

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 農業與食品學科

第二名

052201

利用科學方法研究古早味椪糖

學校名稱：新北市私立南山高級中學

作者： 高三 徐若瑄	指導老師： 潘虹吟
-------------------	------------------

關鍵詞：椪糖、氣體熱脹冷縮、醣類

摘要

「槿糖」是台灣古早味的傳統小吃，不過看似簡單的實驗，在親自動手做後，成功率竟然不高，為了提高槿糖的成功率，做了一系列研究，希望藉由科學方式試驗出製作槿糖之 SOP，實驗後成功率果真大大提升。我們更進一步研究發現，槿糖製作時的關鍵材料「小蘇打粉」，在不添加的同時，槿糖也可以成功槿發，更推翻大部分文獻及網路上所解說槿糖製作的原理是「小蘇打受熱產生二氧化碳，才能讓槿糖膨起的原因」；而實驗後發現，槿糖膨脹成型的原理是氣體熱脹冷縮。最後我們更嘗試改變溶劑，以及創新口味等研究，調查大眾接受程度。

壹、研究動機：

從小我就很愛吃槿糖，看著老師傅輕輕鬆鬆就做出一個「槿糖」，但卻不知其中之原理與奧祕，但在學習的過程中，課本上「認識酸鹼鹽」的單元教到小蘇打的性質，以及「有機化合物」和「食品科學」的單元，都讓我希望可以藉由更科學的方法，好好研究從小到大我最愛的古早味槿糖，試著找出槿糖老師傅不敗的槿糖經驗，好好研究糖的種類不同，特性是否也不同？可以用不同種類的糖成功製作槿糖嗎？怎樣才能成功的找出完美製作「槿糖」的 SOP 呢？可以成功將「槿糖」的口味改變嗎？一連串的問題，讓我想更深入探究「槿糖」的世界！

貳、研究目的：















- 一、探討什麼是「糖煮熟了」之研究。
- 二、探討觀察不同溫度加入小蘇打粉對槿糖的影響之研究。
- 三、探討成功製作槿糖，糖和水的最佳比例之研究。
- 四、「槿糖」SOP 實做測試之研究。
- 五、「槿糖」不加入小蘇打粉，SOP 實做測試之研究。
- 六、探討改變溶劑，對於槿糖影響之研究。
- 七、探討改變古早味「槿糖」口味，創新產品民眾接受程度之調查。

參、研究器材、設備：

一、實驗材料

1. 貳號砂糖	2.紅糖	3.黑糖	4.精緻細砂糖	5.方糖
6.冰糖	7.葡萄糖	8.果糖	9.半乳糖	10. 水
11.牛奶	12.咖啡	13.可樂	14.小蘇打粉	
1.貳號砂糖 	2.紅糖 	3.黑糖 	4.白糖 	
5.方糖 	6.冰糖 	7.葡萄糖 	8.果糖 	
9.半乳糖 	10. 水 	11.牛奶 	12.咖啡 	
13.可樂 	14.小蘇打粉 			

二、實驗儀器、器材

1.電子秤	2.秤量紙	3.攪拌棒	4.10ml 量筒	5.碼錶
6. 小風扇	7. 滴管	8. 三腳架	9. 酒精燈	10. 抹布
11.水銀溫度計		12.容積約 100ml 長柄勺		
13.容積約 12ml 小湯匙		14.咖啡攪拌棒		
1. 電子秤 	2. 秤量紙 	3.攪拌棒 	4.10ml 量筒 	
5.碼錶 	6. 小風扇 	7. 滴管 	8. 三腳架 	
9. 酒精燈 	10. 抹布 	11.水銀溫度計 	12. 100ml 長柄勺 	
13. 12ml 小湯匙 	14.咖啡攪拌棒 			

肆、研究方法與步驟：

想法：發現同學在製作「桎糖」會失敗的原因，有以下幾點：

- (1) 不知道糖水應該要煮到什麼程度再填加小蘇打粉？
- (2) 不知道填加小蘇打粉完後應該攪拌多久？
- (3) 不知道糖與水的最佳比例為何？如何提高成功率。

【實驗一：觀察糖水在不同溫度下狀態的變化】

(一) 想法：

在製作桎糖時，最主要是將糖與水混合後加熱，因此首先我們想了解，在加熱至不同溫度下，糖水之變化狀態為何。

(二) 步驟：

1. 取100ml的水放入燒杯在室溫下，將貳號砂糖慢慢加入水中並攪拌，直到不能溶解為止，觀察糖水濃稠度、起泡現象、牽絲現象、滴入水中情形。
2. 實驗方法同上，只改變水的溫度，分別實驗25℃~150℃以下表格溫度，並且持續觀察糖水濃稠度、起泡現象、牽絲現象、滴入水中情形。

【實驗二：觀察不同溫度下加入小蘇打粉對「桎糖」的影響】

(一) 想法：

大部分桎糖使用的是「貳號砂糖」加熱後等待就可以加入小蘇打粉了，廟口師傅他們都是靠經驗來判斷糖水煮的程度及何時添加小蘇打粉，並沒有一定的標準。而同學們在製作過程中，加入小蘇打粉的現象皆不相同，有的大量產生氣泡噴出，有的糖卻桎不起來而硬掉，所以我們想了解，究竟應加熱至多高之溫度？於是進行以下實驗。

(二) 步驟：

1. 取容積約 100ml 長柄勺，加入 20g 的「貳號砂糖」與 20ml 的水，加熱至 100℃，加入 0.5 克的小蘇打粉，攪拌製作並觀察其結果。
2. 重複步驟一 10 次。
3. 改變步驟一溫度至 110℃、120℃、130℃、140℃、150℃ 不同溫度，依序記錄觀察各溫度下之桎發情形。

【實驗三：找出製作槿糖時糖和水的最佳比例】

（一）想法：

由實驗一與實驗二中，我們發現若要讓「槿糖」可以順利槿發成功，必須把糖加熱至最佳溫度為 130℃。然而在實驗中發現，若能找到最佳之糖與水混合比例，則可使製作過程又快又方便，於是進行以下實驗。

（二）步驟：

1. 取容積約 100ml 長柄勺，加入 20g 的「貳號砂糖」，裝入 2ml 的水，觀察「糖煮熟」的情形，並記錄溫度與時間。
2. 實驗方法同上，改變水的體積，分別實驗裝入 4ml、6ml、8ml、10ml、12ml 的水，觀察「糖煮熟」的情形，並記錄溫度與時間。

註：20g 的糖約為家用湯匙之 2 平匙。

【實驗四：「槿糖」SOP 實做測試】

（一）想法：

實驗一、二、三我們用科學方法研究出製作「槿糖」的最佳條件，我們就用這些條件實際操作，並且改變糖的種類，研究是否所有糖類都能「槿發」，以及是否能有效提高製作「槿糖」的成功率。

（二）步驟：

1. 量取貳號砂糖 20 克（約兩平匙），加入八毫升水（約飲料一瓶蓋）並攪拌，使糖水充分浸濕後，放到酒精燈上加熱至糖水冒泡黏稠約 130℃，再將大湯匙移開火源，加入小蘇打粉後快速攪拌 20 秒後，移開攪拌棒等待膨脹，如以下實驗步驟 1~10，重複操作 30 次，並觀察其槿發情形。
2. 實驗步驟同上，改變糖的種類：精緻細砂糖、冰糖、方糖、黑糖、紅糖、果糖、葡萄糖、半乳糖，重複操作 30 次，觀察其槿發情形。

桎糖製作步驟



註：水量採用八毫升是基於八毫升剛好為飲料瓶蓋一瓶蓋、糖取 20g 是約為家中小湯匙二平匙的緣故，若大家想在家中製作桎糖時較好拿捏比例。

【實驗五：「桎糖」SOP 實做測試(不加小蘇打粉)】

(一) 想法：

實驗四之 SOP 確實大大提升了「桎糖」的成功率，但有一次無意間忘了添加關鍵「小蘇打粉」，桎糖卻神奇的膨脹起來，我們想要用以上實驗所找出的桎糖 SOP 條件再次去實驗，觀察若不添加小蘇打粉，桎糖是否也可成功桎起。

(二) 步驟：

1. 量取貳號砂糖 20 克（約兩平匙），加入八毫升水（約飲料一瓶蓋）並攪拌，使糖水充分浸濕後，放到酒精燈上加熱至糖水冒泡黏稠約 130℃，再將大湯匙移開火源，快速攪拌 20 秒後，移開攪拌棒等待膨脹，重複操作 30 次，並觀察其桎發情形。
2. 實驗步驟同上，改變糖的種類：精致細砂糖、冰糖、方糖、黑糖、紅糖、果糖、葡萄糖、半乳糖，重複操作 30 次，觀察其桎發情形。

【實驗六：將水改變為各式溶劑，觀察貳號砂糖的槿發情形】

（一）想法：

古早味「槿糖」的製作溶劑為水，若將水改為其他溶劑，槿糖是否也可以成功膨脹起來，會不會有其他的影響及發現？

（二）步驟：

1. 量取貳號砂糖 20 克（約兩平匙），加入八毫升牛奶（約飲料一瓶蓋）並攪拌，使糖水充分浸濕後，放到酒精燈上加熱至糖水冒泡黏稠約 130℃，再將大湯匙移開火源，加入小蘇打粉後快速攪拌 20 秒後，移開攪拌棒等待膨脹，重複操作 30 次，並觀察其槿發情形。
2. 實驗步驟同上，改變溶劑的種類：咖啡、養樂多、可樂，重複操作 30 次，觀察其槿發情形。

【實驗七：製作問卷，調查『槿糖』 創新口味學生接受程度】

方法：自製問卷(如下圖)，請受訪者試吃三種不同口味槿糖，依照個人喜好填寫問卷。(採樣人數：300 位)

班級：_____ 性別：_____

1. 請問之前有沒有吃過槿糖： ☐有 ☐沒有

2. 請問有沒有親自做過槿糖： ☐有 ☐沒有

3. 請問哪一個口味你 **最喜歡**： ☐原味 ☐可樂 ☐牛奶

4. 請問就口感而言 **在嘴中化開** 的感覺，最細到最粗的分別是（☐前填入順序）

☐原味 ☐可樂 ☐牛奶

5. 請問就 **甜度** 而言，分別是（☐前填入順序）

☐原味 ☐可樂 ☐牛奶

6. 請問如果有機會，會不會想要自己親手做槿糖：☐會 ☐不會

取三種
做統計

伍、研究結果：

【實驗一：觀察糖水在不同溫度下狀態的變化】







項目 溫度(℃)	糖水 濃稠現象	起泡現象 (最大泡泡)	滴入水中情形
25 (室溫)	稀	無	雲狀擴散消失
30	稀	無	雲狀擴散消失
40	稀	無	雲狀擴散消失
50	稀	無	雲狀擴散消失
60	稀	無	雲狀擴散消失
70	稀	無	雲狀擴散消失
80	稀	欲浮出氣泡	雲狀擴散消失
90	稀	0.2cm泡泡	雲狀擴散消失
100	微稠	0.5cm泡泡	雲狀擴散消失
110	稠	1.5cm大泡泡	雲狀擴散消失，用筷子張開呈細絲狀
120	稠	2cm大泡泡	軟球(不消失，可形成軟球體)
130	稠	2.5cm大泡泡	硬球(凝集成硬球體)
140	稠	3cm大泡泡	軟脆(馬上凝固，有脆性)
150	黏稠	3cm大泡泡	硬脆(馬上凝固，有脆裂聲)

*發現：

- (1)70℃至100℃：在加熱至70℃之前，糖水皆無明顯變化，在80℃開始則起了變化，糖水的表面逸出小泡沫，到了90℃開始有約0.2cm泡泡，到了100℃糖水變得有點黏稠，因為水沸騰了使得水份減少，且起泡現象更為明顯，出現了約為0.5cm泡泡。
- (2)溫度 100℃：糖漿表面平靜無波，將糖漿浸入水中似雲狀而向四面擴散消失。
- (3)溫度 110℃：滾沸中的糖漿表面泡沫分佈均勻，將糖漿浸入水中似雲狀消失，冷卻後之糖漿在兩指間黏性較大，手指張開時呈細絲狀。
- (4)溫度 120℃：滾沸中的糖漿表面黏性大，氣泡亦較大，糖漿浸入水中不會消失，可凝集一起手指間形成一個軟的球體。
- (5)溫度 130℃：滾沸中的糖漿形狀同前，糖漿浸入水中可凝集成硬球體，在口中嚼時有強度黏牙的聲音。
- (6)溫度 140℃：滾沸中的糖漿形狀如前，糖漿浸入水中馬上凝固，有脆性。
- (7)溫度 150℃：滾沸中的糖漿呈金黃色澤，將糖漿浸入水中馬上凝固而且會發出脆裂聲。

【實驗二：觀察不同溫度下加入小蘇打粉對「椪糖」的影響】

實驗結果：

溫度 (°C)	成型狀態	成敗	實驗照片
100	不成形	X	
110	不成形	X	
120	膨脹高度不高於湯匙， 較為扁平	O	
130	膨脹高度出湯匙 約3.5公分	O	
140	膨脹高度出湯匙 約2公分	O	
150	無法成形椪起 且糖呈黑褐色黏稠狀	X	

***發現：**

- (1)發現溫度在低於 120℃ 前，實驗皆會失敗。120℃ 開始，極糖開始膨脹，成功次數增加；當溫度在 130℃ 時，極發效果最佳，成功次數最高。
- (2)當溫度高於 130℃ 時，雖然仍可以把糖煮熟，但「極糖」不一定會成功，像溫度到達 140℃ 之後，會容易縮小或塌陷，到達 150℃ 反而會讓水分快速減小而使糖產生焦化。

【實驗三：找出製作極糖時糖和水的最佳比例】




項目 水量(ml)	到達糖煮熟 溫度(℃)	到達糖煮熟 時間	現 象
2	95	1:56	水分不足，攪拌後結成糖塊
4	104	2:06	糖水成功凝固 / 極起
6	117	3:58	糖水成功凝固 / 極起
8	125	5:00	糖水成功凝固 / 極起
10	138	6:49	糖水成功凝固 / 極起
12	155	9:23	糖水成功凝固 / 極起


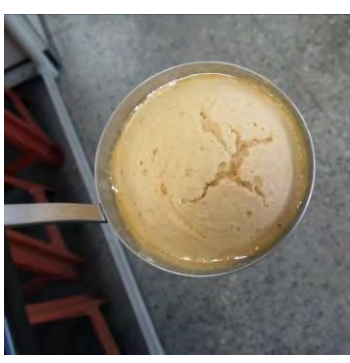

***發現：**

- (1)當加熱時間越久，糖水就越濃稠，顏色越來越深。
- (2)除了2ml水分不足，攪拌後結成糖塊，完全無法製作極糖，其餘水量皆可以成功，故發現加入水的體積不會影響成功與否，若加入的水量較多，所花費的時間要再多一些，只會影響反應速率。
- (3)極糖是一個非常適合在家製作的親子活動，故本組選擇的比例是在家可以非常方便量取的比例，20g的糖約為家中塑膠湯匙的兩平匙，8ml的水約為寶特瓶蓋一瓶蓋的水量。
- (4)20g的糖和 8ml的水加熱到沸騰，再繼續煮沸約4分30秒至5分鐘，就可以讓糖水顏色變成透明淺黃色；用攪拌棒沾糖水，放入冷水中，糖漿浸入水中可凝集成硬球體現象！

【實驗四：「桎糖」SOP 實做測試】

桎糖成功失敗等級評等表



等級	0	1	2
照片			
敘述	水狀於湯匙底部。	水、氣體過多無法成形。	扁平，高度不高於湯匙。

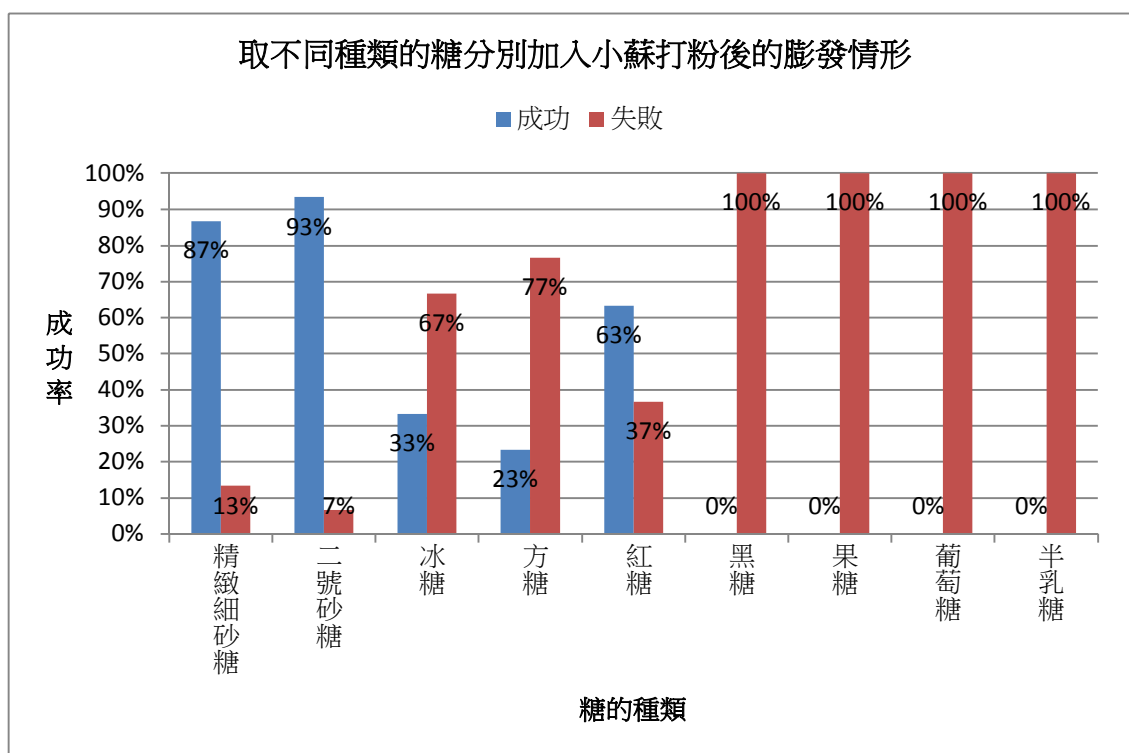
等級	3	4	5
照片			
敘述	有桎發，成形後塌陷。	高出湯匙約2公分。	高出湯匙約3.5公分。

備註：右圖為老師傅販賣桎糖之外觀，故本組實驗桎糖成功的定義，必須達到等級4以上才能算成功。



糖的種類	成功	照片	槓發等級
精緻細砂糖	✓		4
貳號砂糖	✓		5
冰糖	X		2
方糖	X		2
黑糖	X		0
紅糖	X		2
果糖	X		1

葡萄糖	X		0
半乳糖	X		0



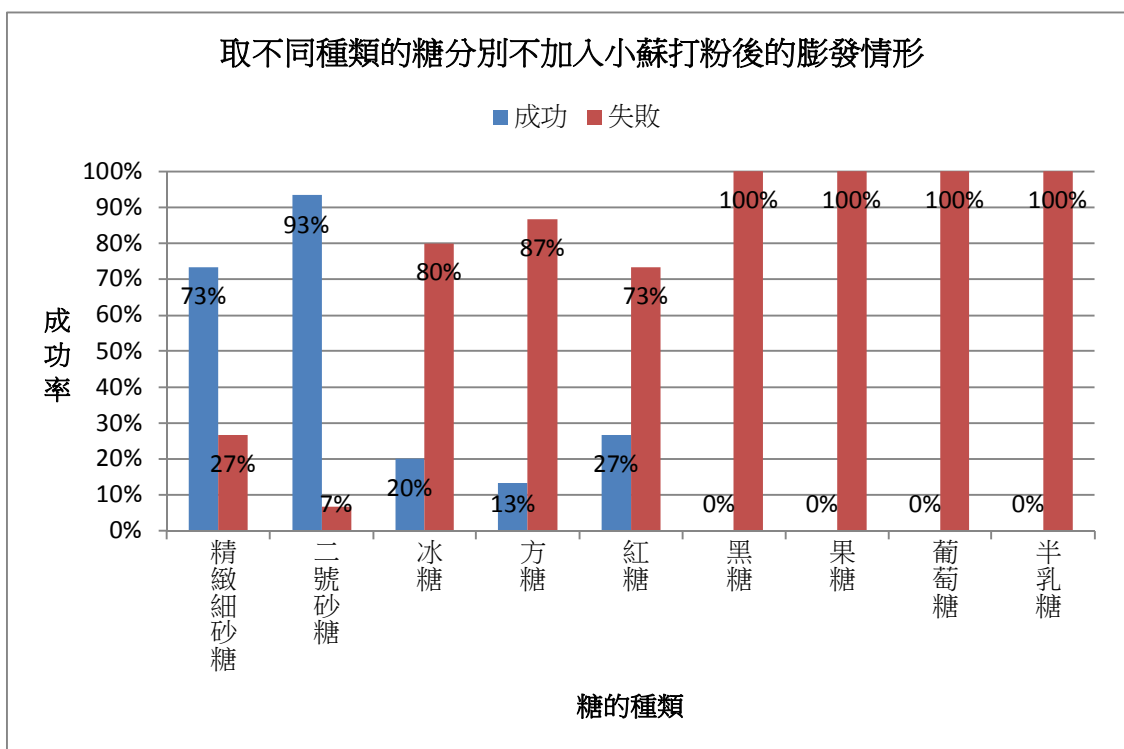
*發現：

- (1) 由我們研究出的 SOP 確實大大提升了製作「槿糖」的成功率，實驗 30 次 貳號砂糖成功率可達 93%。
- (2) 由研究結果發現，不是每種糖都能讓糖「槿發」起來，果糖、葡萄糖、半乳糖實驗完全不會槿發，且發現這些糖都是單糖。
- (3) 而冰糖、方糖、紅糖其實都會槿發，槿發等級大約 2，故無法將它列入成功的次數；黑糖則是雜質太多，實驗容易失敗。

【實驗五：「桎糖」SOP 實做測試(不加小蘇打粉)】

糖的種類	成功	照片	桎發等級
精緻細砂糖	√		4
貳號砂糖	√		4
冰糖	X		2
方糖	X		2
黑糖	X		0
紅糖	X		2
果糖	X		1




葡萄糖	X		0
半乳糖	X		0

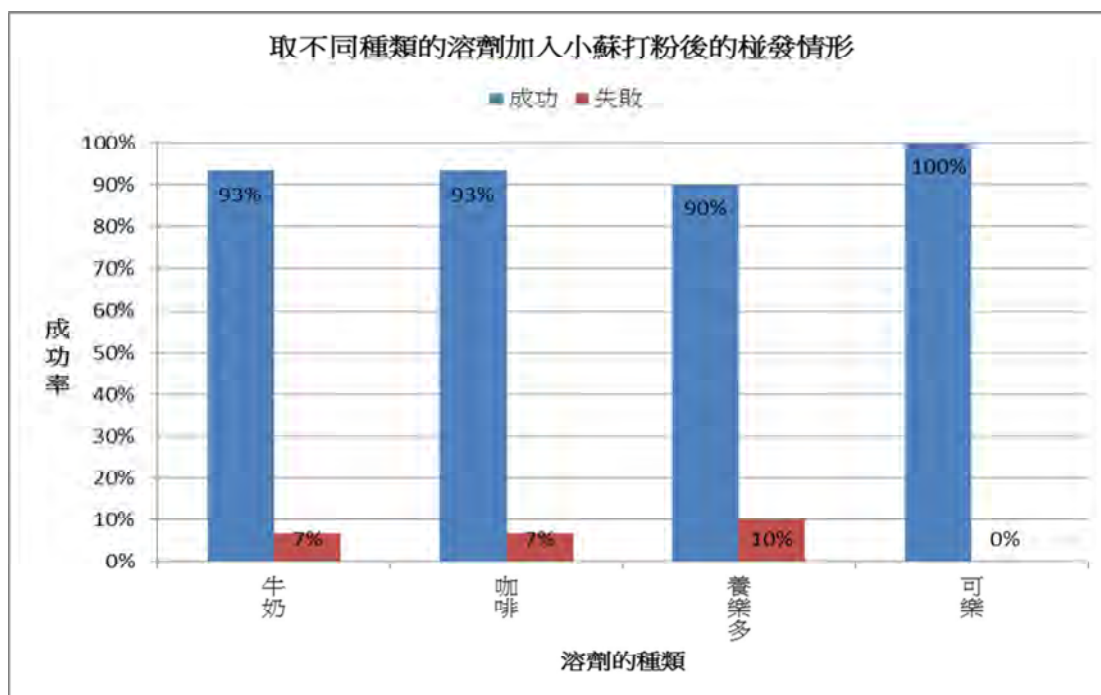


*發現：

- (1) 我們發現即使沒有加入「小蘇打粉」貳號砂糖槓發的成功率依舊可達 93%，而精緻細砂糖槓發效果，會略為下降至 73%，但實驗 30 次成功率皆高於 50% 以上。
- (2) 由研究結果發現，雖然不加「小蘇打粉」也可讓槓糖「槓發」起來，但槓發等級無法到達 5 級，最佳槓發效果最高到達 4 級。

【實驗六：將水改變為各式溶劑，觀察貳號砂糖的槌發情形】

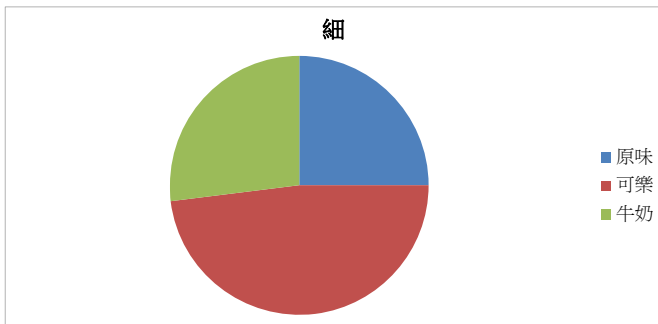
溶液的種類	成功	照片	槌發情形	槌發等級
牛奶	V		甜味：較不甜 內部結構：孔洞小 紮實 外觀：較細密	4
咖啡	V		甜味：香甜 內部結構：孔洞大 外觀：顏色較深	4
養樂多	V		甜味：微甜 內部結構：扎實 外觀：平滑孔洞小	4
可樂	V		甜味：微甜有可樂 香味 內部結構：鬆軟 外觀：平滑孔洞小	5



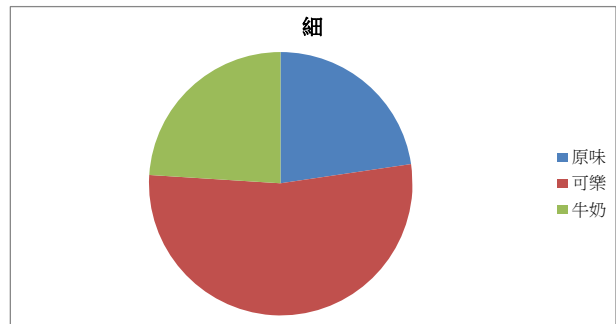
【實驗七：製作問卷，調查『桎糖』 創新口味學生接受程度】

一、顆粒粗細

國中組 樣本數：190 人

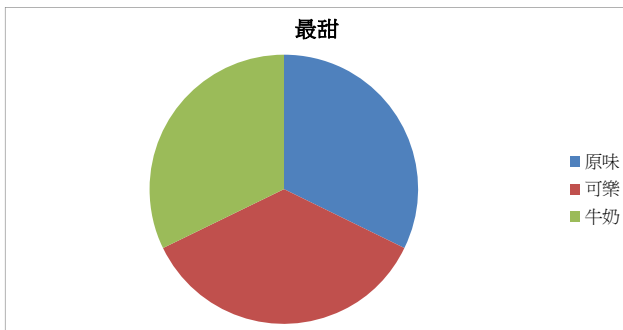


高中組 樣本數：110 人

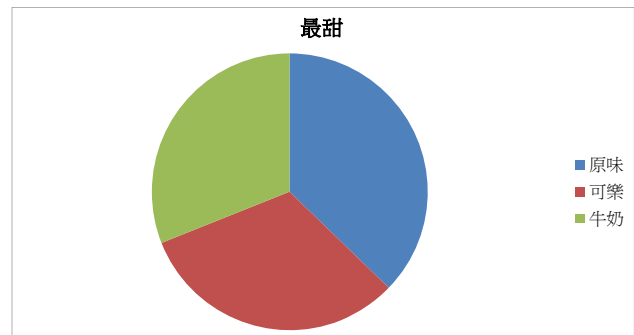


二、甜度比較

國中組 樣本數：190 人

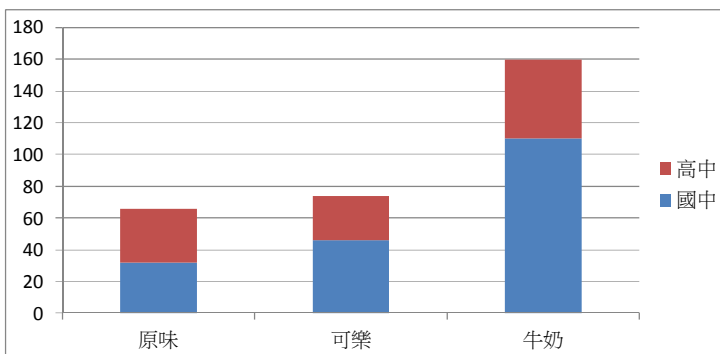


高中組 樣本數：110 人



三、喜愛程度

全體 樣本數：300 人



問卷分析: 以國高中生加總 300 人為樣本數，分析改變口味，對於口感、甜度及喜愛程度做調查。

發現：1.顆粒粗細比較：牛奶 > 原味 > 可樂

粗————→細

2.甜度比較：可樂 > 原味 > 牛奶

甜————→不甜

3.喜愛程度：牛奶 > 可樂 > 原味

喜歡————→普通

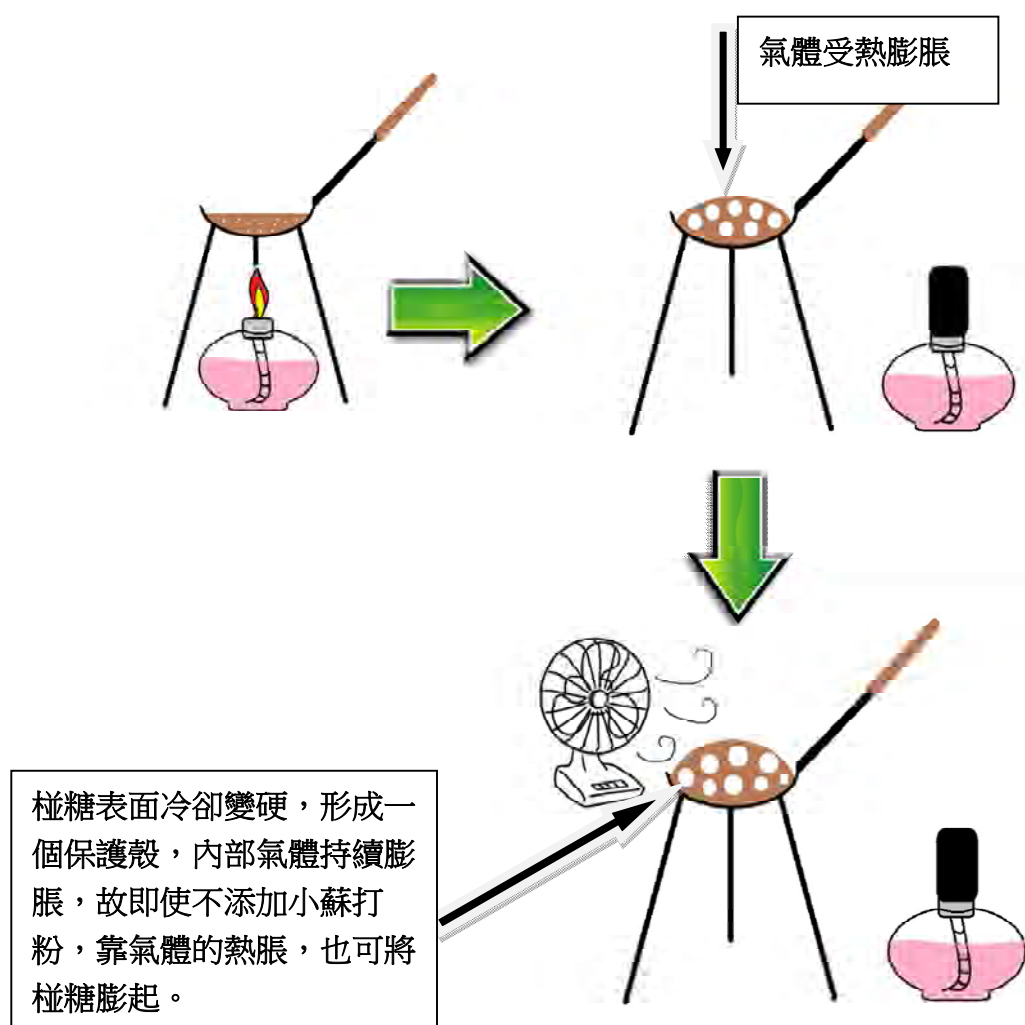
陸、討論：

問題一：為什麼桯糖桯完了還會塌陷？

答：我們發現桯發完了會塌陷，是由於糖漿尚未完全冷卻凝固，而桯糖內部的二氧化碳產生太快，糖漿無法包覆住氣體而使之逸出，造成桯糖有塌陷之情形。改善方式，我們試著用電風扇將桯起的桯糖表面吹涼，果然改善桯糖塌陷的問題。

問題二：「桯糖」的製作原理，一直以來都被解釋為小蘇打粉受熱撐起凝固中的糖膏而桯起，但在「實驗五」我們卻在不加入小蘇打粉的情況下也能「桯發」，原理為何呢？

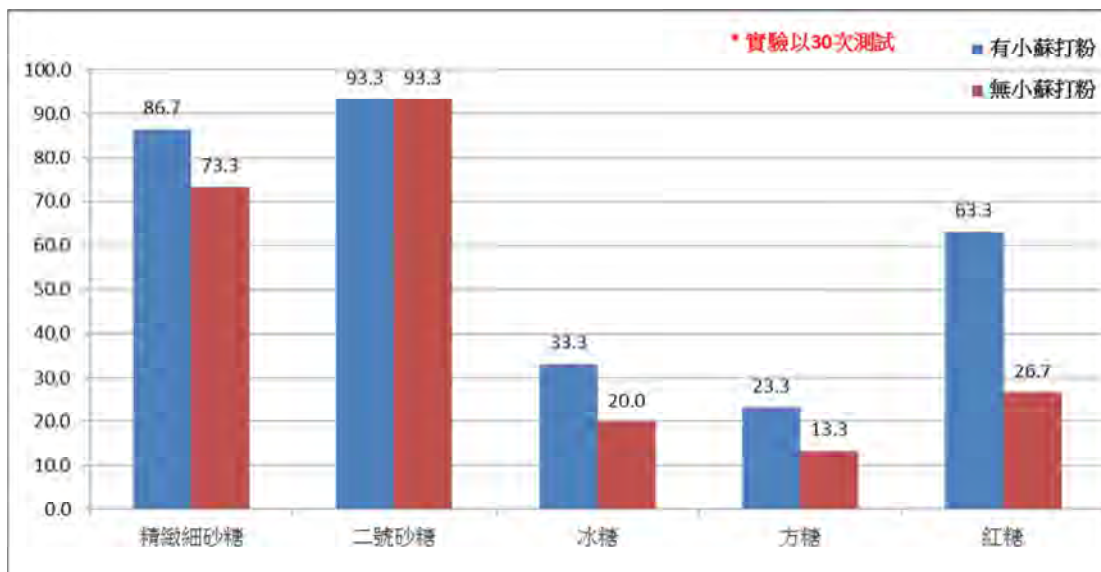
答：我們認為小蘇打粉受熱產生二氧化碳的確會使桯糖桯起，但是在不加入小蘇打粉的情況下也能桯起，是因為攪拌過程中在糖漿拌入了空氣，糖漿凝固之際，內部的空氣也會受熱膨脹，造成桯糖桯起。



問題三：比較有無添加小蘇打粉，極糖的差異性，及成功率的差別為何？

答：我們將實驗四及實驗五做了分析，發現不管有沒有添加小蘇打粉，極糖確實都會極起，就貳號砂糖而言極發成功率都能到達 93.3%，精緻細砂糖在不加入小蘇打粉的情況下，雖然成功率略為下降，膨脹效果也不如添加小蘇打粉後的極糖，但成功率依舊高達 73.3%。

(一)成功率比較



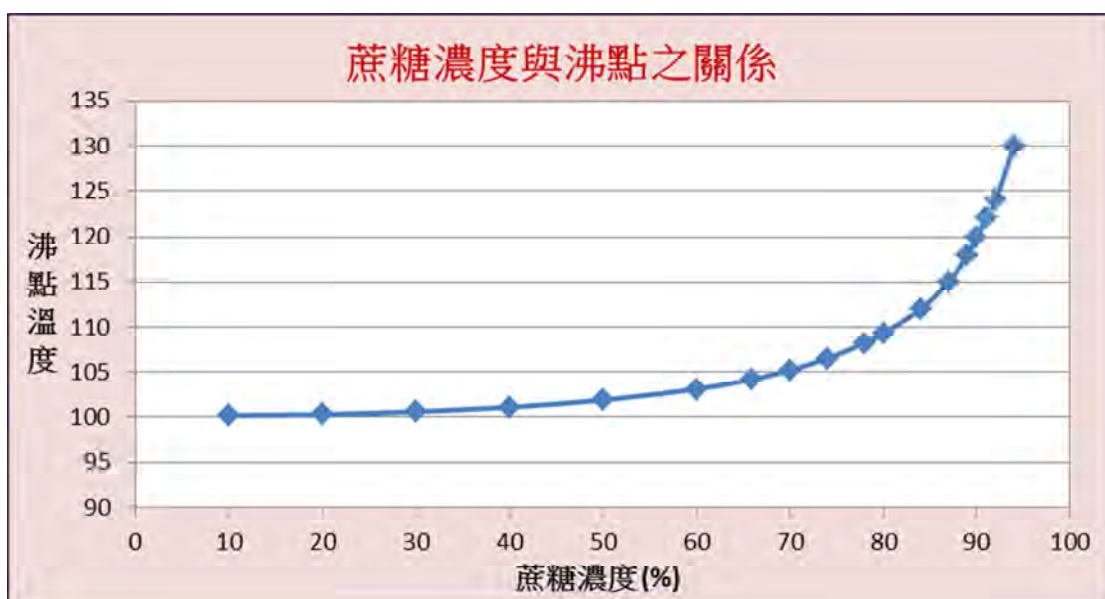
(二) 外觀及剖面圖比較

糖類	加小蘇打粉	不加小蘇打粉
貳號砂糖		
	較膨鬆	較扁塌
精緻細砂糖		
	較整齊	較為不規則
方糖		
	膨鬆	紮實

糖類	加小蘇打粉	不加小蘇打粉
貳號砂糖		
	孔洞較小，整齊	孔洞較大，不規則
精緻細砂糖		
	孔洞略小	孔洞略大
方糖		
	細小孔洞	孔洞不明顯

問題四：由實驗四的結果發現單醣不適合拿來製作極糖，但為何其他糖類中，「貳號砂糖」的極發效果卻最佳呢？

答：(1)由參考之資料中查到，蔗糖之濃度越高，沸點則越高，其大致關係如下圖所示。



種類	冰糖	白砂糖	貳號砂糖	紅糖	麥芽糖	蜂蜜	果寡糖	果糖	楓糖
蔗糖含量純度(%)	99.9	99.6	99.4	94.4	84.1	81.5	77.5	76.9	66.6

(2)在實驗一中所找到之槓糖製作標準，糖的選擇是以貳號砂糖，而製作槓糖時的最佳溫度為 130℃，糖漿在此時為”硬糖狀態”。由於白糖所含之蔗糖比例比起貳號砂糖高，因此沸點也較高，推論在製作槓糖時之最佳溫度可能比 130℃ 高一些；但因差異不大，因此白糖也能有不錯之成功率。

(3)然而對紅糖而言，由於所含之蔗糖比例較貳號砂糖低很多，因此推論製作槓糖時之最佳溫度應比 130℃ 低；所以當溫度加熱至 130℃ 時，糖漿之狀態可能以至軟脆或硬脆狀態，在製作槓糖上也許不是很適當，所以成功率並不高。

柒、結論：

- 一、由實驗一可知溫度到達 110℃ 時，糖水狀態開始明顯的改變，判斷方式為：糖水濃稠度提高、有牽絲現象、有起泡現象、將糖水滴入水中後凝集成硬球體不會散開，以較科學的方式實驗「容易成功糖」的溫度為 120℃~130℃。
- 二、由實驗二可知不同溫度下加入小蘇打粉對槓糖的影響很大，最佳溫度為 130℃ 加入小蘇打粉，可膨脹成功形成外觀漂亮之槓糖。
- 三、由實驗三可知製作槓糖時，水量的多寡對於槓糖成功與否影響不大，但水量多寡會影響速率，水量越多所需的反應時間越長。而本組實驗出糖和水的最佳比例為 20 克的貳號砂糖加入 8ml 的水。

四、由實驗一、二、三成功找出製作桎糖的最佳條件，我們依此條件實際測試後，確實將成功率由原本不到 50% 提升至 93%。

五、由實驗五我們更證實，桎糖即使不加入小蘇打粉，一樣能成功，所以桎糖的膨脹原理，並不是以往文獻或網路上所解說，是因為小蘇打受熱產生二氧化碳，才能將桎糖膨起，真正膨脹成型的原理是氣體的熱脹冷縮，氣體受熱膨脹，表面桎糖先冷卻，內部受熱的起體繼續膨脹，被表面冷卻的桎糖給包覆住而定型，坊間加入小蘇打的目的其實是增加氣體體積。

六、由實驗六我們改變溶劑，桎糖成功率依舊可達到 90% 以上，可樂成功率更可達到 100%，由可樂的成分我們發現含有小蘇打，故氣體含量更高，做出的桎糖膨脹狀態更為漂亮。

七、我們試著改變『桎糖』的口味，以牛奶、可樂創新口味調查群眾接受程度，發現接受度很高，且在口中顆粒粗細程度發現，可樂最細，原因是因為可樂中的體含量最高，所以口感上變得較為細緻，加入牛奶後可以降低原味給人的甜膩感，所以大部分人最愛創新口味是牛奶。

捌、參考資料：

一、書本及論文資料：

- 1.陳雅玲(2014)基礎化學，龍騰文化。第一冊，1-4 溶液。
- 2.陳雅玲(2014)基礎化學，龍騰文化。第一冊，3-2 化學反應。
- 3.林萬寅(2014)選修化學，全華書局。上冊，4-3 酸鹼平衡。
- 4.郭重吉等(2011)國民中學自然與生活科技，南一書局。第四冊，4-2 溫度對反應速率的影響。
- 5.郭重吉等(2012)國民中學自然與生活科技，南一書局。第四冊，5-1 認識有機化合物。

- 6.郭重吉等(2012)國民中學自然與生活科技，南一書局。第四冊，5-5 食品科技。
- 7.基礎化學二〈生物中的有機物質〉
- 8.用科學方式了解糕點的「為什麼？」(中山弘典)
- 9.食物學原理(莊朝琪)

二、網路資源：

- 1.[http://magiearome.pixnet.net/blog/post/26460492-%E3%80%8A%E7%B3%96%E7%9A%84%E7%85%AE%E8%A3%BD%E6%BA%AB%E5%BA%A6--sucre-cuits\(%E6%B3%95\)--temperature-of-suga](http://magiearome.pixnet.net/blog/post/26460492-%E3%80%8A%E7%B3%96%E7%9A%84%E7%85%AE%E8%A3%BD%E6%BA%AB%E5%BA%A6--sucre-cuits(%E6%B3%95)--temperature-of-suga)
2. http://beothukbio.blogspot.tw/2011/05/blog-post_7082.html
- 3.國立台灣大學應用科學推廣系網頁 <http://www.ntu.edu.tw/>
- 4.士林科學教育館網頁 <http://www.ntsec.gov.tw/User/>

【評語】 052201

1. 以科學方法探討傳統點心極糖的組成配方及機制並開發新口味，以提供科學相關研究或產業參考。
2. 實驗設計方法符合科學精神。
3. 對極糖製作相關原理與機制值得再深入探討。
4. 缺乏實驗相關書面記錄。

作品海報

摘要

「**槿糖**」是台灣古早味傳統小吃，但看似簡單的實驗，成功率竟不到50%。為了提高槿糖的成功率，本組探討各種因素對槿糖的影響，用科學方式試驗出**SOP**，讓成功率提升到**93%**，更發現在製作槿糖時，**不加入關鍵「小蘇打粉」，槿糖也能槿發**，推翻一般所解說的原理，最後我們更**嘗試改變溶劑，以及創新口味等研究**，調查大眾接受程度。且製作成本不到2元，親子在家就可製作「古早味槿糖」，希望藉由動手做來提親子一同學習的機會，讓科學真正生活化。

壹、研究動機

有一次看到賣槿糖的攤位，親手做了一個，發覺要將槿糖起並不容易，而課本「認識酸鹼鹽」的單元中有學過小蘇打的性質，在「有機化合物」「食品科學」的單元，老師安排了「槿糖製作」的課程，過程中，成功率僅不到50%使我們想了解製作的祕訣。一連串的問題，引起我們研究的興趣，並想要進一步探究「槿糖」的世界！

貳、研究目的

- 一、探討什麼是「糖煮熟了」
- 二、探討觀察不同溫度加入小蘇打粉對槿糖的影響
- 三、探討成功製作槿糖，糖和水的最佳比例
- 四、「槿糖」SOP實做測試。
- 五、「槿糖」不加入小蘇打粉，SOP實做測試
- 六、探討改變溶劑，對於槿糖影響
- 七、改變古早味「槿糖」口味，創新產品民眾接受度

參、研究設備與器材

一、實驗材料：

貳號砂糖	紅糖	黑糖	精緻細砂糖	方糖
冰糖	葡萄糖	果糖	半乳糖	水
牛奶	咖啡	可樂	小蘇打粉	



二、實驗儀器、器材：

電子秤	秤量紙	攪拌棒	10ml量筒	磅表
小風扇	滴管	三腳架	酒精燈	抹布
水銀溫度計	容量約100ml的長柄勺			
容量約12ml的小湯匙	咖啡攪拌棒			

肆、研究方法與過程

【實驗一：觀察糖水在不同溫度下狀態的變化】

步驟：取100ml的水在不同溫度下，將糖慢慢加入水中並攪拌，直到不能溶解為止，觀察**糖水濃稠度、起泡現象、牽絲現象、滴入水中情形**。

【實驗二：觀察不同溫度下加入小蘇打對槿糖的影響】

想法：槿糖師傅憑經驗判定糖煮熟後加入小蘇打粉，而的**糖煮熟了到底是什麼？**

步驟：依下列實驗步驟，觀察在不同溫度下加入0.5克的小蘇打粉的槿發情形。



【實驗三：找出製作槿糖時糖和水的最佳比例】

想法：由實驗一及實驗二發現：「**糖煮熟**」之**最佳溫度為130℃**，若能再找出最糖與水最佳比例，可使製作過程又快又方便，於是進行以下實驗。

步驟：重複實驗二之步驟，只改變水的體積，並記錄溫度與時間。

【實驗四：「槿糖」SOP實做測試】

想法：由實驗一、二、三我們用科學方法研究出「**製作槿糖之最佳條件**」，我們利用這些條件，改變糖的種類，研究是否所有糖都能槿發，以及是否能更有效的提高槿糖的成功率，於是進行以下實驗

步驟：分別取精緻細砂糖、貳號砂糖、冰糖、方糖、黑糖、紅糖、果糖、葡萄糖、半乳糖，分別依上述步驟1~10進行實驗，重複操作30次，觀察其膨發情形。

【實驗五：「槿糖」SOP實做測試(不加小蘇打粉)】

想法：由實驗四之SOP，大大提升槿糖成功率，但有一次忘記加入小蘇打粉，槿糖卻神奇的也可以膨脹起來，於是想利用SOP**觀察若不添加小蘇打粉，槿糖是否也可槿發**

步驟：重複實驗四之步驟1~10進行實驗（但步驟8之小蘇打粉不添加），重複操作30次，觀察槿發情形

【實驗六：將水改為各式溶劑觀察貳號砂糖槿發情形】

想法：槿糖的製作溶劑為水，若將水**改為其他溶劑**，觀察槿糖是否也可槿發。

步驟：重複實驗四之步驟1~10進行實驗（但步驟2之溶劑水改為牛奶、咖啡、養樂多、可樂），重複操作30次，觀察其槿發情形。

對照組：開水

實驗組：牛奶、咖啡、養樂多、可樂

【實驗七：製作問卷，調查『槿糖』創新口味接受程度】

方法：自製問卷。(人數：國中生190位、高中生110位)

問卷內容摘要：

班級：_____ 性別：_____

1.請問之前有沒有吃過槿糖： ☐有 ☐沒有

2.請問有沒有親自做過槿糖： ☐有 ☐沒有

3.請問哪一個口味好： ☐原味 ☐可樂 ☐牛奶

4.請問就口感而言，你對槿糖的感想： ☐好 ☐不好 ☐一般

5.請問你對槿糖的評價，分別是（☐好 ☐不好 ☐一般）

6.請問如果有機會，會不會想要自己親手做槿糖：☐會 ☐不會

取三種做統計

伍、研究結果

【實驗一：觀察糖水在不同溫度下狀態的變化】

項目	糖水	起泡現象	滴入水中情形
溫度 (℃)	濃稠現象	(最大泡泡)	
25 (室溫)	稀	無	雲狀擴散消失
30	稀	無	雲狀擴散消失
40	稀	無	雲狀擴散消失
50	稀	無	雲狀擴散消失
60	稀	無	雲狀擴散消失
70	稀	無	雲狀擴散消失
80	稀	欲浮出氣泡	雲狀擴散消失
90	稀	0.2cm泡泡	雲狀擴散消失
100	微稠	0.5cm泡泡	雲狀擴散消失
110	稠	1.5cm大泡泡	雲狀擴散消失，用筷子拉開呈綿絲狀
120	稠	2cm大泡泡	軟球(不消失，可形成軟球體)
130	稠	2.5cm大泡泡	硬球(蒸氣或硬球體)
140	稠	3cm大泡泡	軟脆(馬上凝固，有脆性)
150	黏稠	3cm大泡泡	硬脆(馬上凝固，有脆裂聲)

【實驗二：觀察不同溫度下加入小蘇打粉對「槿糖」影響】

溫度 (℃)	成型狀態	成敗	實驗照片
100	不成形	X	
110	不成形	X	
120	膨脹高度不高於湯匙，較為扁平	O	
130	膨脹高度出湯匙，約3.5公分	O	
140	膨脹高度出湯匙，約2公分	O	
150	無法成形槿起，且糖呈黑褐色黏稠狀	X	

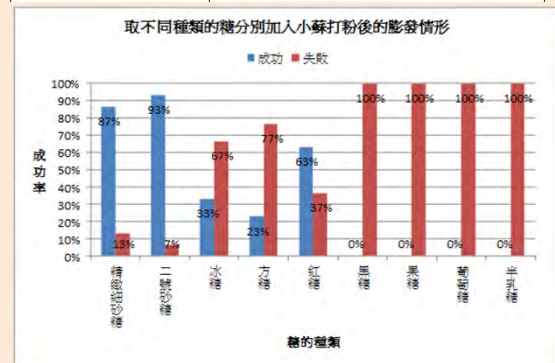
【實驗三：找出製作槿糖時糖和水的最佳比例】

項目	水量(ml)	到達糖煮熟溫度(℃)	到達槿發時間	現象
2	95	156		水分不足，攪拌後迅速凝固
4	104	206		糖水成功凝固，槿起
6	117	350		糖水成功凝固，槿起
8	125	500		糖水成功凝固，槿起
10	138	649		糖水成功凝固，槿起
12	155	923		糖水成功凝固，槿起

【實驗四：「**槓糖**」SOP實做測試(加入小蘇打粉)】
槓糖成功失敗等級評等表

等級	0	1	2
照片			
敘述	水狀於湯匙底部。	水、氣體過多無法成形。	扁平，高度不高於湯匙。
等級	3	4	5
照片			
敘述	有槓發，成形後塌陷。	高出湯匙約2公分。	高出湯匙約3.5公分。
備註：右圖為老師傳販賣槓糖之外觀，故本組實驗槓糖成功的定義，必須達到等級4以上才能算成功。			

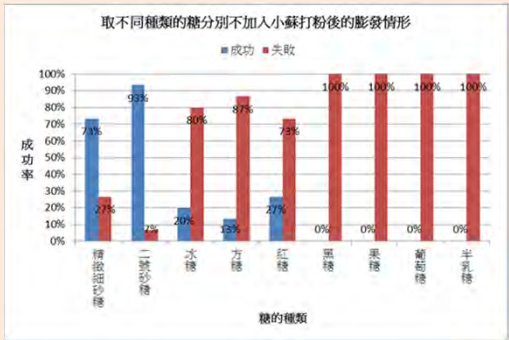
糖的種類	成功	照片	槓發等級
精緻細砂糖	V		4
貳號砂糖	V		5
冰糖	X		2
方糖	X		2
黑糖	X		0
紅糖	X		2
果糖	X		1



- 發現：(1) SOP確實提升「槓糖」的成功率，**實驗30次貳號砂糖成功率可達93%。**
- (2) 由研究結果發現，**果糖、葡萄糖、牛乳糖實驗完全不會槓發，且發現這些糖都是單糖。**
- (3) 而冰糖、方糖、紅糖其實都會槓發，槓發等級大約2，故無法將它列入成功的次數；黑糖則是雜質太多，實驗容易失敗。

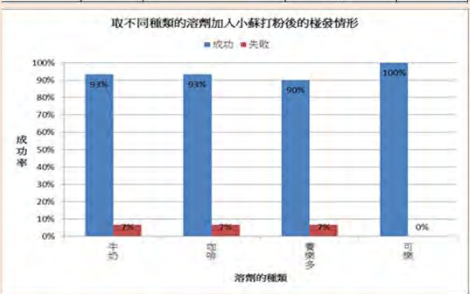
【實驗五：「**槓糖**」SOP實做測試(不加入小蘇打粉)】

糖的種類	成功	照片	槓發等級
精緻細砂糖	V		4
貳號砂糖	V		4
冰糖	X		2
方糖	X		2
黑糖	X		0
紅糖	X		2
果糖	X		1

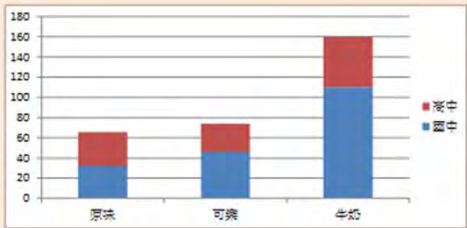


【實驗六：將水改變為各式溶劑，觀察貳號砂糖的槓發情形】

溶劑的種類	成功	照片	槓發情形	槓發等級
牛奶	V		甜味：較不甜 內部結構：孔洞小 外觀：較細密	4
咖啡	V		甜味：香甜 內部結構：孔洞大 外觀：顏色較深	4
養樂多	V		甜味：微甜 內部結構：孔洞小 外觀：平滑孔洞小	4
可樂	V		甜味：微甜有可樂香味 內部結構：鬆軟 外觀：平滑孔洞小	5



【實驗七：製作問卷，調查「槓糖」創新口味接受程度】
喜愛程度



國中組樣品人數190人/高中組樣品人數110人

陸、討論：

問題一：為什麼槿糖槿完了還會塌陷？

答：這是由於糖漿尚未完全冷卻凝固，槿糖內部的二氧化碳產生太快，糖漿無法包覆氣體而使之逸出，造成塌陷。
改善方式：用電風扇將槿糖表面吹涼，果然改善塌陷的問題。

問題二：在「實驗五」我們在不加入小蘇打粉的情況下也能「槿發」，原理為何呢？

答：這是因為攪拌過程中糖漿拌入了空氣，糖漿凝固之際，內部的空氣也會受熱膨脹，造成槿糖槿起。



問題三：比較有無添加小蘇打粉，槿糖的差異性，及成功率之差別為何？

答：我們將實驗四及實驗五做了分析，發現不管有沒有添加小蘇打粉，槿糖確實都會槿起。

(一)成功率比較



(二)外觀比較

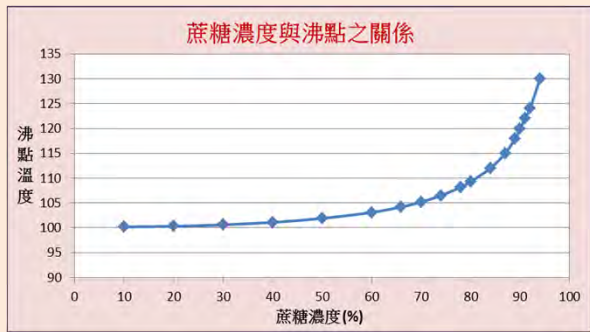


(三)外觀及剖面圖比較

糖類	加小蘇打粉	不加小蘇打粉
二號砂糖		
較膨鬆		較扁塌
精緻細砂糖		
較整齊		較為不規則
方糖		
膨鬆		緊實
糖類	加小蘇打粉	不加小蘇打粉
二號砂糖		
孔洞較小，整齊		孔洞較大，不規則
精緻細砂糖		
孔洞略小		孔洞略大
方糖		
細小孔洞		孔洞不明顯

問題四：由實驗四的結果發現單醣不適合拿來製作槿糖，但為何其他糖類中，「二號砂糖」的槿發效果最佳呢？

答：由參考之資料中查到，蔗糖之濃度越高，沸點則越高，其大致關係如下圖所示。



種類	冰糖	白砂糖	二號砂糖	紅糖	麥芽糖	蜂蜜	果寡糖	果糖	楓糖
蔗糖含量純度(%)	99.9	99.6	99.4	94.4	84.1	81.5	77.5	76.9	66.6

柒、結論：

一、老師傳口中「糖煮熟了」的判斷方式為：糖水濃稠度提高、有牽絲現象、有起泡現象、將糖水滴入水中後凝集成硬球體，不會散開，以較科學的方式實驗出「糖煮熟」的溫度為120℃~130℃。

二、由實驗二可知不同溫度下加入小蘇打粉對槿糖的影響很大，最佳溫度為130℃加入小蘇打粉，可膨脹成功形成外觀漂亮之槿糖。

三、由實驗三可知製作槿糖時，水量的多寡對於槿糖成功與否影響不大(除了水量過少實驗會失敗外)，但水量多寡會影響速率，水量越多所需的反應時間越長。為了讓大眾在家也能輕鬆製作槿糖，本組實驗出糖和水的最佳比例為20克的二號砂糖加入8ml的水。

四、由實驗一、二、三成功找出製作槿糖的最佳條件，我們依此條件實際測試後，確實將成功率由原本不到50%提升至93%。

五、槿糖膨起真正的原理，是內部受熱的氣體膨脹，被表面已冷卻的槿糖給包覆住而定型，坊間加入小蘇打的目的其實是增加氣體體積。

六、改變溶劑，槿糖成功率依舊可達到90%以上，可樂成功率更可達到100%，由可樂的成分我們發現含有小蘇打，故氣體含量更高，做出的槿糖膨脹狀態更為漂亮。

七、我們試著創新口味，調查群眾接受程度，在口中顆粒粗細程度發現，可樂最細；加入牛奶後可以降低原味的甜膩感，所以在150位市調中，大部分人最愛的創新口味是牛奶。

八、本實驗研究目的與結果，希望能讓親子在家就可製作「古早味槿糖」，且製作成本不到2元，比起外面販賣30元的槿糖價格便宜許多，藉由親自動手做，可提升親子一同學習的機會，讓科學真正生活化。

捌、參考資料：

- 1.陳雅玲(2014)基礎化學龍騰文化。第一冊，1-4 溶液。
- 2.陳雅玲(2014)基礎化學龍騰文化。第一冊，3-2 化學反應
- 3.林萬寅(2014)選修化學，全華書局。上冊，4-3 酸鹼平衡
- 4.基礎化學二〈生物中的有機物質〉
- 5.用科學方式了解糕點的「為什麼？」(中山弘典)
- 6.食物學原理(莊朝琪)
- 7.不再只是槿槿運氣