

臺北市第 52 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) (環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：真的假不了！手工愛玉、工廠愛玉大揭曉

關鍵詞：手工愛玉、工廠愛玉、分辨

編 號：



摘要

我們想要比較手工愛玉（用愛玉籽和開水揉製）和工廠愛玉（還加了鹿角菜膠、刺槐豆膠、洋菜、蒟蒻粉、吉利丁粉…等成分）的不同。我們比較手工愛玉和工廠愛玉的外觀、口感、出水量以及出水後再凝凍的狀況，浸泡在熱水中的變化……等。研究發現：用愛玉籽和開水揉製的手工愛玉凍外觀稍微混濁、內含紅褐色細絲、口感軟嫩、放置一段時間後明顯會出水、出水後在室溫下不會再凝凍、泡在熱水中不會溶化；工廠愛玉凍清澈透明、無雜質、口感較脆、放置一段時間後出水量比手工愛玉少、室溫下溶出的水會再凝凍、泡在熱水中會明顯溶化。因為我們不喜歡吃添加物太多的食物，了解這些分辨方法後，就可以清楚知道買來的愛玉是不是單純用愛玉籽製作的愛玉了！

壹、研究動機

我們是喜歡吃愛玉的小朋友，聽說市面上的愛玉有些健康有些不健康，又常常聽到大人說真愛玉、假愛玉，而覺得一頭霧水。現代社會可以自己親手製作愛玉，也容易買到各種工廠製造的愛玉，有時吃到口感硬脆的愛玉，也有軟 Q 入口即化的，所以我們覺得很奇怪，到底其中有什麼玄機？這讓我們想要研究看看，了解這神奇的愛玉凍，到底藏了什麼法寶在其中！

我們在三上的「溶解」單元中學到有些物質可以溶解在水裡，愛玉就是利用愛玉籽的成分溶解在水中，來製成愛玉凍。三下「奇妙的水」單元讓我們學到物質會因為溫度發生形態的變化。我們常在夜市或傳統市場看到手工愛玉在常溫下擺置，而在超市或量販賣場的工廠愛玉則都放在冷藏櫃中，而且大人都會說趕快吃，不然就變成水了。我們覺得很奇怪為什麼有的愛玉會溶化？是跟保存的溫度有關嗎？手工愛玉和工廠愛玉有什麼不一樣？如何辨別手工愛玉和工廠愛玉？所以就想到溫度跟愛玉的關連，因此決定在常溫、冷藏及加熱的狀況下來觀察愛玉。而在製作手工愛玉時，愛玉籽的包裝上有特別註明「需用冷開水」來搓揉，所以我們就想以不同的水質來搓揉看看，這是我們決定用開水、純水、常溫、冷藏、微波加熱及放置熱水中為研究變因的原因。

貳、研究目的

- 一、以開水和純水來揉製愛玉籽，比較不同水質對愛玉凝凍成形的影響。
- 二、比較手工愛玉和工廠愛玉的外觀和口感的差異。
- 三、比較在室溫下，手工愛玉與工廠愛玉的出水量和再次凝凍的情形。
- 四、比較在冷藏溫度下，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異。
- 五、比較在微波加熱後，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異。
- 六、比較手工愛玉與工廠愛玉浸泡於熱水中的差異。
- 七、生活上的應用。

參、研究設備及器材

- 一、材料：愛玉籽、開水、純水(泰山品牌)、工廠愛玉(義美品牌)

	
本實驗使用的工廠愛玉	本實驗使用的純水
	
愛玉籽外觀 (真空包裝)	愛玉籽放置在紗布袋內

二、器材：容器、量杯、電子秤、微波爐、冰箱

	
<p>分裝手工愛玉的容器</p>	<p>量杯</p>
	
<p>電子秤</p>	<p>微波爐</p>

三、本實驗中名稱定義及來源說明

愛玉籽來源：高山愛玉籽，來自阿里山品種。

手工愛玉：在本次實驗中是指用愛玉籽在水中揉製而成的愛玉。

工廠愛玉：工廠製作在市面銷售的包裝愛玉，在本次實驗中是選購義美品牌。

義美愛玉成分：水、蔗糖、濃縮檸檬汁、香料、鹿角菜膠、刺槐豆膠、洋菜、蒟蒻粉、

愛玉子、吉利丁粉。包裝標示每 100 公克熱量 57.4 大卡。

開水：在本次實驗中是以家用自來水煮沸放涼後使用。

純水：在本次實驗中用市面上購得的泰山純水，其製造過程為多重過濾無雜質、RO 逆滲透、105° 高溫煮沸、PH6.0--8.0。

肆、研究過程與方法

一、以開水和純水來揉製愛玉籽，比較不同水質對愛玉凝凍成形的影響。

手工愛玉製作，分成開水組和純水組：

(一) 開水組：

- 1.將 37 克的愛玉籽放置紗布袋中，先浸泡 30 秒。
- 2.雙手將紗布袋放在 1800 毫升的冷開水中搓揉 3~5 分鐘，紗布袋需保持浸泡在水中。
- 3.搓揉完成後取出紗布袋，水溶液倒入容器後靜置不動，觀察是否能凝成愛玉凍。

(二) 純水組：

- 1.將 37 克的愛玉籽放置紗布袋中，先浸泡 30 秒。
- 2.雙手將紗布袋放在 1800 毫升的純水中搓揉 3~5 分鐘，紗布袋需保持浸泡在水中。
- 3.搓揉完成後取出紗布袋，水溶液倒入容器後靜置不動，觀察是否能凝成愛玉凍。



雙手搓揉愛玉籽，紗布袋需保持在水中

說明：結果發現開水組可以凝成愛玉凍，純水組則無法成形，所以之後實驗的「手工愛玉」指的都是以開水製作的愛玉。

二、比較手工愛玉和工廠愛玉的外觀和口感的差異

(一)手工愛玉凝凍成形後，我們先比較手工愛玉和工廠愛玉的外觀、顏色、是否有雜質……等特徵。

(二)接著試吃手工愛玉與工廠愛玉，比較兩者口感有何不同，記錄下來。

三、比較在室溫下，手工愛玉與工廠愛玉的出水量和再次凝凍的情形

(一)將手工愛玉放置於室溫環境連續五天，每天同時間將手工愛玉秤重，記錄固體重量，計算出水量與出水比例。

(二)將工廠愛玉放置於室溫環境連續五天，每天同時間將工廠愛玉秤重，記錄固體重量，計算出水量與出水比例。

(三)紀錄手工愛玉與工廠愛玉在室溫環境三小時內，出水後是否會再次凝凍？

四、比較在冷藏溫度下，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異

(一)將手工愛玉放置於冰箱冷藏室連續五天，每天同時間將手工愛玉秤重，記錄固體重量，計算出水量與出水比例。

(二)將工廠愛玉放置於冰箱冷藏室連續五天，每天同時間將工廠愛玉秤重，記錄固體重量，計算出水量與出水比例。

五、比較在微波加熱後，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異

(一)分段微波：

1.將手工愛玉置於微波爐中，

(1)以 800W 微波 10 秒，取出秤重，記錄固體量及計算出水量與出水比例。

(2)再以 800W 微波 10 秒（累計 20 秒），記錄固體量及計算出水量與出水比例。

(3)再以 800W 微波 10 秒（累計 30 秒），記錄固體量及計算出水量與出水比例。

2.將工廠愛玉置於微波爐中，

(1)以 800W 微波 10 秒，取出秤重，記錄固體量及計算出水量與出水比例。

(2)再以 800W 微波 10 秒（累計 20 秒），記錄固體量及計算出水量與出水比例。

(3)再以 800W 微波 10 秒（累計 30 秒），記錄固體量及計算出水量與出水比例。

(二) 直接微波 30 秒：

- 1.將手工愛玉置於微波爐中，以 800W 直接微波 30 秒，取出秤重，記錄固體量及計算出水量與出水比例。
- 2.將工廠愛玉置於微波爐中，以 800W 直接微波 30 秒，取出秤重，記錄固體量及計算出水量與出水比例。

六、比較手工愛玉與工廠愛玉浸泡於熱水中的差異

- (一) 將手工愛玉浸泡在攝氏 90 度，240 毫升熱水中，記錄溶解狀況。
- (二) 將工廠愛玉浸泡在攝氏 90 度，240 毫升熱水中，記錄溶解狀況。

七、根據上面各項實驗結果，想想看平日吃愛玉時，可以怎麼做。

伍、研究結果

一、以開水和純水來揉製愛玉籽，比較不同水質對愛玉凝凍成形的影響。

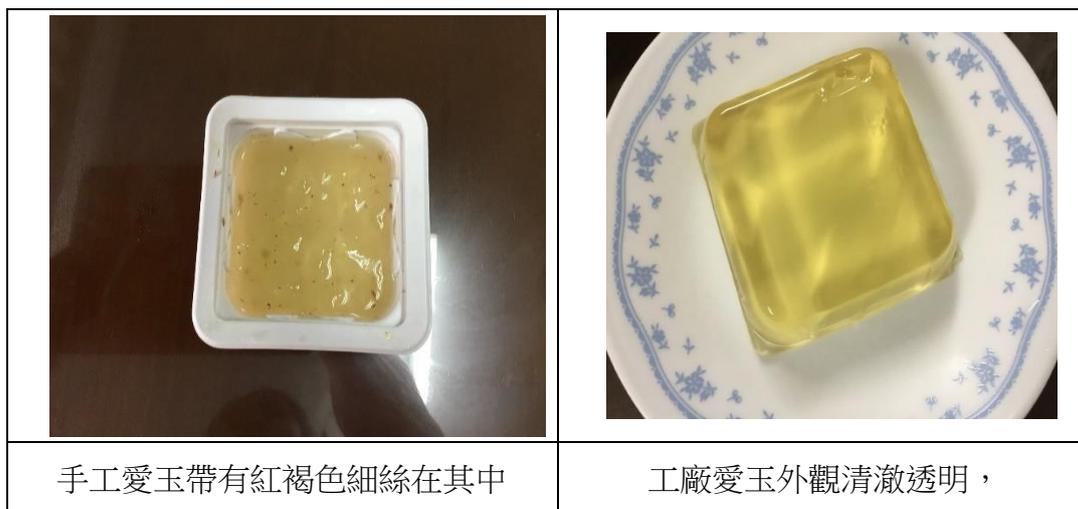
- (一) 在本實驗中我們分開水組和純水組，開水組是家用自來水煮沸放涼後使用，在搓揉過程中很明顯開水變得黏稠，倒入容器靜置 15 分鐘後凝成固體形態的愛玉。
- (二) 純水組是用市售泰山純水，在搓揉過程中水溶液雖然有呈現淡黃色但沒有黏稠感，倒入容器靜置 15 分鐘後仍是水水的狀態。
- (三) 純水持續放置五天，都還是水水的狀態，可見使用純水無法製成愛玉凍。
- (四) 因為純水無法製成愛玉凍，所以後面實驗的「手工愛玉」指的都是以開水製作的愛玉。

二、比較手工愛玉和工廠愛玉的外觀和口感的差異

(一) 手工愛玉和工廠愛玉的外表觀察

外表觀察	手工愛玉	工廠愛玉
顏色	淡黃色	淡黃色
透明度	會透光，略為混濁 含有雜質	清澈透明

雜質性狀	帶有紅褐細絲	清澈無雜質
------	--------	-------



(二) 手工愛玉和工廠愛玉的口感

	手工愛玉	工廠愛玉
口 感	比較軟、嫩	比較脆、硬

三、比較在室溫下，手工愛玉與工廠愛玉的出水量和再次凝凍的情形

(一) 手工愛玉室溫出水量

手工愛玉室溫出水量

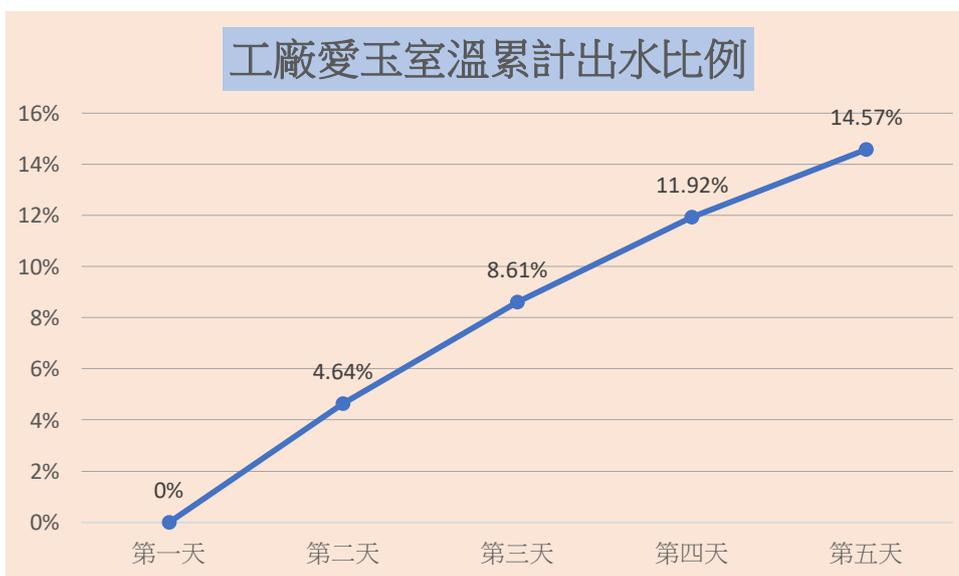
放置天數	濕度/氣溫	總重量(g)	固體(g)	液體(g)	累計出水比例
第一天	60%/16°C	135	131	4	2.96%
第二天	67%/14°C	135	119	16	11.85%
第三天	64%/18°C	135	112	24	17.78%
第四天	60%/19°C	135	95	40	29.63%
第五天	38%/21°C	135	92	43	31.85%



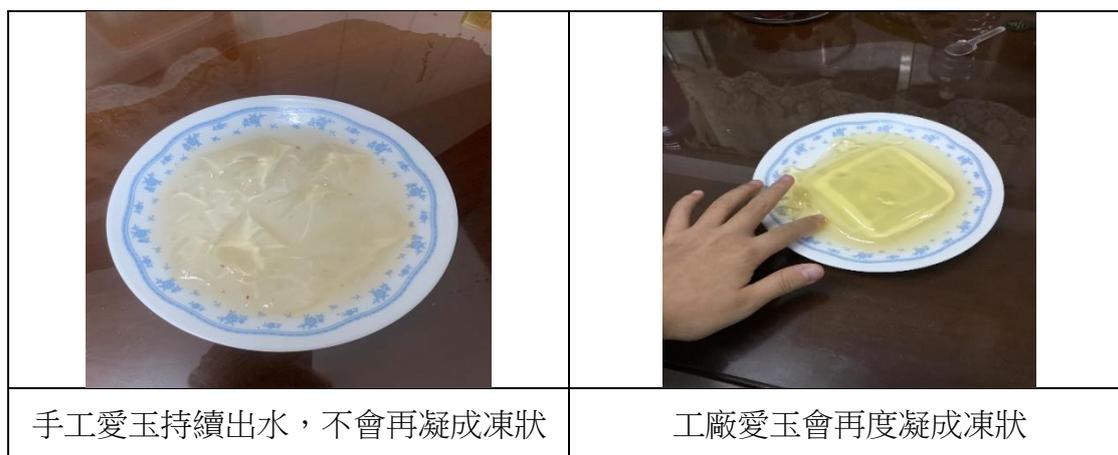
(二) 工廠愛玉室溫出水量

工廠愛玉室溫出水量

放置天數	濕度/氣溫	總重量(g)	固體(g)	液體(g)	累計出水比例
第一天	60%/16°C	151	151	0	0%
第二天	67%/14 °C	151	144	7	4.64%
第三天	64%/18°C	151	138	13	8.61%
第四天	60%/19°C	151	133	18	11.92%
第五天	38%/21°C	151	129	22	14.57%



(三) 手工愛玉和工廠愛玉放置在室溫中都會慢慢開始出水，三小時後，手工愛玉繼續少量出水但不會再度凝凍，工廠愛玉明顯再度凝成凍狀，。



四、比較在冷藏溫度下，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異

(一) 手工愛玉冷藏溫度出水量

手工愛玉冷藏溫度出水量

放置天數	冷藏溫度	總重量(g)	固體(g)	液體(g)	累計出水比例
第一天	4°C	137	135	2	1.46%
第二天	4°C	137	96	41	29.93%
第三天	4°C	137	90	47	34.31%
第四天	4°C	137	87	50	36.5%
第五天	4°C	137	85	52	37.96%



(二) 工廠愛玉冷藏溫度出水量

工廠愛玉冷藏溫度出水量

放置天數	冷藏溫度	總重量(g)	固體(g)	液體(g)	累計出水比例
第一天	4°C	158	157	1	0.63%
第二天	4°C	158	155	3	1.9%
第三天	4°C	158	152	6	3.8%
第四天	4°C	158	149	7	4.43%
第五天	4°C	158	146	12	7.59%



五、比較在微波加熱後，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異

(一) 分段微波：

1.手工愛玉

手工愛玉微波加熱出水情形

微波時間		總重(g)	固體(g)	液體(g)	出水比例
分段 微波	第一次 10 秒(累計 10 秒)	169	127	42	24.85%
	第二次 10 秒(累計 20 秒)	127	123	4	3.15%
	第三次 10 秒(累計 30 秒)	123	121	2	1.63%
直接微波 30 秒		158	152	6	3.80%

2.工廠愛玉

工廠愛玉微波加熱出水情形

微波時間		總重(g)	固體(g)	液體(g)	出水比例
分段 微波	第一次 10 秒(累計 10 秒)	158	158	0	0%
	第二次 10 秒(累計 20 秒)	158	154	4	2.53%
	第三次 10 秒(累計 30 秒)	154	148	6	3.9%
直接微波 30 秒		156	136	20	12.82%

六、比較手工愛玉與工廠愛玉浸泡於熱水中的差異

浸泡於熱水中比較表 (浸泡於攝氏 90 度，240 毫升熱水)

手工愛玉	工廠愛玉
	
浸泡熱水中五分鐘後，手工愛玉仍是固狀物	浸泡熱水中五分鐘後，工廠愛玉逐漸溶化在水中

七、生活上的應用：

手工愛玉口感比較軟嫩，我們喜歡，不過因為原料只有開水和愛玉籽，有愛玉的清香味，但是沒有甜味，我們吃了一些就不想吃了。工廠愛玉較脆較硬，雖然口感較差，但是因為工廠製作時已經添加了糖，所以是甜的，會想多吃一些。

不禁有點感嘆：唉！我們被「添加物」打敗了！

後來媽媽在成型的手工愛玉外加了一點點蜂蜜，讓手工愛玉凍外面沾到一點點蜂蜜，吃起來就有甜味，好吃多了。

陸、討 論

一、以開水和純水來揉製愛玉籽，比較不同水質對愛玉凝凍成形的影響。

(一) 使用開水來揉製愛玉才能成功作出愛玉凍，使用純水無法凝凍成形。

(二) 為什麼純水無法作出愛玉凍呢？我們查閱文獻，得知愛玉形成的原理：愛玉凍的形成是愛玉籽的果膠（pectin）分子與硬水中的兩價金屬子反應，形成凝膠。果膠沉積在植物的初生細胞壁和細胞間層，做為細胞內部的支撐物質，是植物細胞間質的重

要成分。耐心用手搓洗愛玉籽，讓愛玉籽表面經由手的擠壓摩擦與水流的力量，溶出愛玉凝膠，製成愛玉凍的效果最好。攪拌時果膠會溶出，並開始和硬水中的金屬離子鍵結；愛玉籽的數量必須足以讓溶液中的果膠量和多重價數的離子產生鍵結。(愛玉說愛玉凍的化學，2015/11)。當愛玉籽浸入水中揉洗，果膠酵素對果膠進行催化，並與水中的鈣離子交互聯結為網狀結構，逐漸凝膠。(台灣愛玉，愛玉凍的凝結原理，2014/04)。

(三) 所以搓揉愛玉籽時，愛玉籽溶解在水中的果膠和果膠酵素，會和水中的離子反應形成凝膠，因為純水不含離子，所以愛玉就無法凝凍成形。

二、比較手工愛玉和工廠愛玉的外觀和口感的差異。

(一) 手工愛玉和工廠愛玉的外表觀察

1. 在手工愛玉部份，有搓揉時帶出的一絲絲種子纖維，所以帶點混濁紅褐色。
2. 工廠愛玉外表是淡黃色，但看起來很清透沒有雜質，我們想應該是工廠為了賣相較佳而處理過。

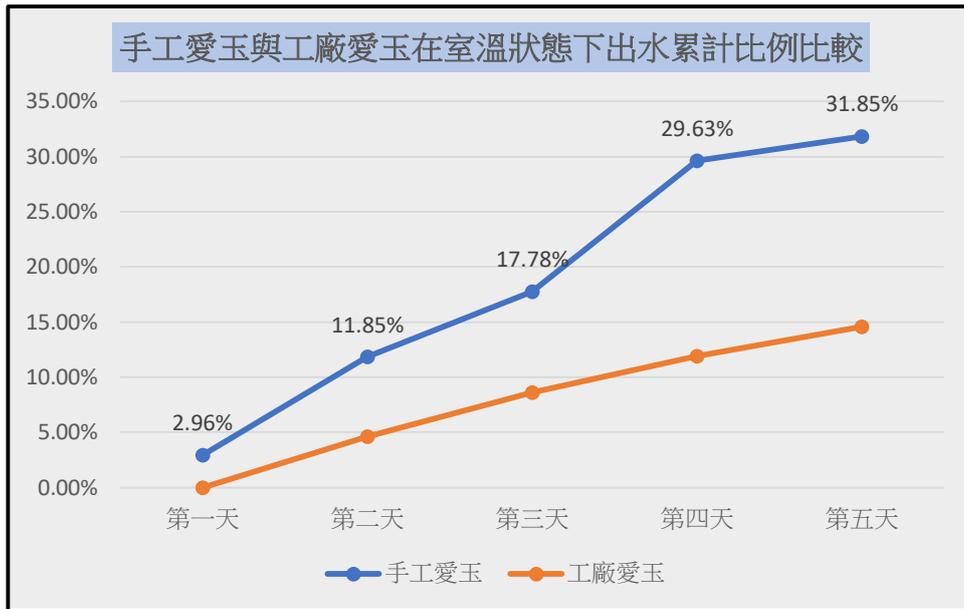
(二) 手工愛玉和工廠愛玉的口感

1. 在手工愛玉部份，吃起來口感軟嫩、入口即化。
2. 工廠愛玉吃起來口感較脆、有彈性，應該是添加的其他物質影響了凝凍質地。

三、比較在室溫下，手工愛玉與工廠愛玉的出水量和再次凝凍的情形

(一) 為什麼愛玉會出水呢？我們查閱文獻，得知愛玉凍製成一段時間後，凍中之水份逐漸析出的情形，稱之為「離水現象」。愛玉中有另一種酵素叫做聚半乳糖醛酸酶 (polygalacturonase)，聚半乳糖醛酸酶會將果膠中的半乳糖醛基水解，因此果膠的結構就被"吃"掉啦！凝膠的狀態也就無法維持了。(愛玉裡的化學，2011/06)

(二) 手工愛玉與工廠愛玉在室溫環境下出水量的差異：



- 1.手工愛玉隨著時間增加，明顯持續出水。
- 2.工廠愛玉放置室溫下，漸漸出現離水現象，在產品外包裝即註明持續冷藏，也許離開冷藏環境就是使其中化學物質逐漸崩裂的因素。
- 3.將手工愛玉與工廠愛玉在本實驗中數據做比較，可看出手工愛玉的出水比例較高，工廠愛玉的出水比例較少。

(三)比較手工愛玉與工廠愛玉放在室溫環境三小時內，出水後是否會有再次凝凍的差異：

- 1.手工愛玉部份，放在常溫三小時後仍是持續出水狀態，也就是持續離水現象，無法再次凝凍。
- 2.工廠愛玉放在常溫下三小時後慢慢又凝結為成塊愛玉，也許是其中的人工添加物具有再凝結的效果。

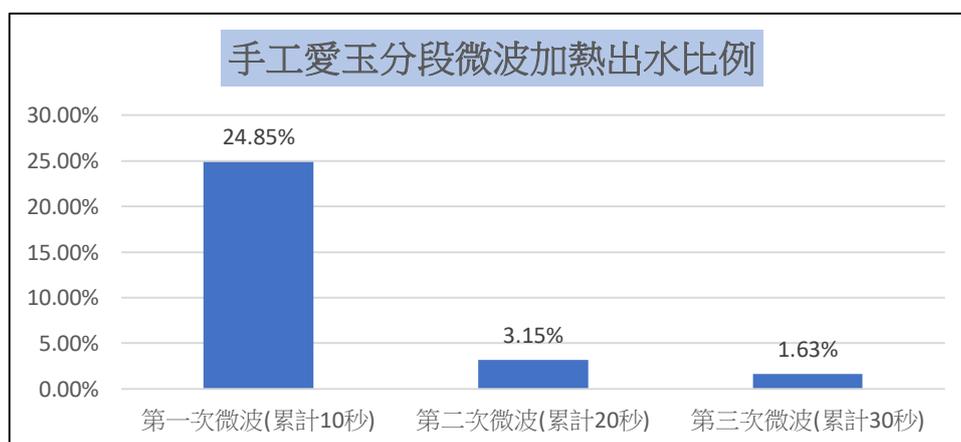
四、比較在冷藏溫度下，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異

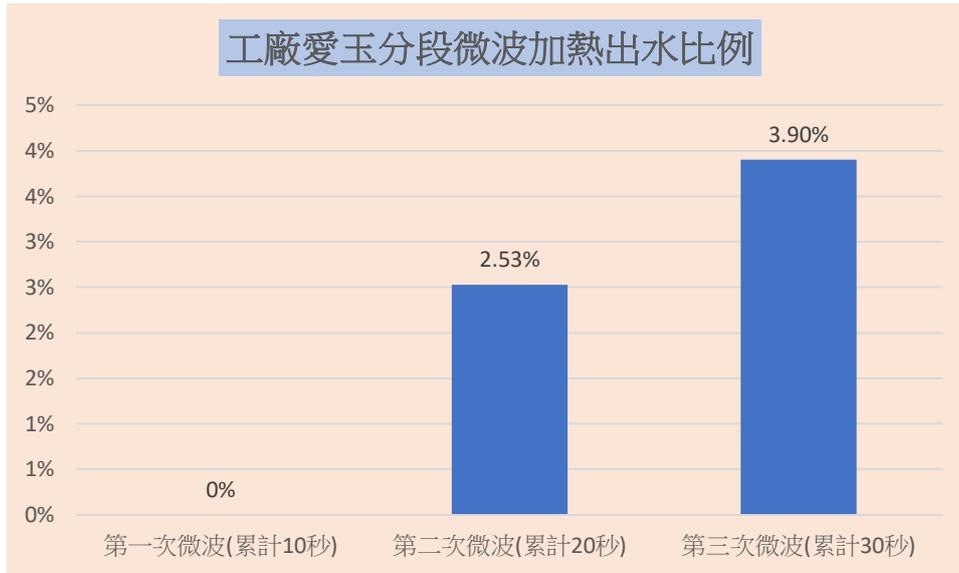


- (一) 手工愛玉從第二天開始，就出現大量比例的水分流失，應該是因為手工愛玉原料只有開水和愛玉籽，離水現象明顯，水分流失較快。
- (二) 工廠愛玉隨著冷藏時間增加，在沒有密封之下，漸漸出水，但速度較慢。工廠愛玉的成分除了愛玉子之外，有凝膠效果的物質還包括：鹿角菜膠、刺槐豆膠、洋菜、蒟蒻粉、吉利丁粉，也許這些成分在冷藏下是比較不容易出水的。可見工廠在製作時已考慮到出水問題，而在成分上有所調整。
- (三) 將手工愛玉與工廠愛玉在本實驗中數據做比較，可看出手工愛玉的出水比例較高，工廠愛玉的出水比例較少。

五、比較在微波加熱後，手工愛玉與工廠愛玉出水量的差異

- (一) 分段微波：每次 10 秒，累計至 30 秒。

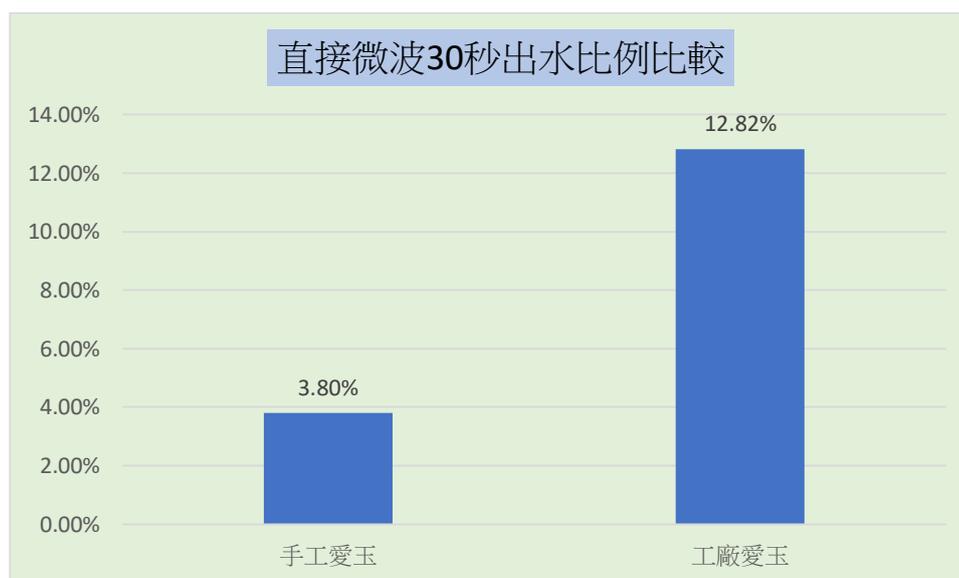




1. 在手工愛玉部份，第一次微波 10 秒就出水 42 克，之後的出水就明顯減少，逐漸只剩餘固體，可能與凝固放置時間長度有關。
2. 工廠愛玉出水比例反而依微波次數、時間增加而增高，可能微波加熱是破壞凝凍物質凝結成凍的原因。

(二) 直接微波 30 秒：

將本實驗中直接微波 30 秒的數據做比較，可看出手工愛玉出水比例不高，工廠愛玉的出水比例比手工愛玉高，可見工廠愛玉有受熱會溶化的狀況。



六、比較手工愛玉與工廠愛玉浸泡於熱水中的差異

- (一) 手工愛玉泡在熱水中，不會溶解。
- (二) 工廠愛玉泡在熱水中後，隨時間增加，逐漸溶解，也許是因為其他的添加物和化學原料在溫度升高時，會產生溶解現象。
- (三) 在本實驗中可看出手工愛玉耐熱，所以可添加在熱飲或熱湯中，做出各種不同的口味變化。

七、生活上的應用：

- (一) 行政院農委會網站查到的資料顯示，用純愛玉籽和開水揉製的純愛玉凍，不含糖分，因此它每 100 公克的熱量只有 2 大卡，且可提供飽足感。而工廠愛玉通常已添加了蔗糖，所以熱量會比較高（例如本實驗的工廠愛玉包裝上標示：每 100 公克含 57.4 大卡）。
- (二) 我們在試吃手工愛玉和工廠愛玉的時候，因為手工愛玉無糖不甜，而工廠愛玉有添加糖甜甜的，忍不住會覺得工廠愛玉「比較好吃」。媽媽教我們在吃人工愛玉時，可以外加一點點蜂蜜，讓愛玉凍外邊沾到一點點蜂蜜，吃起來就有甜味，而且總熱量會比工廠愛玉把糖溶在整個產品裡面還要少。
- (三) 所以，如果不想吃其他添加物，也不想吃進太多熱量，炎炎夏日還是親自動手洗出 Q 軟可口又健康的「真」愛玉吧！

柒、結論

- 一、愛玉籽在冷開水中揉製才能製出愛玉凍，在純水中揉製的愛玉無法凝成凍。
- 二、外觀和口感：手工愛玉凍外觀稍微混濁、內含紅褐色細絲、口感軟嫩；工廠愛玉凍清澈透明、無雜質、口感較脆硬。
- 三、室溫下：手工愛玉放置一段時間後明顯會出水、出水後在室溫下不會再凝凍；工廠愛玉放置一段時間後出水量較人工愛玉少、室溫下溶出的水會再凝凍。
- 四、冷藏溫度下：手工愛玉與工廠愛玉冷藏後都會出水，工廠愛玉出水量較少。
- 五、微波加熱後：工廠愛玉微波加熱後化為液體狀態的情形比手工愛玉嚴重。
- 六、浸泡於熱水中：手工愛玉泡在熱水中改變不大，但工廠愛玉明顯會溶化在熱水中。

根據以上各項實驗，我們歸納出手工愛玉與工廠愛玉的幾項分辨方式：

分辨方式	手工愛玉	工廠愛玉
出水後凝結測試	不會再凝結	會再度凝結
口感	軟嫩	脆硬
外表觀察	帶有紅褐色細絲	清澈透明
浸泡於熱水中	不會溶化水中	會溶化在水中

- 七、用純愛玉籽在開水中揉製的手工愛玉天然純粹，如果需要甜味，可外沾一點點蜂蜜，不會增加太多熱量。

捌、參考資料及其他

一、傅麗玉、楊水平（2015 年 11 月）。愛玉說愛玉凍的化學。取自

<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=11897>

二、台灣愛玉，愛玉凍的凝結原理（2014 年 4 月 6 日）。取自

<http://dailyfresh.pixnet.net/blog/post/56667471->

[%E5%8F%B0%E7%81%A3%E6%84%9B%E7%8E%89%E3%80%82%E6%84%9B%E7%8E%89%E5%87%8D%E7%9A%84%E5%87%9D%E7%B5%90%E5%8E%9F%E7%90%86](http://dailyfresh.pixnet.net/blog/post/56667471-%E5%8F%B0%E7%81%A3%E6%84%9B%E7%8E%89%E3%80%82%E6%84%9B%E7%8E%89%E5%87%8D%E7%9A%84%E5%87%9D%E7%B5%90%E5%8E%9F%E7%90%86)

三、愛玉裡的化學（2011 年 6 月 10 日）。取自

<http://lovepopularscience.blogspot.com/2011/06/blog-post.html>

四、野生愛玉子。取自

<https://www.newsmarket.com.tw/shop/product/aiyu-seed/>

五、行政院農委會網站：愛玉姑娘的家>愛玉知識家>愛玉子用途（2008 年 10 月 23 日）。

取自

<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=119039&ctNode=4024&mp=277&kpi=0&hashid=>