

屏東縣第 66 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學科(二)生物科技/食品科學

組 別：國中組

作品名稱：搖滾愛玉



關鍵詞：凝膠反應、軟硬度、離水現象

編號:B7009

目錄

摘要	1
壹、前言（研究動機、目的、文獻、名詞釋義）	3
貳、研究設備及器材	7
叁、研究過程與方法	8
一、研究架構	8
二、實驗步驟	9
實驗一：探討不同愛玉子與水的比例對愛玉凝膠特性的影響	9
實驗二：探討不同的水質對愛玉凝膠特性影響的影響	9
實驗三：探討愛玉子不同的保存方式對愛玉凝膠特性的影響	9
實驗四：探討不同的添加物對愛玉凝膠特性的影響	10
實驗五：探討不同的搓洗方式對愛玉凝膠特性的影響	10
實驗六：探討不同的搓洗強度對愛玉凝膠特性的影響	11
實驗七：比較不同凝膠條件時，愛玉種子釋放凝膠的情形	12
實驗八：探討愛玉的保濕及防曬效果	12
肆、研究結果與討論	13
一：探討不同愛玉子與水的比例對愛玉凝膠特性的影響	13
二：探討不同的水質對愛玉凝膠特性影響的影響	14
三：探討愛玉子不同的保存方式對愛玉凝膠特性的影響	16
四：探討不同的添加物對愛玉凝膠特性的影響	17
五：探討不同的搓洗方式對愛玉凝膠特性的影響	19
六：探討不同的搓洗方式對愛玉凝膠特性的影響	24
七：比較不同凝膠條件時，愛玉種子釋放凝膠的情形	25
八：探討愛玉的保濕及防曬效果	26
伍、結論	27
陸、參考資料及其他	28

摘要

要搓好愛玉可不是一件簡單的事需要控制水質、比例、搓揉時間等等。於這次實驗探討愛玉凝膠的科學原理，及影響愛玉凝膠的種種因素，愛玉會結凍的秘密在於愛玉籽表面的果膠成分碰到水形成的天然凝膠，為了找出品質最好、口感最佳和最省時的愛玉也就是實驗目的，經過一番實驗發現 1:40 比例最好，要用自來水搓。把不同的飲料加進水中和愛玉子產生凝膠反應，結果發現牛奶愛玉的口味最受歡迎。或是用不同的機械製作愛玉，讓愛玉的口感有所變化使愛玉看起來更美觀，安全也更有保障，試了幾種機械發現打蛋器 1 檔次最佳條件，按摩槍搓 5 分鐘硬度最佳，打蛋器搓 5 分鐘最美觀。另發現愛玉不僅可以當美食還具有保濕效果及防曬功能。



愛玉種子在搓洗時凝膠釋出的情形



愛玉種子在搓洗完的凝膠釋出，做成美味的愛玉

壹、前言

一、研究動機

平常在愛玉店裡吃到的愛玉總是有些不符合我們的口感，有時太軟有時太硬，有一些愛玉在端出來前已經有一半都化成水如右圖，但有一次從山上帶下來的愛玉卻不會化成水，這是甚麼原因造成的呢？

冬天搓愛玉的時候，水溫很低，冷冰冰的手很不舒服也容易凍傷，是不是有機器可以取代手，讓搓愛玉更不受人為影響，使每次搓出來的成品品質比較一致？

現在醫美發達，但使用的材料不一定天然，甚至會耗費地球資源，造成汙染，經過愛玉的產地，有愛玉面膜、肥皂的販售，愛玉真的能保濕和防曬嗎？所以可以研發成化妝水、面膜、乳液等，保濕用品。為了解決以上問題，所以設計了一些實驗來解決我們的疑問。



出很多水的愛玉

二、研究目的

- (一) 探討不同愛玉子與水的比例對愛玉凝膠特性的影響
- (二) 探討不同的水質對愛玉凝膠特性的影響
- (三) 探討愛玉子不同的保存方式對愛玉凝膠特性的影響
- (四) 探討不同的添加物對愛玉凝膠特性的影響
- (五) 探討不同的搓洗方式和時間對愛玉凝膠特性的影響
- (六) 探討不同的搓洗強度對愛玉凝膠特性的影響
- (七) 比較不同凝膠條件時，愛玉種子釋放凝膠的情形
- (八) 探討愛玉的保濕及防曬效果

二、文獻探討與名詞釋義

(一) 愛玉（學名：*Ficus pumila* var. *awkeotsang*，科名：桑科，榕屬）

台灣原生種植物，果實曬乾後可以搓洗出愛玉，可以做成熱飲、冰品、食品添加劑，補充膳食纖維。全株皆可製成中藥，可以降低膽固醇、輔助抗病毒、活血、止血、消腫、散毒等功效

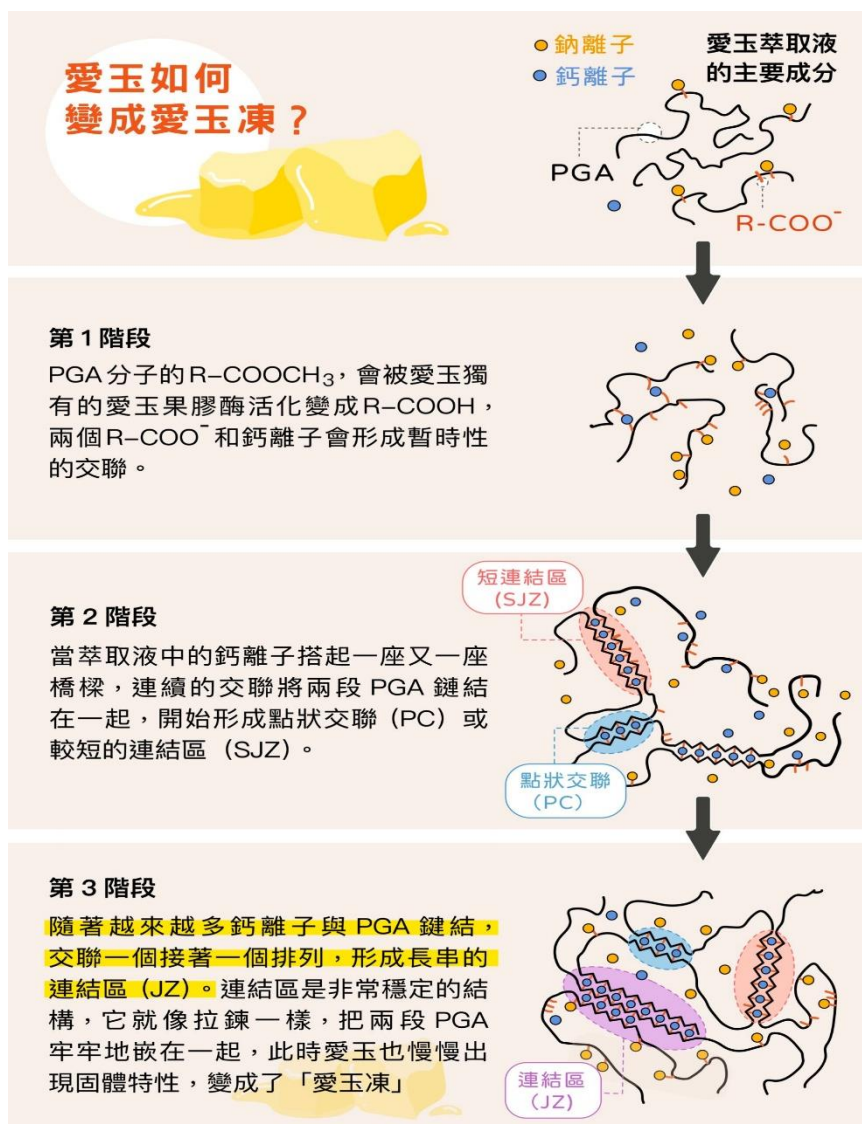
(二) 凝膠原理

愛玉萃取液中，最主要的成分之一，就是聚半乳糖醛酸（poly galacturonic acid，簡稱 PGA）。PGA 是一種長鏈的高分子，也是讓愛玉凝結成膠的重要成分，它在水溶液中會發生三階段的化學反應：

第一階段（I），PGA 分子的 R-COOCH_3 （甲氧基），會被愛玉獨有的愛玉果膠酶（pectin methylesterase enzyme）活化變成 R-COOH （羧基），兩個 R-COO^- 和鈣離子會形成暫時性的交聯（crosslink）。

第二階段（II），當萃取液中的鈣離子搭起一座又一座橋樑，連續的交聯將兩段 PGA 鏈結在一起，開始形成點狀交聯（point-like crosslinks, PC）或較短的連結區（Short Junction Zones, SJZ）。

第三階段（III），隨著越來越多鈣離子與 PGA 鍵結，交聯一個接著一個排列，形成長串的連結區（Junction Zone, JZ）。連結區是非常穩定的結構，它就像拉鍊一樣，把兩段 PGA 牢牢地嵌在一起，此時愛玉也慢慢出現固體特性，變成了「愛玉凍」，如右圖說明。



（三）愛玉凝膠特性

在本實驗中，我們將愛玉的凝膠特性設定在三個方向的探討，分別為愛玉的凝膠時間、硬度大小及離水多寡。以下簡單說明其檢測工具與測量方式

1. 凝膠時間

將愛玉搓揉後靜置開始計時，直到用手輕觸愛玉表面呈現黏手狀態，即判斷愛玉已凝膠成凍，並記錄所需要的時間。



圖 1 搓五分鐘凝膠輕觸表面 圖 2 搓十分鐘凝結輕觸表面 圖 3 搓十五分鐘凝結輕觸表面

2. 硬度測試

為測試愛玉的軟硬度，我們使用積木自製了一個硬度測量工具（圖 1）。它的形狀如同一個盪鞦韆，上方橫放一條鐵鋸，鐵鋸兩端懸吊一個秤盤。

將待測的愛玉放在骨架上方的小培養皿上，然後把鐵鋸橫跨在愛玉上，接著在下方的秤盤上放入砝碼或高級黏土，直到鐵鋸切斷愛玉達到小培養皿上方，秤出培養皿所承載的重量，以作為硬度判斷的依據（圖 2）。承載的重量越重代表硬度越大。

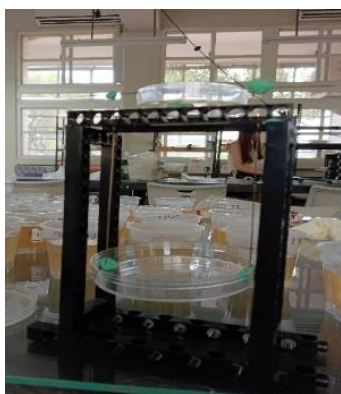


圖 4 硬度測量工具

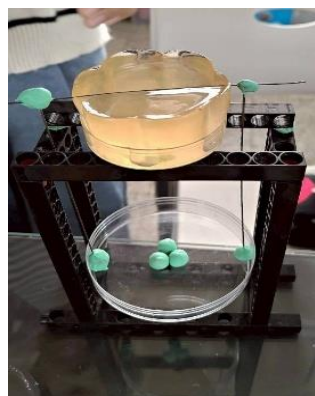


圖 5 測試硬度

3. 離水測試

愛玉在凝膠一段時間後，常會化成水，我們把這種現象稱為離水。離水現象越明顯相對於就會降低愛玉的口感，因此離水多寡也是我們留意的凝膠特性之一，測量愛玉的離水多寡，我們主要是利用篩子將水過濾並秤重，裝置如下（圖 6）。重量數值越大代表離水現象越明顯。



圖 6 過濾裝置

過濾完，秤出水的重量，即表示離水的狀況，越重表示離水越嚴重

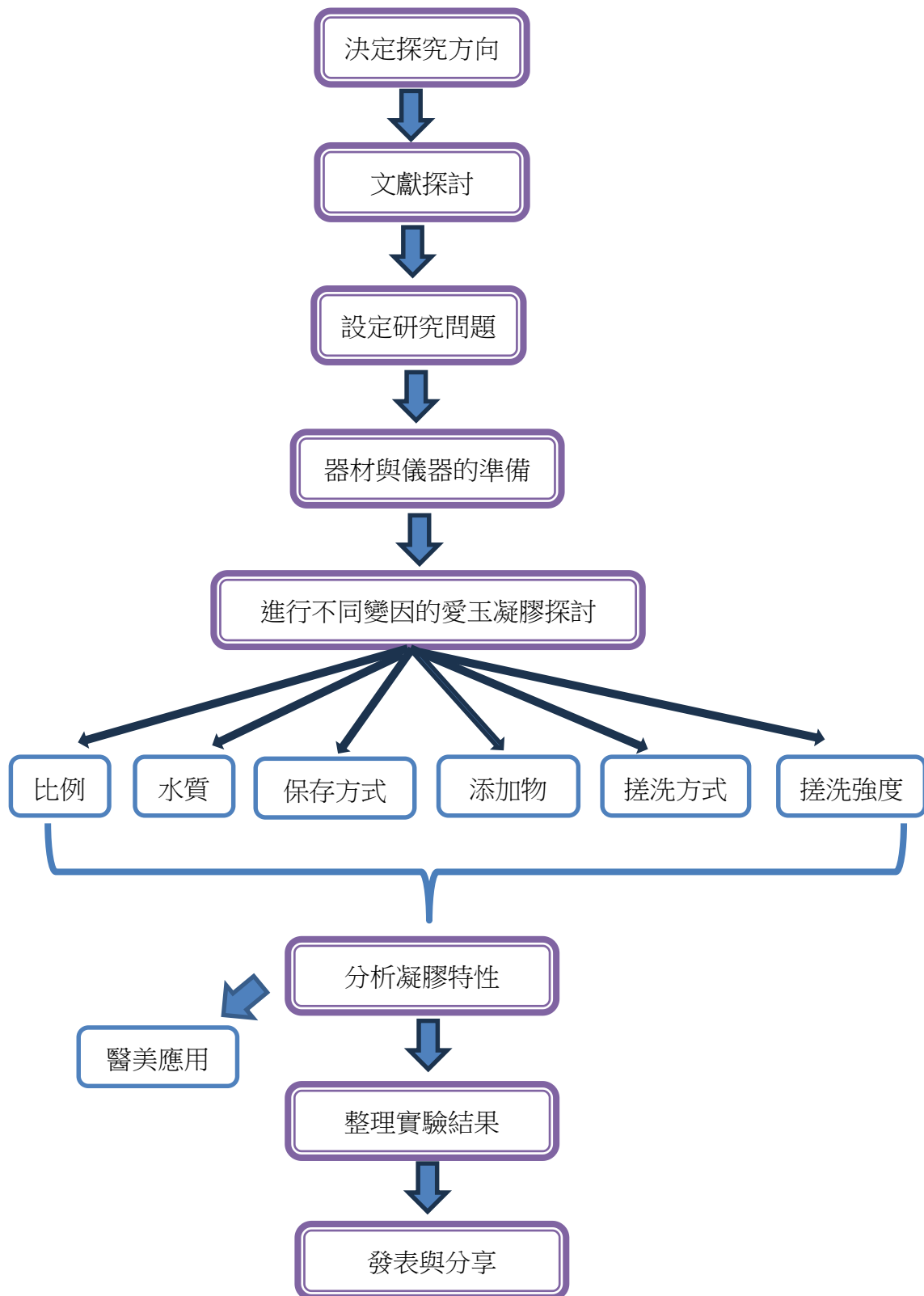
貳、研究設備及器材

以下為本實驗所用到的設備與器材

愛玉子	隔離霜	化妝水	塑膠杯	布丁杯	培養皿
					
茶包袋	滴管	吉利丁	洋菜	紅茶	牛奶
					
咖啡包	雪碧	自來水	地下水	岩鹽水	海水
					
溫泉水	山泉水	打蛋器	果汁機	按摩棒	濾袋
					
油菜葉	電子秤	高級黏土	篩子	照度計	試管
					
試管架	手機顯微鏡	藥勺	鐵鋸	pH 計	
					

參、研究過程與方法

一、研究架構



二、實驗步驟

(一) 探討不同愛玉子與水的比例對愛玉凝膠特性的影響

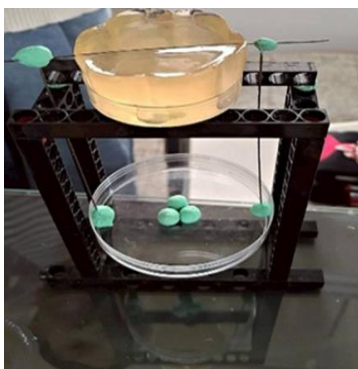
- 1.選用屏東高樹愛玉子和自來水不同比例(1:100、1:70、1:40)，用手搓揉。
- 2.搓揉五分鐘後靜置，觀察凝膠狀態，並記錄結凍時間。
- 3.完成結凍後放置 20 分鐘後測硬度。
- 4.分別在結凍後 2 小時、4 小時、6 小時、24 小時觀察並記錄離水重量。

(二) 探討不同的水質對愛玉凝膠特性的影響

- 1.選用四重溪溫泉水、山泉水、東港海邊之海水、岩鹽水、自來水、地下水之不同的水質，將 6 種不同水質分別為生水及熟水，且與愛玉子以 1:50 比例(因為 1:40 的比例過硬，1:70 過軟所以我們採用 1:50)，用手搓揉。
- 2.搓揉五分鐘後靜置，觀察凝膠狀態，並記錄結凍時間。
- 3.完成結凍後放置 20 分鐘後測硬度。
- 4.分別在結凍後 2 小時、4 小時、6 小時、24 小時觀察並記錄離水重量。



成品



硬度測試



離水測定

(三) 探討愛玉子不同的保存方式對愛玉凝膠特性的影響

- 1.將愛玉子各別放在冷凍和冷藏，保存 3 天。
- 2 愛玉子以 1:50 比例，用手搓揉。
- 3.搓揉五分鐘後靜置，觀察凝膠狀態，並記錄結凍時間。
- 4.完成結凍後放置 20 分鐘後測硬度。
- 5.分別在結凍後 2 小時、4 小時、6 小時、24 小時觀察並記錄離水重量。

(四) 探討不同的添加物對愛玉凝膠特性的影響

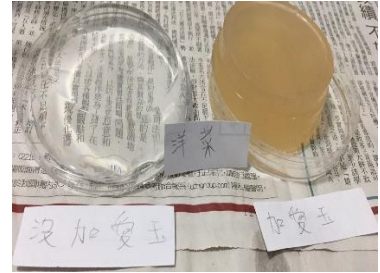
1. 秤好 1:50 所需的水乘以 $\frac{1}{2}$ ，一半為要添加的物品(紅茶、洋菜、吉利丁、咖啡、氣泡水、牛奶)。
2. 用手搓揉 5 分鐘後靜置，觀察凝膠狀態，並記錄結凍時間。
3. 完成結凍後放置 20 分鐘後測試硬度，另進行官能品評。
4. 分別在結凍後 2 小時、4 小時、6 小時、24 小時觀察並記錄離水情形。



不同添加物之愛玉凍



吉利丁添加愛玉差異



洋菜添加愛玉差異

(五) 探討不同的搓洗方式對愛玉凝膠特性的影響

1. 秤好 1:50 的愛玉子和水，採用不同搓揉設備果汁機、打蛋器、按摩槍。
2. 以不同搓揉時間分別為 1 分鐘、2 分鐘、3 分鐘、4 分鐘、5 分鐘後靜置，觀察凝膠狀態，並記錄結凍時間。
3. 完成結凍後放置 20 分鐘後測試硬度。
4. 分別在結凍後 2 小時、4 小時、6 小時、24 小時觀察並記錄離水情形。



果汁機



打蛋器



按摩槍

（六）探討不同的搓洗強度對愛玉凝膠特性的影響

- 1.秤好 1:50 的愛玉子和水，用打蛋器由弱到強之不同強度進行搓揉。
- 2.分別為 1 分鐘、2 分鐘、3 分鐘、4 分鐘、5 分鐘後靜置，觀察凝膠狀態，並記錄結凍時間。
- 3.完成結凍後放置 20 分鐘後測試硬度。
- 4.分別在結凍後 2 小時、4 小時、6 小時、24 小時觀察記錄離水情形。

（七）不同處理條件之愛玉種子釋放凝膠的情形

- 1.由上述實驗步驟二~六不同處理過程。
- 2.運用手機顯微鏡，每隔 5 分鐘觀察愛玉種子釋放出果膠之變化。

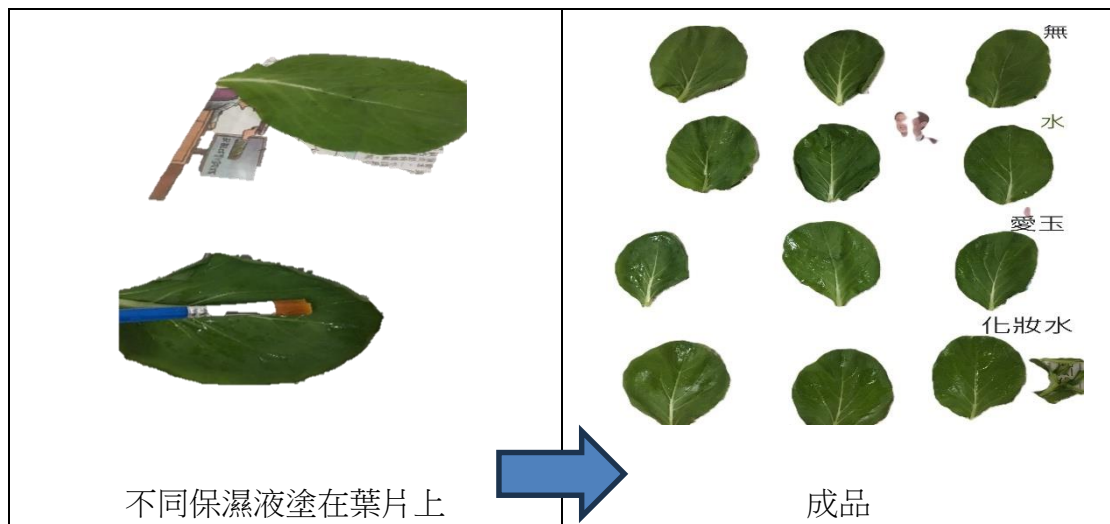


先在手機上找到愛玉子，對焦完畢後清楚拍

（八）比較愛玉之保濕及防曬效果

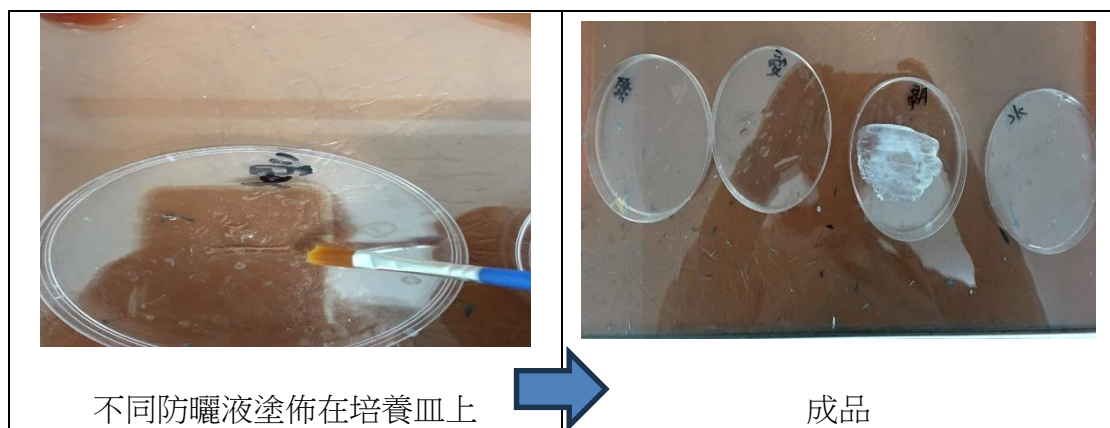
1.愛玉之保濕測試

- (1)採買市面化妝水及 RO 水，與愛玉來做為保濕測試對照
- (2)摘取新鮮的葉片，先用面紙擦拭，備用。
- (3)以 1:50 的愛玉子和溫泉水，放進杯子，搓洗五分鐘，當保濕液。
- (4)於葉片上，分別塗上相同重量化妝水、RO 水及愛玉保濕液，均勻塗佈於表面。
- (5)每 1 小時觀察葉子重量變化，連續觀察 6 小時。



2. 愛玉之防曬試驗

- (1) 採買市面上隔離霜(SPA+++)& RO 水，與愛玉來做為防曬試驗對照
- (2) 以 1:50 的愛玉子和溫泉水，放進杯子，搓洗五分鐘，當防曬液。
- (3) 將隔離霜、RO 水及愛玉防曬液，分別塗佈於培養皿上。
- (4) 於太陽光強之中午 12:00 比對防曬效果。



把塗了各種東西的培養皿放在照光器的感應器上，
然後看下面的數值

肆、研究結果與討論

一、探討愛玉子與水的比例對愛玉凝膠特性的影響

在這個實驗我們想知道愛玉子與水的比例對愛玉凝膠時間是否有影響？愛玉放多久會產生離水現象呢？用這些比例製成的愛玉硬度會有差別嗎？結果如下：

表 1-1 愛玉子與水的比例之凝膠時間及硬度比較

愛玉子比例	1:40	1:70	1:100
凝膠時間 (min)	22	64	164
硬度 (g)	150	84	65

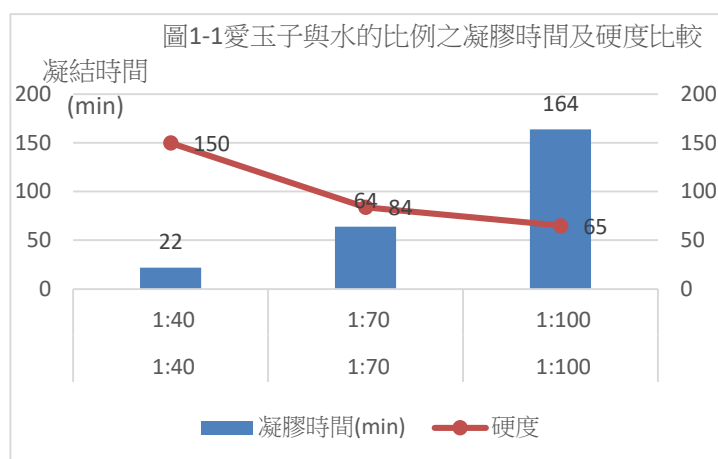
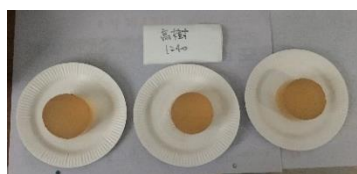
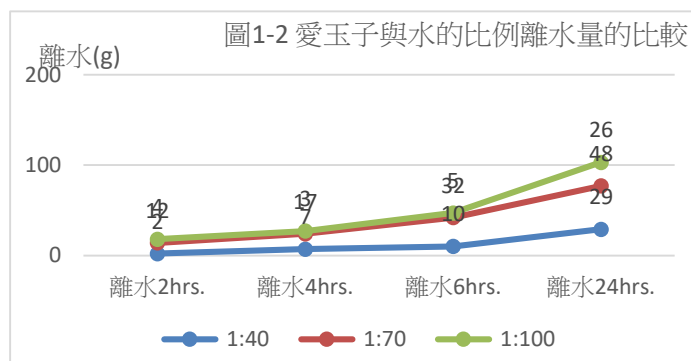


表 1-2 愛玉子與水的比例離水量的比較

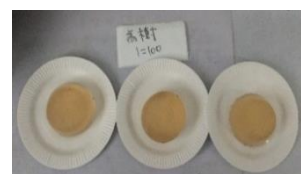
愛玉子比例	1:40	1:70	1:100
離水 2hrs.	2	12	4
離水 4hrs.	7	17	3
離水 6hrs.	10	32	5
離水 24hrs.	29	48	26



1:40 愛玉凍



1:70 愛玉凍



1:100 愛玉凍

【結果與討論】

(一)從這個實驗發現比例愈高凝膠速度越快，但離水現象相較於其他比例不快也不慢。

(二)同時也發現比例越低凝結速度雖慢，且離水程度與高比例差異不大。

(三)經過實驗發現 1:40 比例凝結速度快但口感硬，1:70 比例離水速度最快但口感偏硬，而 1:100 比例凝結速度慢而口感 Q 彈。

(四)如果講求速成又馬上吃或許可以選擇 1:40 如果不講求速成且注重口感者可以選擇 1:100。

二、探討不同的水質對愛玉凝膠特性的影響

由文獻得知形成愛玉凍主要關鍵在於水質，兩價離子形成凝膠橋樑，故本實驗探討 6 種不同水質影響愛玉凝膠形成之特性，由實驗結果以下表及圖說明：

表 2-1 不同水質生水及熟水之 pH 值、凝膠速度與硬度的比較

項目 \ 水質	溫泉水		山泉水		海水		岩鹽水		自來水		地下水	
	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟
pH 值	8.62	9.05	7.64	7.85	7.49	7.77	8.46	8.06	8.20	8.26	8.31	8.37
凝膠時間 (min)	稠狀 無法結凍		稠狀 無法結凍		稍有結凍 狀		75	80	40	30	25	35
硬度 (g)	無法測定		無法測定		無法測定		54	64	176	191	187	131

圖2-1 不同水質生水及熟水之pH值、凝膠速度與硬度的比較

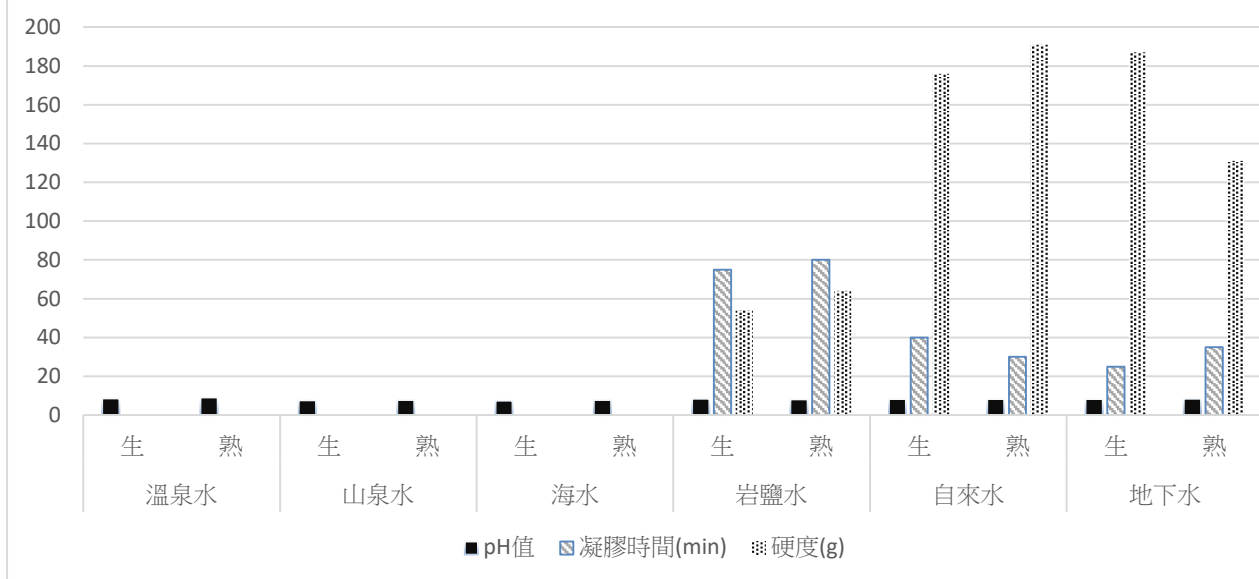
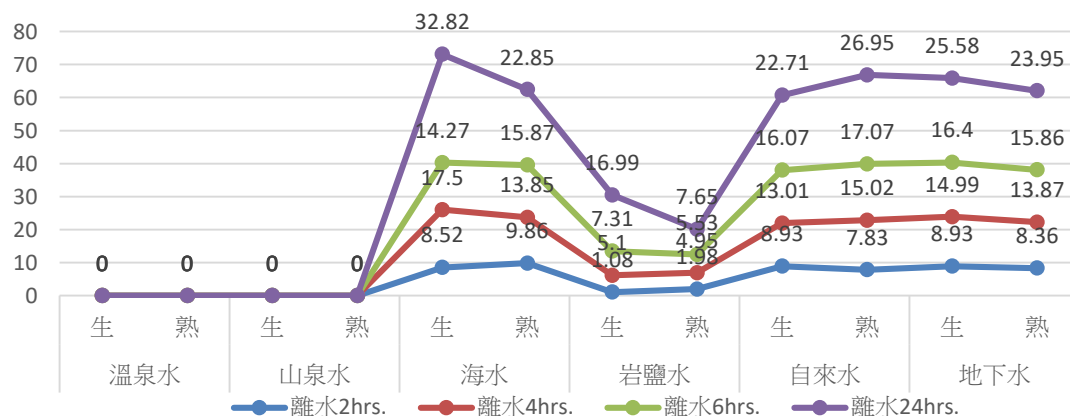


表 2-2 不同水質生水及熟水之離水現象速度

離水速度	溫泉水		山泉水		海水		岩鹽水		自來水		地下水	
	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟
2hrs.	0	0	0	0	8.52	9.86	1.08	1.98	8.93	7.83	8.93	8.36
4hrs.	0	0	0	0	17.5	13.85	5.1	4.95	13.01	15.02	14.99	13.87
6hrs.	0	0	0	0	14.27	15.87	7.31	5.53	16.07	17.07	16.4	15.86
24hrs.	0	0	0	0	32.82	22.85	16.99	7.65	22.71	26.95	25.58	23.95

離水(g)

圖2-2 不同水質生水及熟水之離水現象速度



【結果與討論】

1. 由 pH 值測定結果以溫泉水為最高，其餘水質結果相近，四重溪屬於碳酸氫鈉泉，故 pH 值數值較高於其他水質。
2. 由實驗結果發現溫泉水及山泉水形成稠狀無法結凍，於測定離水試驗未有出水現象，很適合做成保濕類之保養品。
3. 而海水及岩鹽水稠狀軟塌形態，海水離水現象明顯，相較之下岩鹽水離水現象低。
4. 基於食品安全衛生使用自來水及地下水製作愛玉時，一定要用煮過的水才能食用，市面上大多數使用前述 2 種水製作愛玉，於凝膠速度及離水現象兩者差異不大，其硬度結果以自來水為最高。
5. 若考慮食用，則自來水製作愛玉是經濟又實惠，且可開發保濕面膜產品。

三、探討愛玉子不同的保存方式對愛玉凝膠特性的影響

本實驗愛玉子以冷凍保存，以測試冷常及常溫愛玉的凝膠是否有影響，結果如下：

表 3-1 不同保存條件之凝膠時間及硬度比較

項目 \ 保存	冷凍	冷藏	常溫
凝膠時間 (min)	35	50	40
硬度(g)	150	131	176

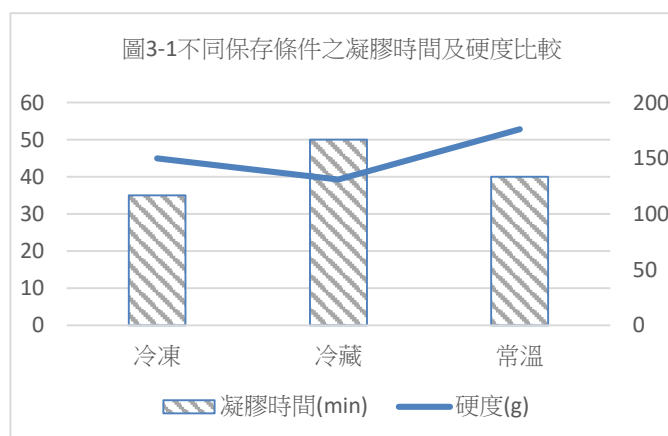
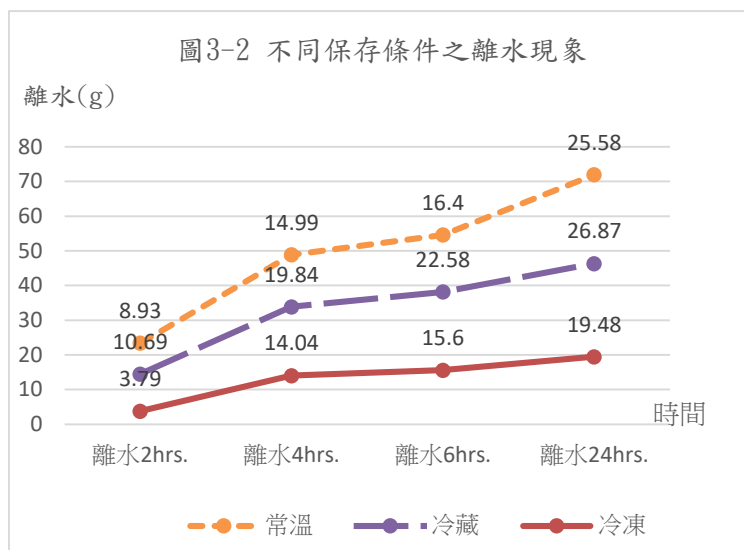


表 3-2 不同保存條件之離水現象

保存 離水時間	冷凍	冷藏	常溫
離水 2hrs.	3.79	10.69	8.93
離水 4hrs.	14.04	19.84	14.99
離水 6hrs.	15.60	22.58	16.40
離水 24hrs.	19.48	26.87	25.58



【結果與討論】

1. 凝膠速度為冷凍>常溫>冷藏，離水現象結果反之。
2. 硬度以常溫為最高，次高冷凍，冷藏為最低。
3. 將愛玉子保存於不同條件下，會影響愛玉凝膠速度及離水時間，所以不同溫度保存會影響愛玉果膠成分。
4. 如果不講究速成，也喜歡軟軟的愛玉，不妨用冷藏保存愛玉子，但不建議久放。
5. 如果喜歡吃速成的不妨用冷凍保存愛玉子。

四、探討不同的添加物對愛玉凝膠特性的影響

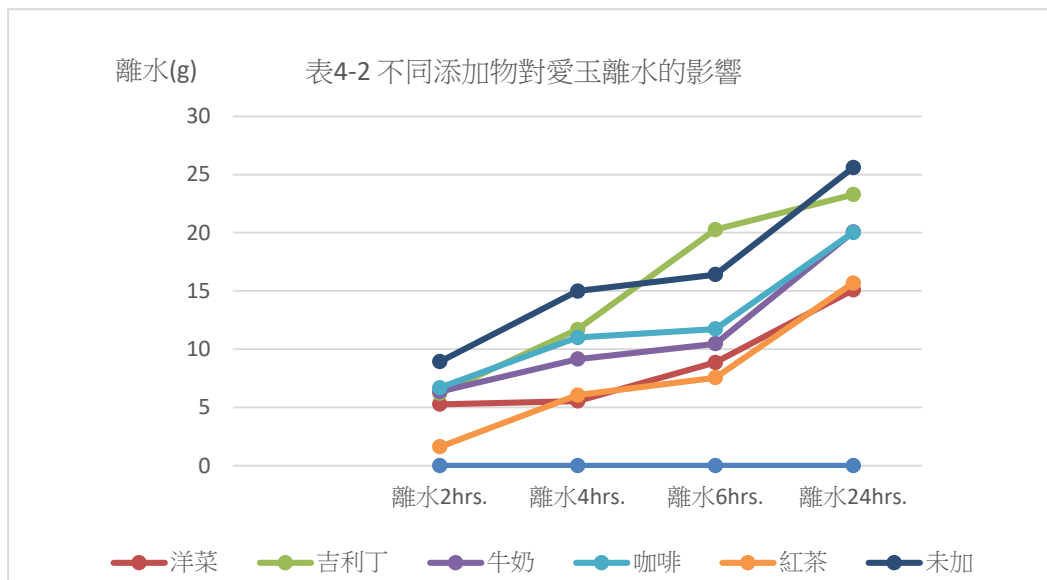
在不同的添加物對愛玉的凝膠速特性是否有影響，結果如下：

表 4-1 不同的添加物對愛玉凝膠速度時間及硬度比較

添加 物 項目	雪碧	洋菜	吉利丁	牛奶	咖啡	紅茶	未加
凝膠時間(min)	稠度未形成	10	25	30	35	70	40
硬度(g)	無法測量	56.02	135.45	132.69	96.53	78.57	176

表 4-2 不同添加物對愛玉離水的影響

離水 \ 添加物	雪碧	洋菜	吉利丁	牛奶	咖啡	紅茶	未加
離水 2hrs.	0	5.27	6.21	6.36	6.69	1.62	8.93
離水 4hrs.	0	5.55	11.69	9.15	11.00	6.06	14.99
離水 6hrs.	0	8.86	20.27	10.47	11.74	7.55	16.40
離水 24hrs.	0	15.09	23.28	20.06	20.02	15.68	25.58



【結果與討論】

1. 不同添加物凝膠時間速度最快是洋菜>吉利丁>牛奶>咖啡>紅茶>雪碧。
2. 硬度最高是吉利丁>牛奶>咖啡>紅茶>洋菜，而雪碧無法測定。
3. 離水現象速度快為吉利丁>咖啡>牛奶>洋菜>紅茶。
4. 由實驗結果雪碧無法形成凝膠；因雪碧成分未含兩價離子故無法產生凝膠作用，出乎意料是愛玉加上吉利丁對於硬中帶 Q 度是具有加乘作用，而牛奶凝膠時間與水相近而硬度次高，洋菜凝膠時間最快但硬度是最低。
5. 將不同添加物進行官能品評，最受歡迎的是牛奶口味愛玉，其次是咖啡愛玉及紅茶愛玉，其餘因賣相及口感不佳故不受到好評。
6. 若要快速完成且具 Q 彈度，可於愛玉凍添加洋菜及吉利丁，再加入調味與市面上產品相仿。

五、探討不同的搓洗方式對愛玉凝膠特性的影響

(一)探討不同的搓洗方式果汁機、打蛋器、按摩槍、手搓與時間對愛玉凝膠特性影響的差異

用手搓喜愛玉可能有些衛生問題存在，如果機械可以代替手搓那不是更方便嗎?我們嘗試用一些機器取代手搓，比較結凍時間、離水、硬度，結果如下:

表 5-2 不同搓揉方式對凝膠時間及硬度的影響

搓揉方式 時間	果汁機		打蛋器		按摩槍		手搓(對照組)	
	凝膠時間 (min)	硬度(g)	凝膠時間 (min)	硬度 (g)	凝膠時間 (min)	硬度 (g)	凝膠時間 (min)	硬度 (g)
1min	18	136.05	只凝膠無 結凍	無法 測定	115	57.98	69	176
2min	無凝膠	無法測 定	只凝膠無 結凍	無法 測定	58	94.91	56	106.18
3min	無凝膠	無法測 定	只凝膠無 結凍	無法 測定	33	125.87	29	88.79
4min	無凝膠	無法測 定	只凝膠無 結凍	無法 測定	25	161.81	25	79
5min	無凝膠	無法測 定	75	45.5	56	206.05	19	53.9

表 5-3 愛玉不同搓揉方式對種子釋出凝膠的情形

時間	果汁機	打蛋機	按摩槍	手搓
1分鐘				
	只有些許裂痕	只有些許裂痕	沒有裂痕	沒有裂痕
2分鐘				
	只有些許裂痕	只有些許裂痕	沒有裂痕	沒有裂痕
3分鐘				
	只有些許裂痕	只有些許裂痕	只有些許裂痕	沒有裂痕
4分鐘				
	已破碎	只有些許裂痕	已破碎	沒有裂痕
5分鐘				
	已破碎	只有些許裂痕	已破碎	沒有裂痕

表 5-2 用機器搓 1 分鐘愛玉離水的差別

機器 時間	果汁 機	打蛋 器	按摩 槍	手搓 (對照 組)
離水 2hrs.	24.58	0.59	3.92	1.88
離水 4hrs.	26.78	1.43	4.17	4.95
離水 6hrs.	30.56	3.62	6.77	6.98
離水 24hrs.	33.95	28	15.27	16.98

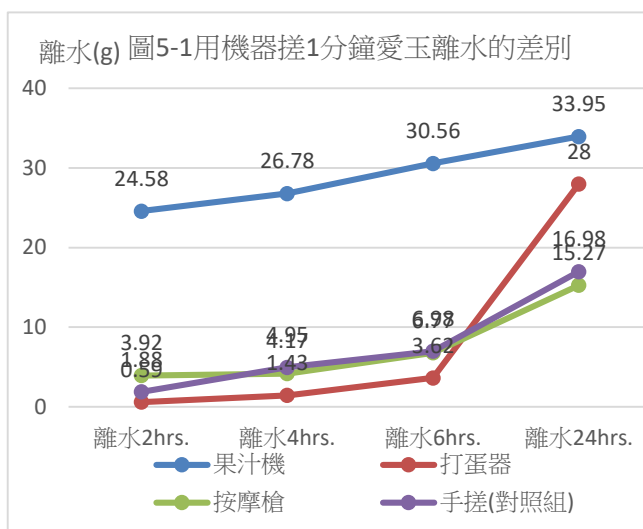


表 5-3 用機器搓 2 分鐘愛玉離水的差別

機器 時間	果汁 機	打蛋 器	按摩槍	手搓 (對照 組)
離水 2hrs.	無結 凍	0.62	3.8	2.95
離水 4hrs.	無結 凍	1.13	5.8	3.66
離水 6hrs.	無結 凍	4.59	7.89	5.54
離水 24hrs.	無結 凍	27.2	17.89	15.36

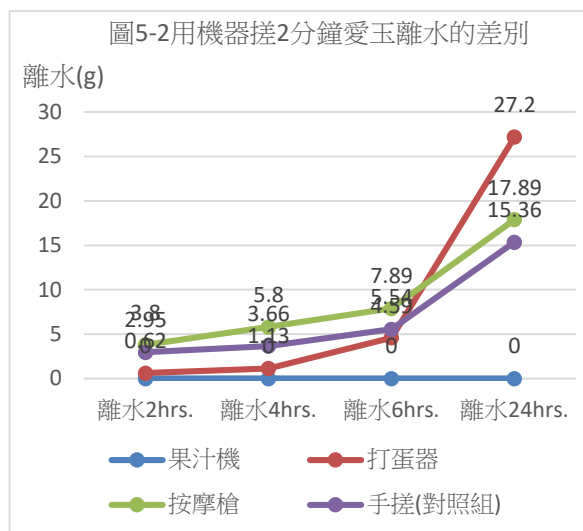


表 5-4 用機器搓 3 分鐘愛玉離水的差別

機器 時間	果汁 機	打蛋 器	按摩 槍	手搓 (對照 組)
離水 2hrs.	無結 凍	0.93	2.3	3.78
離水 4hrs.	無結 凍	1.45	7.9	5.12
離水 6hrs.	無結 凍	3.95	9.81	5.58
離水 24hrs.	無結 凍	27.6	21.65	20.69

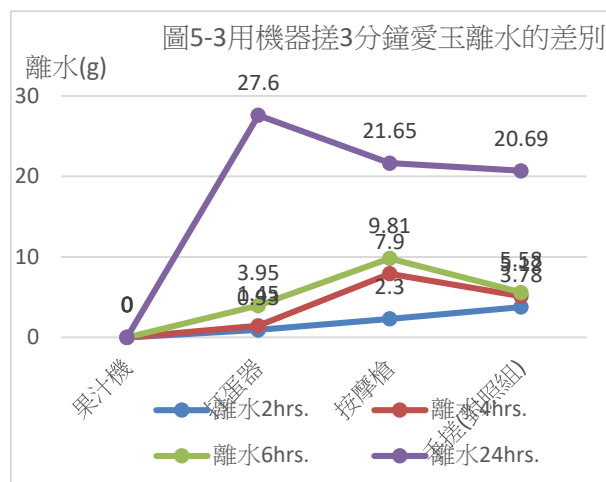


表 5-5:用機器搓 4 分鐘愛玉離水的差別

	果汁機	打蛋器	按摩槍	手搓 對照組
離水 2hrs.	無結凍	0.55	8.5	1.75
離水 4hrs.	無結凍	0.94	12.3	3.96
離水 6hrs.	無結凍	4.91	15.81	4.56
離水 24hrs.	無結凍	20.2	20.98	13.25

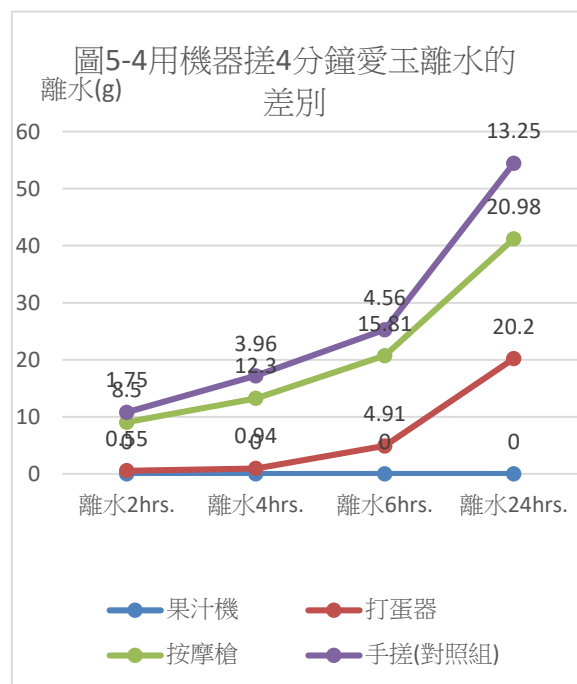
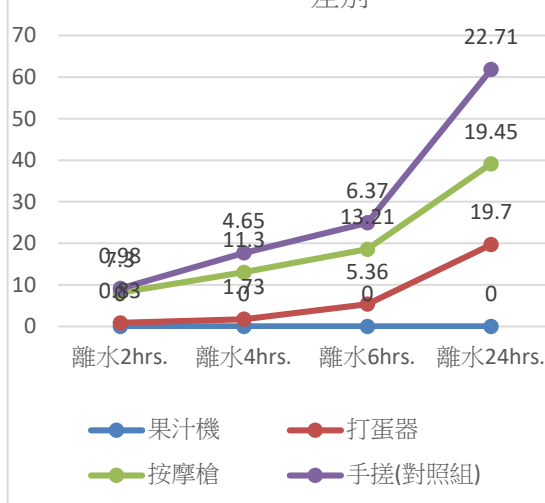


表 5-6:用機器搓 5 分鐘愛玉離水的差別

	果汁機	打蛋器	按摩槍	手搓(對照組)
離水 2hrs.	無結凍	0.83	7.3	0.98
離水 4hrs.	無結凍	1.73	11.3	4.65
離水 6hrs.	無結凍	5.36	13.21	6.37
離水 24hrs.	無結凍	19.7	19.45	22.71

圖5-5:用機器搓5分鐘愛玉離水的差別



【結果與討論】

1. 運用不同儀器進行愛玉搓揉，於實驗結果發現打蛋機搓揉 1 分鐘、2 分鐘、3 分鐘、4 分鐘及按摩槍打 5 分鐘，離水最多，不適合久放；按摩槍搓 5 分鐘硬度為最高，打蛋器為最軟。
2. 於按摩槍隨著搓揉時間延長，而凝膠時間反而變短，且硬度數值變高，於離水現象為最低
3. 使用手機顯微鏡下觀察不同儀器之愛玉籽破碎程度，果汁機 1 分鐘僅少些裂痕，至 5 分鐘完全破碎，而打蛋器 1 至 4 分鐘愛玉籽完全無破碎，到 5 分鐘愛玉籽分開，按摩槍隨著搓揉時間增加，於愛玉籽果膠逐漸的肆放出來，縮短凝膠速度時間。
4. 如果不講求外型只講求速度可以用果汁機打 1 分鐘；如果講求外型及口感可以使用打蛋器 5min，愛玉凍品質最具有 Q 彈度。
5. 若運用大量生產時可用打蛋器取代手工搓揉，也可達到相同的產品。

六、探討不同的搓洗強度對愛玉凝膠特性的影響

從上個實驗我們知道了打蛋器搓揉出來的愛玉凍品質佳，所以我們想試試看強度大小是否會改變愛玉凝膠時間、硬度、離水現象，結果如下：

表 6-1 不同強度的打蛋器強度凝膠時間的比較

強度 項目	1(弱)	2(中)	3(強)
凝膠時間 (min)	75	80	85
硬度(g)	45.5	49.9	44.9

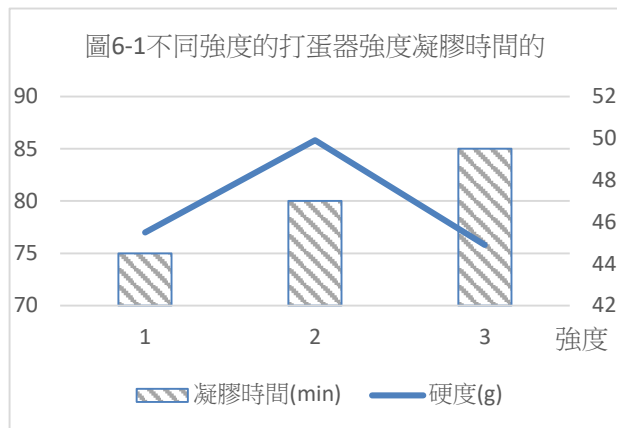
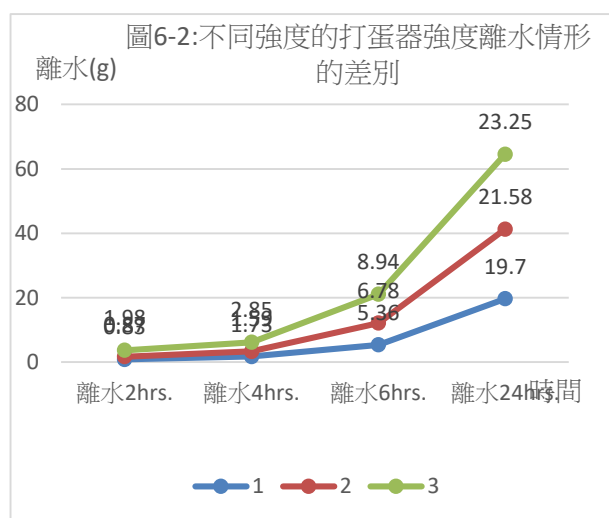


表 6-2 不同強度的打蛋器強度離水情形的比較

強度 項目	1	2	3
離水 2hrs.	0.83	0.87	1.98
離水 4hrs.	1.73	1.59	2.85
離水 6hrs.	5.36	6.78	8.94
離水 24hrs.	19.70	21.58	23.25

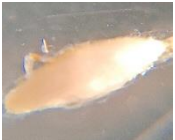
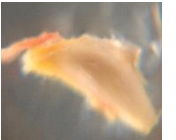
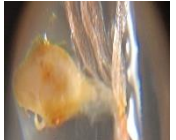
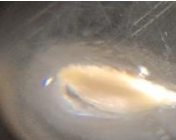
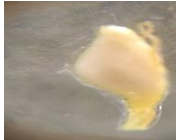
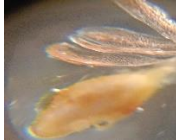


【結果與討論】

1. 打蛋器使用強度 2 進行搓揉，其硬度為高，而口感適合給喜歡偏 Q 度高的人享用。
2. 而打蛋器強度 1 進行搓揉，結凍速度較快，適合實體店面販賣。

七、比較不同凝膠條件時，愛玉籽釋放凝膠的情形

為什麼愛玉凝膠速度不同?我們試著用手機顯微鏡來觀察凝膠情形，結果如下:

	地下水	自來水	溫泉水	山泉水	岩鹽水
1 分鐘					
3 分鐘					
5 分鐘					
備註說明	地下水從一分鐘便開始凝膠，五分鐘飽滿	自來水從三分鐘才開始凝膠，五分鐘還未飽滿	溫泉水從五分鐘才慢慢凝膠	山泉水從 1 分鐘開始凝膠，但三分鐘時凝膠消失，原因有待研究	岩鹽水 1 分鐘已凝膠 3 分鐘已飽滿

【結果與討論】

1. 愛玉籽凝膠速度快慢，會影響結凍時間。越早凝膠，結凍時間越快。
2. 山泉水一開始雖有凝膠，過一下就消失了，推論是否讓搓揉出來的愛玉凍軟爛的原因。

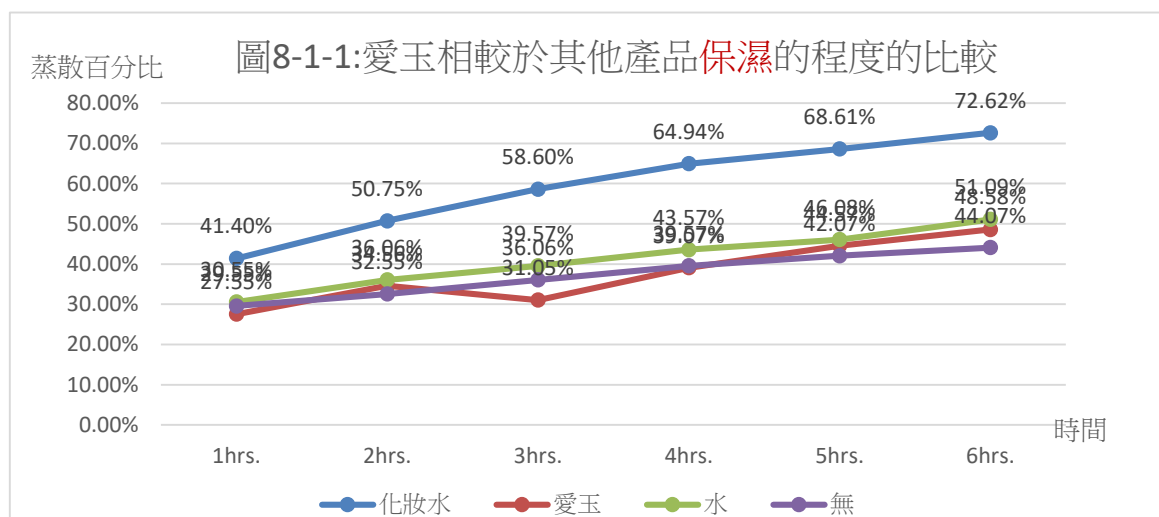
八、探討愛玉的保濕及防曬效果

市面上的化妝品很多，但不一定是天然實材為原料，於文獻提及愛玉於生醫材料發展及前面實驗結果提到保濕、防曬，將市面上保濕化妝水、水及愛玉試驗保濕及防曬效果，結果如下：

(一) 保濕效果

表 8-1 愛玉相較於不同產品之保濕程度的比較

散失百分比	化妝水	愛玉	水	對照組
1hrs.	41.40%	27.55%	30.55%	29.55%
2hrs.	50.75%	34.56%	36.06%	32.55%
3hrs.	58.60%	31.05%	39.57%	36.06%
4hrs.	64.94%	39.07%	43.57%	39.57%
5hrs.	68.61%	44.57%	46.08%	42.07%
6hrs.	72.62%	48.58%	51.09%	44.07%



(二) 防曬效果

表 8-2 愛玉相較於其他產品防曬的程度的比較

產品 項目	隔離霜 (SPA50+++)	愛玉	水	對照組
紫外線	0	5	6	7
照光度	0	755	892	1029

【結果與討論】

1. 散失百分比值越低代表保濕效果很好，塗佈愛玉葉片水分散失百分比低於其他產品，表示愛玉具有保濕效果。
2. 使用照光度儀測定防曬，實驗結果市面隔離霜效果最佳，其次是愛玉，由此可見愛玉有防曬功能。
3. 由保濕及防曬實驗結果發現愛玉具有保濕效果兼具防曬功能，可做為生醫材料之一。

伍、結論

- 一、從實驗結果得到結論愛玉子與水最佳比例為 1:40。
- 二、形成愛玉主要關鍵在於水質，結果得到最好的水是自來水。
- 三、不同的保存方式以冷凍最快結凍且最硬離水最少，適合喜歡吃有嚼勁愛玉的人。
- 四、增添愛玉口味多元化，選用不同添加物提升口感及味道，於牛奶、咖啡廣受好評。
- 五、於不同搓揉儀器設備來取代人工搓揉，實驗發現用果汁機打一分鐘最快凝膠適合實體店面販賣；而使用打蛋器用強度 1 進行搓揉，愛玉凍品質具有 Q 彈度，且賣相佳，可適用於大量生產。
- 六、愛玉子凝膠越快，結凍時間越快，凝膠時間越慢或沒有凝膠，則結凍越慢。
- 七、由實驗結果得知愛玉具有保濕效果兼具防曬功能，可成為生醫原料之一。

陸、參考資料

- 一、 <https://pansci.asia/archives/344457> 為什麼愛玉籽洗一洗就會「結凍」？——從國民美食到生醫材料
- 二、 中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會 作品說明書/國中組 生活與應用科學科/「凍」裡乾坤—愛玉凝膠因子之探討
- 三、 傅麗玉、楊水平(2015)。愛玉說愛玉凍的化學。台灣化學教育，多元文化的化學，第。10 期。
- 四、 吳輝虎、吳登楨、邱家玉(2007)。影響愛玉籽品質及凝膠力因子之研究。行政院農業委員會苗栗區農業改良場研究彙報 1:59-67。