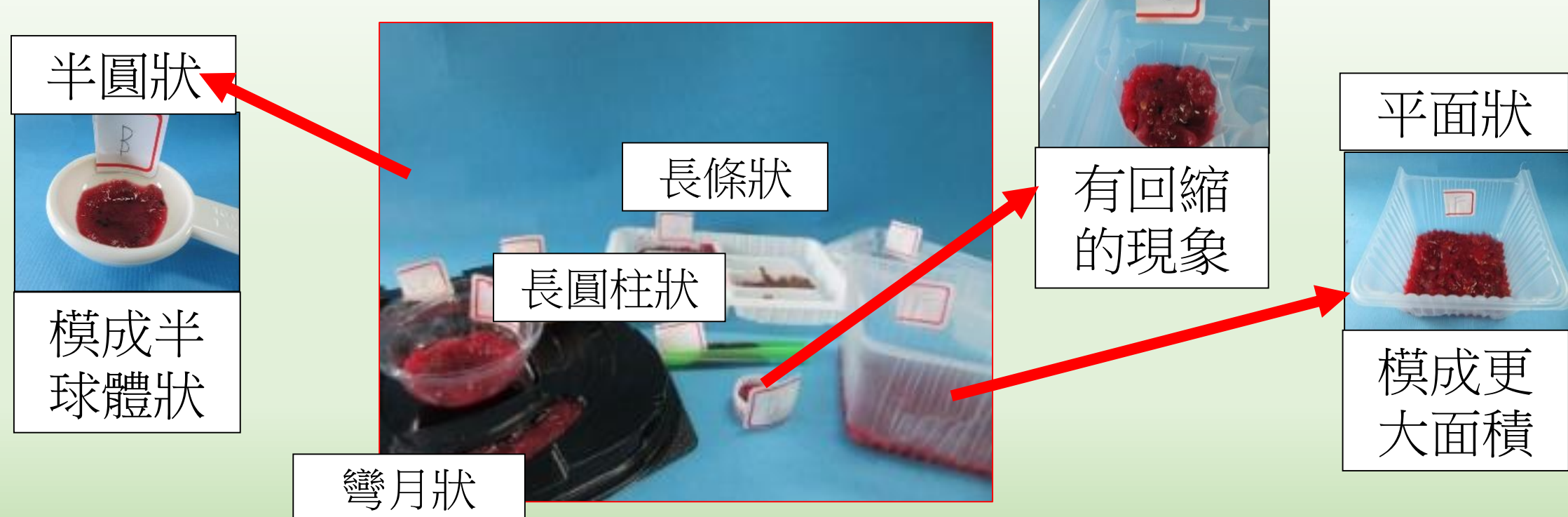
海報中所有照片、圖表，皆由作者協同所拍攝製作。

## 參、研究架構圖



## 鑄模裝置

蒐集容器與選用模具



## 伍、研究設計

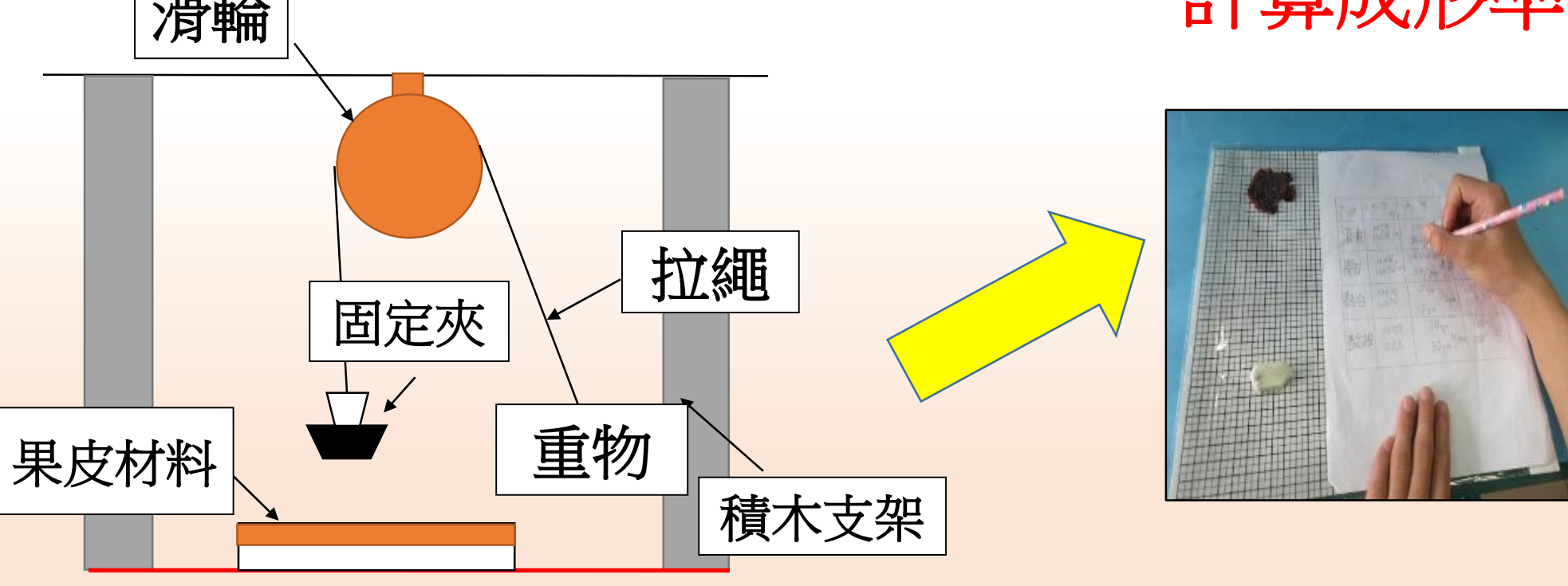
## 自製模具

名稱	四方狀	半圓狀	圓柱狀
自製模具			
說明	聚合效果：成形率/外觀。 堅固效果：承重量/彎折度。 耐受效果：耐撞性。	塑形效果：立體度。	塑形效果：回縮率 耐受效果：耐磨性、耐脆性。

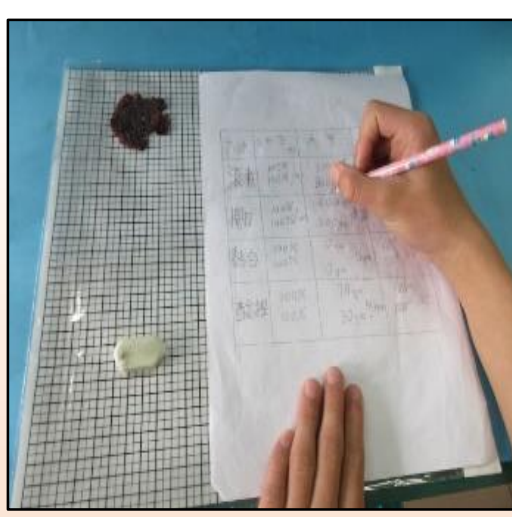
## 自行研發的實驗用具與測量方法

### A 聚合效果：

#### A-1 成形率測試裝置

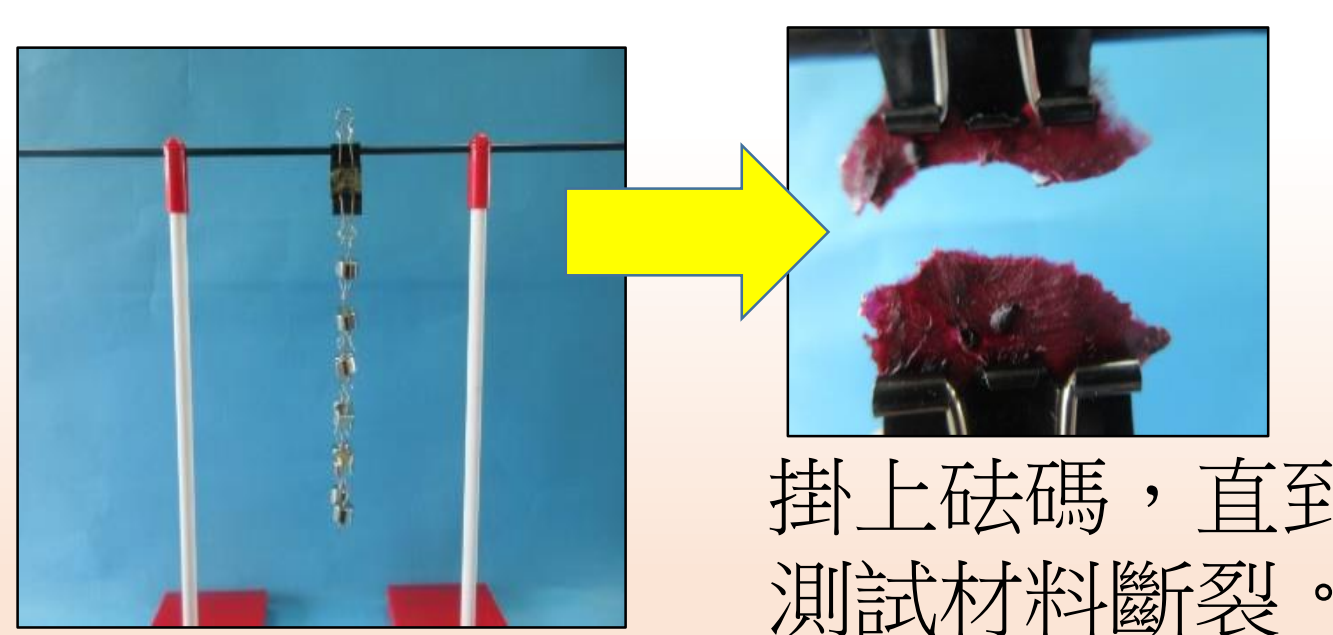


計算成形率

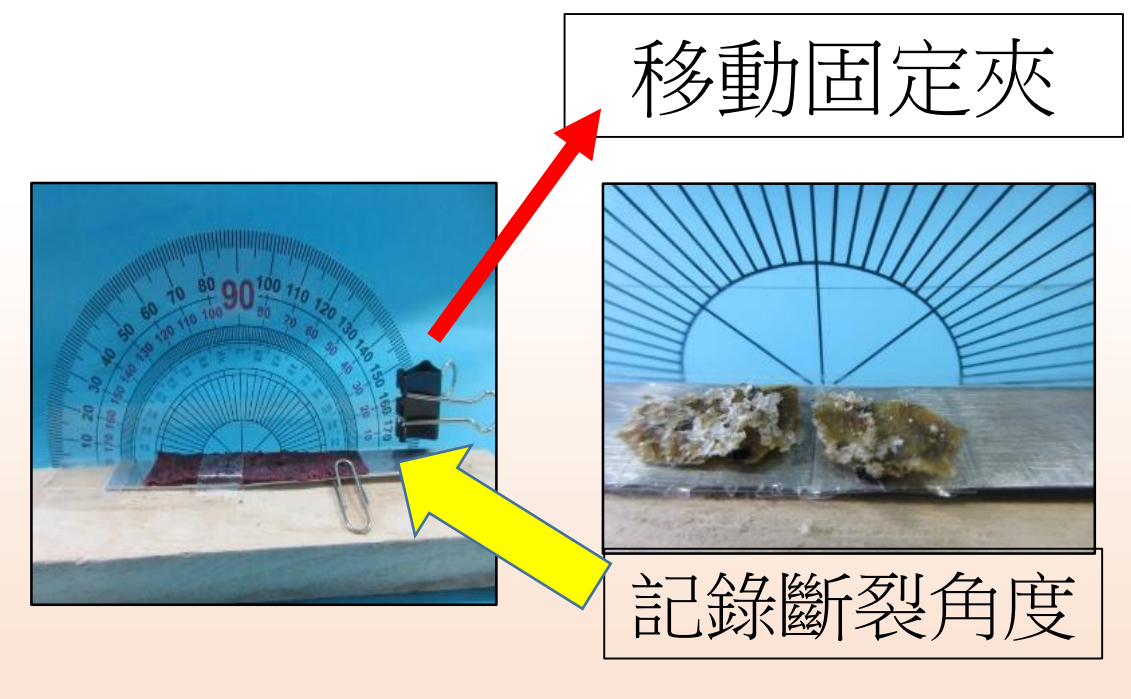


### B 堅固效果：

#### B-1 承重量測試裝置



#### B-2 彎折度測試裝置



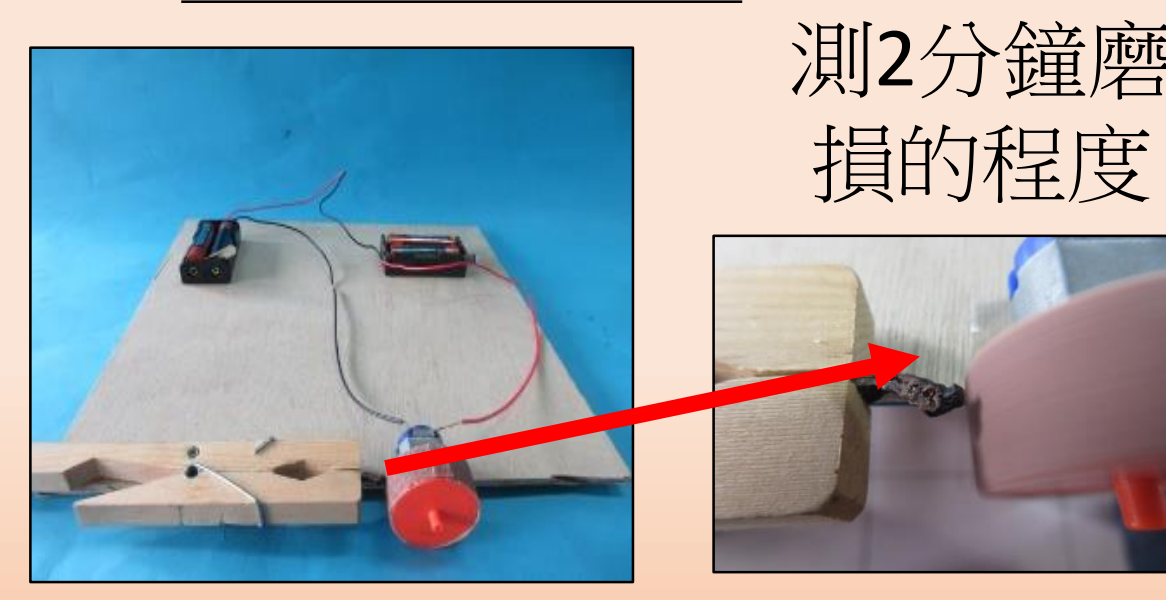
### C 塑形效果：

#### C-1 立體度、回縮率測試裝置



### D 耐受效果

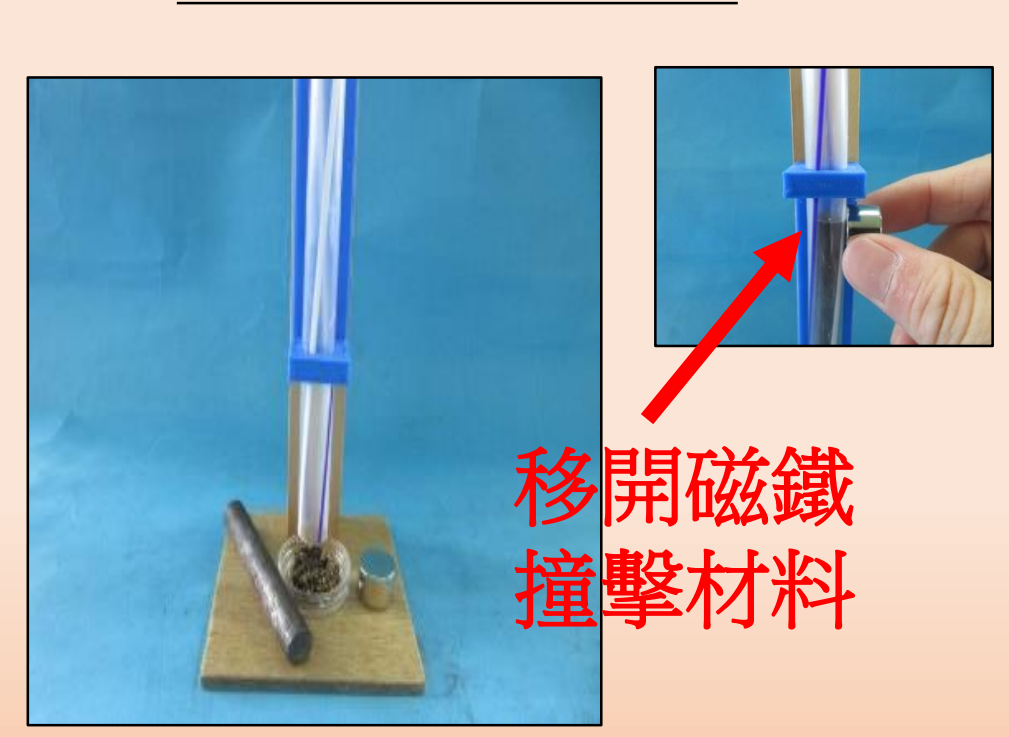
#### D-1 耐磨性測試裝置



#### D-2 耐撞性測試裝置



#### D-3 耐脆性測試裝置



## 陸、研究過程

### 研究一、研究果皮模成果皮材料的方式

#### (一)、實驗步驟、結果：

名稱	火龍果	柚子、百香果
照片		
說明	完整成形	破碎/無法成形

Classroom waste fruit skins (班上食用後的廢棄果皮)

#### (二)、結論：



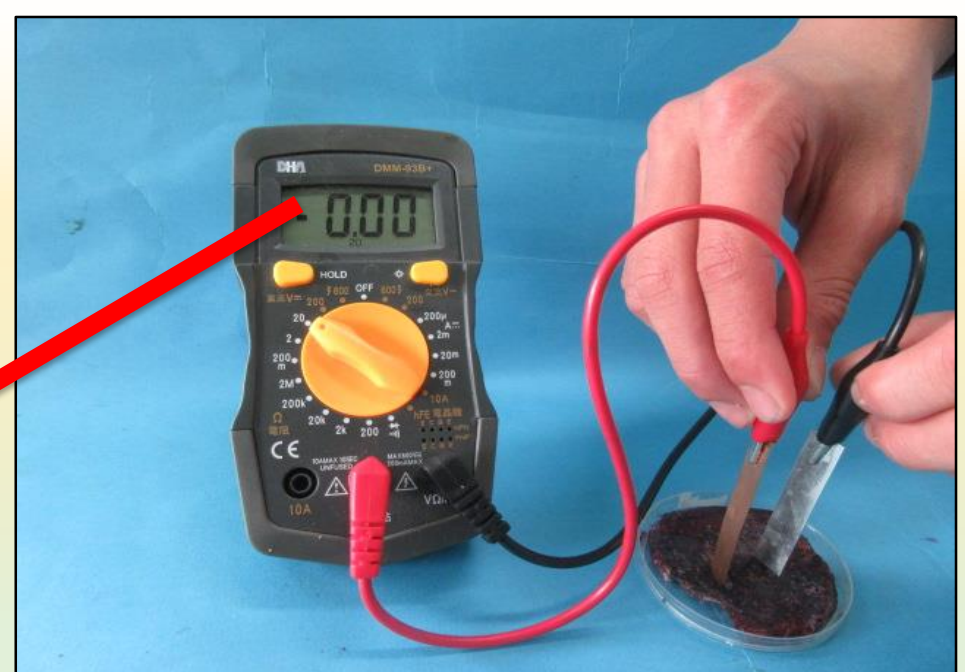
方式	滾煮法	攪打法	黏合法	酸提法
作法				
成形率(%)	100/無破裂	100/無破裂	100/無破裂	90/有破裂
彎折度(度)	180	90	55	180
承受重(gw)	280	280	0	50

## 研究二：研究提升果皮材料應用的方式

### 研究二-1：探討不同乾燥方式對提升果皮材料效果的影響

#### (一)、實驗步驟：

未乾燥前果皮液可以當作電解值，乾燥後測試到電壓為0。



#### (二)、實驗結果：

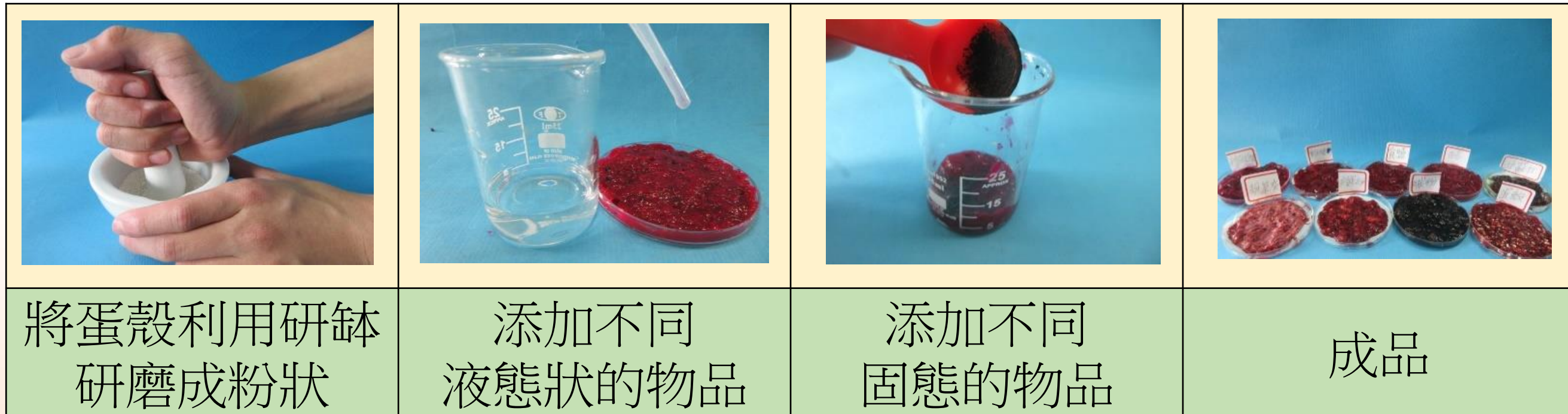
乾燥方式	冷凍	冷藏	常溫	太陽	烤箱
乾燥時間	3天↑	48小時	24小時	8小時	10分鐘
成形率(%)	0	100	100	100	0
彎折度(度)	無法測量	180	180	180	無法測量
承受重量(gw)	無法測量	280	280	250	無法測量

#### (三)、結論：

不同乾燥法對果皮材料的效果沒有提升太多，還是以常溫乾燥方式就可以了。

### 研究二-2：探討添加不同物品對提升果皮材料效果的影響

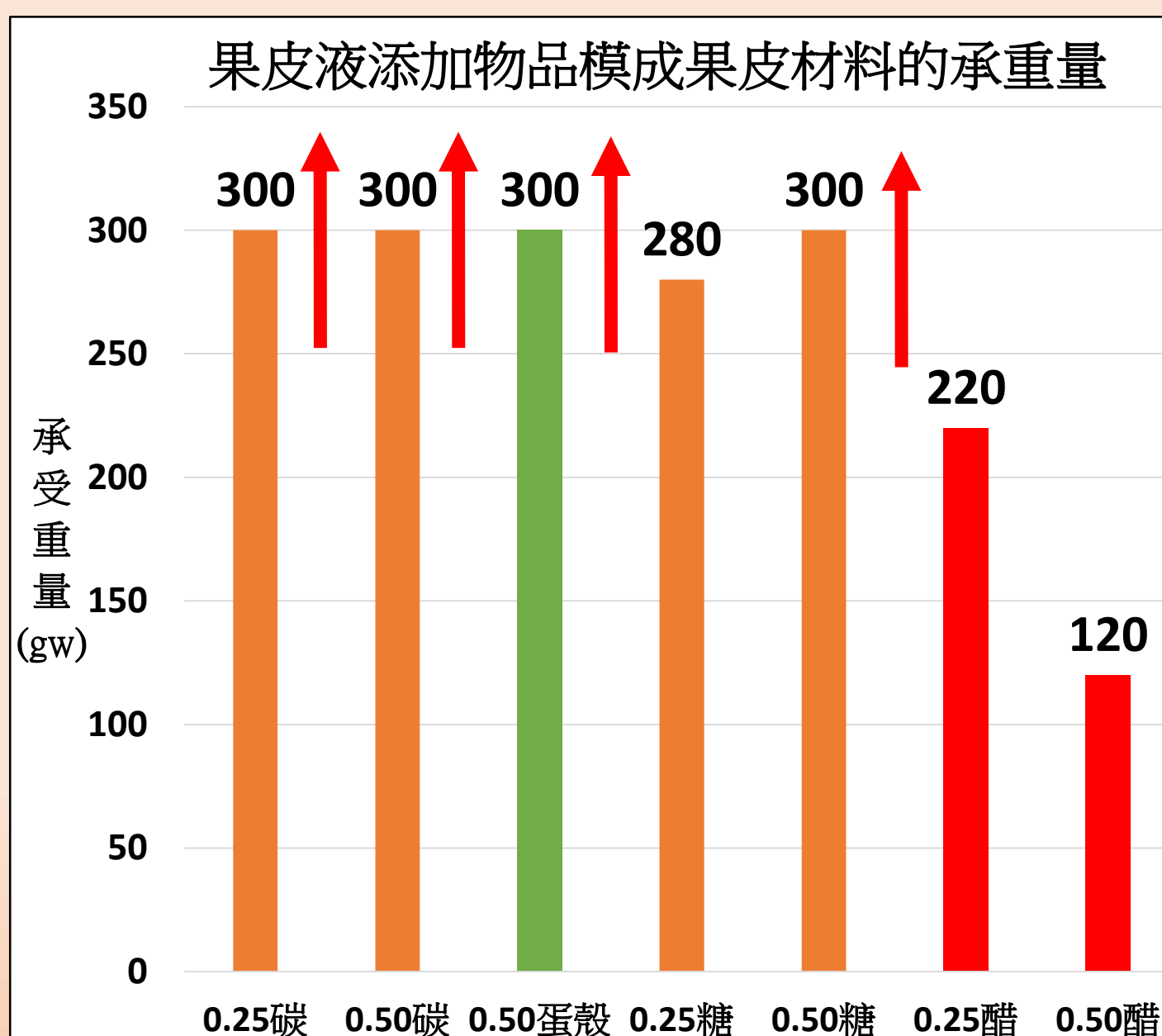
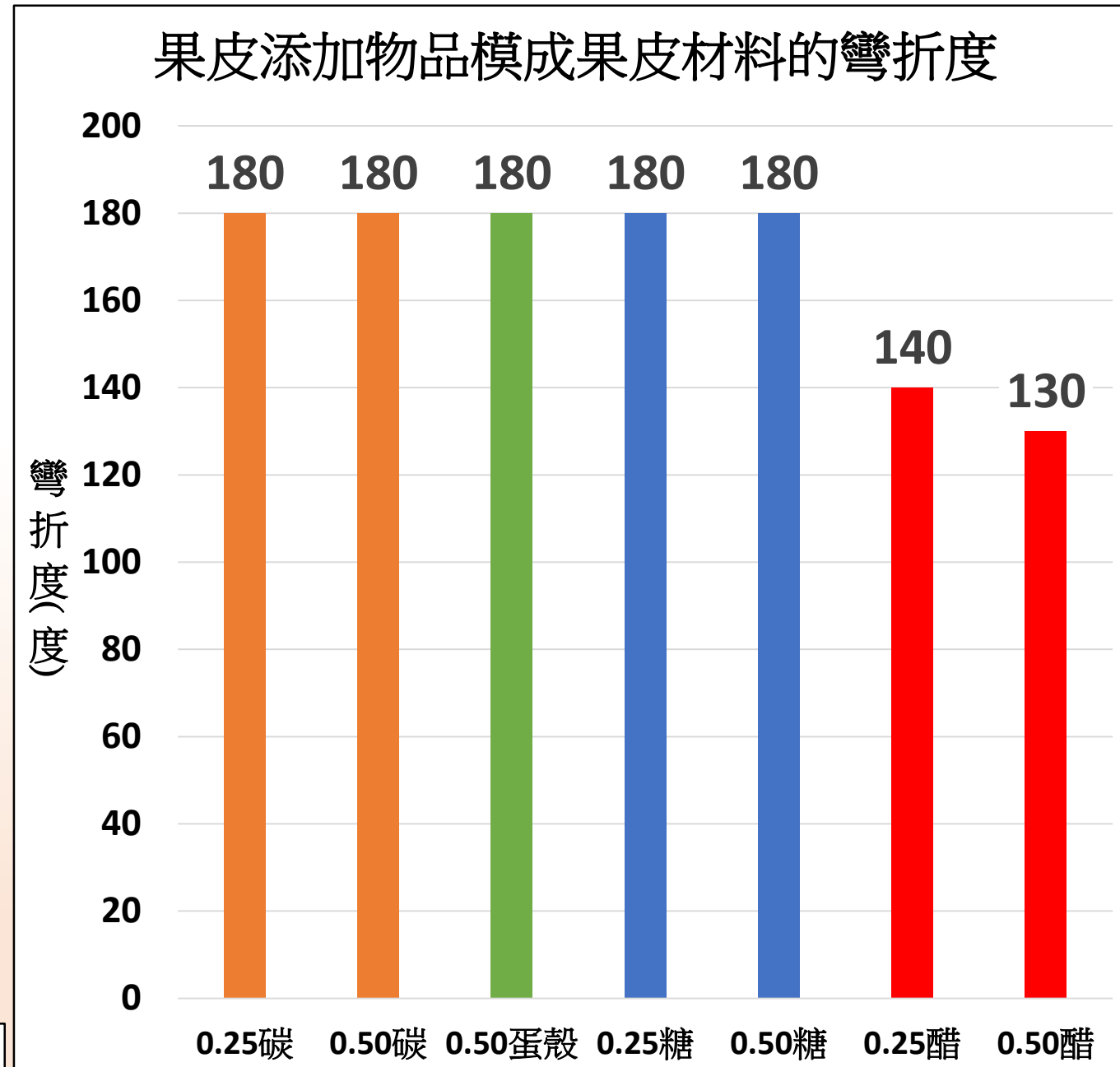
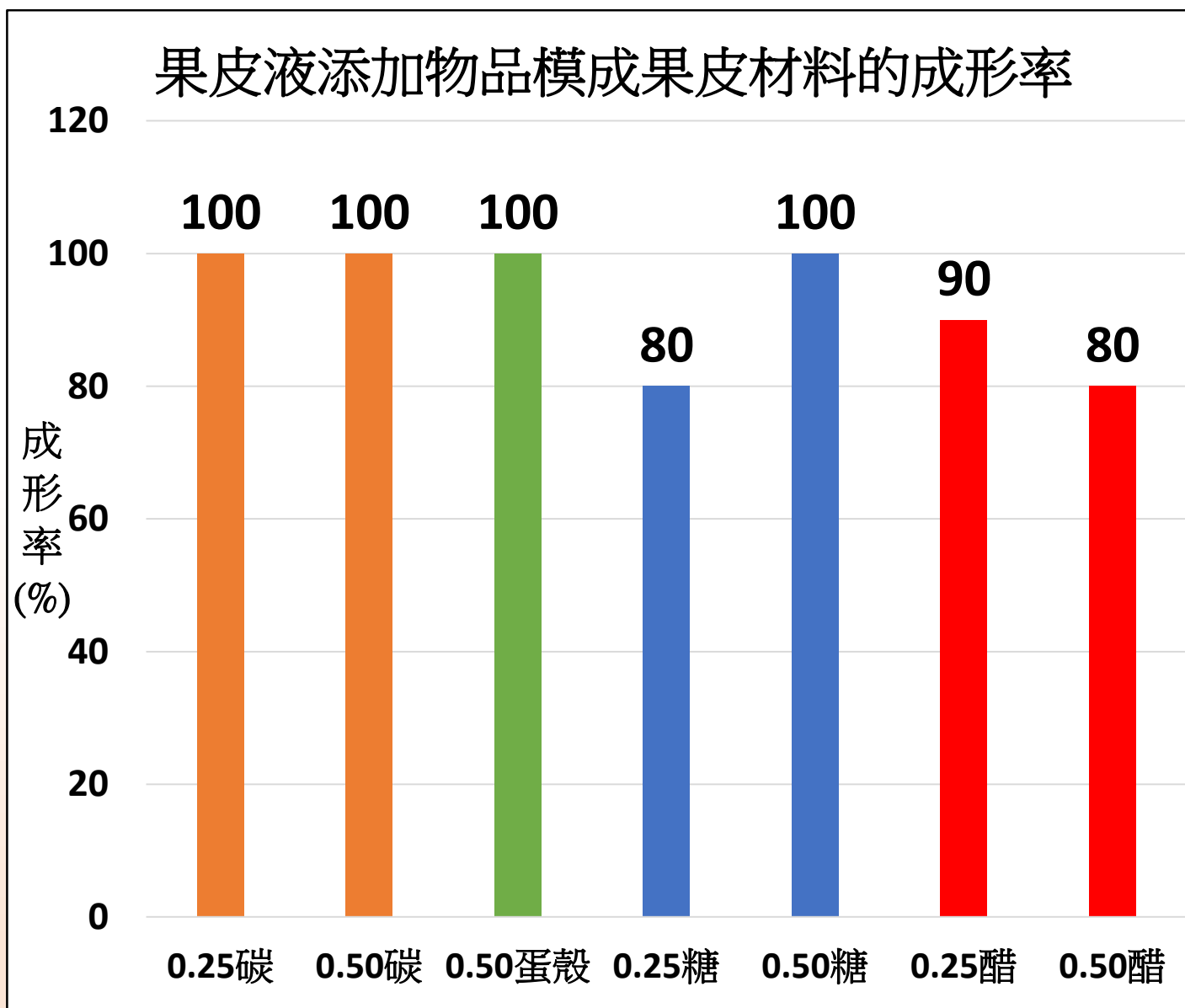
#### (一)、實驗步驟：



#### (二)、實驗結果：

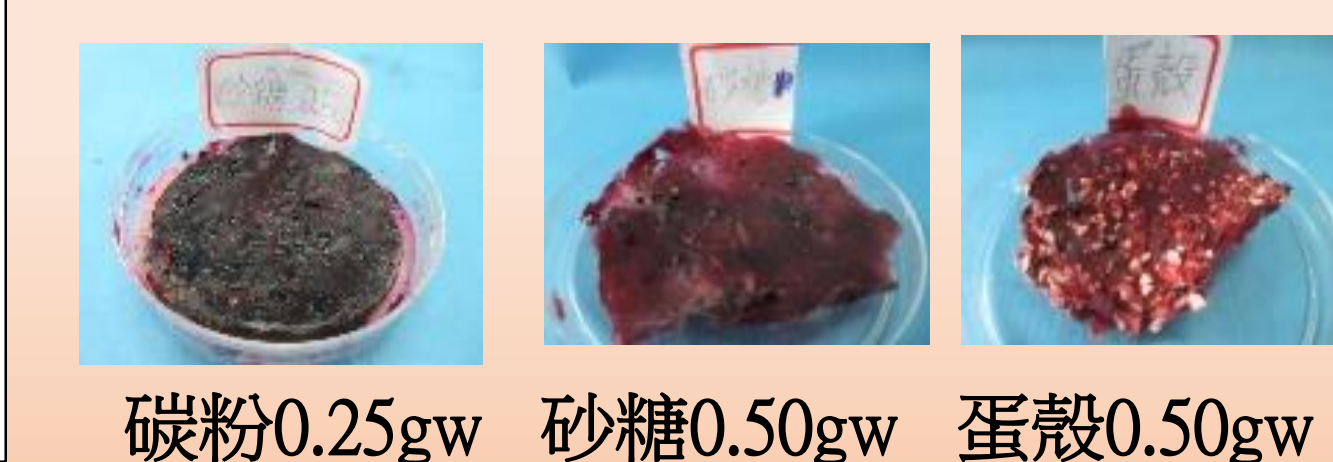
添加量(gw)	碳粉	蛋殼	砂糖	食鹽	小蘇打粉	醋酸
0.25	✓	X	✓	X	X	✓
0.50	✓	✓	✓	X	X	✓
1.00	X	X	X	X	X	X
效果不佳	添加1.0gw無法成形有粉狀物	加0.25gw和1.0gw成形不佳	添加1.0gw材料會有太黏現象	各添加量在脫膜時都會碎裂	各添加量成形皆不佳會碎裂	添加1mL的會不容易乾燥
說明						

說明：打X表示成形率低於30%以下，打✓則表示成形率高於30%，才進行效果測試。



#### (三)、結論：

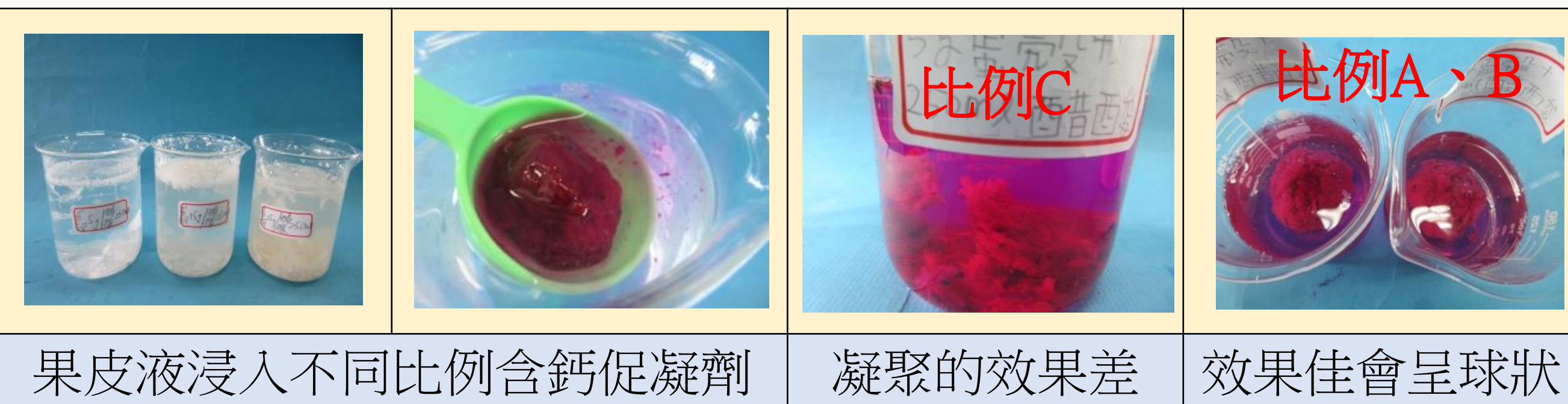
- 食鹽、小蘇打粉無法提升果皮液聚合和堅固效果，因此會有嚴重碎裂情形。
- 可以當強化劑的碳、具有黏性的砂糖、蛋殼，可以提升果皮液聚合和堅固效果，適合作為果皮材料的添加劑。
- 最佳添加的量，如下：



### 研究二-3：探討不同作用方式對提升果皮材料效果的影響

#### (一)、實驗步驟、結果：

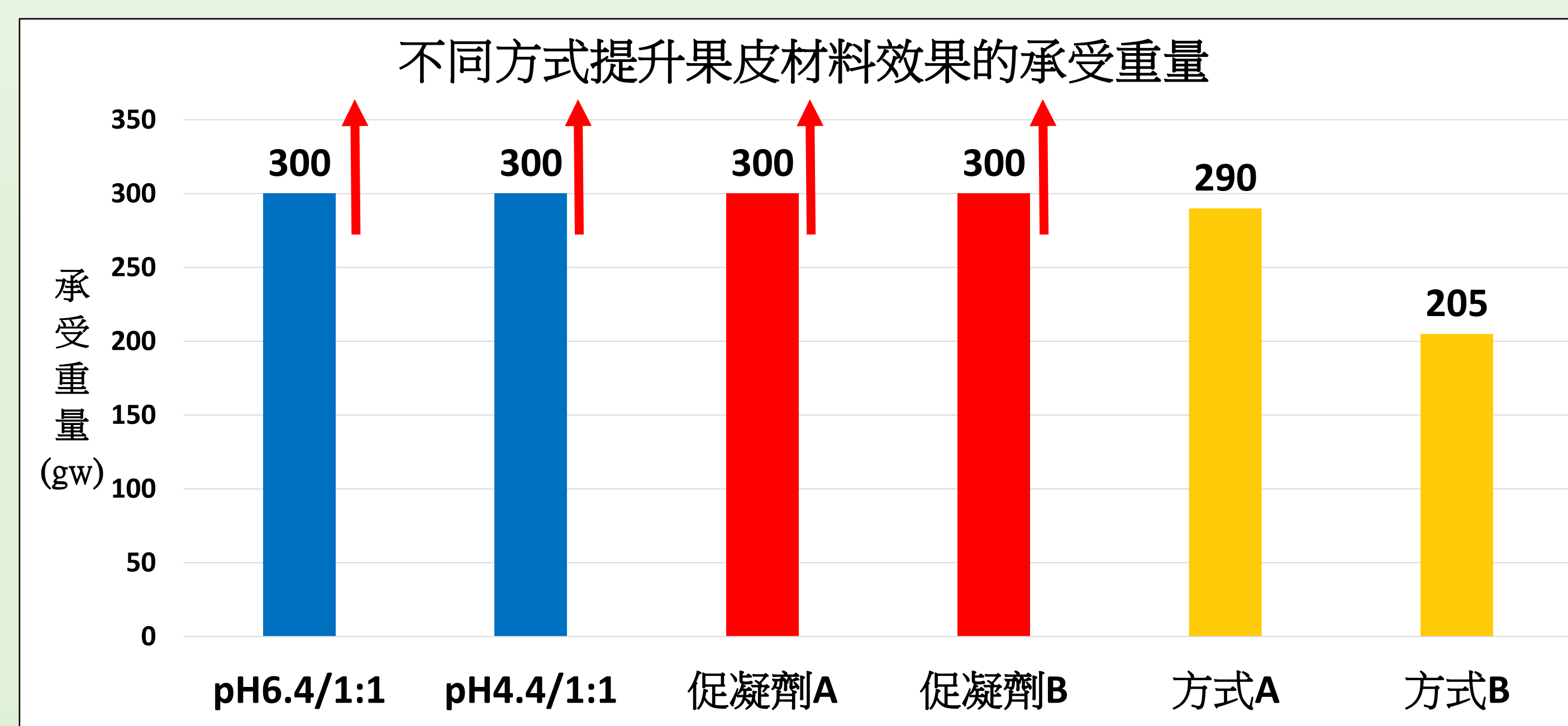
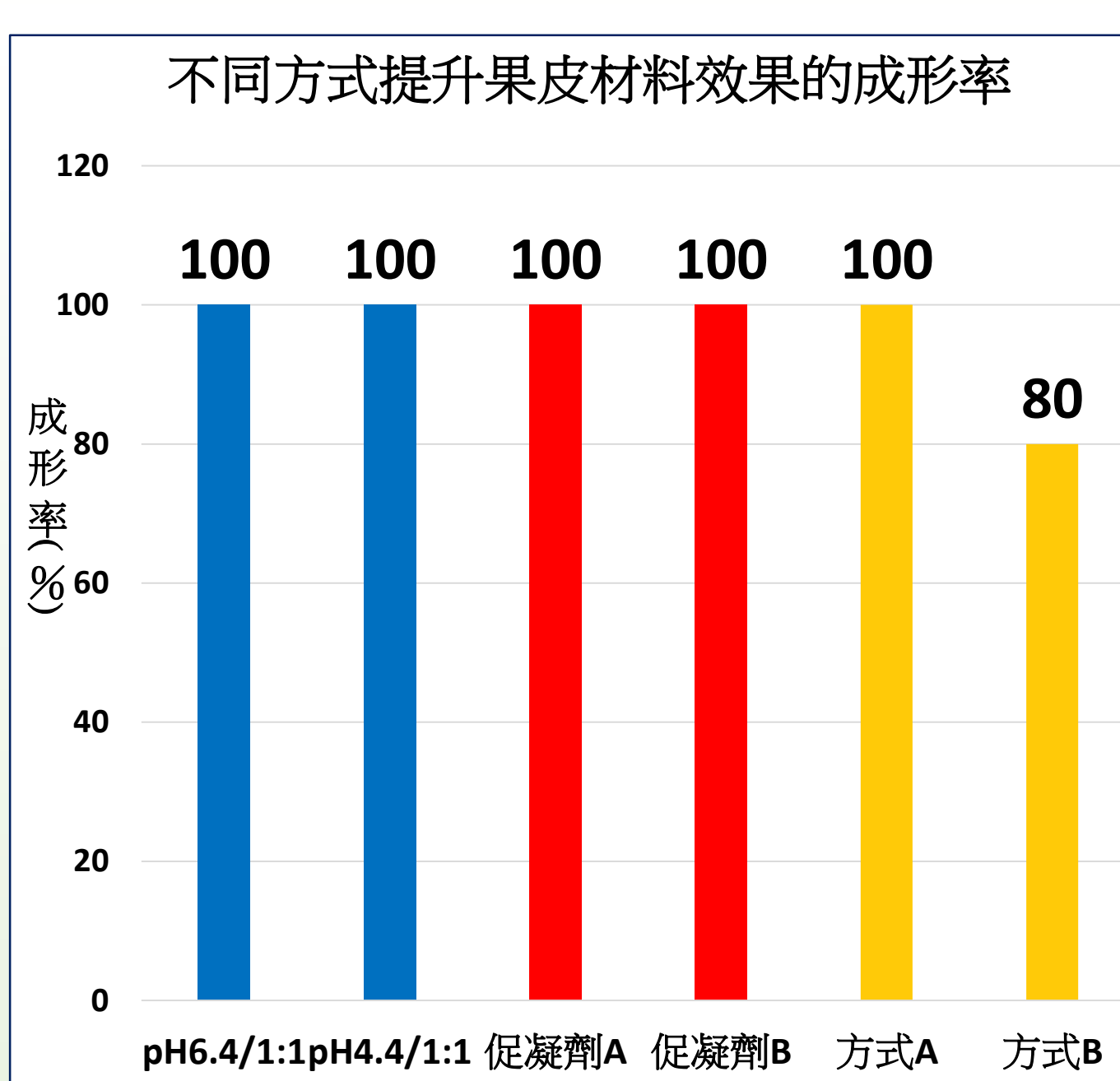
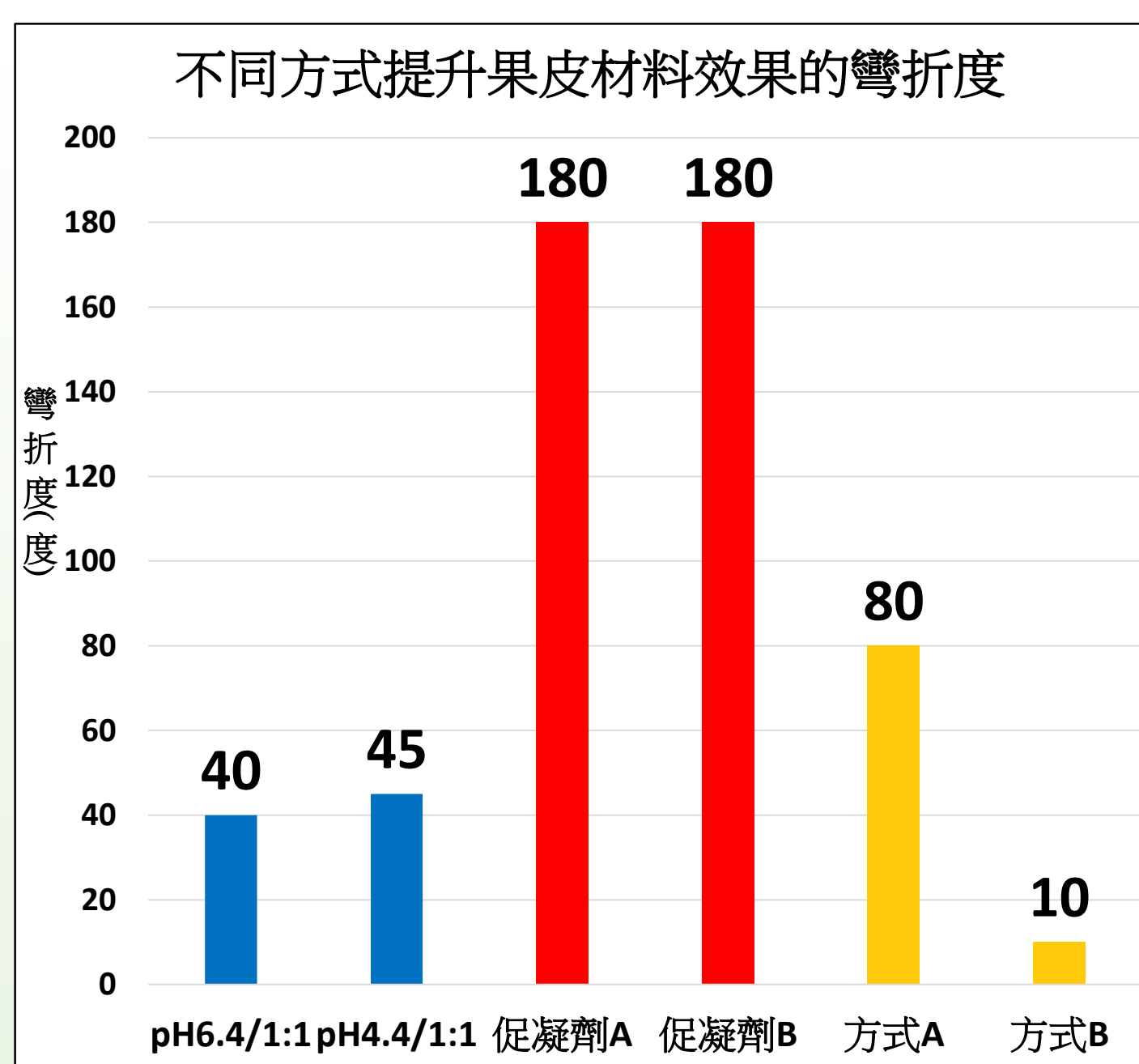
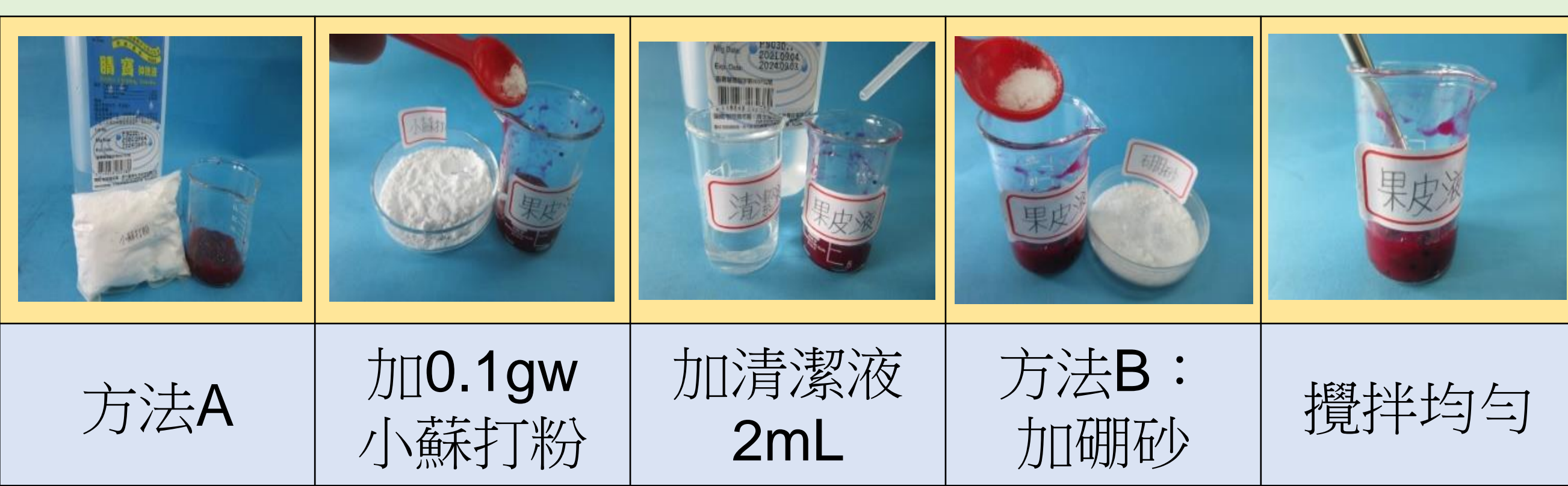
##### 交聯作用：



##### 凝析作用：



##### 仿史萊姆：



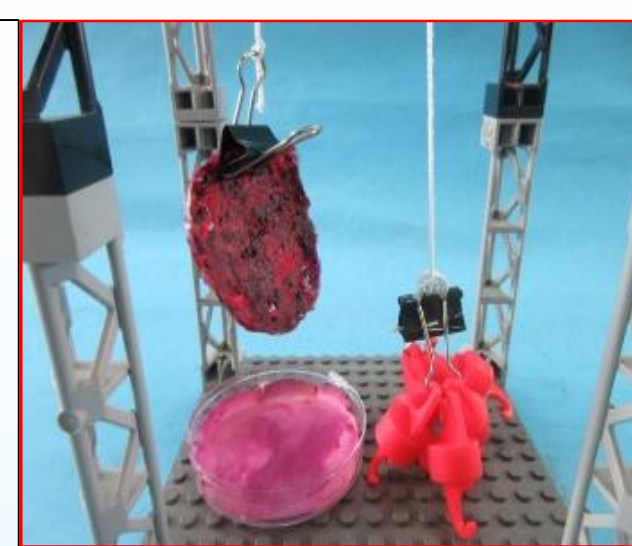
#### (二)、結論：

- 凝析作用製作的，承受重量不錯，但彎折度不佳，所以易碎。製作仿史萊姆時，酸性果皮液會破壞凝聚效果，不適合利用仿史萊姆製作果皮材料。
- 讓果皮液和自製含鈣凝劑進行交聯作用，可以提高果皮材料的聚合和堅固效果，增加其應用性，此為適合製作果皮材料的方式。

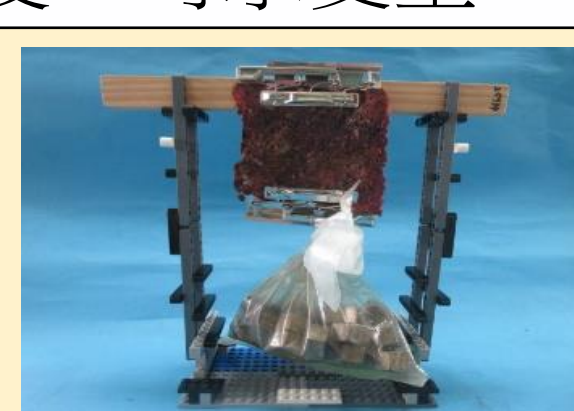
### 研究三：研究不同自製複合果皮材料的方法及特性分析

#### 性值測試和結果：

**A聚合效果：**觀察破裂情形、平整性和測試成形率。

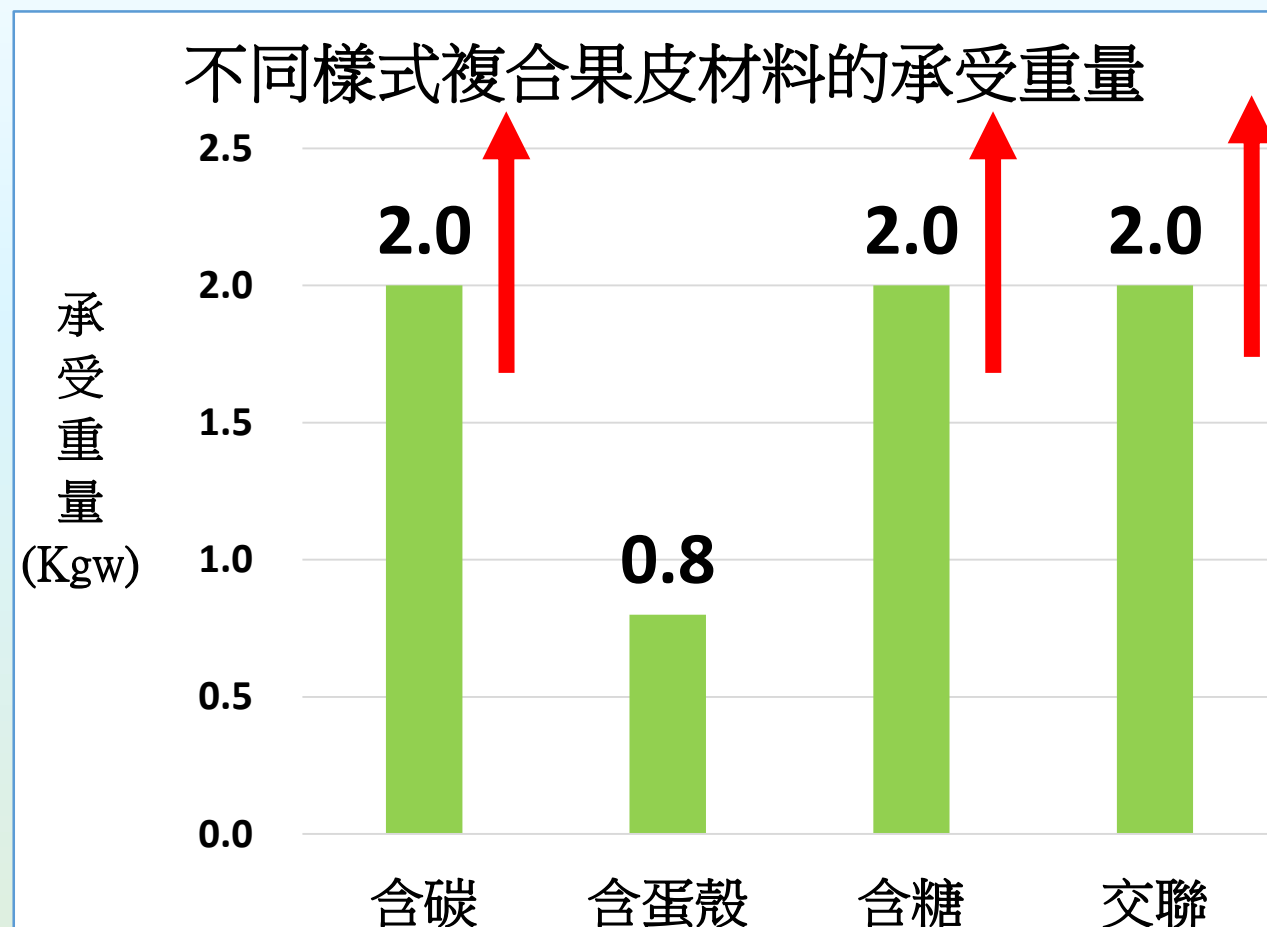
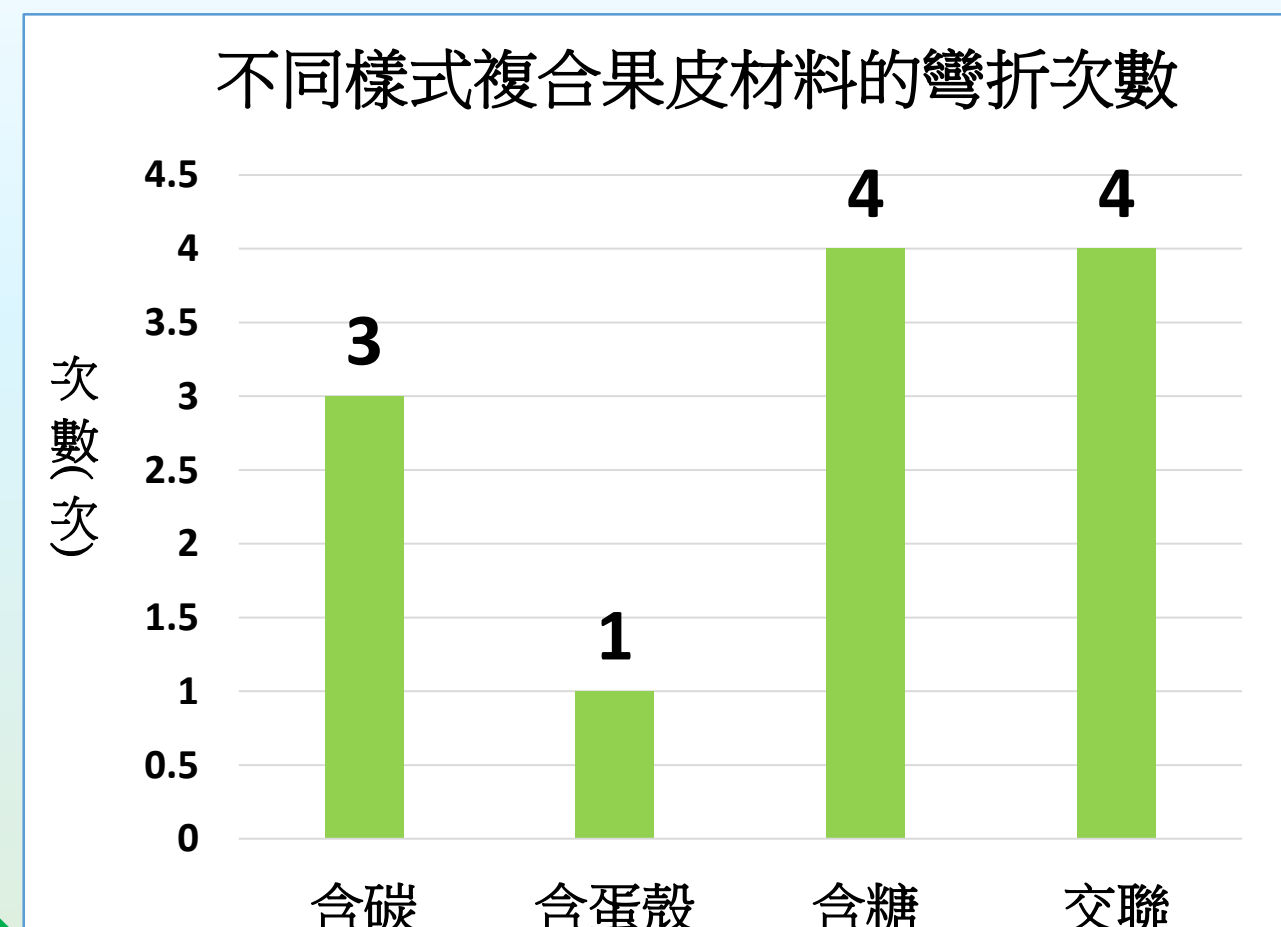


**B堅固效果：**彎折程度、可承受重

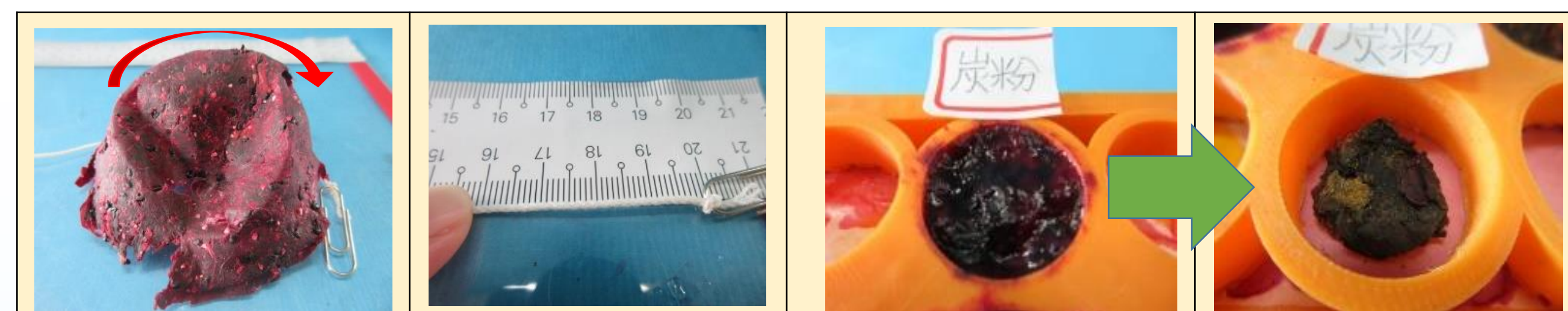


測可連續對折次數。

測可以承受重量。

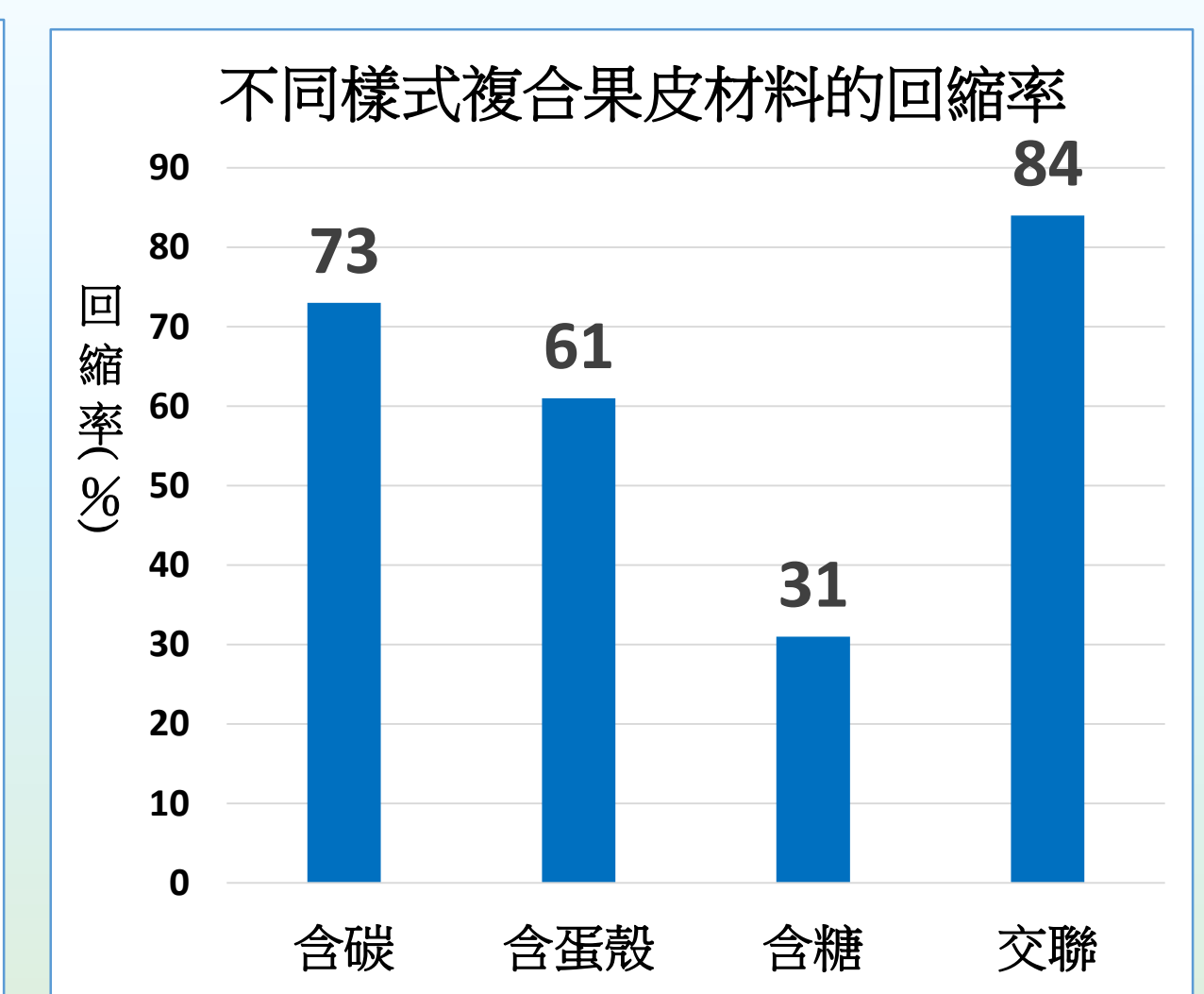
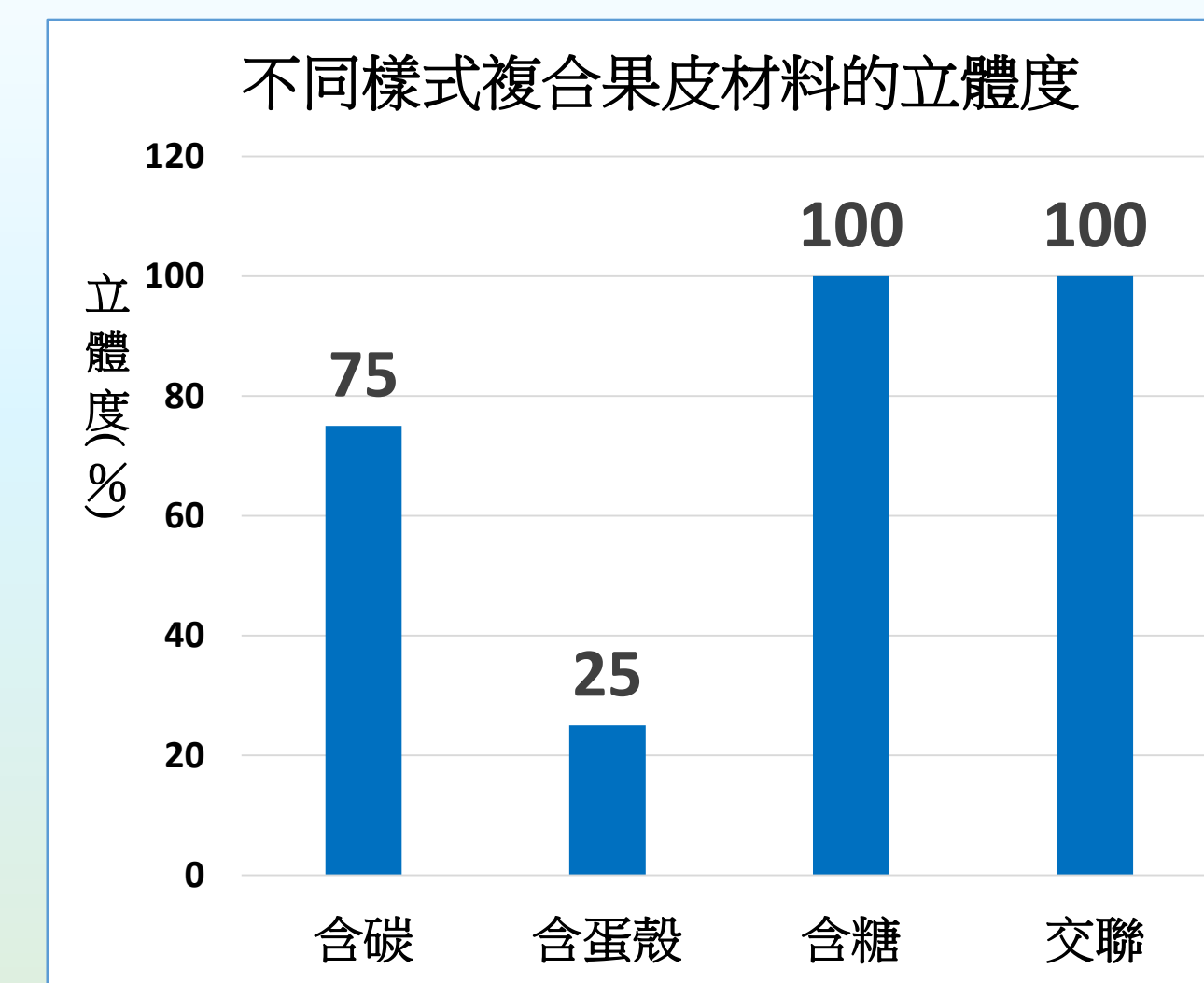


#### C塑形效果：測各模具所模成複合材料是否可塑形。

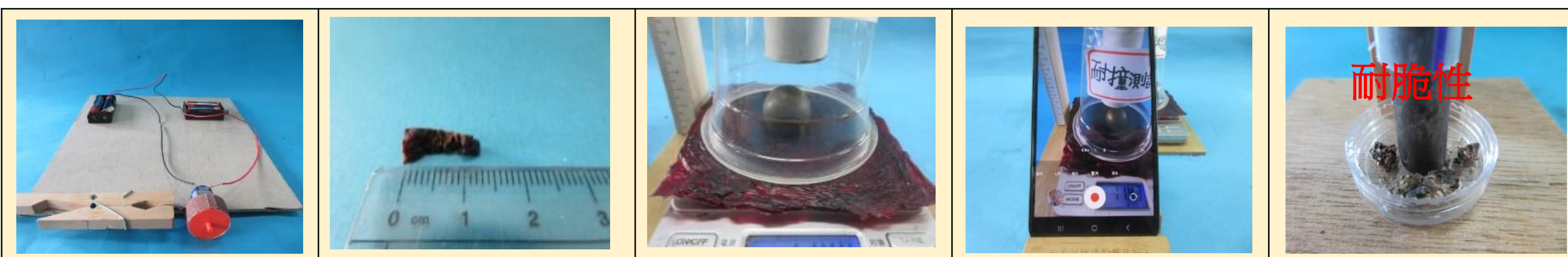


立體度 = 未凹陷長度/圓周長

回縮率 = (原體積-模成後體積)/原體積



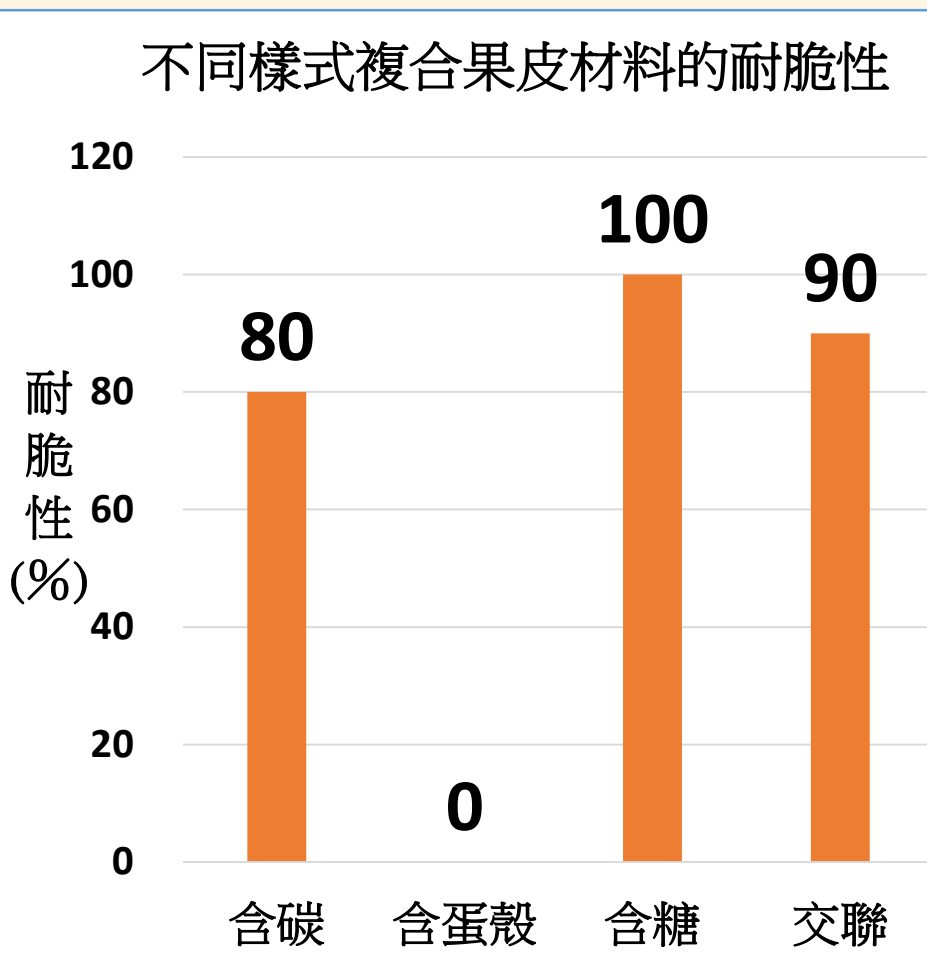
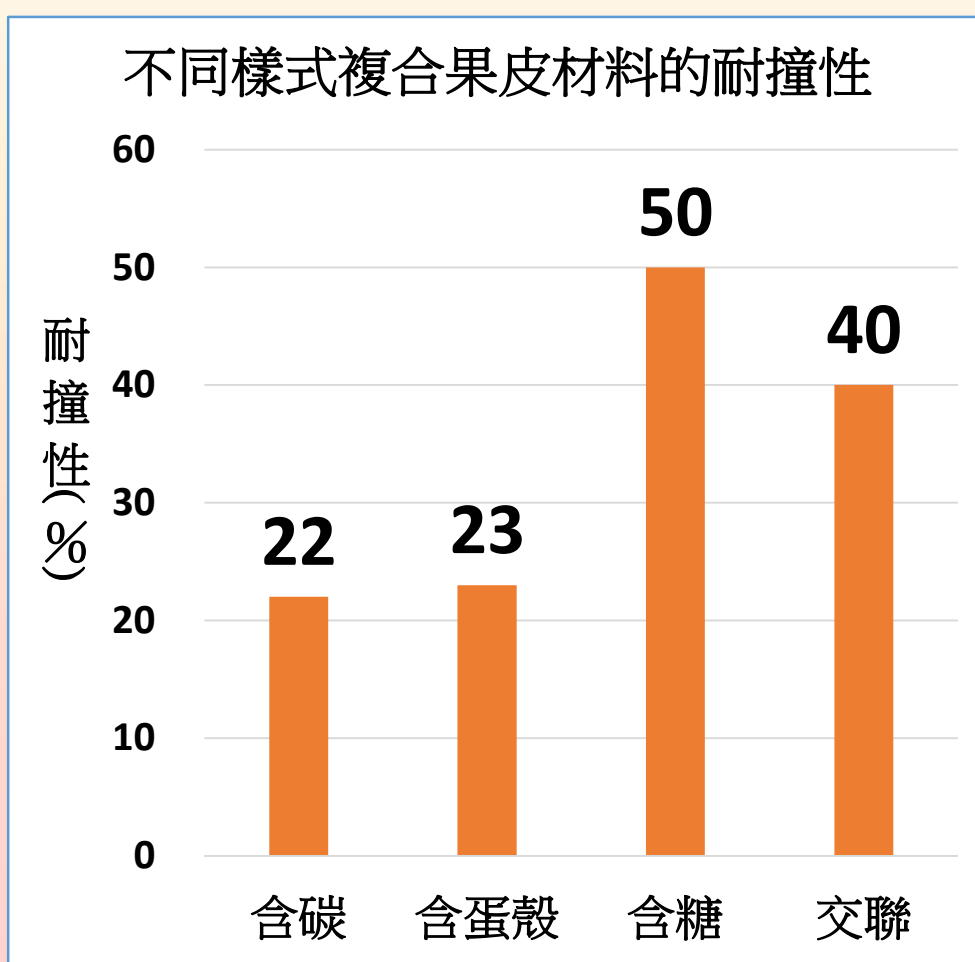
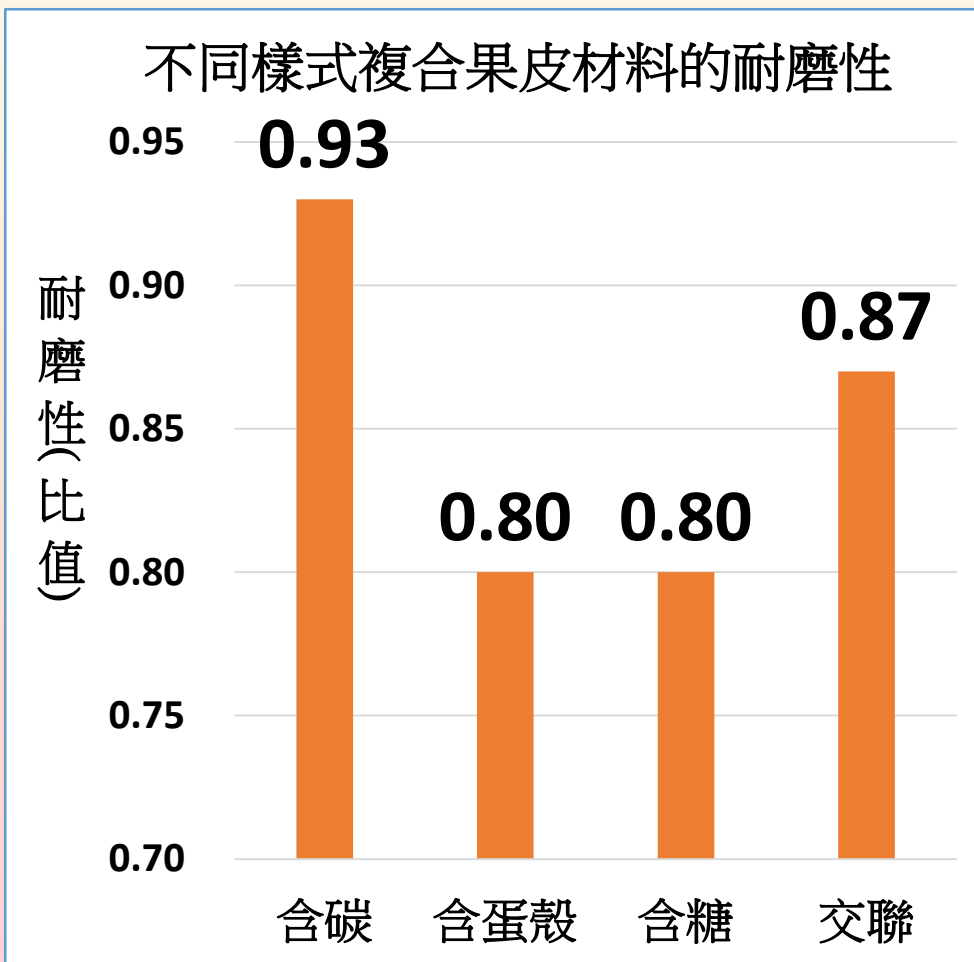
## D 耐受效果：測試複合果皮材料各項耐受性。



**耐磨性**(比值) = 剩下長度/原長度。

**耐撞性** = (原撞擊值 - 測試撞擊值) / 原撞擊值

主體剩下的重量 / 原主體的重量



## 性質測試結果：

效果	塑形效果		耐受效果		
性質	立體度 原20cm	回縮率 原4.9 cm <sup>3</sup>	耐磨性 原1.5cm	耐撞性 原60.0gw	耐脆性 原1.0gw
含碳	15cm 75%	1.3 cm <sup>3</sup> 73%	1.4cm 0.93	47.0gw 22%	0.8gw 80%
含蛋殼	5cm 25%	1.9 cm <sup>3</sup> 61%	1.2cm 0.80	46.5gw 23%	0gw 0%
含糖	20cm 100%	3.4 cm <sup>3</sup> 31%	1.2cm 0.80	30.0gw 50%	1.0gw 100%
交聯	20cm 100%	0.8 cm <sup>3</sup> 84%	1.3cm 0.87	36.0gw 40%	0.9gw 90%

結論：1. 各種性質測試後添加碳、加糖、交聯作用的，適合用來製作複合果皮材料。加蛋殼的複合果皮材料是效果最差的，較不適合。  
2. 含碳、含糖、交聯作用的複合果皮材料，都可以用來製作成大面積的薄膜。  
3. 碳粉對果皮材料有強化的效果；添加糖的適合用作為緩衝材料和立體物品；交聯作用的可以用來製成立體的物品。

## 研究四：研究複合果皮材料在日常生活中的實際應用

### 一、邦提圈：



交聯模成大面積薄膜再剪成長條狀

第一代果皮邦提圈

黏著劑

第二代

應用：提袋

層疊鑄模改良

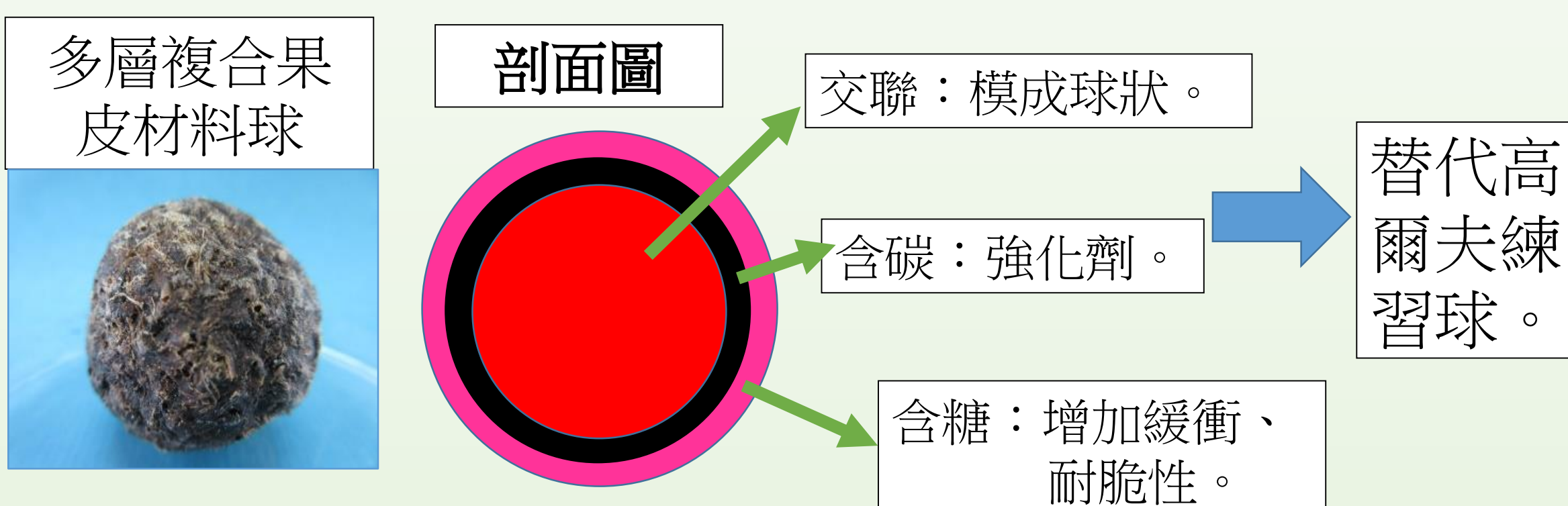
### 三、球：



球狀鑄模：讓材料進行交聯作用模成球狀

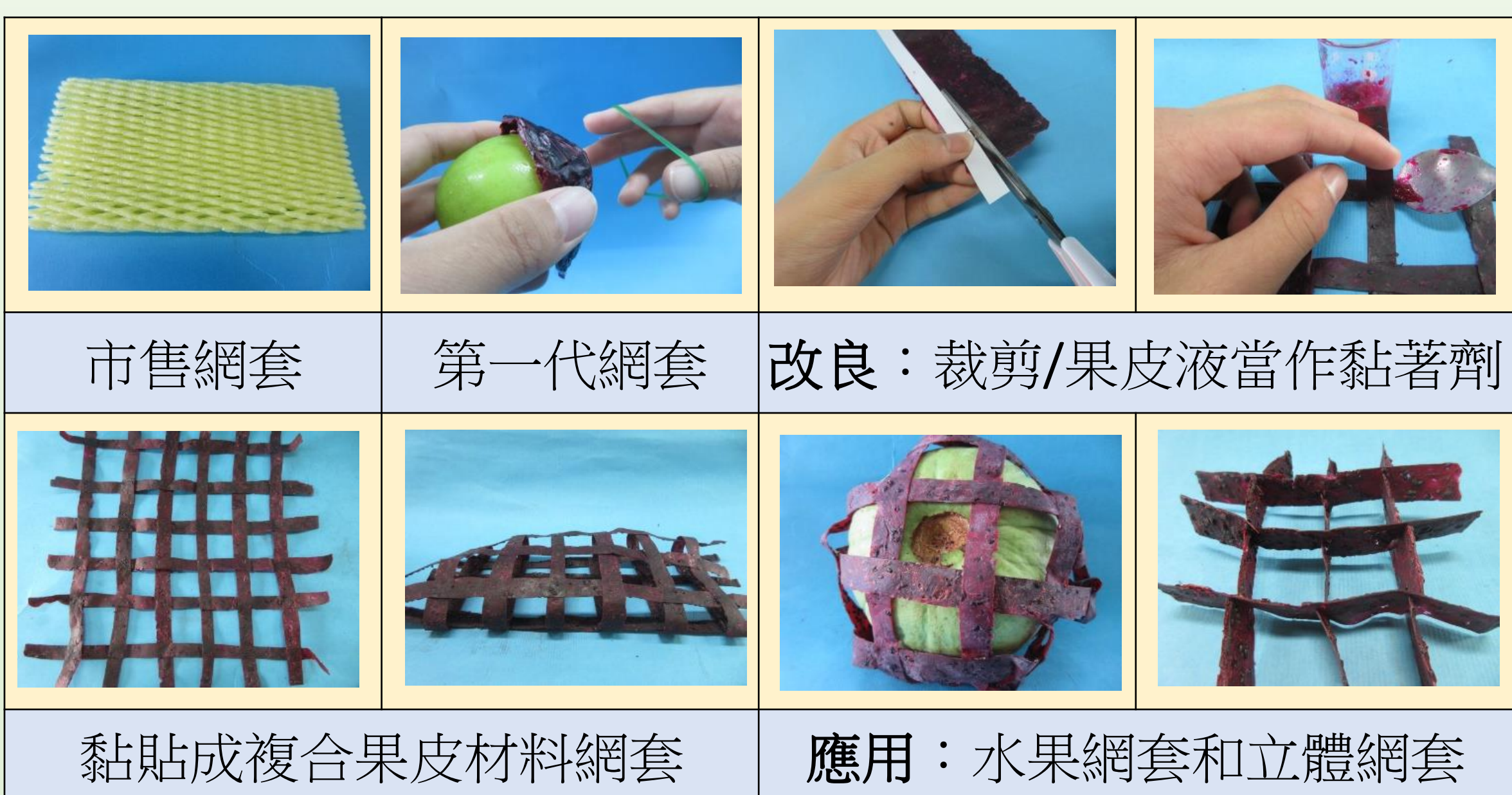
加碳粉強化材料

添加糖增加緩衝



替代高爾夫練習球。

### 二、網套：水果網套/立體網套：



市售網套

第一代網套

改良：裁剪/果皮液當作黏著劑

黏貼成複合果皮材料網套

應用：水果網套和立體網套

### 四、嫁接球：



複合果皮嫁接球

放入水苔包裹在枝條上

塗抹果皮液加以黏合且塗油防水

固定澆水，數月後包裹處會長根

## 實際應用方式

1. 處理火龍果皮：剝下外皮、切成塊狀、滾煮60分鐘。

2. 果皮液：釋放果膠，和果皮纖維、內含白蛋白作用，形成膠狀果皮液。



3. 提升效果：複合果皮材料

添加碳粉

添加砂糖

交聯作用

4. 鑄模：乾燥模成。

5. 實際應用：網套、邦提圈、多層球、嫁接球。

## 柒、結論

### 一、選用果皮與製作果皮液：

依據果皮特性選用火龍果皮為主原料，測試滾煮、攪打、黏合、酸提等方法後，發現滾煮法是最適合製作果皮液的方式，因為滾煮後果皮釋放出果膠，讓果皮纖維和內含白蛋白，聚合成形的更緊密，無須再添加任何黏合劑就可以製成果皮材料，且可以讓果皮完整的被利用。

### 二、製作和測試果皮材料性質：

1. 乾燥法：不同乾燥法對果皮材料的效果沒有提升太多，還是以常溫乾燥的方式就可以了。
2. 添加法：可以當強化劑的碳、具有黏性的砂糖、蛋殼，可以提升果皮液的聚合和堅固效果，適合作為果皮材料的添加劑。
3. 作用法：利用交聯作用法，讓果皮液和自製含鈣促凝劑進行作用，可提高果皮材料的聚合和堅固效果，增加其應用性，適合用來製作果皮材料。

### 三、製作和測試果皮合材料性質：

1. 各種性質測試後含碳、含糖、交聯作用的，適合用來製作複合果皮材料。添加蛋殼的複合果皮材料，較不適合用來製作複合果皮材料。
2. 碳粉對果皮材料有強化的效果；加糖的適合用作為緩衝材料和立體物品；交聯作用的可以用來製成立體的物品，和碳粉或砂糖結合可以有更多面向應用。

### 四、生活中的實際應用：

1. 含碳的複合果皮材料，耐磨性高，可以當作強化劑用來強化果皮材料，能夠做成高爾夫球練習球的內層。
2. 含糖的複合果皮材料，耐撞、耐脆、具立體度，能夠製作成緩衝材料和立體物品，可以用來製作(水果/立體)網套、嫁接球、大面積的薄膜。
3. 交聯的複合果皮材料，耐脆、耐彎折、具立體度，除了邦提圈外，可用來做嫁接球，使用後可以直接被植物吸收利用，減少對環境的負擔。
4. 交聯的塑形度高，可以做成立體的球形，和碳粉、含糖結合可以有更多面向應用，製作成多層複合果皮材料球，可替代高爾夫練習球。

## 捌、參考資料

1. 第53屆全國科展，高職組 農業及生物科技，龍“鳳”“橙”祥~以鳳梨皮及柳橙果皮製作可裁式調味紙取代傳統速食麵調味包之可行性研究。
2. 第58屆全國科展，國小組 生活與應用科學科，渾身解塑-以回收紙漿和洋菜製作可分解垃圾袋。
3. 第61屆全國科展，國中組 生活與應用科學科(二)，見「塑」不見「鱗」？-魚鱗環保薄膜的研發及應用。
4. 第63屆全國科展，國小組化學科，「果」然「塑」這樣-農業廢棄物回收自製果膠保鮮膜之探究。
5. 第58屆全國科展，國中組 生活與應用科學科(二)，火龍吸水、柚造奇蹟。
6. 顏世枋等(2018)。珍愛家園。自然與生活科技六下。台南市：南一。