

新北市 113 學年度秀朗國小
一般智能資優學生獨立研究作品
「極」出新滋味

研究者： 許睿珊、和怡霈、詹巧萱、古羽柔

研究摘要

本研究探討不同因素對極糖的影響，我們使用了許多種糖與不同溶劑，發現溶劑酸鹼值會影響極糖極發的成功率。

而為了降低血糖，我們使用代糖中的巴糖醇來製作極糖。在實驗中，巴糖醇因濃稠度過低而失敗、無法極發，進而發現溫度對極糖極發影響非常大。

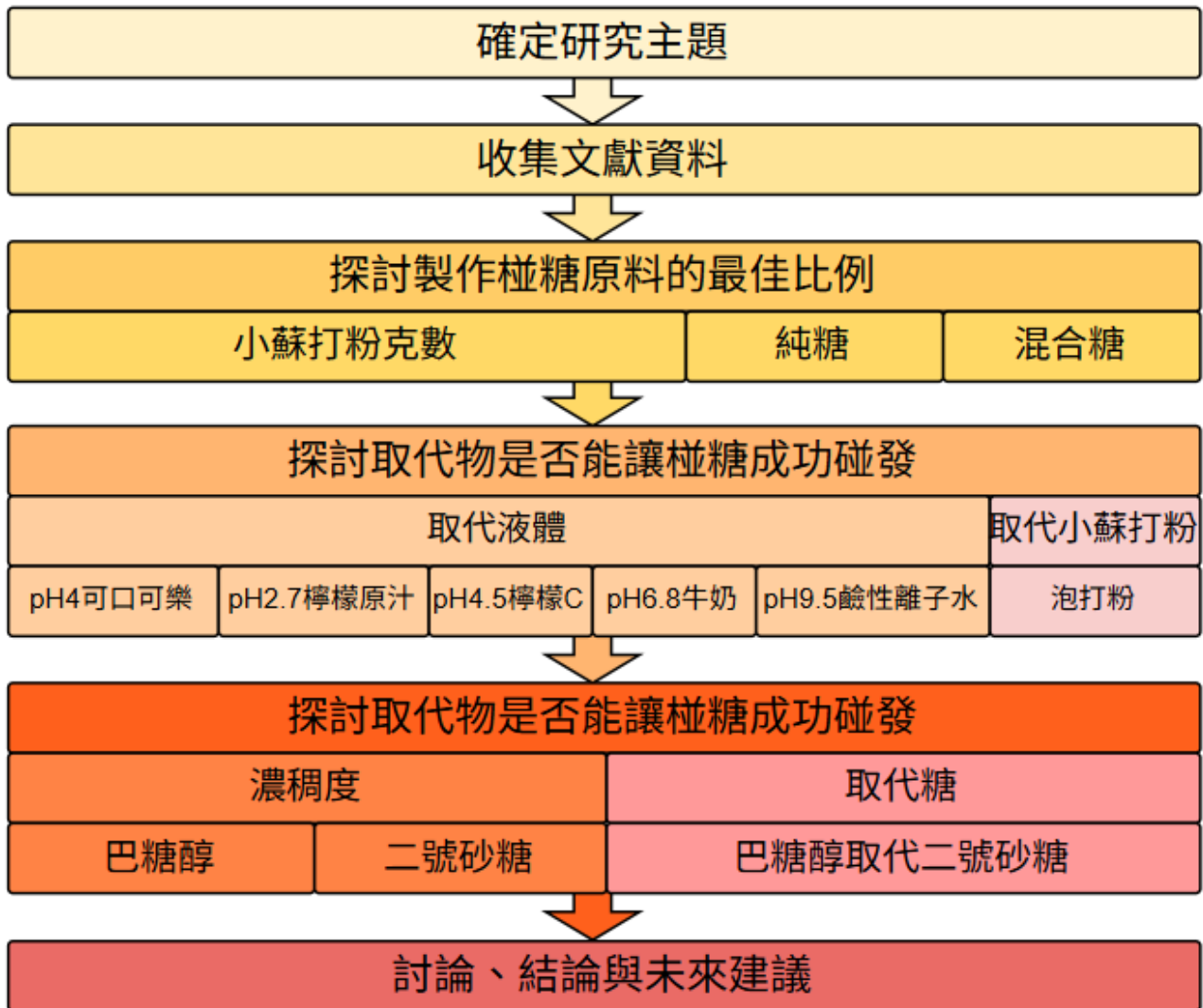
壹、研究動機

我們在蒐集資料的時候看到極糖的製作，明明沒有加入任何特別的食材，卻奇蹟似的「極」起來，「極糖為什麼會極發?」「為什麼要加小蘇打粉?」.....這些問題逐漸浮現在腦中，便決定用極糖當主題，深入探討它的秘密，並且嘗試不同的可能，探索極糖世界的奧妙。

貳、研究目的

- (一) 探討小蘇打粉的比例對極糖極發有何影響
- (二) 探討糖的種類與比例對極糖極發有何影響
- (三) 探討溶液酸鹼值對極糖極發有何影響
- (四) 探討糖醇取代糖對極糖極發有何影響

參、研究流程



肆、文獻探討

一、槓糖槓發原理

槓糖膨發有兩大原理，為**焦糖化反應**及**膨化作用**。

(一)**焦糖化反應**：當糖被加熱到一定溫度以上(135℃)，會發生脫水與降解作用，使食物的顏色逐漸轉深，出現香味的過程。

(二)**膨化作用**：小蘇打受熱後的化學反應式為： $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ，會產生二氧化碳，將糖液體積撐開，形成多孔而蓬鬆的組織結構

二、槓糖相關文獻

文獻名稱	參考內容
01- 幫糖打氣~做 槓糖	1. 加熱到攝氏 135 度為最適當溫度，超過攝氏 145 度糖漿即會燒焦。 2. 初始水量不影響槓糖製作，以小火煮糖漿至攝氏 135 度時，加入小蘇打粉就會成功。 3. 100 克重的糖至少需要八分之一茶匙 (0.66 公克)的小蘇打粉。 4. 槓糖的降溫非常重要，沒有降溫動作的膨糖，幾乎都會因為糖漿過熱不凝固而塌陷，所以將糖漿倒出於模具更容易成功。 5. 用巧克力、白糖來取代二號砂糖，完全無法槓發。 6. 如果使用瓦斯爐，建議用小火，避免因溫度快速升高而失敗。
02- 臺韓古早味零 食 -槓糖膨脹 之研究	1. 韓式槓糖適合用白砂糖糖製作，最佳溫度為 135 度，攪拌次數不限，只需將小蘇打粉與糖液均勻混和即可。 2. 臺式槓糖可以使用的糖類較多，使用二號砂糖效果佳，最佳溫度為 125~130 度，需攪拌 20-30 秒。 3. 加入小蘇打粉後攪拌對臺式槓糖極為重要，攪拌時間 20 秒鐘使糖膨脹程度最佳，攪拌時間過長則會使氣泡被破壞而影響膨脹。 4. 製作臺式槓糖時加入 5g 的水可以降低溫度上升的速度，水沸騰會使糖液冒泡，導致空氣進入糖內，成形時會有較多孔洞且有助於膨脹。
03- 煮槓糖	1. 冰糖、特級砂糖、粉糖各 12 克、小蘇打粉 0.3 克，研究者認為蔗糖純度高的糖比較容易成功 2. 添加物的性質會改變槓糖的性質，如添加紅糖會變堅固、添加蜂蜜會變軟。 3. 小蘇打粉的量和攪拌程度影響槓糖硬化的時間。如果攪拌速度與次數太多反而會因為二氧化碳產生太快，使槓糖容易膨脹後又凹下。 4. 愈粗的筷子所需攪拌時間愈短，而混合小蘇打和槓糖的時間越短越好。 5. 糖液溫度 130 度時加入小蘇打粉最適當

04- 膨糖「膨」得 不一樣	1. 從實驗結果發現：使用二號砂糖製作的槌糖比其餘兩種更容易膨脹及凝固，其次是二號砂糖混黑糖（1：1），單純黑糖最不容易膨脹及凝固。 2. 實驗結果發現糖水比例 8：3 及 3：1 都能使膨糖較容易膨脹，其中糖水比例 8：3 最容易使槌糖膨脹，而 6：5 無法使槌糖膨脹。 3. 結果發現用酒精燈加熱 3 分 30 秒最容易使槌糖膨脹。不過加熱 3 分 30 秒及 4 分鐘都容易使槌糖凝固。加熱 3 分鐘則容易因水分尚未蒸發完全導致水分過多，而不易凝固。 4. 如果要做相關的研究，可以考慮使用二號砂糖混黑糖的不同比例來研究。
05- 完美槌糖進化 之路 ～糖液 反砂與槌糖膨 發研究	1. 使用 30 克的糖，6、12、18ml 的水皆可成功，水量越多，加熱至 135 度所需的時間也越多，因此他們選用 6ml 2. 二號砂糖及冰糖都可成功使槌糖膨發；黑糖、果糖無法成功讓槌糖膨發，推測可能粉末糖和液體糖不適合拿來作槌糖，因為二號砂糖膨發高度最高，後續將以二號砂糖作為實驗使用的糖類。 3. 糖、水、小蘇打 30:6:0.5 的比例是最完美的比例

（一）製作方式參考：

文獻	01	02	03	04	05
單一種類的糖	使用二號砂糖最成功	他們用白糖做韓式和台式的槌糖	二號砂糖	二號砂糖最容易使槌糖膨脹且凝固	二號砂糖
混合種類的糖	沒有使用	沒有使用	沒有使用	二號砂糖混黑糖（1:1）容易讓槌糖膨發，但純二號砂糖更成功	沒有使用
小蘇打粉、糖、水的比例	100 克糖：0.66 克小蘇打粉，水的初始量不太影響	韓式槌糖：本實驗將白砂糖 20g，小蘇打粉一匙（咖啡用小湯匙） 臺式槌糖：本實驗使用白砂糖 20g，水 5ml，小蘇打粉一匙（咖啡用小湯匙 0.25g）	小蘇打：糖：水比例是 0.3：12：15	糖比水 8:3、3:1（小蘇打粉用筷子沾一些）	小蘇打：糖：水比例是 0.5：30：6
添加/取代物	巧克力和白糖取代二號砂糖，無法成功膨脹	沒有使用	冰糖、特砂、粉糖取代二號砂糖皆可成型，其餘都不成形	沒有使用	沒有使用
製作技巧	後面加入小蘇打粉階段，膨糖的降溫非常重要，糖液過熱會不凝固而塌陷	製作臺式槌糖時，加入 5 克的水，可以降低沸騰的速度，讓水沸騰比較久，沸騰會使糖液冒泡，有助於槌糖膨脹	用粗筷混合小蘇打粉的時間較短	加入水分過多，會使槌糖不易凝固	水越多，加熱到指定溫度時間越多

（二）後續研究使用：

1. 糖的種類：文獻中大多使用二號砂糖作為槌糖的原料，從文獻二可以看到二號砂糖最容易使槌糖膨脹且凝固，也有用二號砂糖混合黑糖去做。

2. 比例：以糖 30 克為準(使用大湯匙不會讓糖液流出來的量)，小蘇打粉有 0.198g、0.25g、0.375g、0.5g；水量差距較大有 6ml、10ml、11.5ml、17.5ml、37.5ml。
3. 取代物：文獻三使用巧克力、紅糖、果糖、麥芽糖、蜂蜜取代二號砂糖，但無法成功。而冰糖、特砂、粉糖皆勉強成功。從這個實驗發現含蔗糖純度高的比較容易成功。
4. 溫度：槌糖糖液在 125 度到 135 度為最佳溫度、膨脹最好，因此我們選用 130 度作為製作溫度。加入水，可以讓沸騰時間越長，有助於胖糖膨脹。
5. 製作技巧：加入小蘇打粉後，槌糖攪拌時間不可太長，用粗筷相較於細筷離火後攪拌時間較短；並且糖液離火後要等一段時間降溫再加入小蘇打粉，才不會導致槌糖膨脹後凹陷。

三、糖醇種類與特性

(一)原理

糖醇是由水果和漿果等植物產品提煉或發酵，是代糖中原料為天然的甜味劑。由於糖醇轉化為葡萄糖的速度較慢，幾乎不需要胰島素即可代謝，不會導致血糖突然升高。

(二)常見糖醇特性及應用

種類	羅漢果糖	赤藻糖醇	木糖醇	甜菊糖	巴糖醇 (異麥芽酮糖醇)
特性	對熱或酸鹼的耐受程度高	使用比例太高或水分太少時在低溫時會造成結晶反沙，吃起來會有沙沙的口感	木糖醇不像砂糖遇到高溫會“硬化”	散發甜味的速度較慢，而且會帶有一種金屬的苦味。	甜味純正，沒有任何後苦味效應，具有良好流動性、低吸濕性及化學安定性等特性，易於加工
應用	適用於烘焙、烹飪、調製飲品	通常存在於糖尿病專用食品、無糖口香糖、無糖巧克力和烘焙產品中	使用在無糖香口膠及牙膏上	各種健康飲料，如蔬果汁、草本茶等	常被應用於糖果、飲料、巧克力等各式飲料

選擇**巴糖醇(異麥芽酮糖醇)**作為實驗材料的原因：

巴糖醇是一種對牙齒較友好的甜味劑，具有低卡路里和較高的耐熱性，價格也較便宜，沒有後苦味效應，具有良好流動性、低吸濕性及化學安定性等特性，易於加工，作為實驗用糖也較安全。

伍、實驗材料與器具

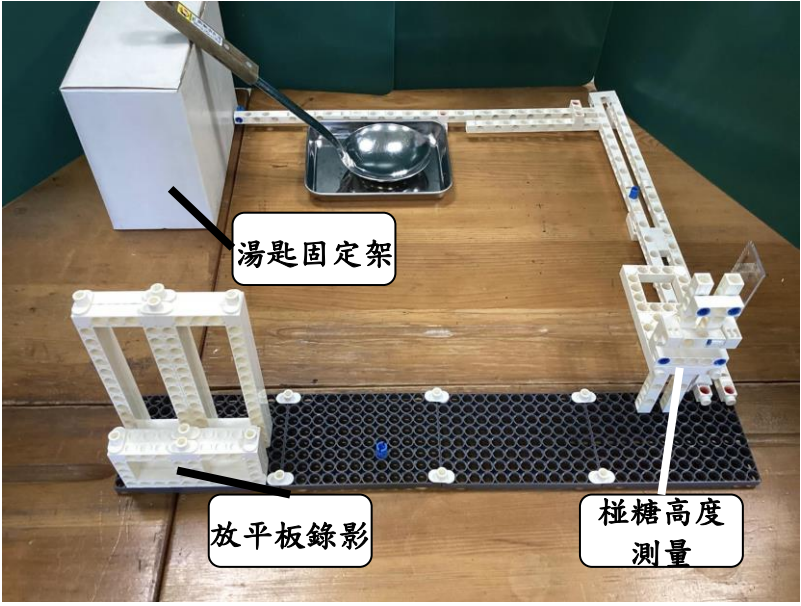
一、極糖材料

		
二號砂糖	白砂糖	小蘇打粉
		
黑糖	巴糖醇(異麥芽酮糖醇)	

二、替代水/小蘇打粉

		
鹼性水(pH9)	可樂(pH4)	CC 檸檬(pH4-5)
		
牛奶(pH6-7)	新鮮檸檬汁(pH2)	泡打粉

三、實驗器具

		
電子秤	酒精燈	溫度計
		
燒杯	托盤	攪拌棒
	 湯匙固定架 放平板錄影 槓糖高度 測量	
大湯匙	自製裝置	

陸、研究過程

目的一：探討小蘇打粉的比例對槌糖槌發有何影響

【實驗 1：探討小蘇打粉的比例對槌糖槌發有何影響】

(一)實驗構想

我們在蒐集資料時看到了關於小蘇打粉有很多不同的量，我們想依照不同文獻的克數，探討小蘇打粉的最佳比例。

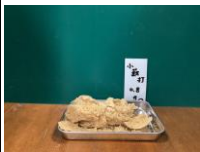
(二)實驗步驟

1. 量 25g 的二號砂糖糖和 5g 的黑糖
2. 倒入大湯匙中並加入 5ml 的水
3. 放在酒精燈上加熱，加熱至糖漿溫度至約 130 度
4. 離火 3 秒，分別加入 0.2、0.4、0.6、0.8、1g 的小蘇打粉
5. 快速攪拌 15 秒後慢慢抽出攪拌棒，等待槌發結束

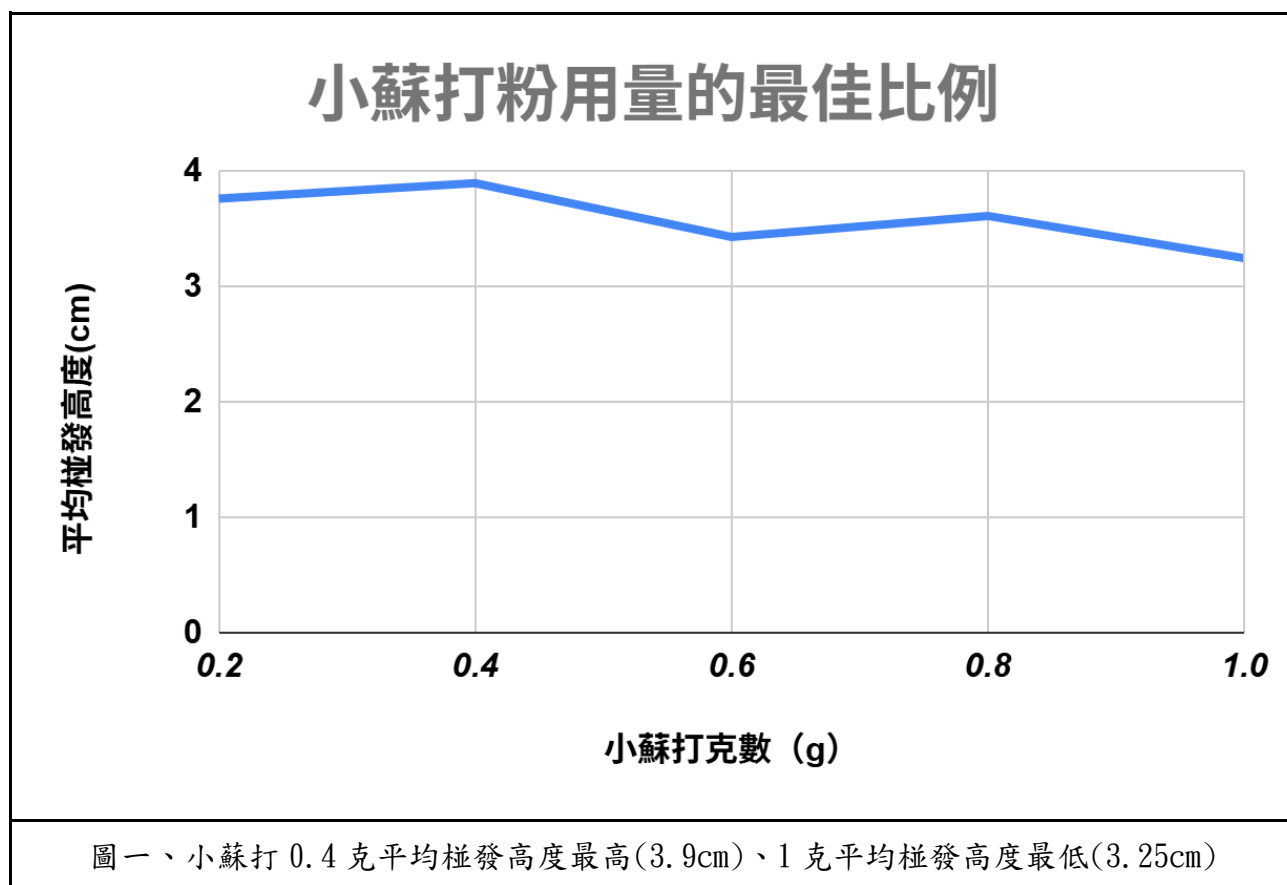
(三)實驗過程與紀錄

觀察 向度 \ 小蘇打克數	0.2g			0.4g			0.6g		
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次
碰發後冷卻高度 (cm)	3.5	4.1	3.7	3	4.3	4.4	3.4	4	2.9
平均高度 (cm)	3.76666667			3.9			3.43333333		
孔洞分布情形	小而密集	中間有一個大洞	密集、孔洞小	孔洞很小又密集	密集、中孔洞	孔洞很大	孔洞有大有小	孔洞很小很密集	有大有小
口感(主觀描述)	微硬	脆、5 分甜	軟	甜、脆	較硬、8 分甜	硬	脆、5 分甜	非常脆、8 分甜	微甜、硬
備註		顏色較深		糖液倒出來		糖液煮太久，有點燒焦			糖液有點燒焦、凹陷特別多
成品圖片									

觀察 向度 \ 小蘇打克數	0.8g			1g		
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次
碰發後冷卻高度 (cm)	4.1	4	2.75	2.6	3.25	3.9
平均高度 (cm)	3.62			3.25		
孔洞分布情形	孔洞大	很多小洞	孔洞很大	結構鬆散、孔洞不成形	洞壁厚	小孔洞居多，有少許大孔洞

口感(主觀描述)	微鹹	微鹹、有點硬	5 分甜、鹹	很硬、鹹	很硬、鹹	硬、鹹
備註			凹陷超多	小蘇打粉和糖漿灑出來、糖漿煮很久、顏色為深咖啡色		小蘇打粉灑出來
成品圖片						

(四)實驗小結



1. 根據前面實驗的嘗試，我們發現極糖口感要鬆軟，極發高度至少要 3 公分以上，因此後續實驗也會以此作為極糖的成功標準。
2. 總結 3 次的極糖高度，小蘇打 0.2 克、0.4 克、0.6 克、0.8 克、1 克平均極發高度為 3.77cm、3.9cm、3.43cm、3.62cm、3.25cm，都超過成功標準 3cm。
3. 我們發現 0.4g 小蘇打粉極發高度 3.9cm 最高，所以以後的實驗我們都用 0.4 g 的小蘇打粉。

目的二:探討糖的種類與比例對槌糖槌發有何影響

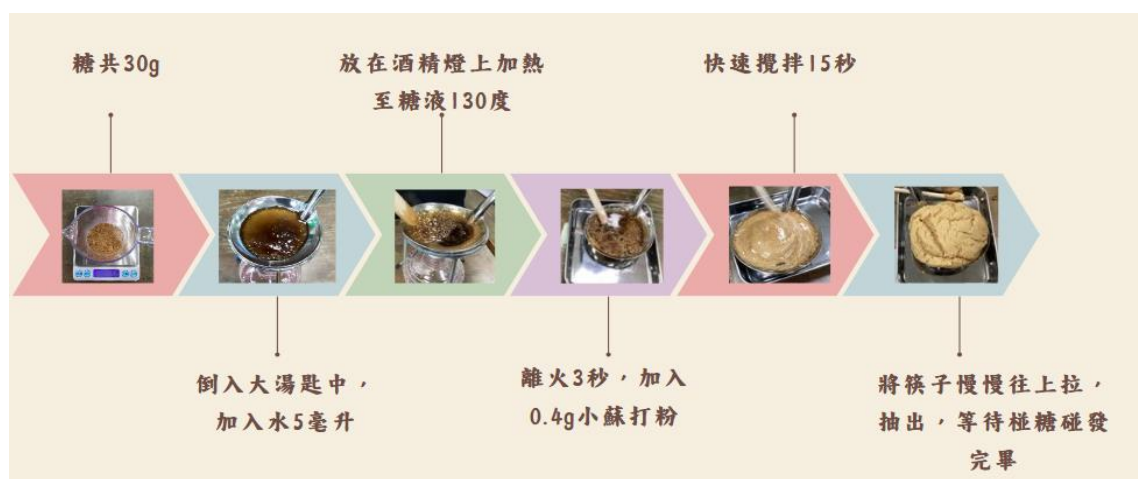
【實驗 2：找出槌糖的最佳比例—不同種類純糖製作槌糖】

(一)實驗構想

日常生活中有許多不同種類的糖，我們想要比較不同種類的純糖做出的槌糖有何不同。

(二)實驗步驟

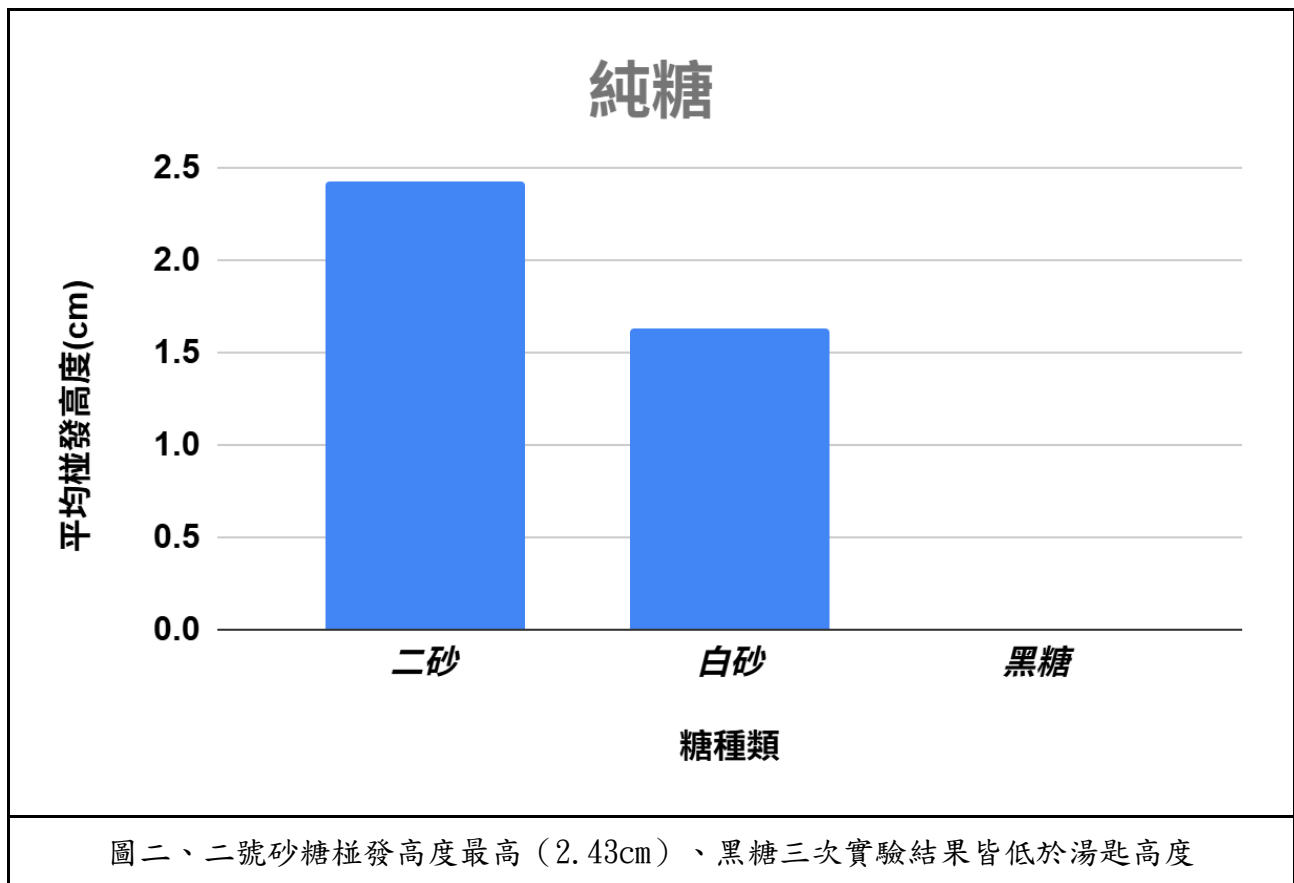
1. 先測 30g 的二號砂糖糖、30g 的白砂糖糖和 30g 的黑糖
2. 倒入大湯匙中並加入 5ml 的水
3. 放在酒精燈上加熱加熱至糖液溫度 130 度
4. 離火 3 秒後，加入 0.4g 的小蘇打粉
5. 快速攪拌 15 秒後慢慢抽出攪拌棒，等待槌發結束



(三)實驗過程與紀錄

觀察 向度	二號砂糖			白砂糖			黑糖		
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次
槌發後冷卻高度 (cm)	2.3	1.9	3.1	1.9	1.3	1.7	小於湯匙 高度	小於湯匙 高度	小於湯匙 高度
平均高度(cm)	2.433			1.633			--(無法測量)		
孔洞分布情形	孔洞大、 很像蜂窩	孔洞非常 大、很薄	孔洞大小 不一、洞 壁厚	孔洞大的 居多	孔洞大的 居多	孔洞大	不成形	不成形	不成形
口感(主觀描述)	硬、微甜	硬	鹹(小蘇 打沒攪 開)、微 甜	硬	硬	微甜	焦味、軟	焦味、軟	焦味、軟
備註				倒出來			失敗(攪 出來)會 冒出很燻 的白煙	攪出來	
成品圖片									

(四)實驗小結



1. 二號砂糖、白砂糖平均 3 次的槓發高度分別為 2.43cm、1.63cm，黑糖三次實驗結果皆低於湯匙高度。
2. 我們發現二號砂糖做出來的槓糖是槓發最高的，口感較硬；白砂糖做出來的槓糖高度低於二號砂糖，口感也比二號砂糖硬；黑糖做出來的槓糖較軟，冷卻後依然無法固定成形，因此我們接下來會嘗試將二號砂糖、白砂糖分別與黑糖混合。

【實驗 3：找出桎糖的最佳比例—混合糖製作桎糖】

(一) 實驗構想

我們在文獻資料裡看到有研究將不同的糖混合在一起，加上實驗 2 的結果，所以我們想要測試混和糖的最佳比例

(二) 實驗步驟

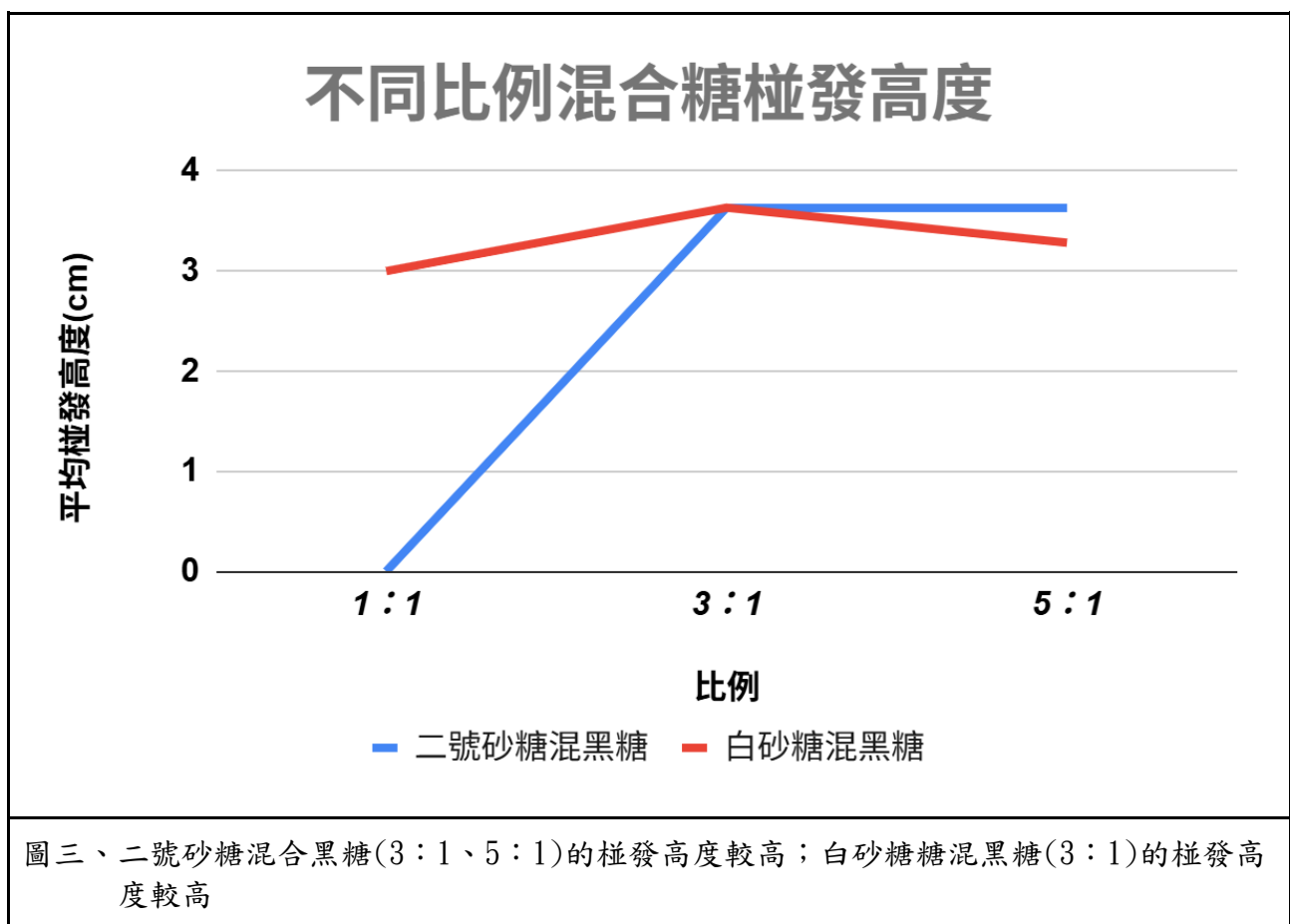
1. 先分別測比例 1:1、(二號砂糖 15 克、黑糖 15 克)、3:1(二號砂糖 22.5 克、黑糖 7.5 克)、5:1(二號砂糖 25 克、黑糖 5 克)的混合糖
2. 倒入大湯匙中並加入 5ml 的水
3. 放在酒精燈上加熱
4. 加熱至糖液溫度 130 度
5. 離火 3 秒後，加入 0.4g 的小蘇打粉
6. 快速攪拌 15 秒後慢慢抽出攪拌棒，等待桎發結束

(三) 實驗過程與紀錄

觀察 向度	二號砂糖混黑糖 1:1			二號砂糖混黑糖 3:1			二號砂糖混黑糖 5:1		
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次
碰發後冷卻高度 (cm)	小於湯匙 高度	小於湯匙 高度	小於湯匙 高度	3.2	4	3.7	3.7	3.8	3.4
平均高度(cm)	--(無法測量)			3.63			3.63		
孔洞分布情形	不成形	外殼完 整，內部 不成形	全都是小 孔洞	不成形	孔洞有大 有小	孔洞很小 很緊密	沒有孔洞	孔洞很緊 密	孔洞有大 有小
口感(主觀描述)	又軟又沙	沙沙的	很脆、一 碰就碎	又硬又沙	又脆又硬	微甜沙沙 的很脆	軟軟沙沙 的	沙沙的一 碰就碎	又脆又硬
備註	黑色的	攪出來很 多(外殼 完整，內 部不成 形)		黑色的			黑色的		
成品圖片									

觀察 向度	混合糖比例			白砂糖混黑糖 1:1			白砂糖混黑糖 3:1			白砂糖混黑糖 5:1		
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次
碰發後高度(cm)	小於湯匙高度	3	不成形	4.1	3.3	3.5	2.75	3.5	3.6			
平均高度(cm)	3			3.63			3.28					
孔洞分布情形	沒有孔洞、焦黑色	中間中空、微硬	中間有成形、微微硬	顏色焦黑、幾乎無孔洞	中間中空	中間有成形	沒有孔洞	孔洞有大有小	孔洞有大有小			
口感(主觀描述)	微苦、硬	微硬、甜	微微硬、甜	苦苦、硬、顏色焦黑	沙沙的微微硬、甜	沙沙的、甜、微微硬	鬆軟、沙	沙沙的	脆甜、微鹹			
備註	不成形		燒很快、膨很快、塌很快									
成品圖片												

(四) 實驗小結



1. 二號砂糖混合黑糖時，1:1 的平均極發高度皆低於湯匙高度且不成形，3:1 和 5:1 的平均極發高度皆為 3.6cm。白砂糖糖混合黑糖時，1:1 的平均極發高度為 3cm，3:1 的平均極發高度為 3.6cm，5:1 的平均極發高度為 3.3cm。

2. 由實驗結果來看，雖然**白砂糖糖混黑糖成功碰發的機率最高**，但以口感來說，**二號砂糖比白砂糖糖較為綿密**。後續實驗仍以二號砂糖為主，而二號砂糖比例 5:1 和 3:1 的高度都一樣，但是因為 3:1 的槓糖內部不成形，所以我們決定使用**二號砂糖混黑糖 5:1 的比例**來進行接下來的實驗。

目的三：探討溶液酸鹼值對槌糖槌發有何影響

【實驗 4：探討槌糖槌發與酸鹼值是否有關係】

(一) 實驗構想

我們在文獻資料裡看到有用不同的飲品代替水，所以我們想測試溶液的酸鹼值會不會影響槌糖的成功與否。

(二) 實驗步驟

1. 先測 25g 的二號砂糖和 5g 的黑糖
2. 倒入大湯匙中並加入 5ml 的可口可樂、檸檬汁、CC 檸檬、牛奶和鹼性離子水
3. 放在酒精燈上加熱
4. 加熱至糖液溫度 130 度
5. 離火 3 秒後，加入 0.4g 的小蘇打粉
6. 快速攪拌 15 秒後慢慢抽出攪拌棒，等待槌發結束

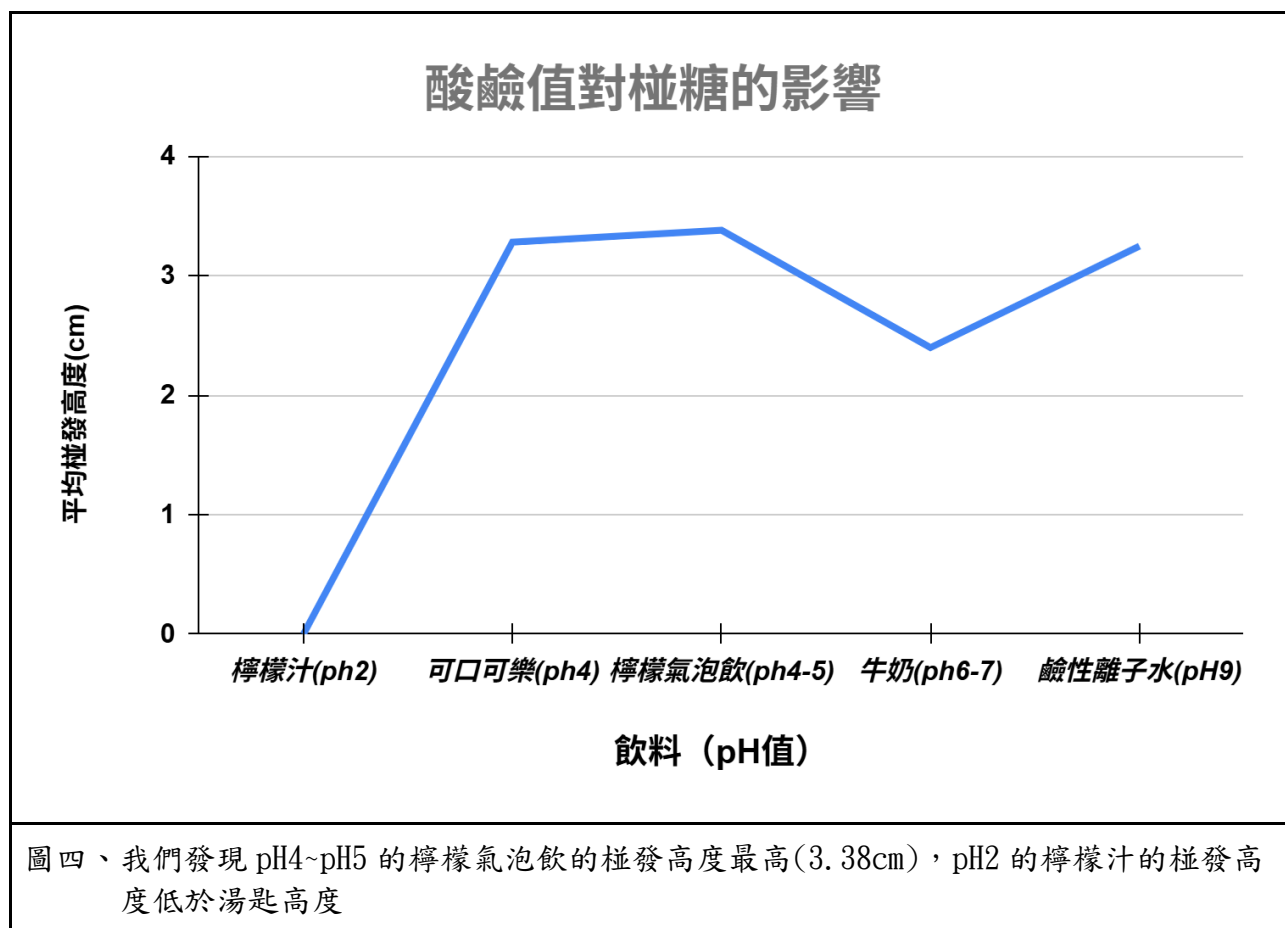
(三) 實驗過程與紀錄

向度 \ 編號	檸檬汁(pH2)			可口可樂(pH4)		
	1	2	3	1	2	3
碰發後高度(cm)	低於湯匙高度	低於湯匙高度	低於湯匙高度	3.2	3.15	3.5
平均高度(cm)	--(無法測量)			3.283333333		
孔洞分布情形	不成形，慢凝固	不成形，慢凝固	不成形，慢凝固	孔洞偏小	孔洞偏小	孔洞偏小
口感(主觀描述)	水狀	水狀	水狀	脆甜	很甜	脆
備註			檸檬不易凝固，也不易膨起			
成品圖片	成品低於湯匙高度	成品低於湯匙高度	成品低於湯匙高度			

向度 \ 編號	C&C 檸檬氣泡飲(pH4-5)			牛奶(pH6-7)			鹼性離子水(pH9)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
碰發後高度(cm)	3.05	3.3	3.8	2.9	2.5	1.8	3	3.45	3.3
平均高度(cm)	3.3833			2.4			3.25		
孔洞分布情形	孔洞有大 有小	孔洞有大 有小	密集、蜂 窩狀	細小	有大有小	小孔洞	孔洞有大 有小	孔洞有大 有小	很小很密 集

口感(主觀描述)	甜、脆	脆	脆	苦	硬	很硬	微甜、很脆	硬	微脆
備註	糖液攪出去一點			偏深褐色		小蘇打粉沒完全攪開		微燒焦	
成品圖片									

(四) 實驗小結



我們發現 pH4~pH5 的檸檬氣泡飲的極發高度最高(3.38cm)，可口可樂 pH4 的其次(3.28cm)，在來是 pH9 的鹼性離子水(3.25cm)，最後是 pH2 的檸檬汁(低於湯匙高度)，所以並不是越酸的極發高度越高。

目的四：探討糖醇取代糖對極糖極發有何

【實驗 5：探討糖醇與二號砂糖的濃稠度】

（一）實驗構想

因為在之前的實驗中，我們吃了大量的糖，所以突發奇想，想出「代糖碰糖」，可以降低血糖值，讓糖尿病患者也可以吃。我們想用代糖代替二號砂糖及黑糖，不過在試做中我們發現同樣在溫度 130 度下，代糖的濃稠度與二號砂糖、黑糖不同，所以我們想要測試代糖在哪個溫度的濃稠度最接近二號砂糖及黑糖的甜稠度，並且使用該溫度的代糖作為之後做代糖極糖的參考。

（二）實驗步驟

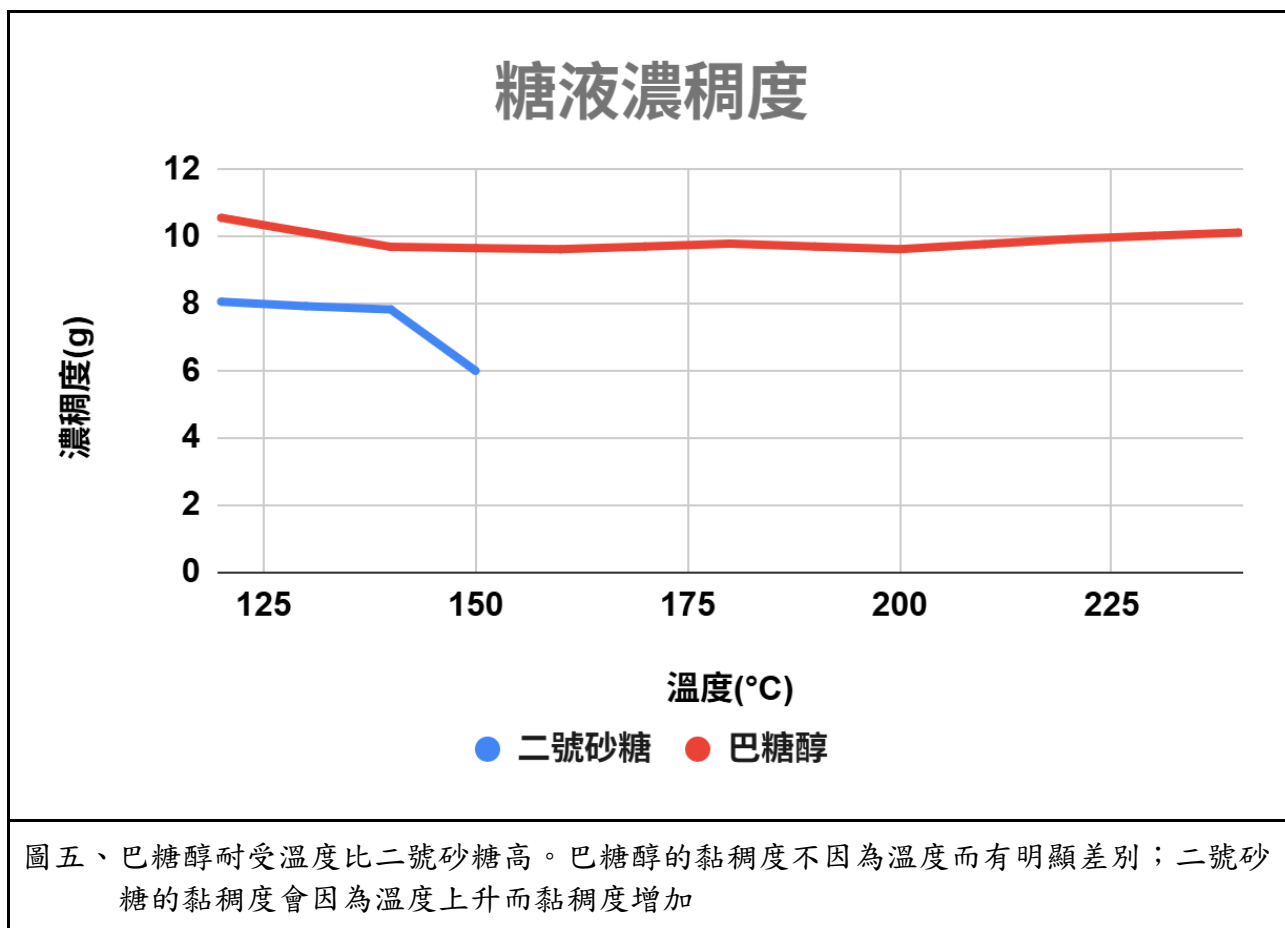
1. 測量糖 6g、水 1ml、托盤重量
2. 在湯匙上煮到指定溫度
3. 快速將湯匙放到固定位置傾倒
4. 經過 7 秒後拿出托盤
5. 測量托盤中的糖液克數並減掉托盤重量
6. 測量滴下來的克數，並計算平均

（三）實驗過程與記錄

糖液溫度 巴糖醇 濃稠度(g)	120	140	160	180	200	220	240
滴下的克數 1	10.2	10	9.7	10	9.8	9.8	10.2
滴下的克數 2	10.9	10	9.7	9.7	9.1	9.7	10
滴下的克數 3	10.4	9.6	10	10	9.5	10.2	10
滴下的克數 4	10.9	9.4	9.4	9.7	10	10	10.2
滴下的克數 5	10.4	9.5	9.5	9	9.6	10	10.2
去極端值取平均	10.56	9.7	9.63	9.8	9.63	9.93	10.13
備註	糖沒有完全 融化	變黃，糖已 完全融化		變黃	焦糖味	焦糖味	苦味，接近 燒焦

糖液溫度 二號砂糖 濃稠度(g)	120	130	140	150
滴下的克數 1	11.1	8.2	8	7.4
滴下的克數 2	8.4	7.6	8.2	5.9
滴下的克數 3	8	8	7.4	5.3
滴下的克數 4	7.8	8.3	8.1	5
滴下的克數 5	7.8	7.5	7.7	6.8
去極端值取平均	8.06	7.93	7.83	6
備註				150 度時就會燒焦

(四) 實驗小結



1. 我們在測量時發現糖在冷卻時的重量會增加，我們採用的結果是糖一開始的重量。
2. 巴糖醇的濃稠度在溫度 120 度時為 10.56 克；在溫度 140 度時為 9.7 克；在溫度 160 度時為 9.63 克；在溫度 180 度時為 9.8 克；在溫度 200 度時為 9.63 克；在溫度 220 度時為 9.93 克；在溫度 240 度時為 10.13 克。並沒有因為溫度而讓濃稠度有明顯變化。
3. 我們發現巴糖醇在 140 度時會完全融化，170 會漸漸變黃，200 度時會出現焦糖味。

4. 二號砂糖的濃稠度在溫度 120 度時為 8.06 克；在溫度 130 度時為 7.93 克；在溫度 140 度時為 7.83 克；在溫度 150 度時為 6 克，並且會燒焦。由此可知**二號砂糖會隨著溫度變高而增加濃稠度，最明顯的增加在 140 度到 150 度之間。**
5. 發現巴糖醇在溫度 120 度到 240 度時，濃稠度在 10.13 克到 10.56 克之間；二號砂糖在溫度 120 度到 150 度時，濃稠度在 6 克到 8.06 克之間，**巴糖醇的濃稠度在任何溫度都比二號砂糖還要稀。**
6. 由於 140 度到 160 度是巴糖醇的熔點，而 200 度時會出現焦味，所以我們後來選擇在溫度 180 度下的巴糖醇做後續代糖極糖的研究。
7. 在此實驗當中，我們發現巴糖醇要花很長的時間（冬天至少 10 分鐘）降溫到一定溫度後才會拉絲，冷卻時間都比二號砂糖長許多。

【實驗 6：探討糖醇取代糖，對碰糖碰發有何影響】

(一) 實驗構想

延續實驗 5，我們用溫度 180 度的巴糖醇做代糖槌糖，由於我們在實驗 5 發現巴糖醇在離火後無法立即冷卻定型，所以我們嘗試增加了冷卻時間。

(二) 實驗步驟

1. 先測 30g 的巴糖醇
2. 倒入大湯匙中並加入 5ml 水
3. 放在酒精燈上加熱
4. 加熱至糖液溫度 180 度
5. 離火 5、7、9、11、13、15 秒後，加入 0.4g 的小蘇打粉
6. 快速攪拌 15 秒後慢慢抽出攪拌棒，等待槌發結束

(三) 實驗過程與記錄

糖液 冷卻時間 向度	巴糖醇(180 度)測試冷卻時間				
	5 秒	7 秒	9 秒	11 秒	13 秒
碰發後高度(cm)	未高於湯匙	未高於湯匙	未高於湯匙	未高於湯匙	未高於湯匙
孔洞分布情形	上方有很多小氣泡、下方水狀無氣泡				
口感(主觀描述)	微鹹、硬、脆	微鹹、硬、脆	微鹹、硬、脆	微鹹、硬	微鹹、中間硬、 邊邊脆
備註	離火溫度 130 度				
成品圖片					

(四) 實驗小結

1. 離火 5、7、9、11、13、15 秒後平均槌發高度皆低於湯匙高度。
2. 從實驗結果中我們發現或許是因濃稠度不夠，也或許是因冷卻時間不夠，槌糖雖然一開始有槌發一點，也有冒氣泡，但在冷卻後仍無法維持槌發高度。

柒、實驗結果與討論

一、探討小蘇打粉的比例對極糖極發有何影響

1. 根據前面實驗的嘗試，我們發現極糖口感要鬆軟至少要極發 **3 公分** 以上，因此後續實驗也會以此作為極糖的成功標準。
2. 我們發現 0.4g 小蘇打粉極發高度 3.9cm 最高、1 克平均極發高度最低(3.25cm)，**並不是如我們所想的小蘇打愈多，極發高度就愈高。**
3. 由文獻可知，小蘇打越多，產生的二氧化碳也愈多，所以極糖極發高度應該越高。我們推測是因為實驗失誤且實驗次數過少影響了我們的實驗結果。

二、探討糖的種類與比例對極糖極發有何影響

1. 我們發現二號砂糖做出來的極糖是極發最高的，口感較硬；白砂糖糖做出來的極糖高度低於二號砂糖，口感也比二號砂糖硬；黑糖做出來的極糖較軟，冷卻後依然無法固定成形，因此我們接下來會嘗試將二號砂糖、白砂糖分別與黑糖混合。
2. 由實驗結果來看，二號砂糖混黑糖成功極發的機率、高度平均最高，比例 5:1 和 3:1 的高度都一樣，但是因為 3:1 的極糖內部不成形，所以我們決定使用 5:1 的比例來進行接下來的實驗。

三、探討溶液酸鹼值對極糖極發有何影響

1. 我們發現 pH4~pH5 的檸檬氣泡飲的極發高度最高(3.38cm)，可口可樂 pH4 的其次(3.28cm)，在來是 pH9 的鹼性離子水(3.25cm)，最後是 pH2 的檸檬汁(低於湯匙高度)，所以並不是越酸的極發高度越高。
2. 我們原本推測 pH 值越高，極糖的極發高度越高；pH 值越低，極糖的極發高度越低，實驗過後卻發現極糖極發高度和 pH 值沒有絕對關係，但也有可能是因為**我們使用的飲料存在一些影響結果的雜質。**

四、探討糖醇取代糖對極糖極發有何影響

1. 巴糖醇在 140 度時會完全融化，170 度會漸漸變黃，200 度時會出現焦糖味，但濃稠度變化不大，多在 10 克上下，都是流動性很高的液體。
2. 從查找的資料中得知，巴糖醇（異麥芽酮糖醇，Isomalt）的熔點在 140 度到 165 度之間，符合我們研究中觀察到的結果。
3. 巴糖醇的濃稠度都比二號砂糖還要稀，而且在煮的過程中並不會因溫度升高讓巴糖醇的濃稠度改變，但冷卻一段時間過後會讓濃稠度變稠。
4. 從實驗結果中我們發現或許是因濃稠度不夠，也或許是因冷卻時間不夠，極糖雖然一開始有極發一點，也有冒氣泡，但在冷卻後仍無法維持極發高度。
5. 在實驗過程中我們發現，糖的濃稠度會因為溫度而改變，**不同種類糖的所需要的溫度不同**，因此我們推測前面在製作不同種類糖的極糖時，會失敗的原因可能是因為煮糖

的溫度差異和冷卻的時間不同。

6. 實驗中發現巴糖醇在冷卻時的重量會增加，推測在冷卻過程中可能與空氣中的物質產生反應或它的組織結構因為溫度而發生某種變化。

捌、未來研究建議

一、溶液酸鹼值對極糖的影響

若要確定酸鹼值與極糖極發的關係，應要使用同一成分的物质來減少影響實驗的因素。

二、不同種類的糖做極糖時的溫度與冷卻時間

從糖醇的實驗中，我們發現不同糖會有不同的熔點，也不是每種糖都能快速冷卻定形，因此我們應該找出每種糖適合的熔點再設計實驗。

三、糖的冷卻時間與黏稠度之間的關係

若想要使用其他種類的成功做出蓬鬆的極糖，可以先找出糖液的冷卻時間及黏稠度之間關係，才能確定何時加入小蘇打粉才能使極糖成功極發。

參考文獻

1. 伍姿穎、曾柏諺、蘇芷歆、胡宸維(2023)。完美槌糖進化之路～糖液反砂與槌糖膨發研究。高雄市 113 年度國小學生獨立研究成果發表 自然與生活科技類第一名
2. 李祐絜(2022)。臺韓古早味零食- 槌糖膨脹之研究。新北市鶯江國小獨立研究作品
3. 陳品穎(2018)。膨糖「膨」得不一樣。臺北市民生國小資優班研究作品
4. 徐若瑄(2017)。利用科學方法研究古早味槌糖。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
5. 張湘婷、陳相怡、陳怡辰、何文楷、蔡中晟(2014)。幫糖打氣~做膨糖。嘉義縣 103 年度科學展覽會
6. 洪薇雅、黃姿蓁、徐浩博、梁永鈺(1998)。煮膨糖。高雄市第 38 屆中小學科學展覽會 高小組化學科第二名
7. 國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系。膨糖。科學遊戲實驗。取自：
<https://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-005.html>
8. 糖漿加了小蘇打粉就膨漲？解析《魷魚遊戲》中的槌糖製作原理。泛科學。取自：
<https://pansci.asia/archives/333659>
9. 槌糖製作的原理。農業部桃園區農業改良場。取自：
https://www.tydares.gov.tw/theme_data.php?theme=prevention&id=274
10. 探索甜菊糖：健康甜味劑的新選擇(2024. 06. 05)。黃爸爸糖果屋。取自：
<https://www.yellowdaddy.com.tw/%E6%8E%A2%E7%B4%A2%E7%94%9C%E8%8F%8A%E7%B3%96%EF%BC%9A%E5%81%A5%E5%BA%B7%E7%94%9C%E5%91%B3%E5%8A%91%E7%9A%84%E6%96%B0%E9%81%B8%E6%93%87/>
11. 異麥芽酮糖醇。HealthyPIG 電子報。取自：
https://healthypig.com.hk/blogs/healthypig-magazine/e953-%E7%95%B0%E9%BA%A5%E8%8A%BD%E9%85%AE%E7%B3%96%E9%86%87?srsltid=AfmB0opXXpLRifwFlJ9u7Y8brtNwCXgTr-42axOf_u7urmoN_r5rjvC3#gsc.tab=0
12. 巴糖醇(Isomalt)的化學性質(2017. 03. 01)。Parchem。取自：
<https://www.parchem.com/siteimages/attachment/ghs%20isomalt%20msds.pdf>