

# 第五屆原住民華碩科教獎

## 研究成果報告

團隊編號：2013032

主辦單位：華碩文教基金會

國立清華大學

行政院原住民族委員會

原住民族電視台



# 第五屆 原住民華碩科技獎

## 作品說明書

國小組

作品名稱：黃金比例 tabakai



愛玉之村



歡迎光臨 wa a sik



認識愛玉子製作過程



耆老介紹器具的演進



體驗削愛玉



愛玉幼苗



愛玉果實



雄果內的愛玉子成圓球狀



雌果內的愛玉子呈細長狀

關鍵詞：tabakai、愛玉

學校名稱：高雄市桃源區樟山國民小學

團隊成員



作者	指導老師
四年甲班 謝孟舫	周秋霞老師
四年甲班 謝鴻佑	劉信甫老師
四年甲班 謝辰皓	陳妍蓉老師
四年甲班 沈卉馨	<b>當地耆老</b>
四年甲班 吳君茹	江維明老師
	孟舫爺爺奶奶
	鴻佑媽媽

## 摘要

Tabakai 是布農族語「愛玉」的意思。夏天的時候，吃一碗愛玉冰或喝一杯加有愛玉凍的搖搖杯，既消暑又解渴，但是很多人都不知道愛玉的製作過程，只看過攤家店前那一大坨搓揉乾硬的愛玉子，以為愛玉子就長成這個樣子，但並非如此，所以生長在盛產愛玉故鄉的我們，希望透過探究與實驗，帶著大家一起認識愛玉這既熟悉又陌生的食物，了解愛玉從種植到採收以及製作愛玉凍的最佳比例。

### 壹、研究動機：

Tabakai 是「愛玉」的布農族語。高雄市桃源區復興里有一條路取名為愛玉路，里民稱這裡叫做「愛玉之村」，在經過復興里的路上，可以看到愛玉相關的圖騰和裝飾，每年到了 8-12 月份正值愛玉的產期，家家戶戶忙著到果園採收愛玉果，在住家庭院裡進行削皮與曬子的工作，最後將曬乾的愛玉子帶殼或將子刮下來裝袋銷售，一直到隔年的 1 月份才能稍作休息，等待另一波農產品-梅子的盛產。

居住在這裡的我們，從小就跟著家人一起工作，協助分擔家裡的農務，所以對愛玉並不陌生，可是當老師問起有關愛玉的問題時，我們卻只能說個大概，甚至有些回答不出來，像是關於愛玉的種植方法？繁殖方法？還有分辨愛玉公母的方法？這些問題，都考倒了我們，也因為如此，讓我們有了想要更進一步認識愛玉的動機。

從小跟著家人忙於農務，但是因為年紀小，所以並沒有實際從頭參與整個過程，對於家人做的工作也不太會提問，反正大人說什麼就跟著做什麼。我們很喜歡吃家人做的愛玉，也看過家人洗過愛玉，卻不知洗愛玉時其水和愛玉子的比例為何？這些問題都是我們想要去發現、去探究、去了解的，這樣才不枉我們是愛玉之村的一份子！

### 貳、文獻探討

愛玉是藤本植物，它會纏繞樹木向上攀爬，生長約 4-5 年的時間植株會逐漸成熟，此時所生產的愛玉果實具有豐富的果膠及果膠酯酶，溶在水中會讓水溶液膠結變成果凍狀，即製成愛玉凍。



我們在實驗過程中所查到的資料得知，愛玉結凍和酵素有關，愛玉雌果粒中能使愛玉果膠結成果凍的主要物質是果膠酯酶，在雌花授粉後約三個月(96日)，其果膠酯酶的活性單位為最高，但其必須與空氣接觸後才能誘發出來，這也是為什麼果農要對愛玉果做適時採收、削皮、翻皮與乾燥的工作。再者還要注意搓洗愛玉子時要使用礦泉水而非蒸餾水，否則會無法凝結，因愛玉子裡的果膠及果膠酯酶在水中搓洗時，二者溶出進行生化反應，會與水中的鈣離子相交聯，形成巨大分子而凝膠，變成我們常吃的愛玉凍。

在製作愛玉凍的過程，家人提醒我們使用的容器要特別注意不可有油沾附，準備的水最好是富含礦物質的山泉水，水和愛玉子的量要適量，以及搓洗愛玉時的力道與水溫也要注意，最後要留意愛玉溶液的濃稠程度，這是愛玉凍是否軟Q適中的關鍵。以上的問題即是我們這次所要探究與實驗的部分，我們希望透過實驗，找出水和愛玉子配搭的最佳比例，希望可以用最省愛玉子的方法製作出口感佳的愛玉凍。

### 參、傳說與起源

據說以前是日本人告訴族人愛玉的做法。以前多是在晚上的時候摘野生的愛玉果實的，祖先為了要將愛玉拿到居住地種植，想了很多方法都沒有成功，後來找到方法，找剛生長出的小苗，連根剪枝種在培養土裡帶下山種植，成功率較高。也有另一種說法是，以前布農族人到深山打獵時，看到猴子們在吃愛玉的果實，也跟著猴子一起食用愛玉果實，發現吃起來甜甜的，所以族人就知道愛玉的果實是可以吃。

小記者們實地訪問當地耆老得知，本地所產的愛玉原來自於阿里山，據說二十多年前，布農族有一戶人家的女兒嫁到了阿里山，發現好吃的愛玉，就帶回消息來，於是當地居民開始從阿里山購買愛玉苗回來種植。剛開始的時候還沒有相關的技術，對於種植的方法也不太了解，經歷了一段辛苦的過程，枯死了許多的種苗，花費大量的精神與金錢，後來經過多次的試驗與研究，終於找到適合當地培育的方法，也開始大量繁殖愛玉植株，一直到現在，幾乎家家戶戶都有種植愛玉，也讓當地有了「愛玉之村」的名號。

#### 肆、 研究目的：

- 一、 認識愛玉的製作過程。
- 二、 檢測洗愛玉子的最佳時間長度。
- 三、 探究洗愛玉子的最佳水量。
- 四、 探究洗愛玉子的最佳愛玉子量。

#### 伍、 研究設備及器材

愛玉子、山泉水(礦泉水)、絲襪(紗布)、大容器、量杯、電子秤、碼表、筷子。

#### 陸、 研究過程與方法

##### 一、 實地採訪：愛玉製作五階段-繁殖、種植、採收、曝曬、製凍。

##### (一) 第一階段：繁殖。

剛開始，前人用愛玉子播種繁殖，即有性繁殖，發現成功率非常的低，且種植成功長成的植株幾乎都是雄株，幾乎沒有經濟效益。後來找到一個方法，就是利用愛玉植株匍匐在地面上的枝條作苗，採無性繁殖，一來可以培育出相同性別的植株，二來成功率很高，所以後來愛玉村的居民都是使用這種方式來繁殖愛玉。

		
前進愛玉果園	實地採訪	採訪記錄
		
作苗	育苗	攀在水泥柱上的愛玉 藤蔓植株

(二) 第二階段：種植。

種植愛玉之前，果農會先在果園裡種植樹木，大多是芒果樹，或是打水泥樁，因為愛玉是藤本植物，會纏繞樹木向上生長，若是野生自然攀爬，到時候愛玉會爬得很高，採收不易，所以大多數人家都會先打樁搭棚架。

當幼苗種下去開始成長時，慢慢地會長出枝條攀附在樹木或水泥柱上，每隔半個月就要看植株生長的狀況，當植株長到一定的程度頂端快要垂下來時，就要用繩子綁住加以固定，讓愛玉植株可以攀附在水泥柱上繼續往上生長；若是利用樹幹當作攀爬架，則不太需要幫繩固定，因為樹皮表面較為粗糙，可以讓愛玉枝條容易攀附生長。

愛玉從種苗開始種植到長大結果大概需要經過4-5年的成長期，果實才會成熟。愛玉攀附著樹幹往上生長，需要充足的陽光和水分，太過於乾燥或炎熱不適合愛玉生長，期間要不斷地灌溉水分，一直到愛玉攀爬到最高的位置，枝條會往旁邊垂下，並開始結果。

		
製作水泥方柱	製作水泥圓柱	水泥柱打樁搭架
		
雄果斑紋	雌果斑紋	雄雌果對照

(三) 第三階段：採收。

愛玉的果期主要在8-12月之間，當愛玉雌果約八






分熟時，果農就會開始進行採收的動作。由於愛玉會纏繞樹木與水泥柱棚架向上生長，若是樹木太高，愛玉會持續不斷向上生長，反而不會結果，所以棚架不能太高，一來方便採收、二來可以較快結果。當頂端的愛玉枝條往下垂，愛玉就會開始結果，此時果農就會拿出採收用的自製長刀，鉤住愛玉雌果的基部，將愛玉果實鉤下來。



#### (四) 第四階段：曝曬。

帶回家的愛玉果，會先用彎刀將愛玉果的蒂切下來，稱之為「打頭」，打頭時要小心，不能將裡面的子削出來。之後要換削皮器削去愛玉的果皮，削去果皮後要在白肉上直切一刀開口，然後拿到太陽下進行第一次曝曬。愛玉果很怕濕氣，所以太陽下山後要收進屋內不要放在外面受潮，大約晒 1-2 天，表皮變得有點皺皺的，就裝到袋子裡悶個 20-30 分鐘，太陽不夠大就要悶個 60 分鐘，待表皮有點軟時就可以撥開翻面，露出裡面的愛玉子後繼續放在太陽底下進行第二次曝曬。太陽大時大概曬個 5 天，若不太大時要曬個 7 天，若碰到陰雨天，有些人會放到烘烤箱或烘烤房裡烘乾，待完全曬乾的愛玉果即可將果皮上的愛玉子用湯匙慢慢刮下來裝袋，或直接帶殼裝袋保存或販賣。據當地居民表示，直接在太陽下曝曬的愛玉子品質較佳，但也有人表示，用炭火烘烤的愛玉子會散發淡淡的香味，所以是因人而異。

		
削皮	第一次曝曬	第二次曝曬

(五) 第五階段：製凍。

愛玉子具有豐富的果膠，加水經過搓洗後，果膠會溶在水中，靜置一段時間水溶液就會結成凍，加上糖漿與檸檬汁，就變成好吃的愛玉了！愛玉凍製作的過程如下：

- Step1：將愛玉子裝入紗布或絲襪內，在清水下稍微沖洗乾淨。
- Step2：準備一桶富含礦物質的水，盡量不要使用逆滲透的純水。
- Step3：將沖洗乾淨的愛玉子放進水中搓洗，將愛玉子的果膠搓揉出來。
- Step4：用手指或筷子檢測濃稠度，當液體從手指間緩慢滴落，代表水溶液中的膠質足夠，即可停止搓洗。
- Step5：將水溶液置於常溫下靜置一段時間，會結凍變成愛玉凍。

		
刮下愛玉子	愛玉子裝袋	搓洗

## 二、實驗一：洗愛玉子的最佳時間長度

(一) 實驗器材：水桶、礦泉水、愛玉子、絲襪、碼錶

(二) 實驗步驟：

1. 將 43 公克的愛玉子裝進雙層絲襪裡，並放入 1600 毫升的水中開始搓洗。
2. 分別搓洗時間 3、5、8、10、15 分鐘，記錄愛玉水的

濃稠程度。

- 濃稠程度分辨方法：將筷子放入愛玉水後提起離開水面，計算愛玉水滴落的時間，滴落時間越短越清澈，滴落時間越久越濃稠。

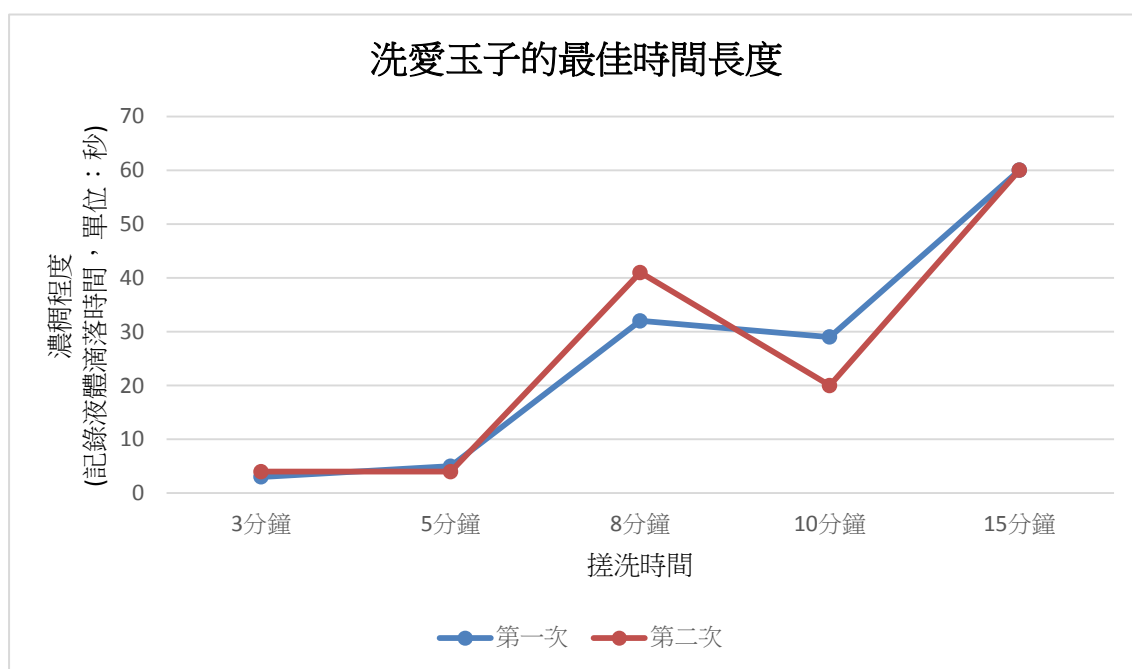
◎ 建議比例：1 杯愛玉子+8 碗水；大約是 1/40(w/v)。

◎ 精確數值：1 杯愛玉子約=43g；1 碗水約=200ml。

(三) 實驗記錄：

控制變因：水量：1600ml，愛玉子的量：43g。

搓洗時間		3 分鐘	5 分鐘	8 分鐘	10 分鐘	15 分鐘
濃稠程度 (記錄液 體滴落時 間)	第一次	3 秒	5 秒	32 秒	29 秒	未滴落
	第二次	4 秒	4 秒	41 秒	20 秒	未滴落
	平均	3.5 秒	4.5 秒	36.5 秒	24.5 秒	×
實驗結果		無法結凍	無法結凍	最佳濃稠 狀態，常 溫結凍時 間約 20 分鐘。	可結凍	液體太過 濃稠，致 使滴落前 就先結成 凍。



(圖表備註：紀錄不滴落之數值以 60 秒計。)

### 三、實驗二：洗愛玉子的最佳水量

(一) 實驗器材：水桶、礦泉水、愛玉子、絲襪、碼錶

(二) 實驗步驟：

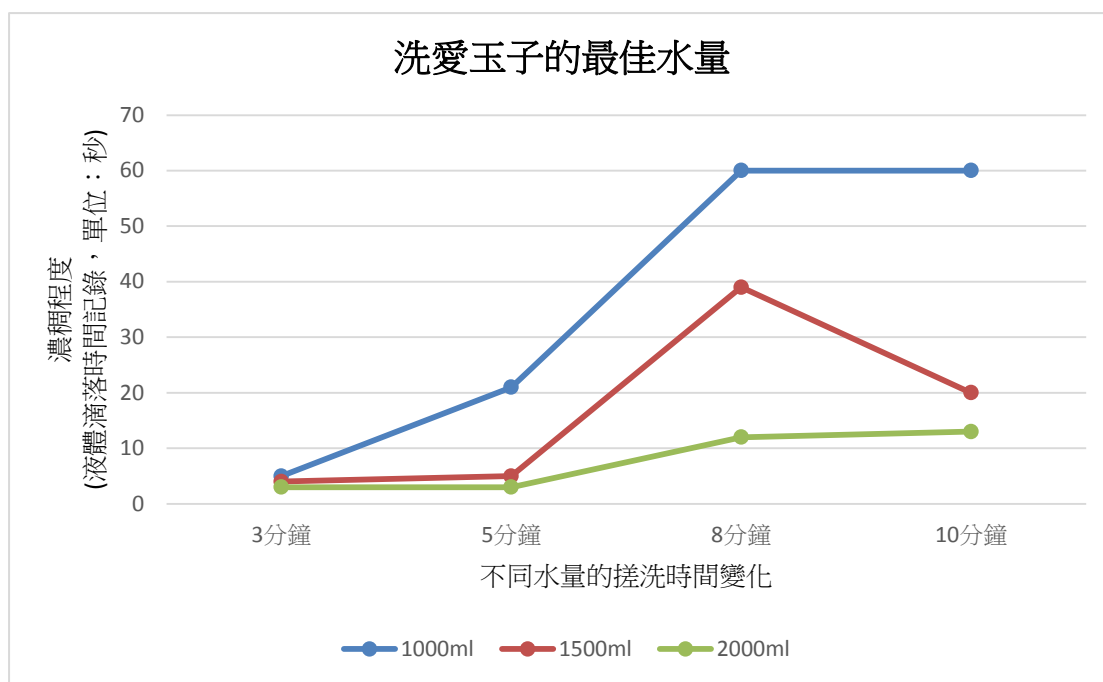
1. 以下的實驗水量均以 500 毫升為一單位增加。
2. 將 40 公克的愛玉子裝進雙層絲襪裡，並各別放入不等量的水開始搓洗。
3. 分別搓洗在水量為 1000、1500、2000 毫升的容器中，記錄愛玉水的濃稠程度。
4. 濃稠程度分辨方法：將筷子放入愛玉水後提起離開水面，計算愛玉水滴落的時間，滴落時間越短越清澈，滴落時間越久越濃稠。

(三) 實驗記錄：

控制變因：愛玉子的量：40g，搓洗時間：8-10 分鐘。

使用水量	1000ml				1500ml				2000ml			
搓洗時間	3 分 鐘	5 分 鐘	8 分 鐘	10 分 鐘	3 分 鐘	5 分 鐘	8 分 鐘	10 分 鐘	3 分 鐘	5 分 鐘	8 分 鐘	10 分 鐘
濃稠程度 (液體滴落 時間記錄)	5 秒	21 秒	162 秒	未滴 落	4 秒	5 秒	39 秒	20 秒	3 秒	3 秒	12 秒	13 秒
實驗結果	水太少，相對搓洗後的膠質太多，液體變得很濃稠。結凍時間約 10 分鐘，感覺很紮實，口感太脆，沒有 Q 度。				最佳水量，結凍後口感軟 Q 適中。				水太多，相對搓洗後的膠質太少，液體不夠濃稠。結凍時間約 40 分鐘，且呈軟綿狀，吃起來感覺 Q 度不夠。			





(圖表備註：紀錄不滴落之數值以 60 秒計。)

#### 四、實驗三：洗愛玉子的最佳愛玉子量

(一) 實驗器材：水桶、礦泉水、愛玉子、絲襪、碼錶

(二) 實驗步驟：

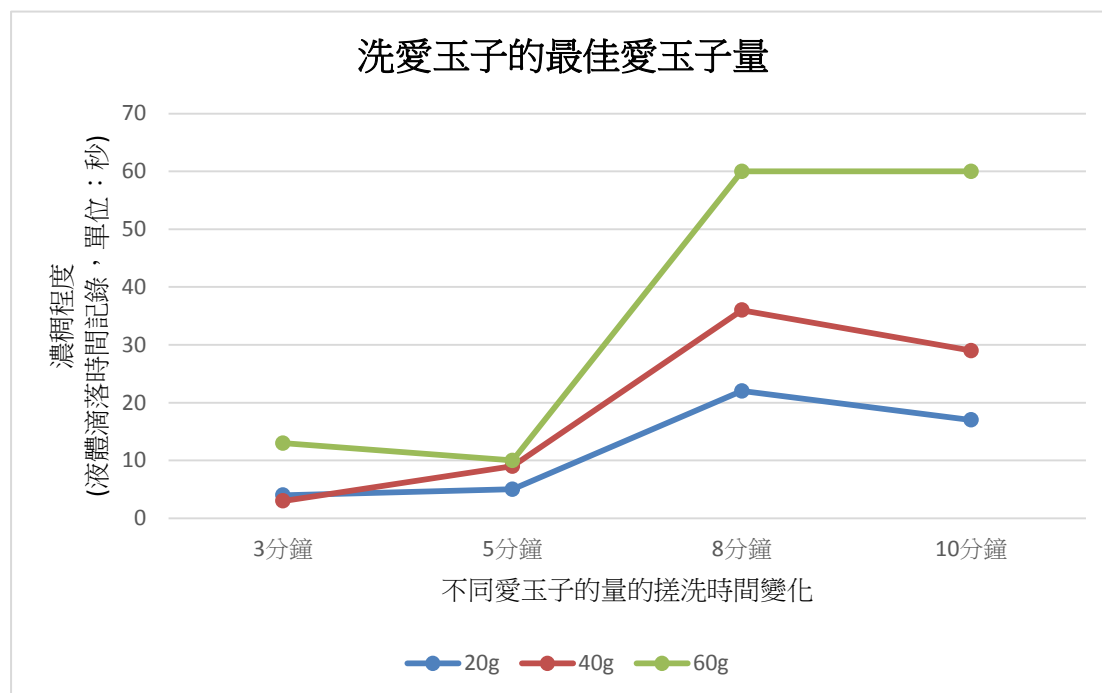
1. 將不等量的愛玉子裝進雙層絲襪裡，並各別放入 1500 毫升的水中開始搓洗。
2. 分別搓洗愛玉子量 20、40、60 公克，記錄愛玉水的濃稠程度。
3. 濃稠程度分辨方法：將筷子放入愛玉水後提起離開水面，計算愛玉水滴落的時間，滴落時間越短越清澈，滴落時間越久越濃稠。

(三) 實驗記錄：

控制變因：水量：1500ml，搓洗時間：8-10 分鐘。

使用愛玉子量	20g				40g				60g			
	3分鐘	5分鐘	8分鐘	10分鐘	3分鐘	5分鐘	8分鐘	10分鐘	3分鐘	5分鐘	8分鐘	10分鐘
濃稠程度 (液體滴)	4秒	5秒	22秒	17秒	3秒	9秒	36秒	29秒	13秒	10秒	未滴	未滴

落時間記錄)											落	落
實驗結果	搓洗後膠質的量不足，所以久久都無法結凍，仍舊是液態狀。				最佳愛玉子量，結凍後口感軟Q適中。				搓洗出來的膠質太多，使得結凍時間短，愛玉凍太過紮實，口感不佳。			



(圖表備註：紀錄不滴落之數值以 60 秒計。)

### 柒、 研究結果

- 一、 洗愛玉子的最佳時間長度大約是 8-10 分鐘左右，測試液體滴落時間記錄在 30-40 秒之間，此時的愛玉溶液為最佳濃稠狀態，常溫結凍時間約 20 分鐘，所製作出來的愛玉凍軟Q適中、口感佳。
- 二、 洗愛玉子的最佳水量大約是 1500 毫升左右，此時製作出來的愛玉凍軟Q適中。水太少，相對搓洗後的膠質太多，液體變得很濃稠。結凍時間約 15 分鐘，感覺很紮實，口感太脆，沒有Q度；水太多，相對搓洗後的膠質太少，液體不夠濃稠。結凍時間約 40 分鐘，且呈軟綿狀，吃起來感覺Q度不夠。
- 三、 洗愛玉子的最佳愛玉子量大約是 40 公克左右，此時製作出

來的愛玉凍軟Q適中。愛玉子的量太少，搓洗後水中的膠質不足，久久都無法結凍，仍舊是液態狀。若愛玉子的量太多則搓洗出來的膠質太多，使得結凍時間短，愛玉凍太過紮實，口感不佳。

四、所以搓洗愛玉子與水的最佳比例是 1/40(w/v)。

#### 捌、討論

- 一、在愛玉子秤重的過程，因為實驗過程中會有散落的愛玉子，再加上我們孩子不太會使用電子秤，難免會造成些許的誤差值。
- 二、洗愛玉時，因為需要使力，所以有時會交換不同的人搓洗愛玉，因為每個人的力道與習慣不同，所以最後得到的數值會造成一些誤差。
- 三、檢測愛玉水的濃稠度時，有些人的筷子是拿直立的，有些人則是拿有點傾斜的，或是因為疏忽而抖動，雖有不斷提醒，但有時仍因不注意而造成實驗的誤差與不準確。
- 四、進行實驗當天的溫度、濕度、使用的器具、，都會影響實驗的結果。
- 五、結成果凍狀的愛玉凍放置一段時間後，會開始出水，即從果凍狀變成液態狀，為何會發生這樣的現象，老人家無法解釋，只說是因為鍋子裡有油造成的，但確切的原因為何？實在讓我們很疑惑？

#### 玖、結論

- 一、根據居民的經驗，建議我們在搓洗愛玉的時候，愛玉子的量約一杯塑膠杯，水量約 8 碗吃飯用的碗，我們實際用電子秤與量杯測量後得到的數值是，愛玉子 43 公克、水 1600 毫升的比例去搓洗，所製作出來的愛玉凍口感較佳、軟硬適中。經過實驗驗證後發現，結果是差不多的，可見老人家的經驗是正確的，也相當珍貴。
- 二、以我們孩子的力道搓洗愛玉子，大約在 8-10 分鐘左右愛玉水的濃稠程度就差不多可以了，結凍後的愛玉凍既不會太軟也不會太硬，軟硬適中、彈性佳、口感好。
- 三、搓洗時動作不要太大，也不要太用力，適度的搓揉並將膠質

擠出紗布外，並用筷子測試溶液的濃稠度，當滴落時間在 20-30 秒左右，表示濃稠度適中，常溫靜置約 20 分鐘即會結凍，製作出口感較佳的愛玉凍。

#### 壹拾、參考資料及其他

- 一、中央研究院高中生命科學資優生培育計劃專題研究報告

<http://projl.sinica.edu.tw/~hispl/news/paper/91/cai.pdf>

- 二、八十四年度農業機械論文發表會：愛玉果粒削皮機之研製論文。嘉義農專農業機械工程科/林建夫、陳添福

[/http://agriauto.bime.ntu.edu.tw/printed/paper\\_collection/1995.files/p039.pdf](http://agriauto.bime.ntu.edu.tw/printed/paper_collection/1995.files/p039.pdf)