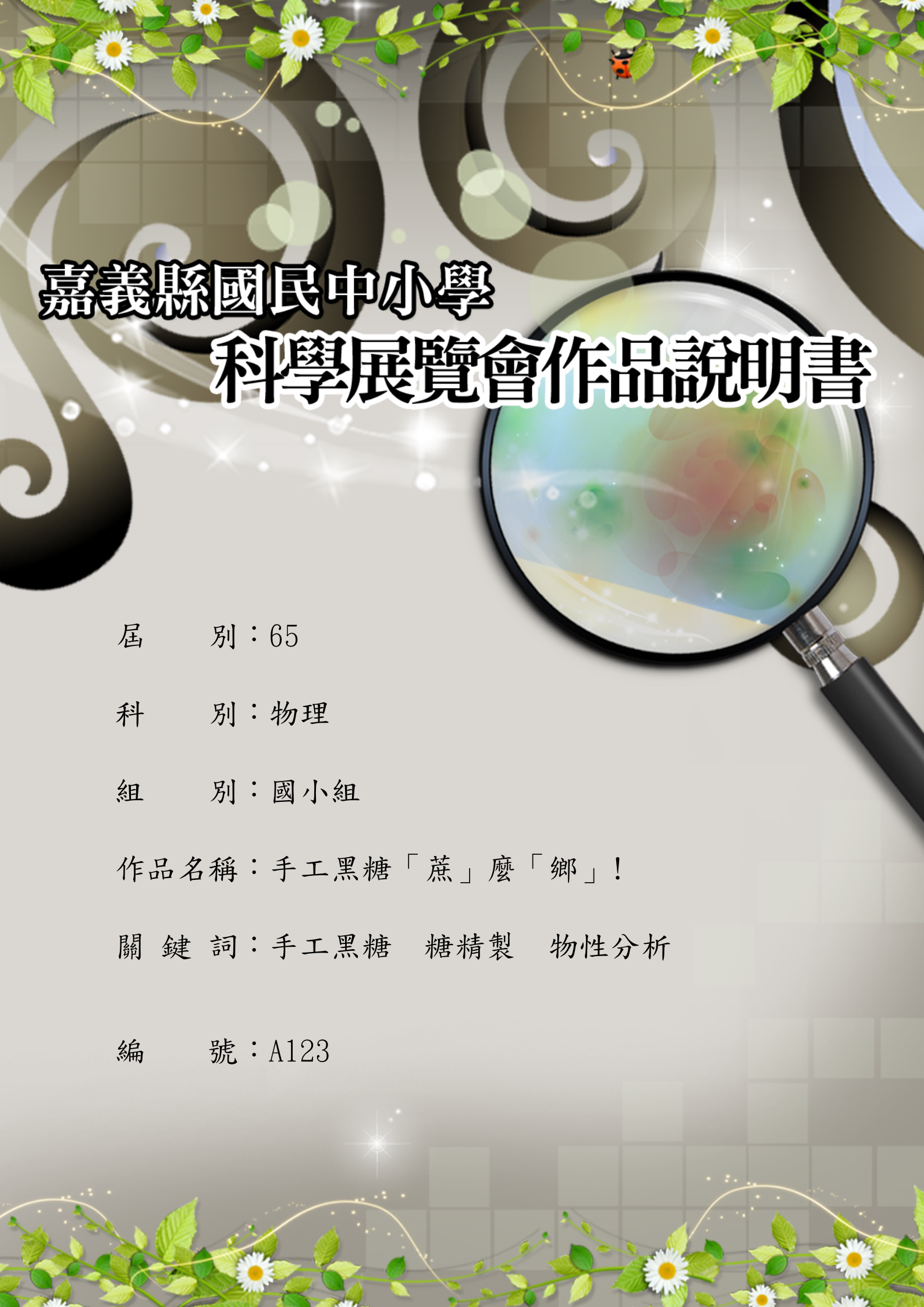




嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：65

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：手工黑糖「蔗」麼「鄉」！

關 鍵 詞：手工黑糖 糖精製 物性分析

編 號：A123

手工黑糖「蔗」麼「鄉」！

摘要(300 字以內)

村子裡的傳統技藝：「手工黑糖」，一直是詢問度很高的伴手禮。但兩款手工黑糖：塊狀、粉狀，到底該怎麼選才符合購買的需求呢？經過這次研究，幫大家整理出一個參考：黑糖整體甜度約為砂糖的一半，塊狀的黑糖甜度適中、雜質少、美觀方便拿取的優點，很適合作為伴手禮、零食，但也因為它的含水量比較高，保存期限會比較短；粉狀的黑糖甜度適中、顆粒小、甘蔗風味比較豐富均勻、乾燥適合存放的優點，很適合用來煮飯、製作料理、泡黑糖水飲用。至於這些黑糖還可以再進一步精製純化嗎？目前還沒找到精製又同時保留獨特風味的辦法。

壹、研究動機

從有記憶以來，蔗糖特殊的香氣、甘甜的滋味就充滿著我們的童年回憶。每到了農曆過年前後，村裡便可以看到一口口蒸騰白煙、熬煮黑糖的大鍋，這時村子的空氣鐵定比台南還甜。黑糖對人體有非常多的好處，不止黑糖水可以減輕中暑，吃黑糖也比吃砂糖更健康、有更多種的礦物質。

隨著時代變遷，過去平地農村裡能看到的甘蔗田、熬製蔗糖的風景已經不在了，但我們家鄉至今還保留著這種傳統的手藝。很多觀光客來到這邊品嚐到了這種古早味之後，總會在回去前買個幾包回去自用或分送親朋好友，久而久之，『手工黑糖』就成了村子裡十分著名的伴手禮。村子的手工黑糖一直保持很高的詢問度，不止有老顧客會來電預訂，還數次有記者上來做專訪呢！

村裡手工黑糖的成品形狀有兩種：塊狀與粉狀。這兩種黑糖除了外觀不同，還有哪些不同的性質？各自又有哪些優點呢？如果有觀光客問我選哪種比較好，我要怎麼回答呢？

所以我們想趁這次科展的機會，請老師幫我們，讓對我們家鄉的手工黑糖，能有更多的認識和了解。

貳、研究目的

- 一、了解兩種不同成品形狀的手工黑糖，在製作流程上有什麼不一樣。
- 二、探究兩種不同成品形狀的手工黑糖，有哪些物理性質不相同。
- 三、探討手工黑糖再精緻純化的可能性。

參、文獻探討

为了更好的設計實驗、更有效的找到我們想要的答案，老師帶我們看了一些有關村裡手工黑糖的新聞和文章，再結合以前從家人那邊聽到的訊息與經驗，做出了下面幾個重點紀錄。

一、豐情萬種-手工蔗糖。從這本書中的紀錄，我們有看到幾個重點：

(一) 選用台灣的原生種甘蔗。

(二) 古法榨汁、熬煮、冷卻，原汁原味不添加任何人工化學物質。

二、家鄉一百問-阿里山鄉。在這一本書中，我們看到的重點有：

(一) 製作過程：榨汁、熬煮三至四小時、冷卻風乾。

(二) 熬煮過程中需不停翻攪，並撈除浮渣。

(三) 黑糖營養價值高於市面上的白糖、砂糖。

(四) 濃郁蔗香味，自然甜美不膩。

三、在中國時報的報導中，發現了幾個重要的線索：

(一) 當年有居民自運送甘蔗的五分車鐵軌撿拾掉落的甘蔗，帶回村裡種植，有了甘蔗原料，村民才能做糖自給自足，成為手工黑糖的發源地。

(二) 台灣光復初期，鹽、糖等主要民生物資都是公賣，但之所以還能保留製糖傳統，據老一輩說，是因當時的警察體恤交通不便，民眾生活不易，就睜一眼閉一眼，具有特色的原味黑糖文化才得以延續至今。

我們大概得到以下幾個結論：

(一) 村中手工黑糖的甘蔗品種，應該是台糖製糖使用的甘蔗，所以，我們可以使用台糖販售的蔗糖，作為我們實驗的控制組。

(二) 黑糖製作流程：榨汁、熬煮、冷卻，中間要過濾浮渣，攪拌避免燒焦。

(三) 黑糖味甜香而不膩，它的糖度應該比一般更砂糖低。

根據上面的幾個條件，我們就開始了這次的研究與實驗設計。

肆、研究方法與器材

一、實驗一：了解兩種不同成品形狀的手工黑糖，在製作流程上有什麼不一樣。

(一) 研究方法：訪談。

(二) 研究流程：

1. 分別訪談製作塊狀與粉狀手工黑糖的居民，並做訪談紀錄。
2. 依照訪談紀錄，做一張黑糖製作的流程圖。
3. 依照訪談紀錄，從居民口述中找出兩種黑糖製作方法的異同。

(三) 研究器材：紙、筆、手機與平板(拍照、錄影)。

二、實驗二：探究兩種不同成品形狀的手工黑糖，有哪些物理性質不相同。

(一) 研究方法：做實驗研究、分析討論。

(二) 研究流程：

實驗組		控制組
		
塊狀手工黑糖	粉狀手工黑糖	台糖蔗糖

1. 糖度比較：

1) 實驗流程

- i. 分別量取 20g 的黑糖，完全溶解在 80g 的水中。
- ii. 使用糖度計測量黑糖水溶液的糖度值。
- iii. 連續紀錄五次後算出平均進行比較。

2) 實驗設備：

- i. 器材：磅秤、秤量紙、藥勺、燒杯、玻棒、量筒、糖度計。
- ii. 材料：塊狀手工黑糖、粉狀手工黑糖、台糖蔗糖、飲用水。

2. 含水量比較：

1) 實驗流程

- i. 分別量取 20g 的黑糖，裝在玻璃培養皿中。
- ii. 果乾機預熱至 70 度，將量好的黑糖放入烘烤 24 小時。
- iii. 連續紀錄五次後算出平均的失水量，進行比較。

2) 實驗設備：

- i. 器材：磅秤、秤量紙、藥勺、玻璃培養皿、果乾機、標籤紙。
- ii. 材料：塊狀手工黑糖、粉狀手工黑糖、台糖蔗糖。

3. 雜質含量比較：

1) 實驗流程

- i. 分別量取 20g 的黑糖，完全溶解在 80g 的水中。
- ii. 黑糖水溶液用濾紙過濾後，放進預熱 70 度的果乾機烘乾 24 小時。
- iii. 紀錄乾燥濾紙增加的重量，進行比較。

2) 實驗設備：

- i. 器材：磅秤、秤量紙、藥勺、燒杯、玻棒、漏斗、漏斗固定架、咖啡濾紙、錐形瓶、玻璃培養皿、果乾機、標籤紙。
- ii. 材料：塊狀手工黑糖、粉狀手工黑糖、台糖蔗糖、飲用水。

三、實驗三：探討手工黑糖再精緻純化的可能性。

(一) 研究方法：做實驗研究、分析討論。

(二) 研究流程：

1. 實驗流程：

- 1) 分別量取 20g 的黑糖，完全溶解在 80g 的水中。
- 2) 使用糖度計測量黑糖水溶液的糖度值。
- 3) 連續紀錄五次後算出平均進行比較。

2. 實驗設備：

- 1) 器材：磅秤、秤量紙、藥勺、燒杯、玻棒、量筒、糖度計。
- 2) 材料：塊狀手工黑糖、粉狀手工黑糖、台糖蔗糖、飲用水。

伍、研究過程與結果

一、實驗一：了解兩種不同成品形狀的手工黑糖，在製作流程上有什麼不一樣。

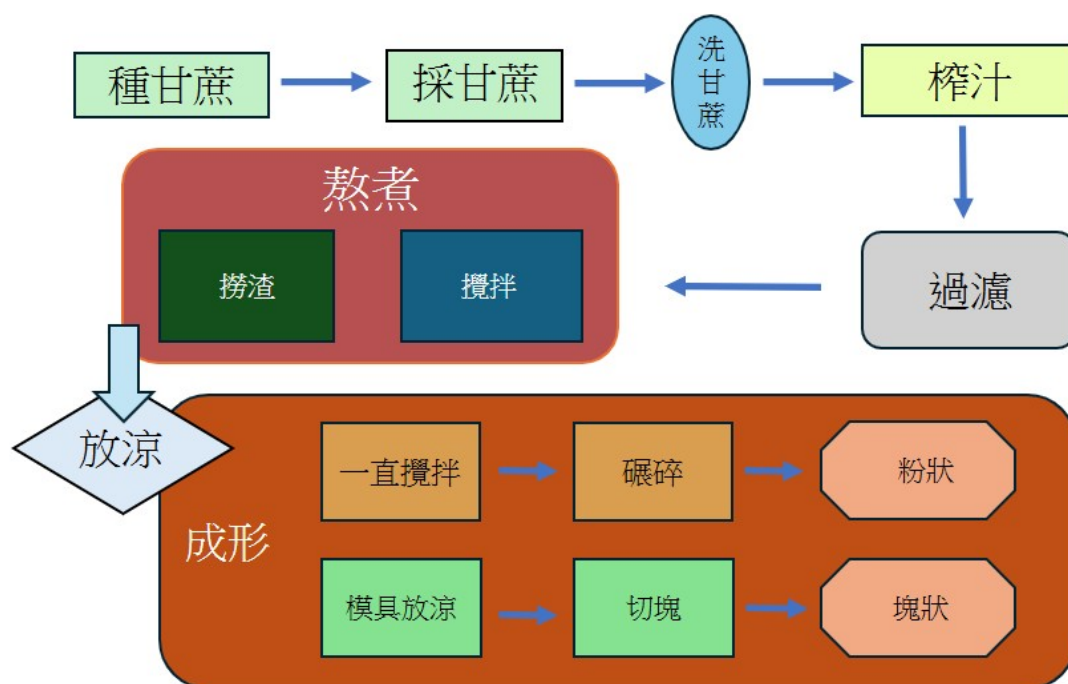
(一) 實驗說明：

為了知道兩種不同成品形狀的手工黑糖，在製作流程上有什麼不一樣，所以我們從製作塊狀黑糖、粉狀黑糖的村民中，分別各選了一家進行訪談，把訪談得到的回答記錄下來，再把訪談的結果簡單整理成一個流程圖，方便我們後面討論相同或不一樣的地方。

(二) 訪談剪影：

	
粉狀手工黑糖製作體驗與訪談	
	
塊狀手工黑糖製作體驗與訪談	
	
兩次訪談結果整理與討論	

(三) 訪談結果：



①手工黑糖製作流程圖

	甘蔗種植採收	使用品種	過濾	熬煮時間	成品量	加熱方法	放涼	加工方式	成品
粉狀	三年循環	白甘蔗	過濾三次+沉澱	約三小時	43斤做成10斤	瓦斯	持續攪拌	壓碎	粉狀
塊狀	四年循環	白甘蔗	過濾一次+撈渣	約四小時	100公斤做成7公斤	燒柴	模具內自然涼	切塊	塊狀

①兩種手工黑糖流程比較

(四) 其他發現與紀錄：

- 1.兩邊都有提到「粉質」和「糖蜜」。粉狀黑糖是把兩種東西均勻攪拌，混合在一起；塊狀黑糖則是讓他自己變涼，糖蜜會往上、下分開，變成脆脆的外殼。
- 2.「粉質」粉粉的，很香；「糖蜜」脆脆甜甜的，很像焦糖脆片。
- 3.不同品種的甘蔗也可以做黑糖，而且每一種做出來的味道都不一樣，選擇用白甘蔗是因為甜度比較高，可以做比較多糖。

二、實驗二：探究兩種不同成品形狀的手工黑糖，有哪些物理性質不相同。

(一) 實驗說明：

1. 這部分的研究，使用做**科學實驗**的方式，把結果記錄下來再進行討論。
2. 做實驗的**實驗組**，當然就是接受訪談的那兩家村民提供的手工黑糖。
3. 從文獻探討裡面可以知道，村裡最早的甘蔗是透過撿拾台糖五分車上掉下來的甘蔗，帶回來種的，所以就選用台糖做的蔗糖當我們的**控制組**。

(二) 實驗二 - 1 糖度比較

1. 實驗剪影：



2. 實驗記錄：

	塊狀黑糖	粉狀黑糖	台糖蔗糖
第一次	11	11	10
第二次	10	12	10
第三次	10	13	10
第四次	11	11	10
第五次	11	11	10
平均	10.6	11.6	10

3. 結論：粉狀黑糖糖度 > 塊狀黑糖糖度 > 台糖蔗糖糖度

(三) 實驗二 - 2 含水量比較

1. 實驗記錄：

		烘烤前重	烘烤後重	重量差(水)	平均(移除歧異值)
塊狀黑糖	第一次	20.3	19.4	0.9	0.9
	第二次	20.5	19.6	0.9	
	第三次	21.0	20.0	1.0	
	第四次	20.0	19.2	0.8	
	第五次	---	18.4	**	
粉狀黑糖	第一次	20.5	20.0	0.5	0.4
	第二次	20.5	20.1	0.4	
	第三次	20.3	20.0	0.3	
	第四次	20.2	19.9	0.3	
	第五次	23.4	22.9	0.5	
台糖蔗糖	第一次	20.1	20.2	-0.1	0.05
	第二次	20.3	20.1	0.2	
	第三次	20.0	20.0	0.0	
	第四次	20.4	20.4	0.0	
	第五次	20.0	20.0	0.0	

2. 含水量比例：

1) 說明：因為每種黑糖在放進果乾機烘乾前，重量還是有一些不一樣，

所以計算一下水分佔全部重量的百分比，會更準確。

2) 計算方式：

$$(\text{烘烤前重量平均} - \text{烘烤後重量平均}) \div \text{烘烤前重量平均} \times 100\%$$

3) 計算結果：

	烘烤前重量平均	烘烤後重量平均	重量差	含水量百分比
塊狀	20.45	19.55	0.9	4.40%
粉狀	20.98	20.58	0.4	1.91%
蔗糖	20.175	20.125	0.05	0.25%

3. 結論：塊狀黑糖含水量 > 粉狀含水量 > 台糖蔗糖含水量

(四) 實驗二 - 3 雜質含量比較

1. 實驗剪影：



2. 實驗記錄：

粉狀黑糖的雜質	塊狀黑糖的雜質

3. 雜質含量計算：

1) 濾紙平均的重量是 1.09 g

2) 雜質重量計算

i. 粉狀黑糖雜質重量大約是： $4.15 - 1.09 = 3.06$

ii. 塊狀黑糖雜質重量大約是： $2.39 - 1.09 = 1.30$

3) 雜質重量換算

i. 計算方式： $\text{雜質重量} \div 20\text{g(黑糖原本重量)} \times 100\%$

ii. 粉狀黑糖雜質比例： $3.06 \div 20 \times 100\% = 15.30\%$

iii. 塊狀黑糖雜質比例： $1.30 \div 20 \times 100\% = 6.50\%$

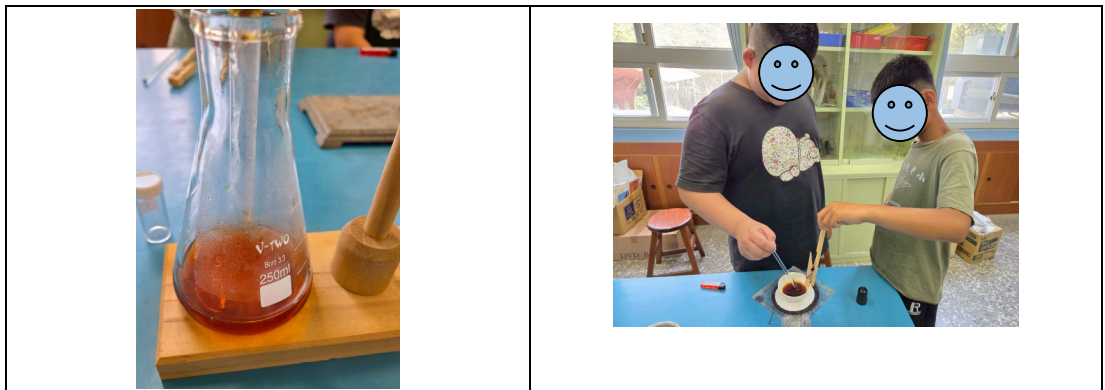
4. 結論：粉狀黑糖的雜質 > 塊狀黑糖的雜質

三、實驗三：探討手工黑糖再精緻純化的可能性。

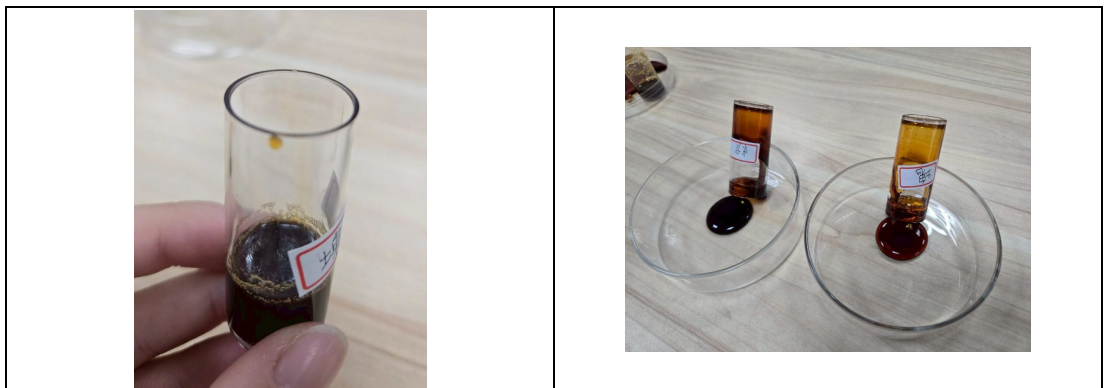
(一) 實驗發想與說明

1. 手工黑糖中，竟然還有這麼多的雜質，如果把甘蔗汁再過濾得更乾淨一點，是不是就可以做出更甜的黑糖？
2. 前面訪談有提到，冷卻之後會分成「粉質」和「糖蜜」兩個部分，有沒有可能，「粉質」就是存在黑糖裡面的雜質，而「糖蜜」就是黑糖裡面的糖？
3. 我們把做雜質實驗之後成功過濾的黑糖水溶液加熱再結晶，看能不能成功做出「糖蜜」的樣子，如果「粉質」不見了，就證明上面的想法是正確的。

(二) 實驗剪影：



(三) 實驗記錄：



(四) 結論：

1. 粉質應該就是黑糖裡面的雜質。
2. 手工黑糖是可以再精製成濃度更高的糖。

陸、討論

目的一：了解兩種不同成品形狀的手工黑糖，在製作流程上有什麼不一樣。

1. 製作手工黑糖的流程，大部分都是一樣的，分別是：種植甘蔗、採收清洗、榨汁、過濾、熬煮、冷卻成形。
2. 在種植甘蔗、採收期、清洗和榨汁的過程差別都不大，不太可能是影響製作形狀和各種物理性質不一樣的原因。
3. 兩家在過濾的方式上有很明顯的不一樣，分別有紗網過濾、沉澱和在熬煮過程中的撈渣，這些撈起來的渣，都是榨甘蔗時跑進甘蔗汁的雜質，所以過濾掉的雜質越多，做出來的黑糖就越乾淨，純度愈高。
4. 熬煮時間應該跟火的大小有關係，瓦斯提供的火力比較穩定，而且比較強，應該就是加熱時間比較短的原因。
5. 兩邊在被問到「甘蔗汁能做多少黑糖」的問題時，回答都比較不肯定，都說「大概多少煮成多少」，所以這個濃縮的數字應該不準確。
6. 冷卻成形的過程是最不一樣的地方，要做成粉狀的需要一直攪拌，讓糖蜜與粉質混和均勻，這時溫度又高，所以水份更容易蒸發掉。

目的二：探究兩種不同成品形狀的手工黑糖，有哪些物理性質不相同。

1. 實驗二-1：糖度比較
 - 1) 實驗結果：20%粉狀糖度(11.6) > 20%塊狀糖度(10.6) > 20%蔗糖糖度(10)
 - 2) 我們使用的糖度計是以砂糖水溶液當標準，20%的黑糖水溶液甜度差不多跟 10%的砂糖水溶液甜度相當，所以可以直接當零嘴吃是合理的。
 - 3) 跟砂糖比，同樣的重量甜度差了一倍，可以想像在黑糖裡面，有一半的成分是其他物質，證明查到的文獻資料是對的，而這些其他的東西應該就是蔗糖香味的來源。
 - 4) 粉狀的黑糖，甜度比塊狀黑糖高出一點點，應該是差在含水量上面，但不管是哪種手工黑糖，都比台糖蔗糖甜。

2. 實驗二-2：含水量比較

1) 實驗結果：

塊狀黑糖含水量(4.4%) > 粉狀含水量(1.91%) > 台糖蔗糖含水量(0.25%)

2) 在製作黑糖過程最後的成形階段，粉狀的黑糖需要不停翻炒均勻，所以有更多機會讓水蒸氣跑掉，粉狀含水量比較低是合理的。

3) 無論是哪一種手工黑糖的製作方式，都很難比工業生產的方式更乾燥。

4) 雖然塊狀的黑糖比較美觀，但因為含水量比較高一點，所以保存期限應該會比較短。

5) 蔗糖含水量幾乎是零，再加上磅秤可能有誤差，才造成歧異值的出現。

3. 實驗二-3：雜質含量比較

1) 實驗結果：粉狀黑糖的雜質 > 塊狀黑糖的雜質

2) 雜質有分很多不同的大小顆粒，在通過濾紙的時候，大顆粒的雜質因為沒辦法通過濾紙的洞，所以留在濾紙上。

3) 留在濾紙上的雜質越來越多就會塞住孔洞，所以過濾的速度會變慢。

4) 可能還有一些小顆粒或溶在水裡的雜質過濾不到。

5) 留在濾紙上的雜質是綠色的，還有甘蔗的香味，應該是手工黑糖有甘蔗香的主要成分之一。

6) 製作塊狀黑糖的那一家，雖然過濾次數比較少，也沒有沉澱，但是會在熬煮過程中一直撈渣，還是能熬出更乾淨的手工黑糖。

7) 熬煮過程中的浮沫，就是這些殘渣。

8) 如果時間允許，做實驗的次數要多一點，比較不容易出錯。

目的三：探討手工黑糖再精緻純化的可能性。

1) 過濾之後，再結晶出來的東西看起來就像是「糖蜜」。所以那些粉質，應該就是雜質和糖形成的鬆散夾層。

2) 顏色更深應該是因為在再結晶的過程中，高溫讓其他的東西繼續焦化。

3) 再結晶出來的東西甘蔗香味變少，應該是跟著雜質一起被過濾掉了。

柒、結論

1. 手工黑糖的炒製方式，基本上就是：種植甘蔗、採收清洗、榨汁、過濾、熬煮、冷卻成形。在冷卻的過程中，如果將它翻攪、碾碎，就能做成粉狀的黑糖；但如果倒進模具裡讓它慢慢冷卻，經過切割就會變成塊狀的黑糖。
2. 塊狀的黑糖甜度適中、雜質少、美觀方便拿取的優點，很適合作為伴手禮、零食，但也因為它的含水量比較高，保存期限會比較短。
3. 粉狀的黑糖甜度適中、顆粒小、甘蔗風味比較豐富均勻、乾燥適合存放的優點，很適合用來煮飯、製作料理、泡黑糖水飲用。
4. 黑糖整體的甜度大概是砂糖的一半，而且含有各種礦物質，所以吃黑糖更健康。
5. 手工黑糖如果再經過純化、精製，反倒會犧牲掉它獨特的甘蔗香味與風味，十分可惜，但或許還有其他沒想到的方式，可以讓手工黑糖再更上一層樓也說不定。

捌、參考文獻資料及其他

嘉義縣阿里山鄉豐山國民小學(民 104)。手工黑糖。載於嘉義縣阿里山鄉豐山國民小學主編，**豐山~豐情萬種**(41 頁)。嘉義縣：作者。

嘉義縣政府(2022)。阿里山黑糖的主要產地、製作過程及特色為何？。載於嘉義縣政府主編，**家鄉一百問~阿里山鄉**(43 頁)。嘉義縣：教育處。

呂妍庭(2023)。嘉縣豐山製糖季~手工黑糖飄甜香。取自中國時報，嘉縣網址：

<https://www.chinatimes.com/newspapers/20230116000428-260107?chdtv>。

台灣第一等(2021)。台灣第一等【豐山百年手工黑糖 甘蔗原汁大火炒糖三小時】嘉義 _精選版。取自 youtube，台灣第一等-八大電視網址：

https://www.youtube.com/watch?v=yHL_EtZUXZY