

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

探究精神獎

082930

愛吃地瓜的小珠

學校名稱：輔仁大學學校財團法人基隆市輔大聖心高
中附設國小部

作者： 小五 朱奕臻 小五 蔡沂瑾 小五 黃瑞恩 小五 潘璽宣 小五 朱奕勳	指導老師： 許志立 李居明
---	-----------------------------

關鍵詞：地瓜粉、珍珠、彈性

摘要

珍珠奶茶是臺灣首屈一指的手搖飲，但珍珠製作過程中，可能添加一些成分影響健康。本研究以市售地瓜粉探討珍珠在不同黑糖、水、地瓜粉的比例下；不同的保存模式及蒸煮條件下，對珍珠口感與味道的影響，藉此推論出影響珍珠彈性及口感的因素。並以金山地瓜自製成地瓜粉，利用此地瓜粉製作成珍珠和市售地瓜粉製作成的珍珠進行比較，分析兩者的差異性。希望藉由此研究，找出影響珍珠好吃的因素，並用自製的金山地瓜粉，做出好吃而且食材最天然的珍珠。

壹、前言

一、研究動機

現在的生活中有很多忙碌的上班族們，手搖飲往往會成為他們的一餐，講到手搖飲就一定會提到珍珠奶茶，人手一杯的珍珠奶茶有多少人能抗拒呢？但是對於珍珠我們有很多不了解的地方，曾經看過新聞報導指出，珍珠製成的原物料中有大量的糖分，可能影響胰島素分泌，甚至是產生糖尿病等相關疾病；也曾聽過有業者為了讓珍珠能長時間浸泡在飲料裡而添加不同的化學物質，長期食用可能會對身體造成巨大的負擔，因為經常看到這類的新聞而令人感到驚訝，竟然一杯小小的手搖飲會對身體產生莫大的影響。

因此我們想，如果可以讓珍珠的材料變得更天然、健康，同時不失去珍珠的美味，那不就兩全其美了嗎？於是我們開始著手這次的研究，探討珍珠在各種變因下的差異性，並利用好吃的金山地瓜，製成地瓜粉，做出能讓我們食用得更安心、又較沒負擔，口味也好吃的珍珠！

二、研究目的

- (一) 探討不同比例的黑糖、水及地瓜粉對珍珠的影響。
- (二) 探討不同爛、煮時間對珍珠的影響。
- (三) 探討不同保存方式對珍珠的影響。
- (四) 分析自製地瓜粉與市售地瓜粉的差異性。

三、文獻回顧

(一) 毒澱粉事件^[1]

BBC 報導 2013 年 5 月 16 日，衛生署抽查發現部分市售珍珠具有不得出現在食品裏的「順丁烯二酸酐」(Maleic anhydride)，根據國家環境毒物研究中心的資料顯示，該物質雖無急性中毒致死的疑慮，但在部分實驗中仍對實驗動物身體造成危害。

(二) 珍珠^[2]

珍珠就是傳統粉圓，主要是由澱粉、糖、水所組成，有使用樹薯澱粉或使用番薯澱粉。一般市售的大小由小到大分別有 Size0.6 (3.5mm)、0.8 (4.5mm)、1.0 (5.0mm)、1.2 (5.5mm)、1.5 (6.0mm)、2.0 (6.5mm)、2.2 (7.5mm)、2.3 (8.5mm)、2.5 (9.5mm)，我們量測常用的粗吸管，直徑為 10mm，因此本研究自製的珍珠大小設定為 9mm。

(三) 糊化

自然課溶解現象中學到某些粉末無法溶於水中，例如澱粉在常溫中就不溶解於水^[3]，但只要水溫加熱到一定程度，澱粉就會發生膨脹現象，就能溶解在水中^[4]，而這種現象被稱作糊化。

貳、研究設備及器材

一、研究材料



金山地瓜—台農 66 號



地瓜粉—耆勝



黑糖—老傳家

二、研究器材



不鏽鋼鍋子



篩網

快煮壺



游標尺

電子秤



果汁機



燒杯



保鮮膜



自製承重器

參、研究過程或方法

一、研究方法：實驗研究法

(一) 實驗研究法是為了方便觀察自變項的變化，對依變項所產生的影響，本研究將探討珍珠在不同條件下，對珍珠彈性及口感是否有影響，故使用實驗研究法。

(二) 本研究探討珍珠的材料比例、蒸煮時間、燜的時間與保存方式對珍珠彈性的影響。自變項如下

1. 食材比例

本研究所使用的食材有：自製地瓜粉、市售地瓜粉、黑糖、純水，參考食譜黑糖：水：地瓜粉的比例為 20:20:40 並對其各項比例進行調整後試吃，比較食材比例的多寡對於珍珠口感影響；調整水及黑糖在粉團中的分量，探討水和黑糖的多寡是否影響地瓜粉的糊化現象。

2. 蒸煮時間

本研究參考食譜，發現煮珍珠時必須分兩步驟進行，第一步驟為將珍珠以滾水蒸煮一段時間，第二步驟為燜一段時間，因此本研究將探討蒸煮與燜對珍珠的差異性，分別將珍珠蒸煮 15、17、19 及 21 分鐘，並以試吃評論口感以及利用自製的承重工具測量珍珠在不同的蒸煮時間可以承受的重量範圍是否有差異。

3. 燜的時間

本研究探討燜的時間對珍珠煮熟後的影響，分別將珍珠燜 5 分鐘和 10 分鐘，並試吃評論口感以及利用自製的承重工具測量珍珠在不同燜的時間可以承受的重量範圍是否有差異。

4. 保存方式

本研究探討珍珠在不同的保存模式下，對於承受重量是否有差異性，因此我們將採取珍珠未煮時冷藏保存及冷凍保存，分別保存 1、4、7 天後再利用自製承重器測量其可承受的重量範圍是否有差異，因擔心保存時珍珠滋生細菌，因此本研究不進行試吃評論。

(三) 本研究將探討珍珠在不同變因下對口感的影響，因此我們以實驗檢測珍珠彈性與試驗者進行試吃紀錄口感，過程如下：

1. 彈性定義^[5]

在自然課程中，有學習到虎克定律的概念，因此本研究將珍珠的彈性定義為可以恢復原本形狀的最大承受重量。

2. 彈性測量方式

本研究以自製承重器進行彈性測量，以 20g 重砝碼作為重物，每次實驗從 0 個砝碼開始測量，直到受測珍珠無法回復到原本形狀即停止。

3. 口感試吃

試驗者分別以盲測的方式進行試吃，針對珍珠的甜度與彈性，在紙張上進行 1 至 5 分的評分，全部試驗者試吃、紀錄完成後，將結果統計。

二、研究步驟：

- (一) 參考食譜學習珍珠的烹調及製作方式，並根據食譜製作珍珠。
- (二) 實驗黑糖、水分別對地瓜粉團糊化的影響。
- (三) 實驗不同食材比例的珍珠並進行試吃。
- (四) 自製承重器。
- (五) 實驗不同蒸煮時間對珍珠的彈性影響。
- (六) 實驗不同燜的時間對珍珠的彈性影響。
- (七) 實驗不同保存方式對珍珠的彈性影響。
- (八) 自製地瓜粉，比較其與市售地瓜粉的差異性。
- (九) 以自製地瓜粉製成珍珠並與市售地瓜粉製成的珍珠進行比較。





三、研究限制

本研究為自製珍珠，因食品製作的過程中可能受到環境濕度、溫度影響；調配食材比例上些微的差異而產生誤差；或測量時人為觀察上的誤差影響實驗結果，因此本研究在實驗過程中，每次皆有三人以上進行觀察與紀錄，彼此檢核是否有誤差產生，若結果有不相同，則重新進行該次實驗步驟，以減少人為誤差產生。

(一) 為減少實驗樣本誤差，本研究將粉團製成珍珠時將依據以下步驟：

1. 粉團厚度為 5mm	2. 以 10mm 粗吸管壓出小粉團	3. 每顆重量控制約為 1g 重	
			
4. 每顆直徑控制為 10mm	5. 揉成球形，並確保重量仍為 1g 重	6. 揉成球形，每顆的直徑皆為 9mm	
			
7. 以保鮮膜包住、分別放入冷藏及冷凍保存			
			

(二) 煮珍珠時將步驟控制如下：





1. 500c. c. 熱水	2. 將水煮至沸騰	3. 每次僅放 10 顆珍珠	4. 蒸煮時間到後，關閉加熱，保留 50c. c. 蓋上鍋蓋燜
			

肆、研究結果

一、探討不同比例的黑糖、水及地瓜粉對珍珠的影響：

(一) 水量是否會對地瓜粉團糊化有影響？




為了檢驗水量的多寡是否會影響地瓜粉糊化的現象，我們設計分別用 5g、10g、15g 和 20g 的水量加入 20g 的地瓜粉與 10g 黑糖的混合物中，比較不同水量對於地瓜粉團糊化程度的影響：

水量	5g	10g	15g	20g
糊化結果				
粉團硬度	最乾、最硬，一捏就碎，較難成形。	表面有些微龜裂，不黏且容易變形。	水分飽滿，稍微有點黏性，容易變形。	很軟、很黏，像泥巴一樣，無法捏成團。



小結：水量越多，粉團會越軟也越黏，當水分太多的時候，粉團會太軟難以成形。

(二) 黑糖量是否會對地瓜粉團糊化有影響？

為了檢驗糖是否會影響地瓜粉糊化的現象，我們設計分別將 0g、5g、10g、15g 的黑糖加入 20g 的地瓜粉與 10g 水的混合物中，比較不同黑糖量對於地瓜粉糊化程度的影響：

黑糖量	0g	5g	10g	15g
糊化結果				
粉團硬度	最硬、也最不黏，但用力一捏很容易散開	很硬、不黏手，但不像 0g 黑糖的會整團分散	有點軟，但也很堅固，放在桌上不會扁掉	最軟，但無法變成團，類似非牛頓液體的型態

本研究為探討四種粉團的硬度，利用四顆 20g 重的砝碼壓在厚度皆為 2 公分的粉團上，比較不同黑糖量的粉團承受相同重量時，產生的變化有什麼不同：

加入黑糖 0g	
	
承重表面並無明顯變化，顯示該粉團較硬。	

0 克的粉團由於沒有加黑糖，所以表面比較硬，放上 80 克的砝碼表面沒有任何變化，也沒有黏性，糊化最完整，成團最硬。

加入黑糖 5g



承重表面有些微紋路，但變化仍不明顯，顯示該粉團較硬。

表面顏色比 0 克的要深一些, 表面有明顯的龜裂, 有些微的黏度, 用手捏還是會裂掉, 承重的表面有些微的砝碼紋路, 但變化不明顯。

加入黑糖 10g



承重表面有明顯紋路，顯示該粉團較軟。

10 克的粉團相較前面 0 克 5 克較軟，也比較黏，顏色因黑糖的關係更深一些，放上四個砝碼後有明顯的壓痕。

加入黑糖 15g



承重表面完全陷下去，顯示該粉團非常軟，且拿起砝碼的時候還有粉團黏在砝碼上面。

外觀是四個裡面顏色最深的，也最濃稠，外形像牛奶糖，砝碼壓下去後會完全陷下去，拿起來時有一些粉團黏在上面，用力敲擊則會瞬間成塊，像非牛頓流體的型態。

小結：黑糖加的越多顏色就越深，也比較黏，比較軟，由此判斷，黑糖比例較高時會抑制地瓜粉團的糊化現象，難以成團，綜上所述黑糖比例不要超過地瓜粉的一半，可能較容易成團，黏性與硬度也較適合製作成珍珠。

(三) 不同食材比例對於珍珠口感及甜度的影響？

根據(一)、(二)結果得知，黑糖量與水量的多寡皆會影響地瓜粉團成團的情形，因此本研究參考食譜比例黑糖：水：地瓜粉=1:1:2，並分別調整食材比例如下：

	黑糖 (g)	水 (g)	地瓜粉 (g)	粉團成果
原始比例	20	20	40	可以成團
提高地瓜粉	20	20	60	可以成團
提高黑糖	30	20	40	無法成團
提高黑糖	25	20	40	可以成團

試吃時，我們以滿分為 5 分進行評比，採不記名、不討論的方式進行記錄，以確保不會受到其他人的影響，結果如下：

人員	項目	20:20:40	20:20:60	25:20:40
A	口感	2	2	4
	甜度	3	4	4
	整體感受	口感偏硬	比較硬、比較甜	口感比較 Q、比較甜
B	口感	3	3	4
	甜度	3	4	4
	整體感受	有點硬	比較硬、更甜	最甜、最 Q
C	口感	3	4	3
	甜度	2	3	4
	整體感受	有點硬、微甜	比 1:1:2 硬、甜	最甜、比較軟
D	口感	2	2	4
	甜度	2	3	4
	整體感受	很硬、不太甜	很硬、比 1:1:2 甜也比較香	口感最 Q，不硬，很甜
E	口感	2	2	3
	甜度	2	3	3
	整體感受	粉粉的、不甜	比較硬、甜	最軟、最甜
F	口感	2	2	3
	甜度	2	3	3
	整體感受	不甜、硬	最硬、比較甜	QQ 的、最甜

比例次序為：黑糖：水：地瓜粉；單位(g)

小結：試吃評論後我們發現，加入較多的黑糖可以讓珍珠吃起來口感較軟、Q，而且味道較香甜，但黑糖比例過高時，會導致粉團太軟，而無法成形，如 30:20:40；而地瓜粉的量越多做出來的珍珠口感則越硬；本研究之後的珍珠皆採用比例為 25:20:40 (5:4:8) 的製作方式製成。

二、探討不同燜、煮時間對珍珠的影響：

本研究分別探討蒸煮時間、燜的時間對珍珠的影響，不同食譜建議的蒸煮、燜的時間皆不同，本研究自製的珍珠大小，若蒸煮未滿 15 分鐘的話，珍珠內部會無法熟透，因此本研究蒸煮時間至少皆為 15 分鐘。

(一) 蒸煮的時間對於珍珠彈性、口感及甜度的影響？

將 500c.c 的水煮至沸騰後加入珍珠，分別蒸煮 15、17、19、21 分鐘，起鍋後以 50c.c 的熱水燜 10 分鐘；以自製承重裝置測量珍珠承砝碼重量後，壓縮量的變化情形，探討多少砝碼後會超過彈性限度，並試吃四種時間蒸煮的珍珠，在口感及甜度上是否有明顯差異。

蒸煮 15 分	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	
砝碼 個數									壓縮量
1	0.1	是	0.1	是	0.2	是	0.1	是	0.125
2	0.2	是	0.2	是	0.3	是	0.2	是	0.225
3	0.3	是	0.3	是	0.4	是	0.3	是	0.325
4	0.4	是	0.4	是	0.5	是	0.4	是	0.425
5	0.5	是	0.5	是	0.6	是	0.5	是	0.525
6	0.6	是	0.6	否	0.6	否	0.6	是	0.6
7	0.6	否					0.6	否	0.6

蒸煮 15 分鐘的珍珠，都能壓縮到 0.6 公分，且都能承受到 6 個 20 克重的砝碼才無法恢復至 1 公分。

蒸煮 17 分	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
砝碼 個數	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮量
1	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1
2	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2
3	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3
4	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4
5	0.5	是	0.5	是	0.5	是	0.5	是	0.5
6	0.6	否	0.6	否	0.6	是	0.5	否	0.575
7					0.6	否			0.6



蒸煮 17 分鐘的珍珠，都能壓縮到 0.6 公分，且都能承受到 6 個 20 克重的砝碼才無法恢復至 1 公分。

蒸煮 19 分	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
砝碼 個數	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮量
1	0.2	是	0.2	是	0.1	是	0.2	是	0.175
2	0.3	是	0.3	是	0.2	是	0.3	是	0.275
3	0.4	是	0.4	是	0.3	是	0.4	是	0.375
4	0.5	是	0.5	否	0.4	是	0.5	否	0.475
5	0.6	否			0.5	否			0.55

蒸煮 19 分鐘的珍珠，都能壓縮到 0.5 公分，且都能承受到 4 個 20 克重的砝碼才無法恢復至 1 公分。因此我們推測，珍珠只要煮越久，就越軟，越容易破壞。

蒸 煮 21 分	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
砝碼 個數	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮量
1	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2
2	0.3	是	0.4	是	0.3	是	0.3	是	0.325
3	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4
4	0.5	否	0.5	否	0.5	否	0.5	否	0.5

蒸煮 21 分鐘的珍珠，都能壓縮到 0.5 公分，且都只能承受到 4 個 20 克重的砝碼就無法恢復至 1 公分。

蒸 煮	15 分鐘	17 分鐘	19 分鐘	21 分鐘
砝碼個數	壓縮量	壓縮量	壓縮量	壓縮量
1	0.125	0.1	0.175	0.2
2	0.225	0.2	0.275	0.325
3	0.325	0.3	0.375	0.4
4	0.425	0.4	0.475	0.5
5	0.525	0.5	0.55	
6	0.6	0.575		
7	0.6	0.6		
甜度	最甜  最不甜			
口感	最硬  最軟			

小結：蒸煮時間越短，可以承受的砝碼數量越多，變形量也較大，且吃起來的口味較甜，口感也較硬；蒸煮時間越長能承受的砝碼數量變少，變形量較小，口味吃起來會變比較不甜，但口感較 Q，由此推測，珍珠煮越久，會越軟。

(二) 燜的時間對於珍珠彈性、口感及甜度的影響？

將 500c.c 的水煮至沸騰後加入珍珠，分別蒸煮 15 和 17 分鐘，起鍋後以 50c.c 的熱水分別燜 5 分鐘及 10 分鐘；再自製承重裝置測量珍珠承受砝碼重量後，觀察壓縮量的變化情形，探討放多少砝碼在上面會超過彈性限度，並試吃口感及甜度是否有明顯差異。

蒸煮 15 分鐘

燜 5 分 鐘	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
	砝碼個數	壓縮量	是否回復	壓縮量	是否回復	壓縮量	是否回復	壓縮量	
1	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1
2	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2
3	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3
4	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4
5	0.4	是	0.5	是	0.4	是	0.4	是	0.425
6	0.4	是	0.5	是	0.4	是	0.4	是	0.425
7	0.4	是	0.5	否	0.4	否	0.4	是	0.425
8	0.4	否					0.4	否	0.4
燜 10 分 鐘	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
	砝碼個數	壓縮量	是否回復	壓縮量	是否回復	壓縮量	是否回復	壓縮量	

數									
1	0.1	是	0.1	是	0.2	是	0.1	是	0.125
2	0.2	是	0.2	是	0.3	是	0.2	是	0.225
3	0.3	是	0.3	是	0.4	是	0.3	是	0.325
4	0.4	是	0.4	是	0.5	是	0.4	是	0.425
5	0.5	是	0.5	是	0.6	是	0.5	是	0.525
6	0.6	是	0.6	否	0.6	否	0.6	是	0.6
7	0.6	否					0.6	否	0.6

蒸煮 15 分鐘、燜 5 分鐘的珍珠，能壓縮到 0.4 公分，且都能承受到 7 個 20 克重的砝碼才無法恢復至 1 公分；燜 10 分鐘的珍珠，能壓縮到 0.6 公分，且能承受到 6 個 20 克種的砝碼才無法恢復至 1 公分。

蒸煮 17 分鐘

燜 5 分 鐘	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
砝 碼 個 數	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮量
1	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1
2	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2
3	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3
4	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4
5	0.5	是	0.5	否	0.5	是	0.5	是	0.5
6	0.5	是			0.5	否	0.5	否	0.5
7	0.6	否							0.6

燜 10 分 鐘	第一次		第二次		第三次		第四次		平均
	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	壓縮 量	是否 回復	
砝 碼 個 數									壓縮量
1	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1	是	0.1
2	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2	是	0.2
3	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3	是	0.3
4	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4	是	0.4
5	0.5	是	0.5	是	0.5	是	0.5	是	0.5
6	0.6	否	0.6	否	0.6	是	0.5	否	0.575
7					0.6	否			0.6

蒸煮 17 分鐘、燜 5 分鐘的珍珠，能壓縮到 0.5 公分，且都能承受到 5 個 20 克重的砝碼才無法恢復至 1 公分；燜 10 分鐘的珍珠，能壓縮到 0.5 公分，且能承受到 6 個 20 克種的砝碼才無法恢復至 1 公分。

蒸煮時間	蒸煮 15 分鐘		蒸煮 17 分鐘	
	燜 5 分鐘	燜 10 分鐘	燜 5 分鐘	燜 10 分鐘
砝碼個數	壓縮量			
1	0.1	0.125	0.1	0.1
2	0.2	0.225	0.2	0.2
3	0.3	0.325	0.3	0.3
4	0.4	0.425	0.4	0.4
5	0.425	0.525	0.5	0.5

6	0.425	0.6	0.5	0.575
7	0.425	0.6	0.6	0.6
8	0.4			

小結：蒸煮 15 分鐘時，爛的時間會影響珍珠熟成的情形；蒸煮 17 分鐘時，爛的時間對於珍珠的影響較小，但爛 10 分鐘對全體珍珠的熟成穩定性較高，可承受重量的範圍浮動較小。

三、探討不同保存方式對珍珠的影響：

(一) 冷凍保存時間對於珍珠彈性的影響？

將珍珠分三袋，放在冷凍庫保存，分別為冷凍 1 天、冷凍 4 天及冷凍 7 天，並以 500c. c 的水煮至沸騰後加入珍珠，分別蒸煮 15、17、19 分鐘，起鍋後以 50c. c 的熱水爛 5 分鐘；以自製承重裝置測量珍珠承受砝碼重量後，壓縮量的變化情形，探討多少砝碼後會超過彈性限度，為避免冷凍保存時珍珠原料滋生細菌，因此不進行口感及味道的試吃。

蒸煮 15 分鐘

砝碼數量	冷凍 1 天		冷凍 4 天		冷凍 7 天	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
	壓縮量		壓縮量		壓縮量	
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
7	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
8	0.4			0.4	0.4	0.4

冷凍 1 天、4 天、7 天，壓縮量皆為 0.4 公分，且都能承受到 7 顆 20 公克重的砝碼，就無法恢復到 1 公分。

蒸煮 17 分鐘

砝碼數量	冷凍 1 天		冷凍 4 天		冷凍 7 天	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
	壓縮量		壓縮量		壓縮量	
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
6	0.5		0.5	0.5	0.6	0.5
7	0.6		0.5	0.6	0.6	

冷凍 1 天、4 天、7 天，壓縮量皆為 0.5-0.6 公分，且都能承受到 6 顆 20 公克重的砝碼，就無法恢復到 1 公分。

蒸煮 19 分鐘

砝碼數量	冷凍 1 天		冷凍 4 天		冷凍 7 天	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
	壓縮量		壓縮量		壓縮量	
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
6	0.6		0.6	0.6		0.6

冷凍 1 天、4 天、7 天，壓縮量皆為 0.5-0.6 公分，且都能承受到 5 顆 20 公克重的砝碼，就無法恢復到 1 公分。

小結：綜上所述，我們推測，利用冷凍保存珍珠，在短時間的冷凍天數對珍珠的壓縮量與能承受的砝碼個數沒有明顯的影響。

(二) 冷藏保存時間對於珍珠彈性的影響？

將珍珠分三袋，放在冷藏保存、分別為冷藏 1 天、冷藏 4 天及冷藏 7 天，並以 500c. c 的水煮至沸騰後加入珍珠，分別蒸煮 15、17、19 分鐘，起鍋後以 50c. c 的熱水燜 5 分鐘；以自製承重裝置測量珍珠承受砝碼重量後，壓縮量的變化情形，探討多少砝碼會使珍珠超過彈性限度，為避免冷藏保存時珍珠原料滋生細菌，因此不進行口感及味道的試吃。

蒸煮 15 分鐘

砝碼數量	冷藏 1 天		冷藏 4 天		冷藏 7 天	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
	壓縮量		壓縮量		壓縮量	
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
7	0.4	0.4	0.4	0.4		

冷藏 1 天、4 天和 7 天的珍珠都可以壓縮 0.4 公分，而冷藏 1 天、4 天的可以承受 7 顆 20 克重的砝碼，而冷藏 7 天的珍珠只能承受 6 顆 20 公克重的砝碼，就無法恢復到 1 公分。

蒸煮 17 分鐘

砝碼數量	冷藏 1 天		冷藏 4 天		冷藏 7 天	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
	壓縮量		壓縮量		壓縮量	
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
7		0.5				

冷藏 1、4、7 天的珍珠都可以承受 6 顆 20 克重的砝碼，才無法恢復到 1 公分；而冷藏 7 天的壓縮量卻變小了只有 0.4 公分，冷藏 1、4 天壓縮量都為 0.5 公分。

蒸煮 19 分鐘

砝碼數量	冷藏 1 天		冷藏 4 天		冷藏 7 天	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
	壓縮量		壓縮量		壓縮量	
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
6	0.5	0.6	0.6	0.6		

冷藏 1 天和冷藏 4 天的珍珠都可以承受 6 顆 20 克重的砝碼，而冷藏 7 天的珍珠卻只能承受 5 顆 20 公克重的砝碼，就無法恢復到 1 公分。

小結：綜上所述，我們推測，珍珠使用冷藏進行保存，存放時間越久，珍珠會越脆弱，越容易被破壞。

(三) 冷藏及冷凍保存對水分的影響？

本研究針對剛做好的珍珠、冷藏一天的珍珠與冷凍一天的珍珠進行重量檢測，結果如下：








剛做好	冷凍一天	冷藏一天
		

小結：冷藏後的珍珠，較剛做好與冷凍後的珍珠更輕，每 10 顆珍珠約輕 2g 重，推論是冷藏保存的過程中，使珍珠內部的水分流失而變乾燥。

四、分析自製地瓜粉與市售地瓜粉的差異性

(一) 自製地瓜粉與市售地瓜粉外型上的差異

本研究參考澱粉的製作方式，利用金山地瓜製作地瓜粉，製作過程如下：

1. 地瓜削皮，切塊	2. 地瓜 250g	3. 水 500ml	4. 榨成汁
			
5. 過篩	6. 靜置沉澱	7. 移除多餘水分	8. 沉澱後的粉末
			

沉澱烘乾過後，將自製地瓜粉與市售地瓜粉進行外型的比較：



擺放一起比較：左方為自製地瓜粉，右方為市售地瓜粉。

從外觀比較發現，自製地瓜粉顏色有一點橘黃色，市售地瓜粉較白。

摸起來自製地瓜粉較細緻，市售地瓜粉則有些微顆粒狀。

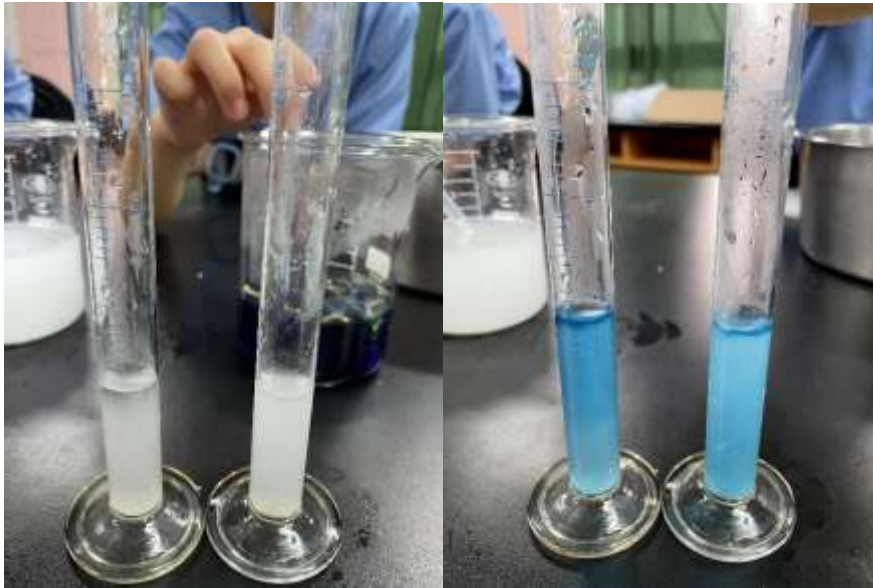
小結：自製地瓜粉的外型較市售地瓜粉較橘黃色，且摸起來是粉末狀、而市售的地瓜粉摸起來是顆粒狀。

(二) 自製地瓜粉與市售地瓜粉味道上的差異

製作完成後，發現自製地瓜粉有聞到明顯的酸味，而市售的地瓜粉味道較淡，我們好奇是否地瓜粉是酸性的物質，因此利用五年級學過的酸鹼指示劑進行實驗：

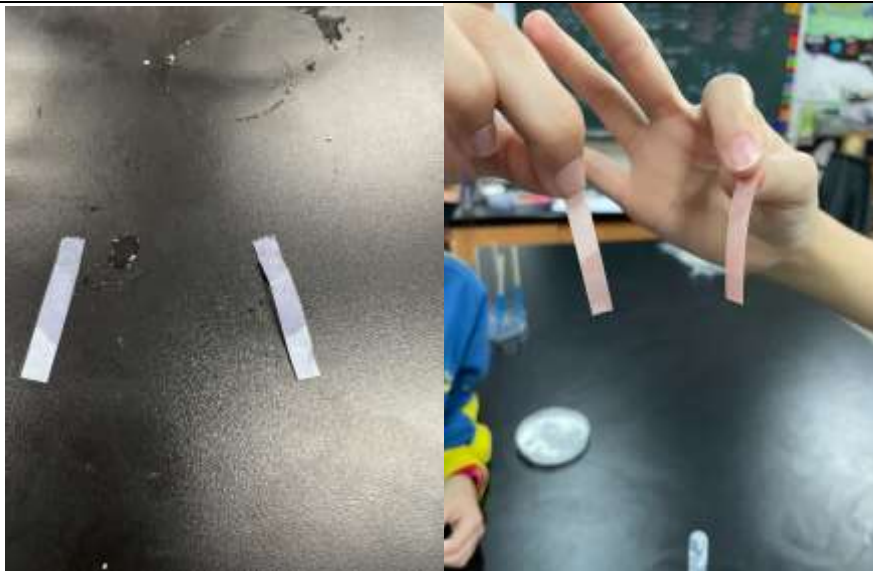


左方為自製地瓜粉水，右方為市售地瓜粉水，兩地瓜粉水混合物外型並無明顯差異性，但聞起來自製地瓜粉有較明顯的酸味，而市售地瓜粉水混合物酸味較淡。

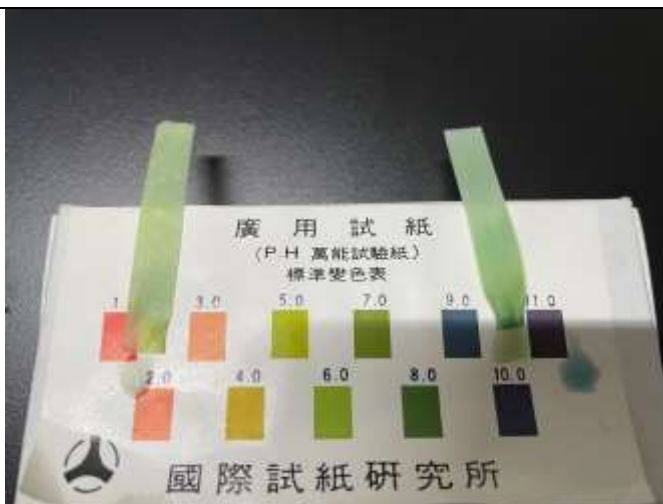


左方為自製地瓜粉水，右方為市售地瓜粉水，裝入量筒後發現，自製地瓜水混合物顏色較清澈，市售地瓜粉水混合物顏色較白濁。

分別滴入蝶豆花水指示劑，雖然顏色上有些微的差異，但仍都是呈現藍色，顯示為中性溶液。



左方為自製地瓜粉水，右方為市售地瓜粉水，分別滴定到紅、藍色石蕊試紙上檢測，發現結果都不變色，顯示皆為中性溶液。



左方為自製地瓜粉水，右方為市售地瓜粉水，分別滴定到廣用試紙，發現市售地瓜粉水顏色較無變化，而自製地瓜粉顏色變較淡，偏弱酸性。

小結：自製地瓜粉聞起來的味道較市售地瓜粉帶有明顯的酸味，經檢測結果發現市售地瓜粉利用三種檢測方式，皆呈現中性水溶液；而自製地瓜粉利用廣用試紙進行檢測，結果發現呈弱酸性。

(三) 自製地瓜粉製成的珍珠

以黑糖:水:地瓜粉=25:20:40 製作自製金山地瓜粉珍珠，結果如下：



我們以市售地瓜粉測出來較合適的比例黑糖：水：地瓜粉=25:20:40，進行自製地瓜粉珍珠的製作，結果發現無法有效糊化，變成糖漿狀。

根據結果一、(二) 黑糖對粉團糊化的影響，我們將比例調整為黑糖:水:地瓜粉=15:20:40，結果如下：



我們將黑糖比例下修後，使其抑制糊化的情形減少，但粉團仍無法有效成團。

最後我們將比例再次下修為黑糖:水:地瓜粉=5:20:40，成功糊化成團並製作成珍珠，結果如下：



自製地瓜粉在僅加入 5 克黑糖的粉團，仍較市售地瓜粉加入 25g 黑糖的粉團更黏、更軟，也較容易捏成珍珠的形狀。

製作成珍珠後進行試吃，結果發現自製地瓜粉的珍珠口感很 Q，而且中間沒有硬硬粉粉的部分，原本以為僅加入 5g 的黑糖會沒有味道，結果吃起來卻也有淡淡的香甜味。

小結：自製的地瓜粉較容易被黑糖抑制糊化現象，因此無法加入太多黑糖製作成珍珠，而吃起來的口感較市售地瓜粉 Q，且中間沒有市售地瓜粉製作珍珠有粉粉的感覺，雖自製地瓜粉黑糖不能加太多，但卻仍有淡淡的甜味。

伍、討論

一、為什麼黑糖較多，粉團會越軟越黏？

從五年級溶解現象的課程中我們得知，糖有較高的吸水性，和地瓜粉混合在一起的時候，會優先和水進行混合，抑制地瓜粉的糊化作用。

二、為什麼自製的金山地瓜粉，加入一樣比例的黑糖和水，結果糊化被抑制的較嚴重？

我們猜測，可能是市售地瓜粉所使用的原物料和我們所使用的原物料品種不同，我們所使用的金山地瓜是屬於台農 66 號，成分與其他品種有些微差異，也許是這種差異導致在地瓜粉的糊化有差異性，因此我們猜測，自製地瓜粉內的糖分含量較市售地瓜粉的糖分含量高，也導致我們僅使用 5g 的黑糖，卻能做出軟 Q 的珍珠，且口味吃起

來也有淡淡的香甜味；若是改以其他品種如：台農 57 號等進行製作，也許結果也會有差異性。

三、為什麼自製地瓜粉聞起來味道比較酸？

從實驗中我們發現，自製地瓜粉聞起來味道比市售地瓜粉帶有明顯的酸味，而進行酸鹼性滴定實驗後，在廣用試紙上發現，自製地瓜粉的酸鹼性確實較酸，呈弱酸性，而市售地瓜粉則呈偏中性；可能是市售地瓜粉所使用的原物料和我們所使用的原物料品種不同，導致地瓜粉成分也有差異，從農委會（2021）年在 FB 粉絲團上所發布的資訊得知，台農 66 號有較高的維生素 C_[6]，因此我們猜測自製金山地瓜粉中的酸，可能是我們自製的過程中被萃取出來的維生素 C 所產生的。

陸、結論

本研究主要在探討不同變因下，對地瓜粉團、製成的珍珠口感及味道有哪些差異性，主要結論如下：

- 一、水量越多，地瓜粉團會越軟、越黏，在製作珍珠時，水量與地瓜粉比例達 1：1 時，粉團會太軟無法成形，製作時不宜一次加太多水進行混合。
- 二、黑糖會影響地瓜粉團的糊化現象，當黑糖比例越高時，地瓜粉團的糊化現象會被抑制的更明顯，當比例超過 1：2 時，地瓜粉團可能會呈現非牛頓液體的狀態，而無法製作成珍珠。
- 三、蒸煮時間越長，珍珠會變得比較軟，能承受的重量會變小，吃起來的口味也會較蒸煮時間短的更不甜。
- 四、蒸煮時間較短的時候，爛的時間會影響珍珠熟成的情形，但煮的時間夠長時，爛的時間影響較小。
- 五、冷凍保存的情況下，珍珠不論是 1、4、7 天的保存條件，對珍珠能承受的砝碼個數影響不大。
- 六、冷藏保存的情況下，珍珠保存到 7 天時，珍珠能承受的砝碼個數變少，顯示珍珠變得比較沒有彈性。
- 七、自製金山地瓜粉外型較市售的細緻，呈現粉末狀，能夠以較少的糖分進行完整糊化成團，酸性也較市售地瓜粉較酸。
- 八、以自製地瓜粉做成的珍珠，僅需要額外添加 5g 的黑糖即可做成珍珠，以相同的方式煮熟後試吃，口感 Q 彈，也有淡淡的香甜味。

柒、參考資料及其他

1. 林楠森（2013. 05. 28）。台灣毒澱粉風暴越演越烈。取自
https://www.bbc.com/zhongwen/trad/china/2013/05/130528_taiwan_food_safety
2. 光軒產品。產品資訊－生粉圓：取自 http://www.kh-foods.com.tw/products_view02.html
3. 康軒文教事業。國小自然課本五上第 3 單元－水溶液。新北市：康軒。
4. *Wikipedia: The free encyclopedia*. (2022, February 14). FL: Wikimedia Foundation, Inc.
Retrieved February 21, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Starch_gelatinization
5. 康軒文教事業。國小自然課本五上第 4 單元－力與運動。新北市：康軒。
6. 行政院農業委員會 FB 粉絲團（2021 年 6 月 15 日）。嗶！嗶！甘藷小隊集合！
<https://www.facebook.com/coataiwan/photos/a.1661824860809011/2958032264521591/?type=3>

【評語】 082930

本作品是探討如何以自製地瓜粉製作粉圓，嘗試測試各種製作條件，不同材料比例,不同的保存模式及蒸煮條件，討論各變因對珍珠口感與味道的影響,藉由此研究，希望找出影響珍珠好吃的因素,然而由於對於"好吃"的定義並不容易釐清，口感部分有很大的個別差異，另外，須留意酸味和酸性是兩種不同概念，酸味代表的是味道，而酸性代表的是食物的化學性質。對於專題檢測時可採取科學化方式進行比較，例如粉圓經不同天數冷藏或冷凍後比較水分蒸散率，可藉由秤重時的初重與後重比較差值，兩次以上的重複性試驗來加以確認。

作品簡報

作品名稱：愛吃地瓜的小珠

組別：國小組

科別：生活與應用科學科(二)

前言

市面上所販售的乾珍珠粉圓，其原料大多是地瓜粉或樹薯粉(木薯粉)。但是，從新聞中得知，為了讓珍珠粉圓在煮過之後口感更Q彈，有些產品還會再添加其他的化學物質：如「順丁烯二酸酐」。在長期食用這類化學成分下，可能會造成腎臟的負擔，對人體有害。

於是我們以黑糖比例、悶煮時間、保存方式與自製地瓜粉為發想，結合國小四上「廚房的科學」與五上「力與運動」所學到的知識，運用科學的方法，研究出口感合適又較健康的珍珠。

一、研究目的

- (一) 探討不同比例的黑糖、水及地瓜粉對珍珠的影響
—我們想探討食材比例對形成粉團的影響
- (二) 探討不同爛、煮時間對珍珠的影響
—我們想研究出能使珍珠較Q彈的煮和爛的時間
- (三) 探討不同保存方式對珍珠的影響
—我們想研究冷藏(凍)幾天後會變得較不Q彈
- (四) 分析自製地瓜粉與市售地瓜粉的差異性
—我們想研究自製和市售地瓜粉的Q彈比較

二、研究方法

(一)分別以不同比例的黑糖(0g、5g、10g、15g)加入相同比例的水(10g)及地瓜粉(20g)，混合成地瓜粉團。利用四顆20g重的砝碼壓在厚度皆為2公分的粉團上，比較不同黑糖量的粉團承受相同重量時所產生的變化，以決定出哪個比例比較適合製作珍珠。

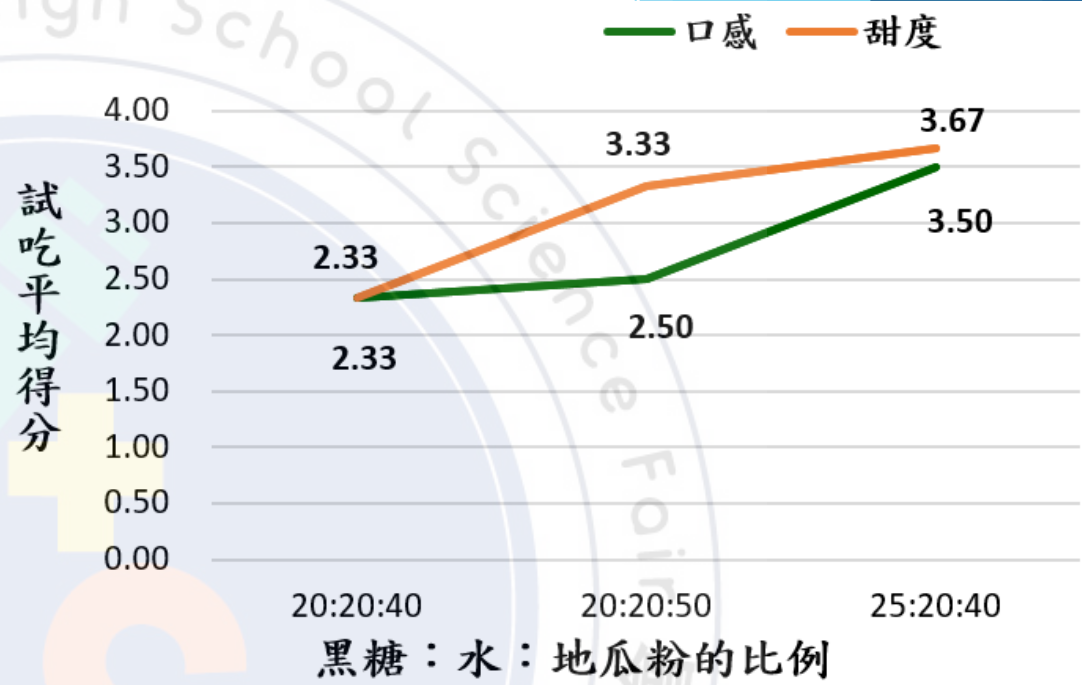
(二)實驗時發現，若蒸煮未滿15分鐘的話，珍珠內部會無法熟透，故本研究設定煮珍珠的時間分別為15、17、19、21分鐘。另外，爛的時間設定在5分鐘與及10分鐘，最後比較蒸煮與爛的時間不同時，珍珠吃起來的口感彈性與甜度的差異性，以研究出最適合的煮法。

(三)將自製的珍珠分成三袋，分別放在冷凍庫及冷藏室保存，保存時間各設定為1天、4天及7天。珍珠取出先經過蒸煮及燜熟後，以自製承重裝置進行砵碼重量測試，比較各種珍珠承重後的壓縮量變化，以研究出哪一種方式較適合保存珍珠。

(四)我們將市售與自製的地瓜粉以黑糖：水：地瓜粉為25g:20g:40g的比例製作成珍珠進行比較。實驗中發現，自製地瓜粉加的黑糖比例無法順利形成粉團，降低比例至5g才成功製成珍珠。最後以這兩種珍珠先經過蒸煮及燜熟後，經過試吃以比較出口感與味道的差異。

三、研究結果

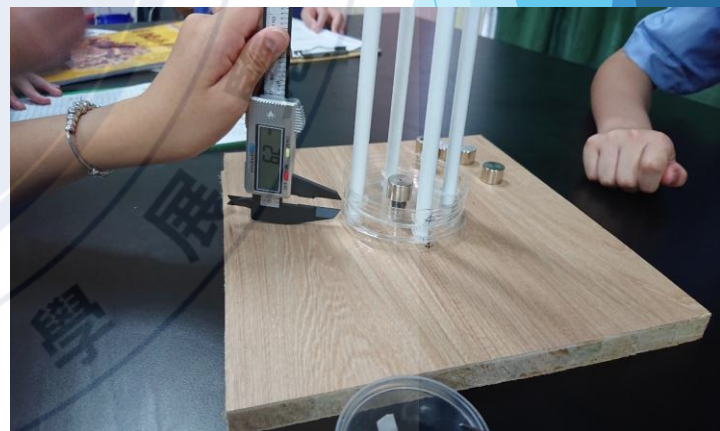
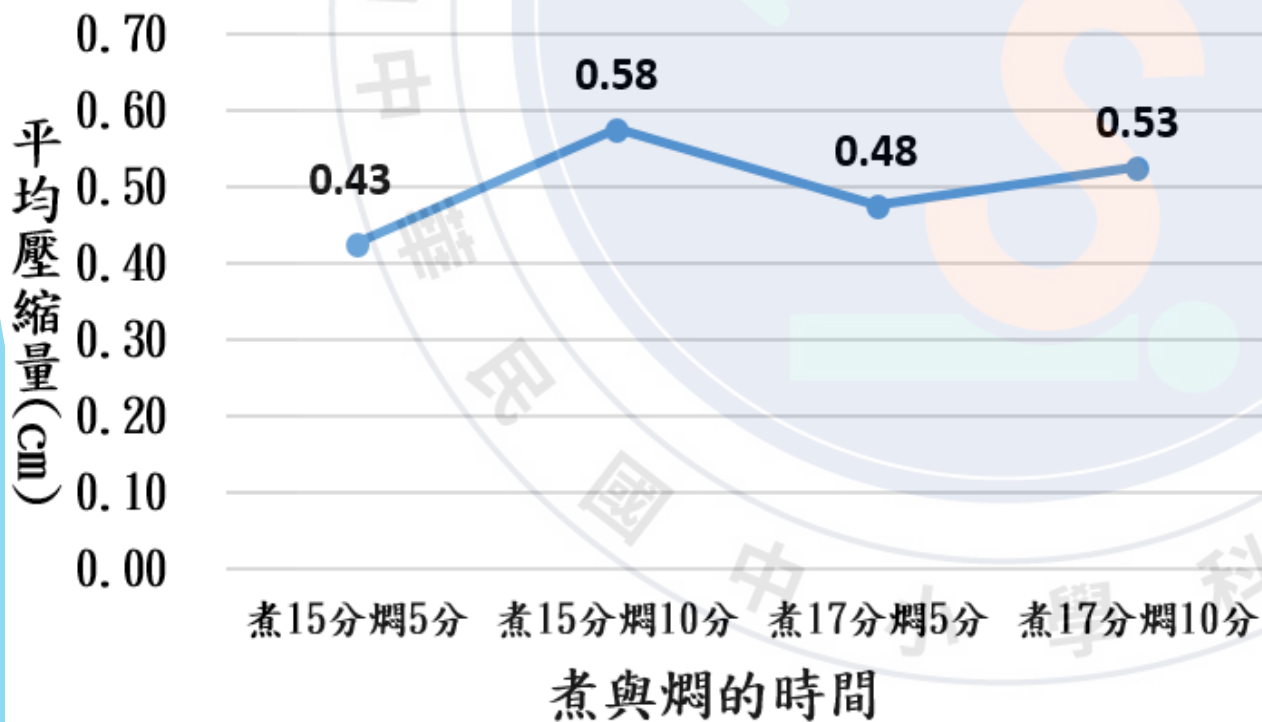
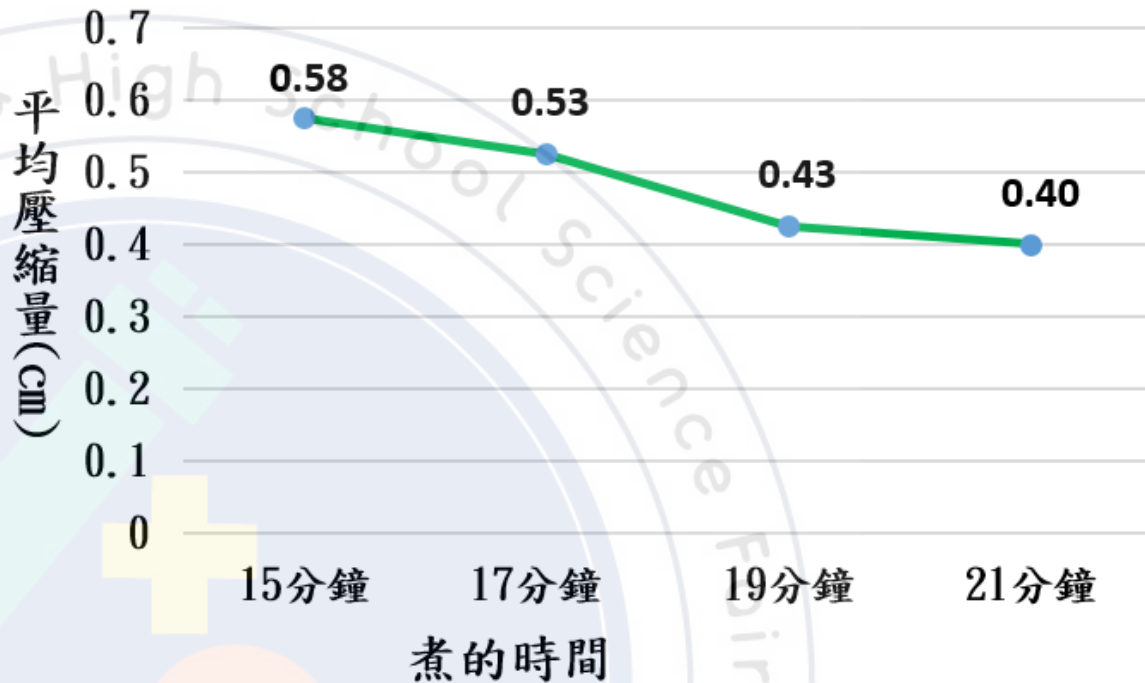
(一) 水不能太多，且黑糖比例不要超過地瓜粉的一半，較容易揉成粉團；研究後我們發現，黑糖：水：地瓜粉的最佳比例為25:20:40



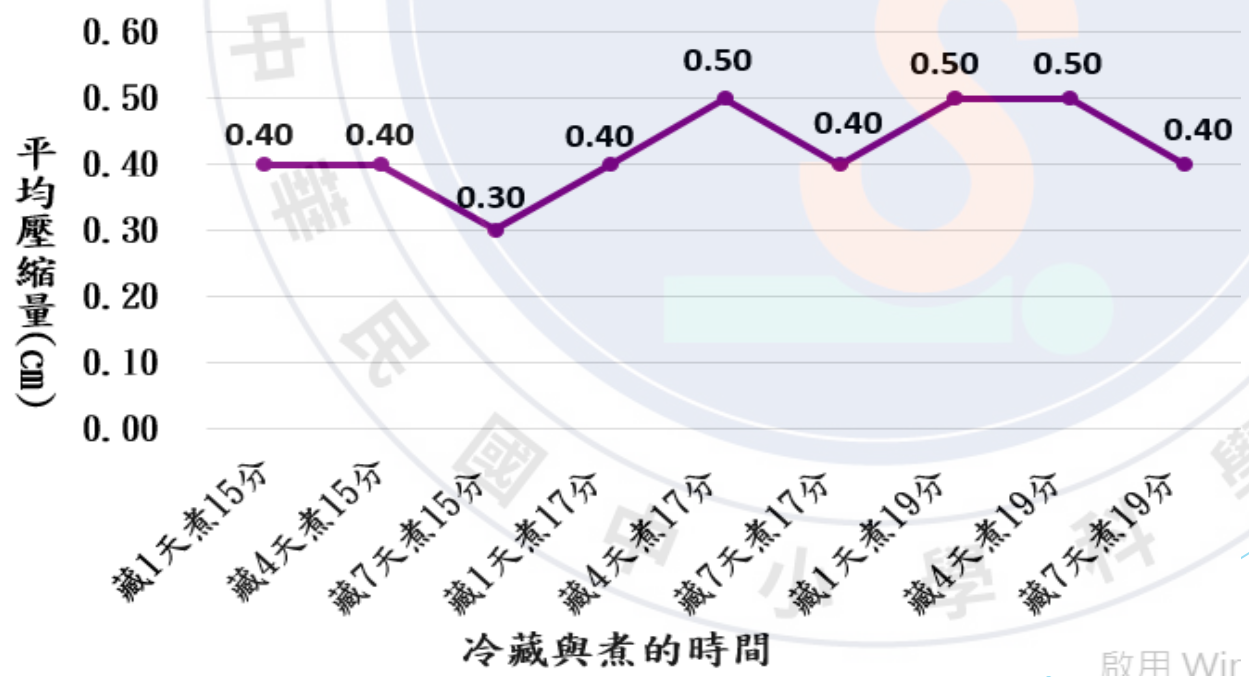
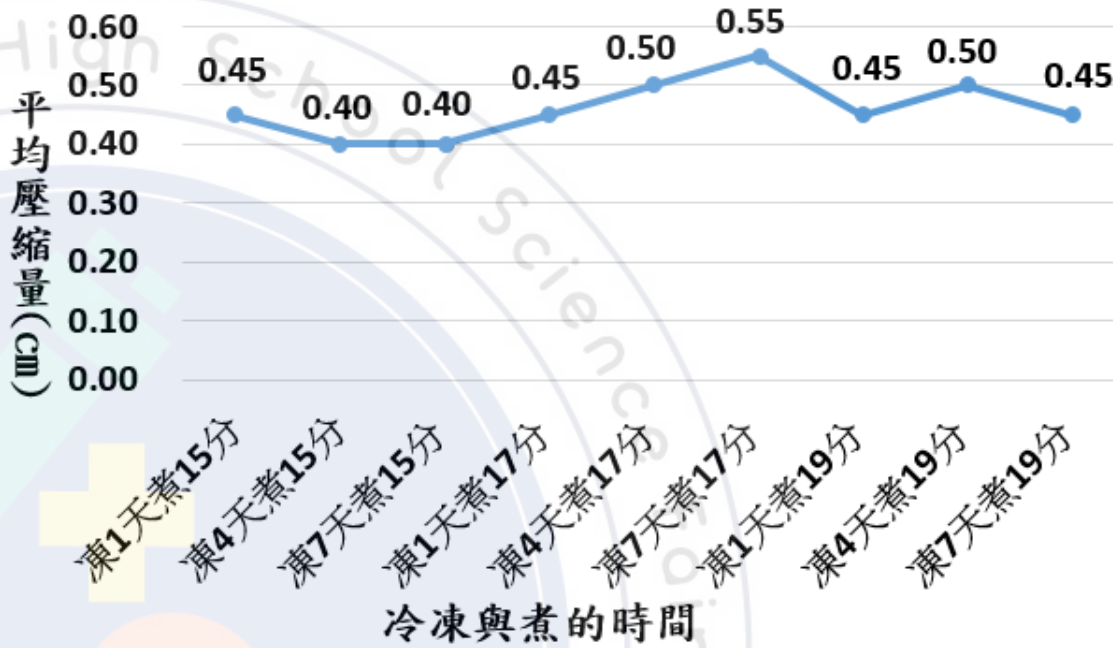
不同珍珠試吃分數比較圖

黑糖：水：地瓜粉	0g：10g：20g	5g：10g：20g	10g：10g：20g	15g：10g：20g
粉團硬度及成形程度	最硬、最不黏，用力一捏很容易散開	很硬、不黏手，但不像0g黑糖的會整團分散	有點軟，但也很堅固，放在桌上不會扁掉	最軟，無法變成團，類似非牛頓液體的型態

(二)珍珠煮越久，會越軟越沒彈性，且越不甜；在實驗測試中，煮15分鐘的珍珠彈性最好。而煮熟後再10分鐘的彈性最佳。



(三) 冷凍1、4或7天，煮後的珍珠較沒有明顯的差異性。但冷藏七天後，明顯的可復原壓縮量變小了。



(四)自製地瓜粉聞起來的味道較市售地瓜粉帶有明顯的酸味，用廣用試紙測試完後發現，呈弱酸性，但吃起來不會感覺酸酸的。

用自製地瓜粉製作珍珠時，各材料的比例無法與市售地瓜粉(黑糖:水:地瓜粉=25:20:40)相同；必須減少糖的比例才能揉成珍珠(黑糖:水:地瓜粉=5:20:40)，因此吃起來較不甜，但是珍珠口感比市售地瓜粉做的還Q彈。

四、研究解釋

(一) 為什麼黑糖較多，粉團會越軟越黏？

從五年級溶解現象的課程中得知，糖有較高的吸水性，和地瓜粉混合在一起的時候，會優先和水進行混合，因而抑制地瓜粉的糊化作用。

(二) 為什麼自製地瓜粉，加入一樣比例的黑糖和水，結果糊化被抑制的較嚴重？

我們所使用的金山地瓜是屬於台農66號，與其他一般品種比較，是糖份相對較高的。糊化被抑制較嚴重的原因，應該是自製地瓜粉的糖分含量較市售地瓜粉的高所造成的。

(三) 為什麼自製地瓜粉聞起來味道比較酸？

農委會（2021）年在FB粉絲團上所發布的資訊得知，台農66號有較高的維生素C。

五、結論

- (一) 製作珍珠時，水量與地瓜粉比例達1:1時，水分太多而使粉團太軟無法成形；黑糖與地瓜粉比例超過1:2時，地瓜粉團的糊化現象會被抑制而無法製作成珍珠。
- (二) 蒸煮時間越長，珍珠越軟，吃起來越不甜；蒸煮時間較短，爛的時間會影響珍珠的彈性，但煮的時間夠長時，爛的時間對珍珠彈性影響較小。
- (三) 冷凍保存的情況下，珍珠不論是冷凍1天、4天或7天，對珍珠的彈性影響不大；但冷藏保存的情況下，珍珠保存到7天時，珍珠變得比較沒有彈性。
- (四) 自製地瓜粉外型較市售的細緻，能夠以較少的糖分進行完整糊化成團，僅需要額外添加5g的黑糖即可做成珍珠，以相同的方式煮熟後試吃，口感Q彈，也有淡淡的香甜味，應該比較健康。

陸、參考資料

- (一) 林楠森 (2013. 05. 28) 。台灣毒澱粉風暴越演越烈。取自 https://www.bbc.com/zhongwen/trad/china/2013/05/130528_taiwan_food_safety
- (二) 光軒產品。產品資訊—生粉圓：取自 http://www.kh-foods.com.tw/products_view02.html
- (三) 康軒文教事業。國小自然課本五上第3單元—水溶液。新北市：康軒。
- (四) *Wikipedia: The free encyclopedia*. (2022, February 14). FL: Wikimedia Foundation, Inc. Retrieved February 21, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Starch_gelatinization
- (五) 康軒文教事業。國小自然課本五上第4單元—力與運動。新北市：康軒。
- (六) 行政院農業委員會FB粉絲團 (2021年6月15日) 。嗶！嗶！甘藷小隊集合！
<https://www.facebook.com/coataiwan/photos/a.1661824860809011/2958692264521591/?type=3>