

花蓮縣第 63 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小組

作品名稱：擅呷郎ㄟ冰糖葫蘆

關 鍵 詞：糖葫蘆、糖漿溫度、糖水比例

編 號：

擅呷郎ㄟ冰糖葫蘆

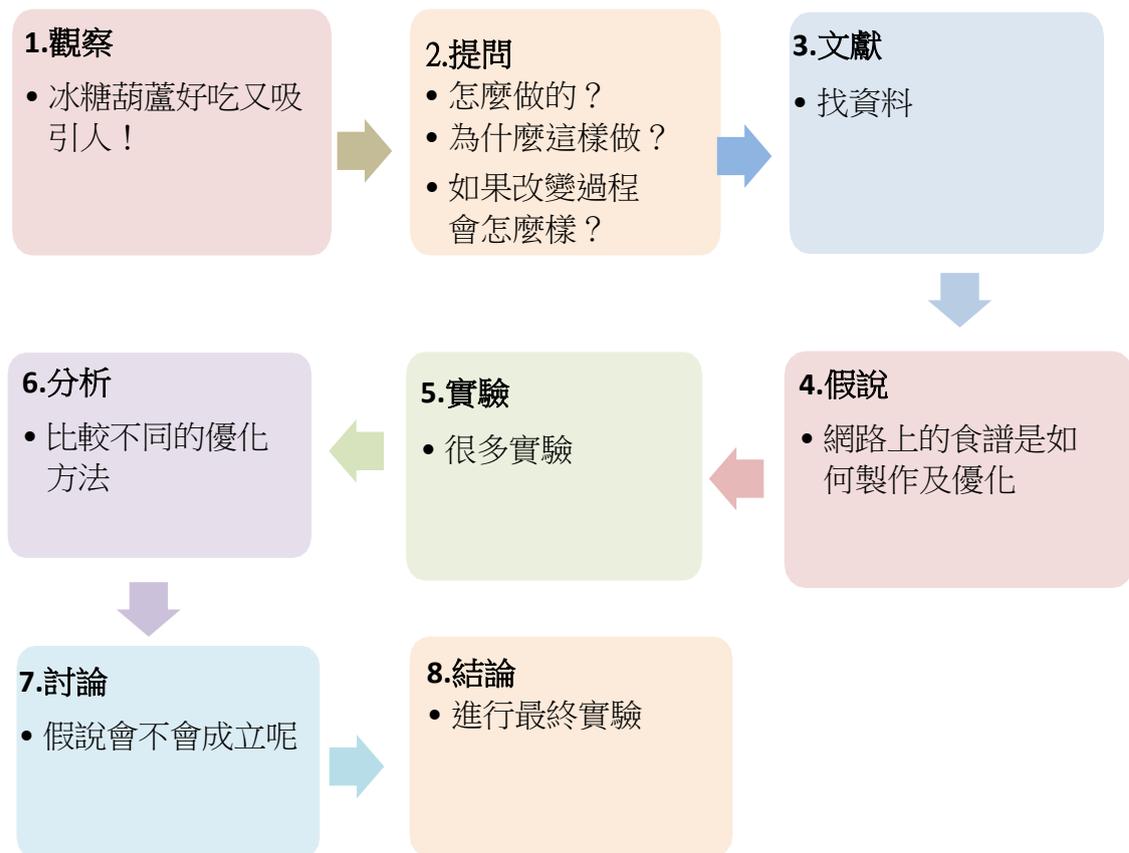
摘要

本研究旨在探討不同比例的糖對糖葫蘆的影響，以實驗法及品評問卷調查法進行研究，將基本的配方中改變「糖與水」的比例作為實驗，並將製作糖葫蘆材料中的糖水比例與糖的種類、放置環境等變項控制之，採用問卷調查法，以參與科展的學生以及學校教職員為研究對象進行感官品評問卷調查。

壹、研究動機

我們發現學校的自然老師很喜歡吃糖葫蘆，所以想要用便宜的價格製造出健康且好吃的糖葫蘆給老師吃。

在我們試做了幾輪後，看著晶瑩剔透像是寶石般的糖葫蘆，突發奇想：為什麼食譜會是這樣教呢？如果我們改變了某些因素，是不是能做出專屬於我們的糖葫蘆呢？於是有了這次的實驗。



貳、研究目的

- 一、了解冰糖葫蘆的起源。
- 二、了解冰糖葫蘆的製作過程及優化
- 三、探討不同條件對冰糖葫蘆的口感及保存的影響。
 1. 糖水比例改變(不同的糖水比例所改變的實驗結果)
 2. 糖的種類(砂糖、黑糖、冰糖、麥芽糖、果糖)
 3. 糖漿的溫度(傾斜上漿時，鍋壁會二次加溫)
 4. 食品添加劑(鹽、白醋、檸檬酸、砂拉油、植物性吉利丁)
 5. 糖葫蘆的保存(室溫、室溫乾燥、冷藏、冷凍)
- 四、總結
- 五、參考資料

參、研究設備及器材

- 一、設備：卡式爐(電池爐)、測溫槍、不鏽鋼鍋、溫度計、電子秤、攪拌棒。
- 二、耗材：各式糖類、竹籤、食用水、吉利丁等食品添加劑。



肆、研究過程或方法

一、文獻探討：冰糖葫蘆的起源

有民間傳說提到糖葫蘆起源於宋朝，南宋光宗皇帝給他的寵妃治病，張貼皇榜向民間徵集驗方，一個江湖郎中揭榜進宮，開出了冰糖水煮山里紅的方子，後來驗方流傳民間形成了現在的糖葫蘆。

也有民間傳說稱冰糖葫蘆起源於隋朝，當時的朝廷以一人一枝穿有山里紅的糖葫蘆獎勵功臣，這種方法後來流傳民間形成糖葫蘆。

有確實的史料記載最早為清代的《燕京歲時記》：「冰糖葫蘆，乃用竹籤，貫以山里紅、海棠果、葡萄、麻山藥、核桃仁、豆砂等，蘸以冰糖，甜脆而涼。

糖葫蘆現在已經成為中國大陸各地都非常流行的一種小吃。

相聲表演藝術家侯寶林先生曾經在他的相聲中提到過賣糖葫蘆的小販，在北京四九城和在天津衛叫賣吆喝的口音各有不同。

傳統的糖葫蘆是在冬天才會在市場上看到的，由於山楂和外面的那層糖被寒冷的氣溫凍住，所以咬起來的感覺，十分地堅硬，像在吃冰一樣，因而得又名「冰糖葫蘆」，也體現了其特有的味道。但是近年來，在夏天糖葫蘆亦有售，但是由於天氣炎熱，外面的那層糖變得十分地黏，味道和冬天比起來也相差甚遠

二、製作流程：了解冰糖葫蘆的製作流程。

（一）實驗方法

1. 準備厚底的鍋子，避免糖煮焦急沾黏
2. 冰糖與水2：1或1：1，開中火，開始熬糖稀。
3. 慢慢冰糖開始融化，出現較大的糖泡。
4. 水分越來越少，糖泡開始變小，大泡落，小泡冒。
5. 熬糖稀沒有確定的時間，主要根據經驗與色澤進行把握。提前準備一塊保麗龍進行放置。到糖稀色澤呈現淡金黃色時，火候就可以了，開始蘸糖。
6. 將鍋子傾斜，可以讓番茄全部都蘸到糖。將串好的番茄用竹籤旋轉上漿，裹上薄薄一層即可。蘸糖環節看似簡單，但很需要技巧。如果糖裹得太厚，吃下去一口咬不著番茄，是比較失敗的。糖要蘸上薄薄而均勻的一層，即算成功。
7. 把蘸好糖的冰糖葫蘆快速移到提前備好的塑膠盤上，冷卻3-5分鐘後就可以了。吃不完的，可放冰箱冷藏。
8. 成功的冰糖葫蘆，出鍋後外面的裹糖會迅速冷卻，咬起來是咯嘣脆，完全不粘牙的。要達到這種效果，熬糖是最關鍵的。熬的時候一要注意火候，火候不到容易發粘，吃時會沾牙；而火候太大，不僅顏色重且吃起來發苦
9. 熬好的糖稀，肉眼可見糖漿濃稠，稠了蘸不起來，稀了掛不住，泛淡黃色，用筷子挑起可見拉絲。

三、探討不同條件對冰糖葫蘆的口感及製作的影響。

(一) 糖與水比例對製作時間的影響(表一)

控制變因				操縱變因	結論
糖的種類	添加劑	上漿溫度	攪拌與否	糖水 體積比	加溫時間 長短
皆為白糖	無添加	150℃	不攪拌	1:0.5	13m50s
				1:0.75	22m32s
				1:1	26m11s

實驗假設:

我們發現減少水的比例能有效減少熬煮的過程，所以我們從成功的1:1開始向下做實驗(1:0.5和1:0.75)，觀察哪一個比例能夠做出最省時且不會返砂的糖葫蘆。



吃糖葫蘆的孩子及不慎掉落的糖葫蘆

實驗總結(一):

1. 實驗中發現溫度不夠容易黏牙、不夠脆。
2. 驗過程中發現小火不容易噴濺，但烹煮時間過久
3. 驗過程中發現烹煮時先轉大火，但要注意可能會噴濺
4. 實驗過程中發現冰鎮完要馬上離水，否則會潮解
5. 驗過程中發現番茄要提前退冰，不然水分會使糖潮解
6. 驗過程中發現鍋壁的温度會使糖在傾斜上漿時急速上升
7. 驗過程中發現水的比例少於糖時，幾乎多會發生返砂，反覆驗證時，水多於糖時幾乎不會返砂
8. 學生提出可否直接使用市面上的糖漿進行實驗，值得後續研究

實驗照片



(圖一)二砂糖不易觀察是否變色



(圖二)白糖較易觀察，故實驗會盡量使用白糖及冰糖



(圖三)糖水比 1:0.5 耗時 13m50s
水分過少，導致溫度把控不易，成品煮過頭，糖會發苦



(圖四)糖水比 1:0.75 耗時 失敗不計時
水分依然過少，導致溫度把控不易外，第一次實驗用衛生紙擦拭導致有嚴重返砂(棉絮殘留)



(圖五)糖水比 1:0.75 耗時 22m32s
除去棉絮等外在因素後，還是會返砂，以此推斷水量多寡會影響是否返砂



(圖六)糖水比 1:1 耗時 26m11s
水分較多，糖漿上升溫度較緩且多次實驗，皆未返砂

(二) 糖的種類

控制變因				操縱變因	結論
添加劑	上漿溫度	攪拌與否	糖水比	糖的種類	選擇使用白糖，詳情請看實驗總結
無添加	皆為150°C	不攪拌	1:1	冰糖	
				白糖	
				二砂糖	
				黑糖	



實驗假設:

不同的糖有不同的加熱時間以及價錢，我們要選出 cp 值最高的糖，確保我們能吃到好吃、便宜且快速製作的糖葫蘆。選取範圍從生活中常見的來做選擇，如冰糖、白糖等...

實驗過程:



(圖一)所有實驗皆為 100g，糖水比 1:1



(圖二) 二砂糖 糖水比例 1:1 耗 33m48s

紅糖的泡泡比白糖還大，且非常不易觀察是否轉焦黃



(圖三)冰糖 糖水比例 1:1 耗時 49m01s
能清楚看出加熱火源的傳達。一開始的設想是中間傳達速度最慢，但經過冰糖實驗後是由中間開始傳達到外圈，冰糖加熱速度較慢，就以小朋友要吃來說 CP 值很低

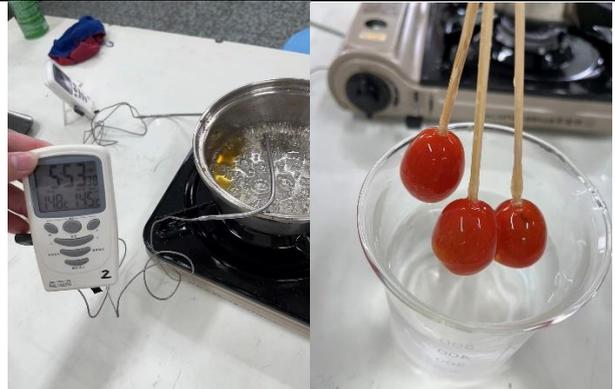


(圖四)黑糖 糖水比例 1:1 耗時 1s 21m 52s

熬煮時間久，不易觀察。
熬煮出來的泡泡最大容易飛濺。
且有疑似泡沫化的情況發生



(圖五、六)做出來的成品除了賣像不佳之外，火候也不易控制，及各式缺點一身。



(圖七、八)白糖 糖水比例 1:1 耗時 30m 26s
糖度雖然小輸冰糖，但勝在加溫快速且易觀察，故之後實驗皆選擇使用冰糖

實驗總結:

糖種	時間	觀察便利性	Cp 值(價錢)	實驗糖種選擇
冰糖	49m01s	優	53 元	
白糖	30m 26s	優	40 元	選擇白糖
二砂糖	33m48s	劣	62 元	
黑糖	1s 21m 52s	劣	86 元	

故之後糖種選擇為白糖，因為便宜，烹煮快速，所以選擇白糖。

選擇冰糖跟白糖時，熬煮時會有明顯的顏色變化(金黃色)，可以協助沒有溫度計時的製作。

(三) 糖漿的溫度(傾斜上漿時，鍋壁會二次加溫)

控制變因				操縱變因	結論
上漿溫度	糖的種類	添加劑	糖水比	糖漿溫度	
150°C	皆為白糖	無	1:1	140°C	見(圖一、二)
				145°C	見(圖三、四)
				150°C	見(圖五、六)
				155°C	見(圖七)

實驗假設:糖漿在接觸到鍋壁之後會二次加溫，所以我們要研究二次加溫後溫度大概會落在哪個區間，實驗範圍從 140°C(微轉黃)至 155°C(金黃)

實驗過程(三):

	
<p>(上圖) 色澤:為白色無變色 口感:黏牙 溫度:初始 140°C 二次加溫後溫度為 146°C</p>	<p>(上圖) 色澤:為白色，偏淡黃 口感:黏牙 溫度: 初始 145°C 二次加溫後溫度為 152°C</p>
	
<p>(上圖) 色澤:為淡黃 口感:清脆，少許黏牙 溫度: 初始 150°C 二次加溫後溫度為 156°C</p>	<p>(上圖) 色澤:為深黃 口感:清脆爽口不黏牙 溫度: 初始 155°C 二次加溫後溫度為 162°C</p>
	<p>(左圖) 色澤:為深黃轉向焦黃 口感:二次加溫後，煮過頭，黏牙，有淡淡的苦味 溫度: 初始 160°C 二次加溫後溫度為 169°C</p>

實驗總結:

1. 經由實驗得證，故之後統一加溫至 150°C 至 155°C 區間，才能得到好吃的糖葫蘆
2. 每次實驗時鍋必上升的溫度都不盡相同，也不易測量。白糖到 140°C 沒有明顯變色
3. 糖超過 160°C 會直接變成深咖啡色
4. 145°C 到 155°C 時會是成功率最高的區間，但 150°C 到 155°C 之間比較不會黏牙。
5. 實驗時最後選擇 150°C 為基準，是因為要留有寬裕時間進行操作離火與上漿的步驟，且不易交糖化。

(四) 在合法的範圍內加入食品添加劑(吉利丁、檸檬酸)

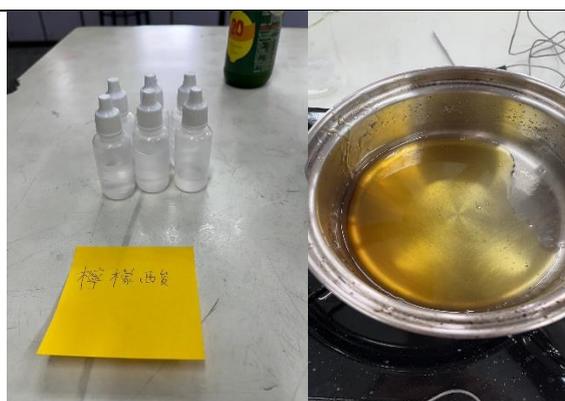
控制變因				操縱變因	結論
上漿溫度	糖的種類	攪拌與否	糖水比	食品添加劑種類	
150°C	皆為白糖	不攪拌	1:1	植物性吉利丁	爽口不黏牙，且吉利丁能有效防止潮解
				砂拉油	口感黏牙，且有油耗味
				醋	口感偏酸，成品清脆，但味道偏酸
				鹽	口感黏牙且未到過鹹
				檸檬酸	口感黏牙且對口味無具體影響

實驗假設:

透過網路，我們得知許多能夠讓糖葫蘆吃起來更脆的方法。包含加入酸性溶液、或是吉利丁來增加凝固的速度，或著是跟我們從課本得知得鹽醃法，以及加入沙拉油讓糖葫蘆表面有一層油，比較難以跟外在的水產生作用，進而潮解。



白糖 中火 8m18s 達 150 度未加任何添加劑



白糖 中火 兩克檸檬酸 8m46s 達 150 度

檸檬酸加進糖狐狸裡面，對於口味沒有影響但到 150°C 還是相對黏牙，與網路上實驗結果不相同，判斷應該是放入檸檬酸時間不對，不該在一開始就放入，應該在 145°C 至 155°C 左右時放入。進行第二及第三次實驗



白糖 中火 兩克檸檬酸

145°C 至 155°C 放入檸檬酸

口感皆偏軟，偏酸，小孩子不喜歡



白糖 中火 兩克醋

口感清脆，沒有酸味



白糖 中火 五兩克醋 8m52s 達 150°C
醋的量過多，返而吃出酸味。



白糖 中火 兩克砂拉油 7m46s 達 150°C
油很多，吃起來油耗味有點重，黏牙
且烹煮時容易噴濺，實驗相對危險容易燙傷



白糖 中火 兩克鹽 7m23s 達 150°C
 口感皆偏軟，偏鹹，且糖漿有稍嫌濃稠，色澤也不漂亮

白糖 中火 兩克吉利丁 8m33s 達 150°C
 不黏牙且脆，不易潮解
 為目前最好吃，且不黏牙的選擇

實驗總結:

1. 大部分添加物，在實驗過程後都會造成黏牙及有異味。
2. 根據之前實驗，糖葫蘆黏牙代表溫度不夠，所以添加物影響加熱溫度，詳情如何值得後續研究。
3. 不知道添加物的置入時間是否會影響實驗成果，我們統一在煮糖前放入並攪拌均勻
4. 從實驗的物質中，少量的醋以及吉利丁能作吃好吃不黏牙
5. 吉利丁在我們的額外觀察中具有防止潮解的功效

添加劑	影響烹煮長短	味道	黏牙與否	潮解的易與難
鹽	無	鹹，影響甜味	黏牙	易
油	無	油耗味，影響甜味	黏牙	易
檸檬酸	無	不影響甜味	黏牙	易
醋	無	酸，兩克不影響甜味	不黏牙	易
吉利丁	無	不影響甜味	不黏牙	難

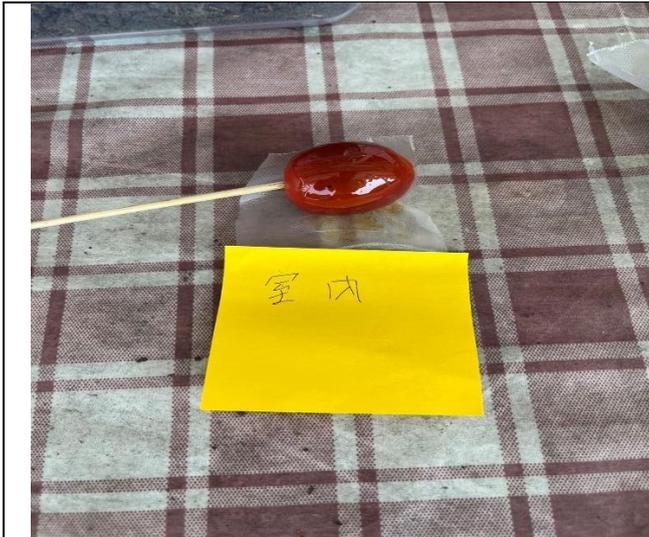
(五) 糖葫蘆的保存對口感的影響(室溫、室溫乾燥、冷藏、冷凍)

控制變因				操縱變因	結論
添加劑	糖的種類	放置時間	糖水比	糖葫蘆的保存	
無添加	皆為白糖	半小時	1:1	室內	見下列表格
				室內乾燥(冷氣機除溼)	
				室外	
				冷藏	
				冷凍	
				防潮箱	

實驗假設:

透過多次實驗，我們得知糖葫蘆如果沒有當下吃完，糖葫蘆的保存也是我們值得研究的課題，因此我們提出假設放置的位置不同，是否能有效延長糖葫蘆的保存?我們提出六個保存地點，包含室外、室內、冷藏、冷凍、室內除溼、防潮箱

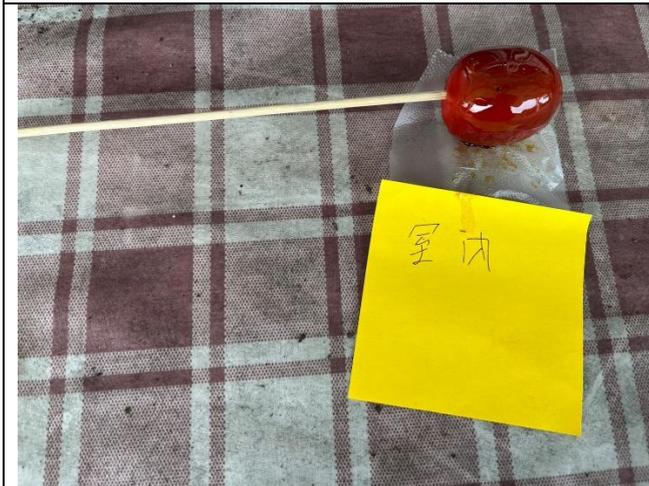
室內組



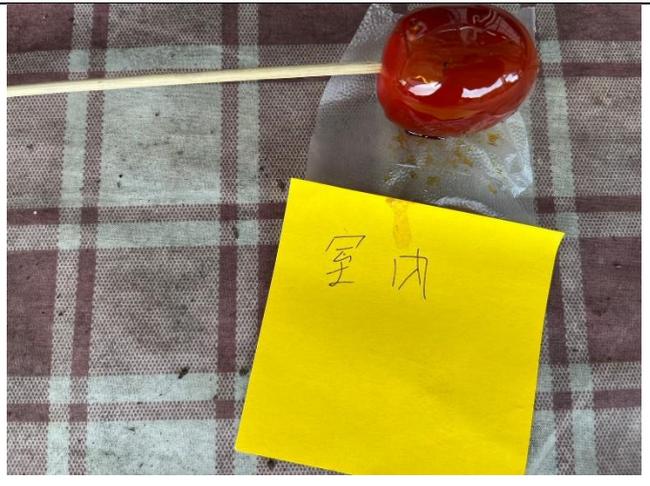
室內
早上 10:00 天氣晴
剛製作完，這批糖葫蘆都偏脆，爽口



室內
早上 11:00 天氣晴
曝曬在太陽底下，雖然因為太陽的關係沒有太大的水氣，但太陽本身的溫度導致糖有些微溶解

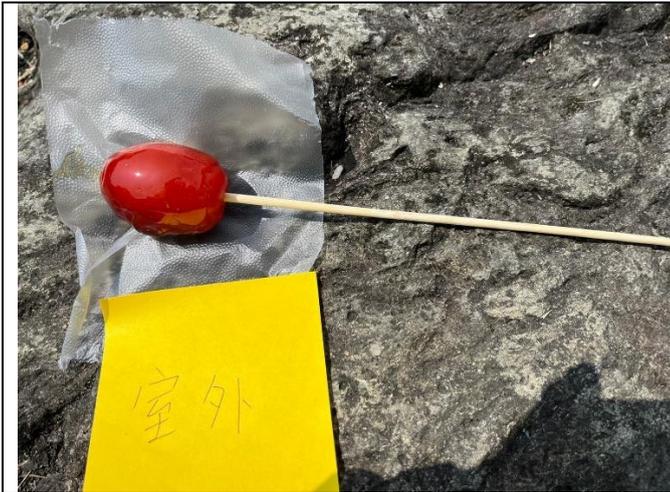


室內
早上 12:00 天氣陰
中午晴轉陰，溶解停止，但相對的水氣也有所沾黏在糖上，導致糖葫蘆黏手，且因為潮解以及融化的關係，吸引了螞蟻來覓食



室內
下午 14:00 天氣陰
天氣維持陰天，糖葫蘆潮解情況並未改善，也許是因為快下雨，空氣中的水分增加

室外組



室外
早上 10:00 天氣晴
剛製作完，這批糖葫蘆都偏脆，爽口

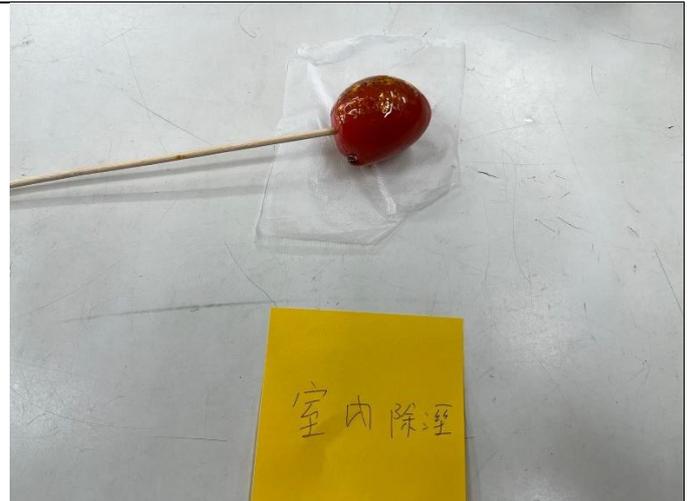
室外
早上 11:00 天氣晴
曝曬在太陽底下，雖然因為太陽的關係沒有太大的水氣，但太陽本身的溫度導致糖有些微溶解，情況比室內的嚴重許多



室外
早上 12:00 天氣陰
中午晴轉陰，溶解停止，但相對的水氣也有所沾黏在糖上，導致糖葫蘆黏手，且因為潮解以及融化的關係，吸引了螞蟻來覓食

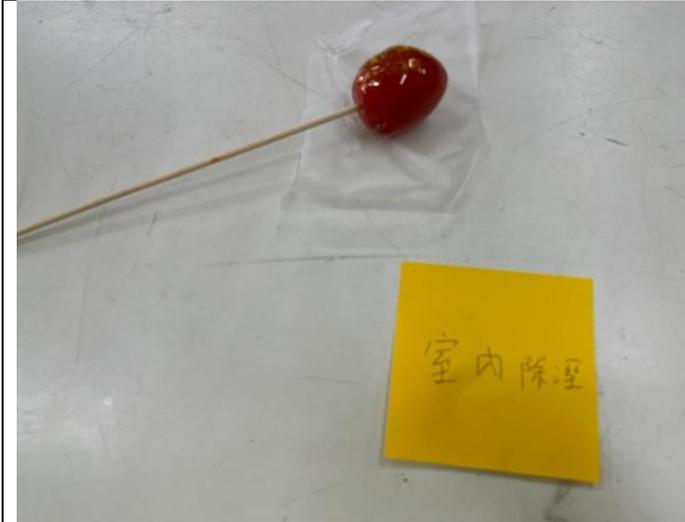
室外
下午 14:00 天氣陰
天氣維持陰天，糖葫蘆潮解情況並未改善，也許是因為快下雨，空氣中的水分增加

室內乾燥(冷氣機除溼)



室內乾燥
早上 10:00 天氣晴
剛製作完，這批糖葫蘆都偏脆，爽口

室內乾燥
早上 11:00 天氣晴
因為在室內，還有開冷氣及除溼，希望能同時達到降溫及去除水分的功效。



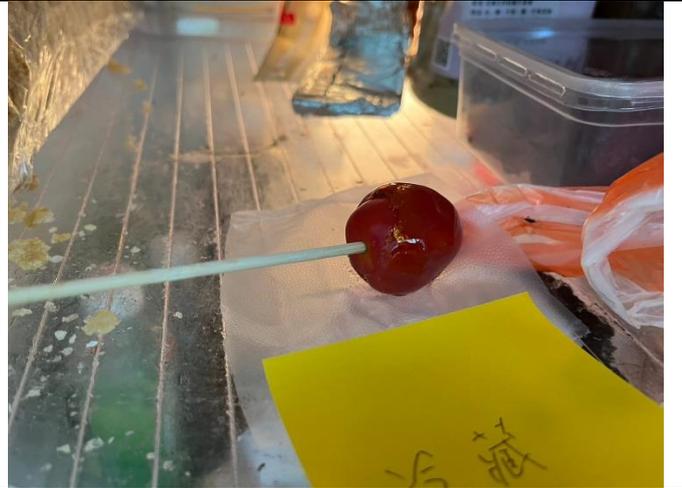
室內乾燥
早上 12:00 天氣陰
中午晴轉陰，但不影響室內溫度，但除濕效果似乎不盡人意，表面有沾黏潮解的現象發生

室內乾燥
下午 14:00 天氣陰
天氣維持陰天，但不影響室內溫度，糖葫蘆潮解情況並未改善，依然沾黏，

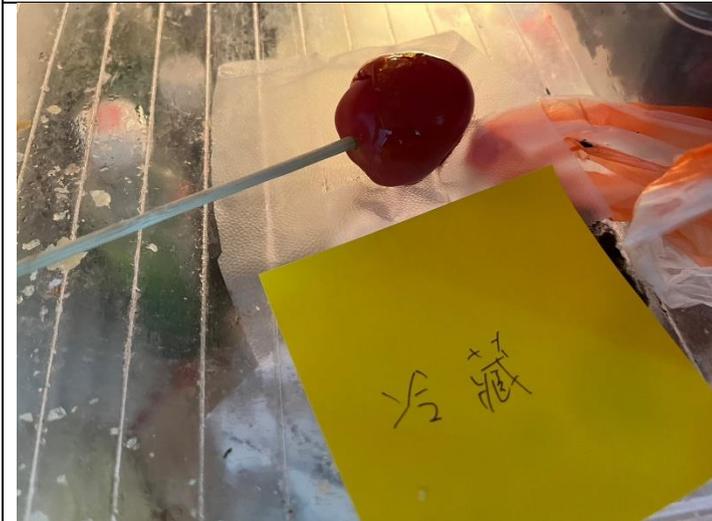
冷藏組



冷藏組
早上 10:00 天氣晴
剛製作完，這批糖葫蘆都偏脆，爽口



冷藏組
早上 11:00 天氣晴
外表沾黏程度比起在室外的組別低很多。除此之外並無明顯變化



冷藏組
早上 12:00 天氣陰
無明顯變化

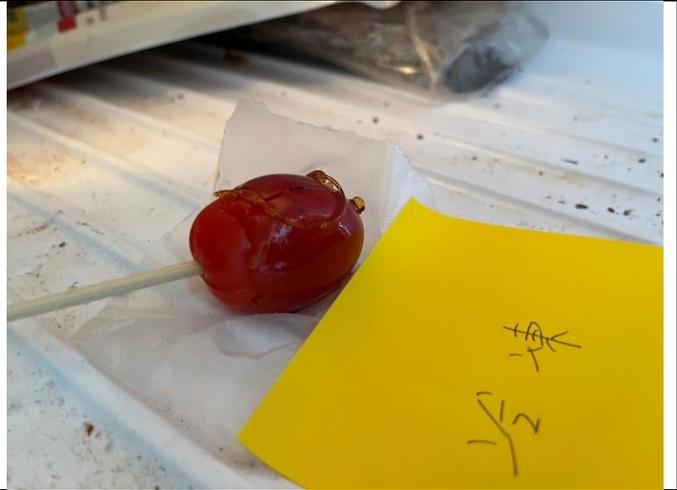


冷藏組
下午 14:00 天氣陰
除此之外並無明顯變化，但在拿出來之後會因退冰而潮解，且番茄的組織會被破壞掉，造成口感不佳

冷凍組



冷凍組
早上 10:00 天氣晴
剛製作完，這批糖葫蘆都偏脆，爽口



冷凍組
早上 11:00 天氣晴
外表沾黏程度比起在室外的組別低很多，為所有實驗組中最不黏的一組。
除此之外並無明顯變化

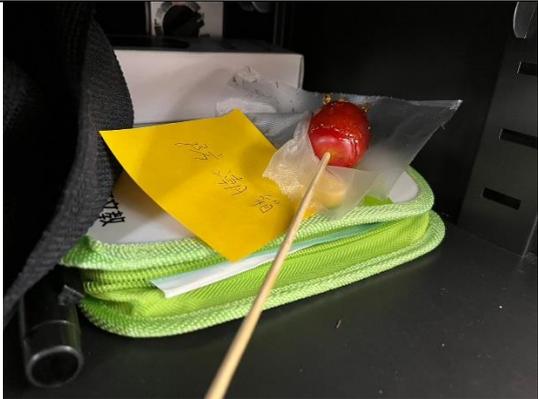
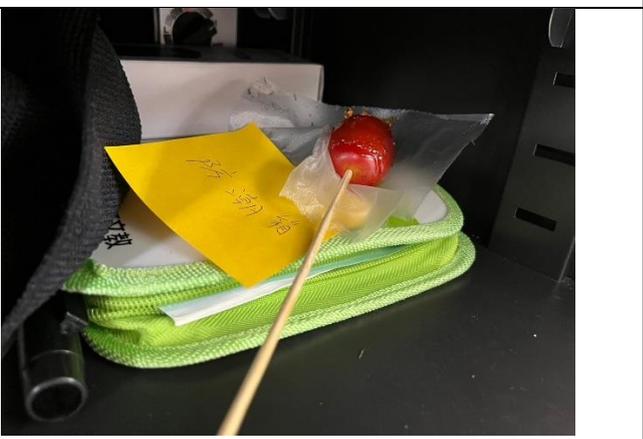


冷凍組
早上 12:00 天氣陰
並無明顯變化



冷凍組
下午 2:00 天氣陰
在拿出來之後會因退冰而潮解，且番茄的組織會被破壞掉，造成口感不佳，此情況比之冷藏組更嚴重

防潮箱組

	
<p>防潮箱組 早上 10:00 天氣晴 剛製作完，這批糖葫蘆都偏脆，爽口</p>	<p>防潮箱組 早上 11:00 天氣晴 箱內固定溫度以及除溼，表皮的沾黏逐漸減少</p>
	
<p>防潮箱組 早上 12:00 天氣陰 箱內固定溫度以及除溼，表皮的沾黏逐漸減少，此時沾黏度已低於冷藏組，但人高於冷凍組</p>	<p>防潮箱組 下午 14:00 天氣陰 箱內固定溫度以及除溼，表皮的沾黏逐漸減少，此時沾黏度已低於冷凍組，為最不沾黏的組別</p>

實驗總結:

放置位置	口感最好	沾黏程度	潮解	溫度影響嚴重程度
室內(室溫)	5	2	2	5
室外(太陽曝曬)	6	1	1	1
防潮箱(室溫除溼)	1	6	6	6
冷藏	3	4	4	3
冷凍	4	5	5	2
室內除溼(冷氣)	2	3	3	4

數字 1 為最高 6 為最低

實驗結論:直接暴露在高溫且無遮蔽的情況下，潮解最明顯，冷凍與冷藏雖然外表保存最好，但在退冰後會出水，毀壞水果的結構進而影響口感。

肆、總結

流程的優化

1. 糖水的重量比例，最少要水比糖多，1:1是經測試最基本且不容易失敗，水放越多煮的時間越久。放水是為了避免返砂
2. 煮糖的過程中應該避免不斷攪拌，避免糖漿返砂
3. 糖的熬煮與加熱時間無太大相關，與之相關的是加熱溫度。但是溫度高會造成鍋壁被糖漿噴濺除了可能傷及實驗人員之外，也會造成難以清洗的汙垢。
4. 建議在100°C附近時，轉為中小火，除了提升安全性，也能避免糖漿加速過快導致焦糖化。
5. 第一次製作時，採取將番茄整串浸泡糖漿的方式，導致糖漿過厚，口感不佳，應適當控制糖衣厚度(輕甩糖)，讓水果和糖衣的比例達到最佳平衡點。
6. 糖的種類，根據研究每種糖都可以製作糖葫蘆，但因為煮糖過程的變化，需輔以探針式溫度計，不然僅依靠肉眼難以觀察。此外各種糖的熬煮時間不同，其中又以白糖熬煮時間最為短暫且價格低廉，較為符合我們實驗的目的(快速好吃又便宜的糖葫蘆)。
7. 大部分的添加物都會失敗，唯有少量的醋以及吉利丁能做出清脆爽口的糖葫蘆，其中又以吉利丁為最優，因為她加上了防止潮解的功能。
8. 有探針溫度計時，建議加溫至150°C至155°C區間(金黃色)，才能得到脆又不黏牙的糖葫蘆，小於150°C容易黏牙，160°C以上容易焦糖化，產生苦味，顏色也變深咖啡色。
9. 直接暴露在高溫且無遮蔽的情況下，潮解最明顯，冷凍與冷藏雖然外表保存最好，但在退冰後會出水，毀壞水果的結構進而影響口感，所以最佳保存方式為放在防潮箱。

伍、參考資料

1. 肥丁手工坊<https://www.beanpanda.com/145374/how-to-make-bing-tanghulu-candied-hawthorn-berry-stick>
2. 要命的恐怖食材-今周刊 856期 p.88~ p.109
3. 中華民國金門地區第54屆中小學科學展覽會 高中組生活與應用科學 糖葫蘆裡有糖-糖裡有驚喜
4. 中華民國金門地區第56屆中小學科學展覽會 國中組化學科 完美食譜 - 冰晶棒棒糖的研究
5. 中華民國第四十七屆中小學科學展覽會 國中組生活與應用科學科 黏棉到天邊-棉花糖製作探究
6. 龍騰文化 跨科齊步走—廚房中的科學 糖葫蘆的製作與原理
7. 龍騰文化 食的化學I 糖葫蘆的製作(溫度效應)