

# 屏東縣第 62 屆國中小科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國中組

作品名稱：不一樣的QQ蛋～非油炸地瓜球最佳比例探討

關鍵詞：地瓜球、非油炸、澱粉

編號：B7010



## 目 錄

摘要	3
壹、研究動機	4
貳、研究目的及問題	4
參、研究架構	5
肆、研究設備及器材	6
伍、研究過程與結果討論	7
【地瓜球製作比例】	7
【地瓜球體積測量】	7
【地瓜球回彈率測量】	8
【地瓜球韌性測量】	9
【研究問題一：以不同加熱方式製作地瓜球，是否影響地瓜球特性？】	10
【研究問題二：添加不同比例烘焙蓬鬆劑製作地瓜球，是否影響烤地瓜球特性？】	13
【研究問題三：以不同種類澱粉製作地瓜球，是否影響烤地瓜球特性？】	18
陸、研究結論	26
柒、參考資料及其他	27

# 不一樣的QQ蛋～非油炸地瓜球最佳比例探討

## 摘 要

追求更健康食物處理方式一直受到人們的重視，本研究嘗試改變台灣傳統夜市美食—地瓜球的製作方式，藉由初步實驗及討論決定以加熱方式、烘培膨鬆劑、澱粉種類做為地瓜球製程變因，並進一步決定測量不同製程及配方所產生的地瓜球特性（體積、回彈率、韌性）差異。為此，發展出三種實驗設計來進行測量，最後主要的結果有：（一）**烤箱版**地瓜球**回彈率及韌性**大於油炸版地瓜球，但**油炸版**地瓜球**體積**比烤箱版地瓜球**大**。（二）添加**蓬鬆劑****比例越高**，烤地瓜球的**體積越大**；其中提高**小蘇打粉**和**酵母粉**的添加比例會使其**韌性提高**，而**泡打粉**則是添加的比例越多，**回彈率越高**。（三）**樹薯澱粉**製作烤地瓜球可得到**最大體積**及**最高回彈率**。（四）添加泡打粉的烤地瓜球，嚐起來的味道最像油炸地瓜球；添加酵母粉的烤地瓜球，嚐起來有發酵的味道，感覺像是吃地瓜麵包；而添加小蘇打的烤地瓜球，顏色呈現深褐色且有股鹼味，會破壞了地瓜球原有的地瓜味。未來如果要開發非油炸地瓜球，建議可以使用**樹薯澱粉配合泡打粉**這個配方，讓烤地瓜球保有美味及彈性，達到少油少負擔的目標。

## 壹、研究動機

每回走進夜市，便聽見嘹亮的叫賣聲「地～瓜～球～喔！」傳來，於是央求媽媽買給我們一人一份，香酥軟Q的地瓜球，真好吃！雖然媽媽答應買地瓜球，但她總是告誡我們那是油炸食物，不要常吃，對身體不健康。但嘴饞的我們好想吃地瓜球呀！想到媽媽曾想買氣炸鍋來試試氣炸薯條或雞塊，結果爸爸卻阻止說家中廚房電器太多，且認為氣炸鍋其實就是不同造型的烤箱，就改用烤箱來烤薯條或雞塊，結果效果也不錯！所以我們就想為何不用烤箱來製作地瓜球呢？用烤箱製作的地瓜球也能做出和油炸一樣的口感嗎？因此，我們希望能利用烤箱製作出和油炸一樣香酥軟Q好吃的地瓜球。

## 貳、研究目的及問題

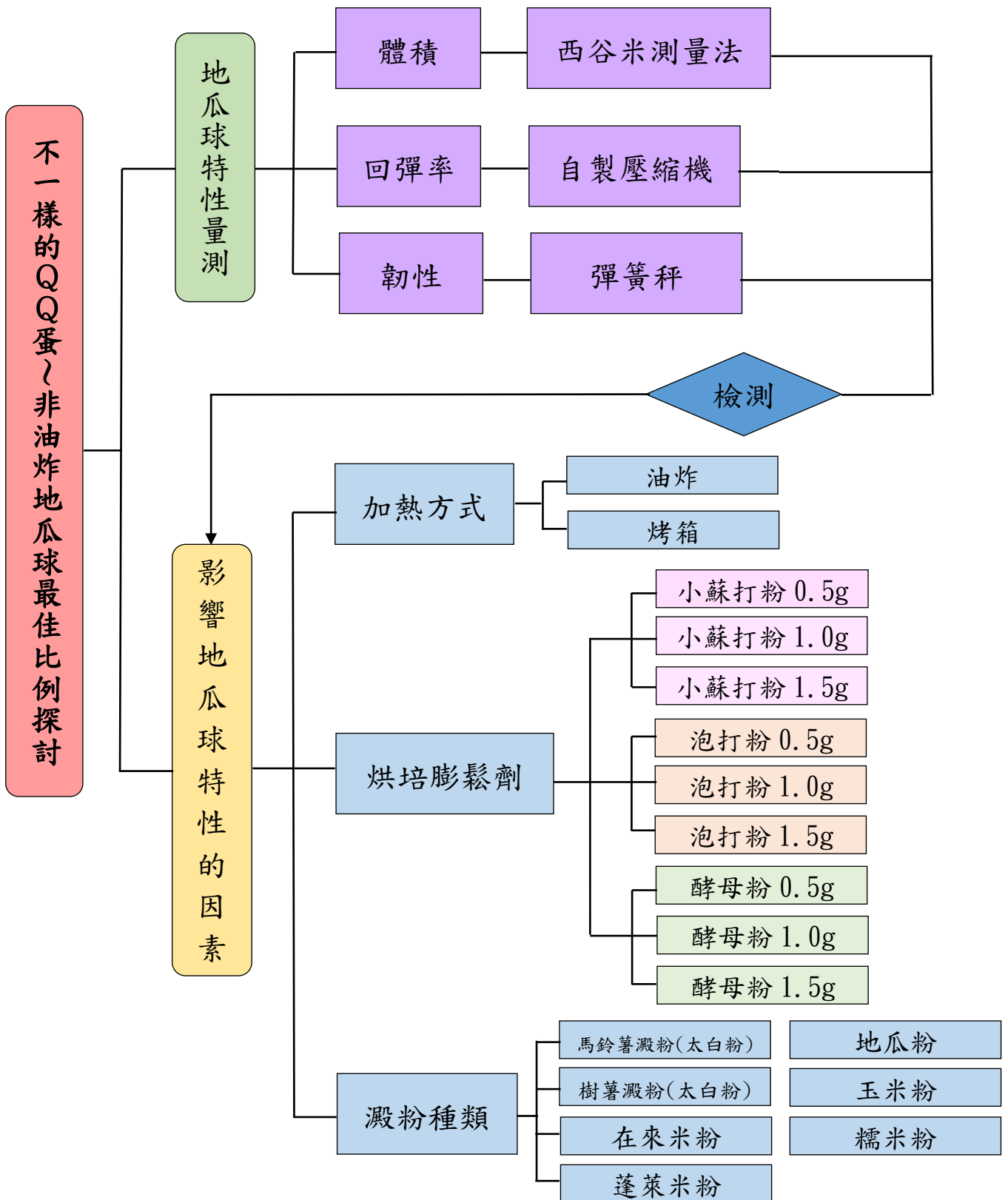
### 一、研究目的

- (一)比較**不同加熱方式**對地瓜球特性的影響。
- (二)探討添加**不同比例烘焙蓬鬆劑**對烤地瓜球特性的影響。
- (三)研究以**不同種類澱粉**製作對烤地瓜球特性的影響。

### 二、研究問題












- (一)以**不同加熱方式**製作地瓜球，是否影響地瓜球特性？
- (二)添加**不同比例烘焙蓬鬆劑**製作地瓜球，是否影響烤地瓜球特性？
- (三)以**不同種類澱粉**製作地瓜球，是否影響烤地瓜球特性？

參、研究架構

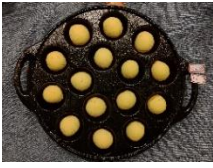













## 肆、研究設備及器材

### 一、地瓜球製作材料

					
地瓜	糖粉	太白粉 (樹薯澱粉)	太白粉 (馬鈴薯澱粉)	玉米粉	糯米粉
					
泡打粉	小蘇打粉	酵母粉	地瓜粉	蓬萊米粉	在來米粉

### 二、測量及觀測器材

					
章魚燒烤盤	油鍋、漏勺	烤箱	麵包機	電子秤	電子秤
					
游標尺	針筒、量杯	手機顯微鏡	碘液	西谷米	彈簧秤

## 伍、研究過程與結果討論





### 【地瓜球製作比例】

#### 一、實驗說明

我們的研究目標是製作非油炸地瓜球，於是我們在網路上搜尋「非油炸地瓜球」，發現除了材料有些不同，有的是用烤箱，有的則是用氣炸鍋來製作，參考了幾篇作法，氣炸鍋在製作的過程中，需要分次在地瓜球表面刷油，我們為了減少油量，決定使用烤箱來製作。材料比例則是參考「(烤箱版)無油烤地瓜 QQ 球」及「地瓜球用什麼粉最好? 經典台灣小吃 Sweet Potato Ball」，最後決定以**地瓜 250 克、太白粉(樹薯澱粉)70 克、糖 30 克**的比例來製作地瓜球。

因地瓜含水量及品質大不相同，所以我們將實驗所需的地瓜一起蒸煮，全部壓成地瓜泥，以降低地瓜泥含水量及品質不同的差異。且為了使地瓜泥與太白粉和糖能夠均勻混合，我們使用麵包機來攪拌。

#### 二、地瓜糰製作步驟

			
1. 清洗地瓜，以電鍋蒸熟地瓜(外鍋倒入 1.5 杯的水)	2. 將蒸熟的地瓜去皮，壓搗成地瓜泥	3. 將地瓜泥、太白粉(樹薯澱粉)、糖放入麵包機攪拌 5 分鐘。	4. 將攪拌好的地瓜糰，秤取每份 10g，再搓成圓形。



### 【地瓜球體積測量】

#### 一、實驗說明

夜市賣的地瓜球，膨脹的模樣最吸引人，非油炸地瓜球也能膨脹嗎？我們透過測量體積，來判斷非油炸地瓜球膨脹的效果如何。在「發糕膨發條件之探討」科展作品中，研究者使用 BB 彈測量發糕膨發體積，但因為我們製作的地瓜球比較小顆，若使用 BB 彈來量測，孔隙較大，誤差值也會較大。本想使用手工藝品用的小串珠，但那些小珠子中間有孔洞，多多

少少會影響填充排列的緊密程度，所以覺得不合適。在購買地瓜球材料時，發現**西谷米**顆粒小、顆粒尺寸相近且接近正圓形、填充時能緊密排列，體積的計算上會較準確。因此我們選用西谷米當成我們測量體積的工具。

## 二、體積測量步驟

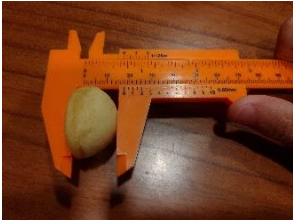
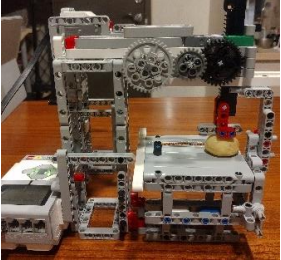
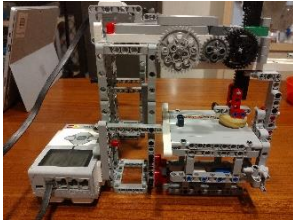

			4. 計算地瓜球體積。 量測容器裝滿水重 108g 即是 $108\text{cm}^3$ 。計算西谷米密度 $d=104.54\div 108=0.97(\text{g}/\text{cm}^3)$ <b>地瓜球體積=(104.54-步驟 3 量測的重量)<math>\div</math>0.97</b>
1. 測量量杯裝滿西谷米的重量。 (104.54g)	2. 底部先放入一些西谷米，再放入地瓜球，將量杯裝滿西谷米，把多餘西谷米刮掉。	3. 取出地瓜球，測量西谷米重量。	

## 【地瓜球回彈率測量】

### 一、實驗說明

地瓜球的回彈彈性會影響口感，我們藉由測量回彈率(回彈彈性)，了解非油炸地瓜球 Q 彈情形。在「Q 勁十足的 QQ BALL-探討不同變因對地瓜球特性之影響」科展作品中，研究者自行研製了測量彈性的儀器，參考了他們的儀器設計及家中立式榨汁機，我們改用 EV3 機器人製作了回彈彈性測量器，並使用程式設計下壓高度、時間及回彈時間提示，使每一顆地瓜球測量時能減少誤差。

### 二、回彈彈性測量步驟

			
1. 使用游標尺測量原本高度。	2. 將地瓜球放置機器標示的位置，按下開始按鈕。	3. 機器會下壓地瓜球至 10mm 處 10 秒，再放開使地瓜球回彈。	4. 回彈時間 30 秒，再使用游標尺測量回彈後的高度。






5. 計算地瓜球回彈率。回彈率 =  $\frac{\text{壓後回彈高度}-10\text{mm}}{\text{原始高度}-10\text{mm}} \times 100\%$  (10mm 是機器下壓時，地瓜球的高度)

### 【地瓜球韌性測量】

#### 一、實驗說明

地瓜球的韌性也影響口感，我們藉由韌性的測量，了解非油炸地瓜球的嚼勁。在「Q 勁十足的 QQ BALL-探討不同變因對地瓜球特性之影響」科展作品中，研究者也是自行研製了韌性儀。參考他們的想法，我們使用不同的方式來設計，測量需要多大的力量，才能將地瓜球拉斷，實驗測試時發現向下拉力達到 250 克時，地瓜球仍無法完全斷裂，於是我們將 3 個彈簧秤(1 個彈簧秤 250g)組裝在一起，才足夠測量地瓜球的韌性。

#### 二、韌性測量步驟

		
<p>1. 將地瓜球勾在彈簧秤下方，再掛上夾鏈袋。</p>	<p>2. 慢慢將水倒入夾鏈袋中，使地瓜球受力而向下拉扯。</p>	<p>3. 觀察彈簧秤刻度，紀錄地瓜球斷裂時的重量。</p>





## 【研究問題一：以不同加熱方式製作地瓜球，是否影響地瓜球特性？】

### 一、實驗說明





參考網路上許多製作地瓜球的版本後，我們研究的非油炸地瓜球主要是使用烤箱來製作，原本將地瓜球放在鋪上烘焙紙的烤盤烘烤，結果發現與烤盤接觸的那一面會因重量而被壓平，使得烤好的地瓜球變成半圓形，於是我們使用章魚燒烤盤來烤地瓜球，讓地瓜球的底部保持圓弧狀，上半部也能因烤盤而向上膨脹。

### 二、研究過程

#### (一) 烤箱版地瓜球製作流程

			
1. 在烤盤上抹上一層薄油。(避免烤好的地瓜球黏在烤盤上)	2. 將地瓜球一顆一顆放入烤盤中。	3. 設定烤箱上火 200°C，下火 150°C，烘烤時間 40 分鐘。	4. 時間到取出烤盤放涼。

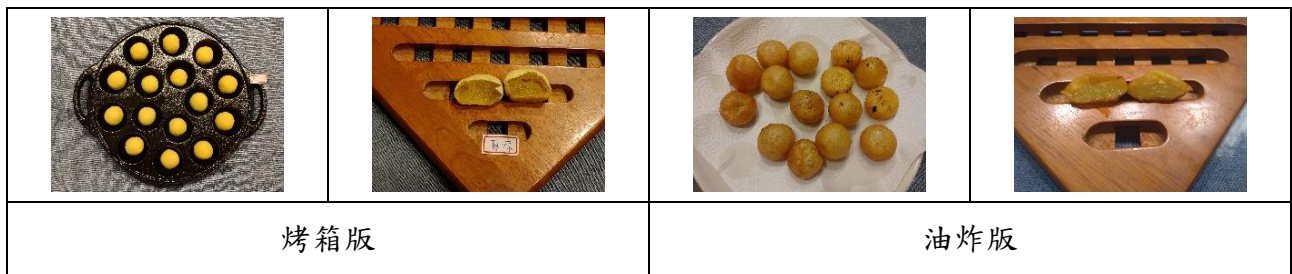
#### (二) 油炸版地瓜球製作流程

			
1. 將油鍋加熱至 130°C	2. 放入地瓜球，以小火加熱，需攪動地瓜球以免黏鍋。(炸 3 分鐘)	3. 地瓜球會浮起，用漏勺擠壓地瓜球(每顆地瓜球輕壓 10 次)。	4. 再油炸 1 分鐘，地瓜球會呈現金黃色，撈起地瓜球放於吸油紙上。

(三) 地瓜球製作完成，均放涼 10 分鐘後，測量體積、回彈率及韌性，各項特性取 5 顆地瓜球進行測量，再計算平均值。

### 三、研究結果

#### (一)地瓜球製作結果

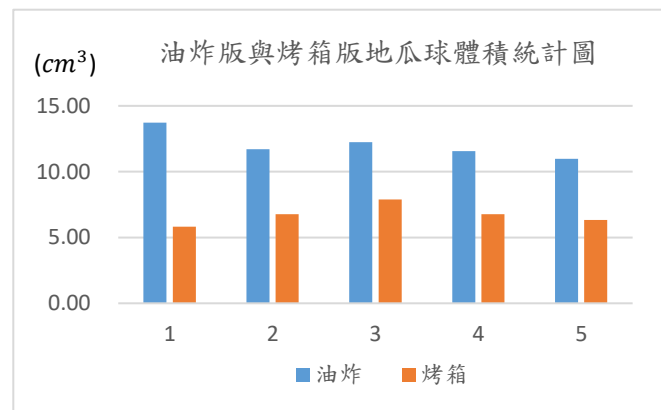


1. 烤箱版地瓜球表面乾燥，油炸版地瓜球則是油亮具有光澤。
2. 切開地瓜球觀察內部，烤箱版地瓜球內餡似膠狀且有些微的氣孔；油炸版地瓜球內餡則是呈現軟嫩、膠狀的狀態。

#### (二)地瓜球各項特性測量結果

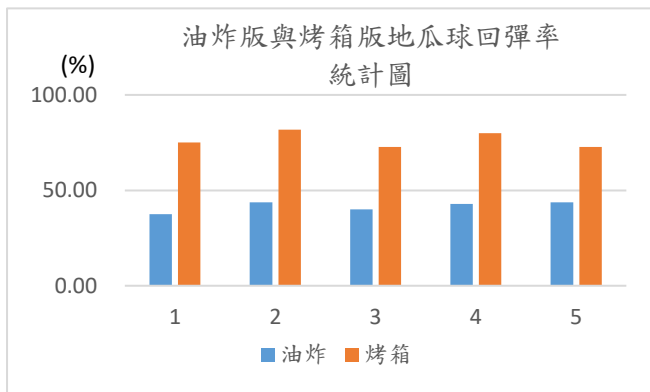
##### 1. 體積測量結果

加熱方式 編號	油炸版 ( $cm^3$ )	烤箱版 ( $cm^3$ )
1	13.72	5.81
2	11.71	6.77
3	12.25	7.88
4	11.56	6.77
5	10.97	6.33
平均	<b>12.04</b>	6.71



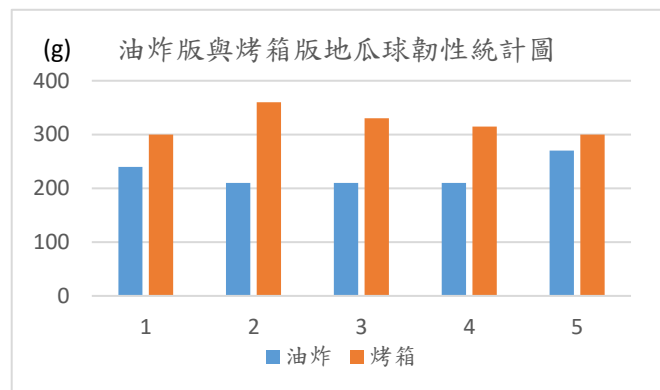
##### 2. 回彈率測量結果

加熱方式 編號	油炸版			烤箱版		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	26	16	37.50	22	19	75.00
2	26	17	43.75	21	19	81.82
3	25	16	40.00	21	18	72.73
4	24	16	42.86	20	18	80.00
5	26	17	43.75	21	18	72.73
平均			41.57			<b>76.45</b>



### 3. 韌性測量結果

加熱方式	油炸版 (g)	烤箱版 (g)
1	240	300
2	210	360
3	210	330
4	210	315
5	270	300
平均	228	<b>321</b>



### 四、結果討論

- (一)油炸版地瓜球體積均比烤箱版地瓜球大。烤箱版地瓜球若想要增加體積，則需要找出能讓內餡產生氣體，而使體積膨脹的方式。
- (二)烤箱版地瓜球回彈率均較油炸版地瓜球高。油炸版地瓜球因經過油炸，表面形成酥脆層，一經擠壓較無法回復原樣，回彈率較低；烤箱版地瓜球表面雖然較乾燥，但烤箱的烘烤並未使地瓜球表面達到酥脆，因此受到擠壓後較能回彈。
- (三)烤箱版地瓜球韌性較油炸版地瓜球高。油炸時會使地瓜球表面形成酥脆層，地瓜球內部的的水分被保留，但持續油炸水分会持續蒸發，而撐開內部的澱粉顆粒，形成半透明的膠體溶液，這樣的糊化反應，使得油炸版地瓜球內餡呈現軟嫩、膠狀的狀態，因此韌性則較低。

**【研究問題二：添加不同比例烘焙蓬鬆劑製作地瓜球，是否影響烤地瓜球特性？】**

一、實驗說明

從研究問題一的實驗結果來看，烤地瓜球的體積比油炸地瓜球小，油炸地瓜球是透過擠壓，讓地瓜球膨脹，我們也試著在烘烤的過程中，擠壓地瓜球，結果效果不佳反而使地瓜球變得更扁。上網找尋體積膨脹的方法，發現烘焙材料中可以讓麵糰蓬鬆的有小蘇打粉、泡打粉和酵母粉，所以試著在製作地瓜糰的過程中，添加不同比例的烘焙蓬鬆劑，藉以了解地瓜球特性是否因此受到影響。

二、研究過程

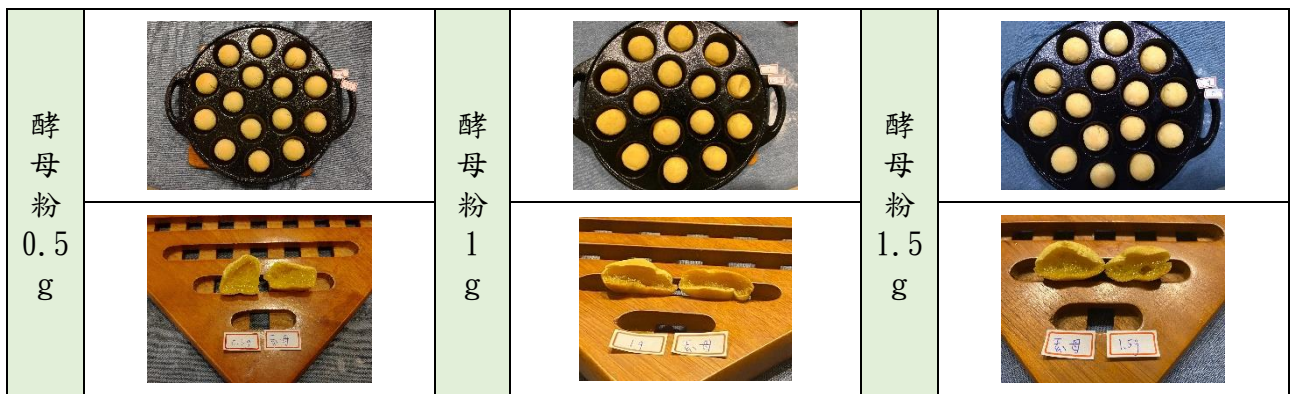
(一)在地瓜糰製作步驟3中，將不同比例的小蘇打粉、泡打粉、酵母粉加入。

(二)其餘過程皆與研究問題一烤箱版地瓜球製作相同。

三、研究結果

(一)地瓜球製作結果

小蘇打粉 0.5 g		小蘇打粉 1 g		小蘇打粉 1.5 g	
泡打粉 0.5 g		泡打粉 1 g		泡打粉 1.5 g	

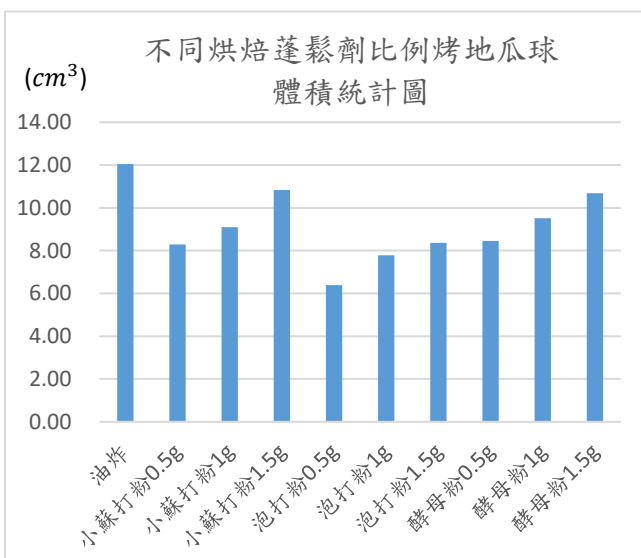


1. 所有地瓜球的表面都是乾燥的。添加越多小蘇打粉所製作的地瓜球，表面顏色越深，乾裂的情形也越多。
2. 觀察地瓜球內部，添加小蘇打粉製作的地瓜球內餡顏色為深褐色，且添加的比例越高顏色越深，與添加泡打粉級酵母粉製作地地瓜球顏色不同。
3. 本次實驗中所有的地瓜球內餡均成膠著狀，亦均有氣孔。在切開地瓜球時，常會因刀鋒擠壓，使地瓜球變形，而無法精準的量化氣孔的大小，只能透過體積量測量化地瓜球的大小。

## (二) 地瓜球各項特性測量結果

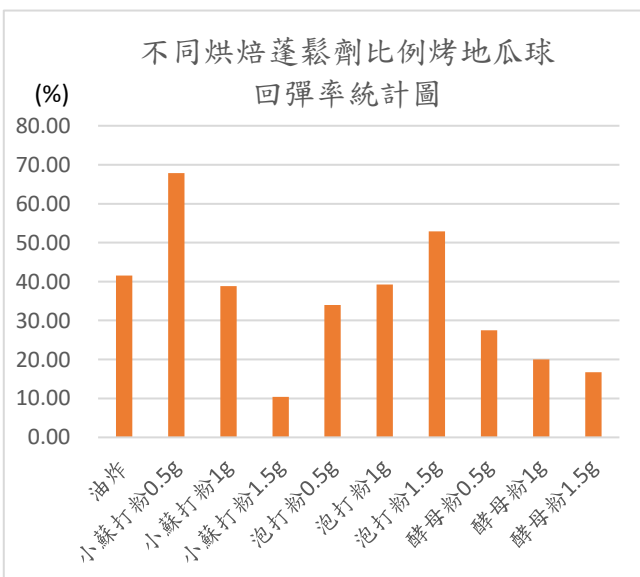
### 1. 體積測量結果

膨鬆劑 比例	小蘇打粉			泡打粉			酵母粉		
	0.5g ( $cm^3$ )	1g ( $cm^3$ )	1.5g ( $cm^3$ )	0.5g ( $cm^3$ )	1g ( $cm^3$ )	1.5g ( $cm^3$ )	0.5g ( $cm^3$ )	1g ( $cm^3$ )	1.5g ( $cm^3$ )
編號 1	8.34	9.95	10.07	6.36	7.53	8.99	8.96	10.11	11.47
2	7.64	9.13	10.41	5.59	7.36	8.97	8.74	9.31	10.07
3	8.48	9.30	10.79	6.69	8.08	8.10	8.01	10.00	10.20
4	8.88	8.32	11.53	6.29	7.94	8.25	7.78	9.05	10.36
5	8.13	8.80	11.40	7.04	8.02	7.52	8.78	9.13	11.29
平均	8.29	9.10	10.84	6.39	7.79	8.36	8.46	9.52	10.68



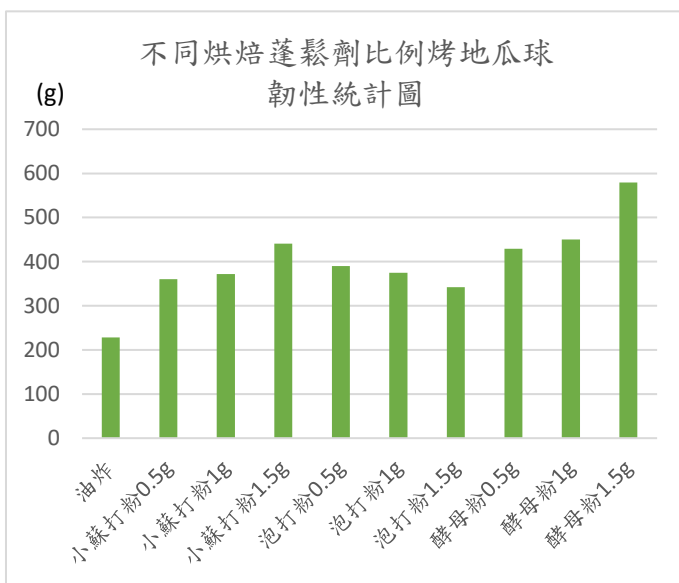
## 2. 回彈率測量結果

膨鬆劑 比例	小蘇打粉								
	0.5g			1g			1.5g		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	23	18	61.54	20	13	30.00	20	11	10.00
2	22	19	75.00	21	14	36.36	21	11	9.09
3	20	17	70.00	20	14	40.00	18	11	12.50
4	20	16	60.00	22	15	41.67	19	11	11.11
5	21	18	72.73	23	16	46.15	21	11	9.09
平均			67.85			38.84			10.36
膨鬆劑 比例	泡打粉								
	0.5g			1g			1.5g		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	21	13	27.27	20	14	40.00	22	16	50.00
2	20	14	40.00	19.5	13	31.58	10	15	50.00
3	20	13	30.00	19	14	44.44	21	16	54.55
4	21	14	36.36	18	13	37.50	20	16	60.00
5	21	14	36.36	17	13	42.86	22	16	50.00
平均			34.00			39.28			52.91
膨鬆劑 比例	酵母粉								
	0.5g			1g			1.5g		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	20	12	20.00	19	12	22.22	20	12	20.00
2	18	12	25.00	21	12	18.18	20	12	20.00
3	21	13	27.27	22	13	25.00	20	12	20.00
4	20	13	30.00	22	12	16.67	19	11	11.11
5	18.5	13	35.29	21	12	18.18	18	11	12.50
平均			27.51			20.05			16.72



### 3. 韌性測量結果

膨鬆劑 比例 編號	小蘇打粉			泡打粉			酵母粉		
	0.5g (g)	1g (g)	1.5g (g)	0.5g (g)	1g (g)	1.5g (g)	0.5g (g)	1g (g)	1.5g (g)
1	420	375	450	330	375	330	495	495	600
2	300	300	480	405	420	360	420	420	600
3	330	420	420	360	330	330	375	405	570
4	330	435	420	405	360	390	390	420	570
5	420	330	435	450	390	300	465	510	555
平均	360	372	441	390	375	342	429	450	579



### 四、結果討論

- (一)所有添加烘焙蓬鬆劑製作的烤地瓜球，均比沒有添加蓬鬆劑的烤地瓜球體積大，但仍然是無法比油炸地瓜球大。不論是哪一種烘焙膨鬆劑，添加的比例越高，烤地瓜球的體積越大。
- (二)添加小蘇打粉 0.5g 的烤地瓜球回彈率最高，添加小蘇打粉 1.5g 的烤地瓜球回彈率最低，與油炸版地瓜球回彈率最接近的是添加泡打粉 1g 的烤地瓜球。
- (三)小蘇打粉和酵母粉均是添加的比例越多，烤地瓜球的回彈率越低。泡打粉則是添加的比例越多，回彈率越高。



- (四)添加**酵母粉 1.5g**的烤地瓜球，**韌性最高**，添加**泡打粉 1.5g**的烤地瓜球**韌性最低**。本次實驗製作的地瓜球均比油炸版地瓜球韌性大。
- (五)**小蘇打粉**和**酵母粉**均是添加的**比例越多**，烤地瓜球的**韌性越高**。**泡打粉**則是添加的**比例越多，韌性越低**。
- (六)文獻資料中得知小蘇打粉屬於弱鹼，加熱後會發生分解反應，產生二氧化碳而使烤地瓜球膨大，但也會產生褐變反應，使得烘培食品色澤加深，與我們實驗中添加越高比例小蘇打粉製作的地瓜球，體積越大且顏色越接近深褐色的結果相符。
- (七)泡打粉的包裝中標示其含有磷酸二氫鈉、碳酸氫鈉、玉米澱粉，從文獻資料中得知泡打粉本身就能完成酸鹼中和的反應，不需要與烘焙物中的成分產生反應，使得地瓜糰中的澱粉能夠充分產生糊化反應，添加泡打粉製作的地瓜球在回彈率及韌性的特性表現上，均比沒有添加較佳，在回彈率與韌性特性的表現均不錯。
- (八)根據文獻資料得知酵母是一種微生物，藉由生物反應產生二氧化碳，使麵團可以膨大，然而麵團中的糖分，可以幫助酵母活化時的養分，在 35°C時活動力最旺盛，若溫度高於 40°C酵母細胞則會受到破壞而開始死亡，無法產生反應，因此使用酵母製作時，需控制溫度進行發酵，讓酵母充分反應產生二氧化碳。然而在我們的實驗中，為了使所有的烤地瓜球製作時間及烘烤時間一致，並未使添加酵母粉製作的地瓜球有充分發酵的時間。因此，未來我們可以再增加一項實驗設計，讓添加酵母粉製作的地瓜球有足夠發酵的時間，再來進行地瓜球特性的測試。
- (九)各項文獻資料顯示，烘焙食品添加小蘇打粉時，如果加入過量，除了會破壞品質，還會導致鹼味過重。而我們的實驗，在地瓜球中添加小蘇打粉的比例越高，地瓜球嚐起來的味道確實有股鹼味，而破壞了地瓜球原有的地瓜味。烘焙食品中添加酵母粉，在酵母反應過程中會產生酒精，也會產生特殊味道。我們的實驗中添加酵母粉的製作的地瓜球，嚐起來也有發酵的味道，感覺像是吃地瓜麵包。
- (十)依據地瓜球各項特性數據，再加上實驗者試吃後討論，考慮保留地瓜球原本香氣及口感，決定選擇以添加**泡打粉 1.5g**，做為下一個實驗的共同配方。

### 【研究問題三：以不同種類澱粉製作地瓜球，是否影響烤地瓜球特性？】

#### 一、實驗說明

在找尋地瓜球製作比例時，發現網路上製作時所使用的澱粉種類不太相同，到超市準備購買實驗所需的澱粉，商品架上澱粉種類多樣，包裝上分別標示了不同的主要用途，卻沒有一種是標示適合製作地瓜球的，因此我們想了解使用不同種類澱粉製作烤地瓜球，它的特性是否會受到影響。




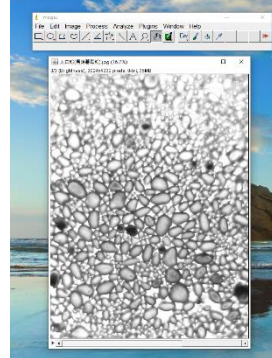
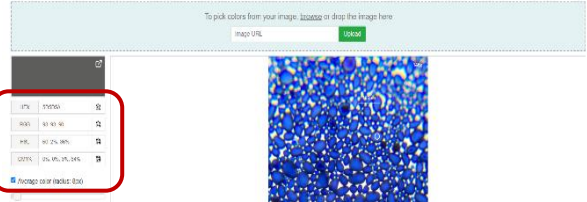

從文獻中了解到澱粉分成直鏈澱粉及支鏈澱粉，在不同種類的澱粉中，直鏈及支鏈澱粉的比例不相同，會使得澱粉遇熱後的作用不同，進而影響澱粉的糊化，且在和碘液發生作用時，所呈現的顏色也不相同，直鏈澱粉會呈現藍黑色，支鏈澱粉則呈現紅褐色。

在研究三的實驗中，我們先利用碘液測試各種不同澱粉作用後的顏色，透過手機顯微鏡觀察及拍攝，再利用影像分析軟體分析色相，比較不同澱粉所含直鏈及支鏈澱粉的多寡，了解不同種類的澱粉對地瓜球特性的影響。

#### 二、研究過程

##### (一)澱粉分析

			
1. 取澱粉 0.05g	2. 滴入 1% 碘液 0.1g，使澱粉與碘液充分混合。	3. 加入 3ml 水，攪拌均勻後放置 5 分鐘，使澱粉沉澱。	4. 抽掉上層的水 2ml，再加入清水 2ml，攪拌均勻後放置 5 分鐘。

			
<p>5. 抽掉上層的水 2ml，將剩下的澱粉液攪拌均勻，用針筒抽取 0.5ml。</p>	<p>6. 針筒攪拌均勻，再滴出 1 滴澱粉液至玻片上，製成觀察標本。</p>	<p>7. 以高倍手機顯微鏡觀察並拍攝。(設定單位為 100 <math>\mu\text{m}</math>)</p>	<p>8. 使用 Image J 軟體分析圖片，找出最多顏色的部分。</p>
<p>Image Color Picker</p> <p>Pick colors from Image using Apple Pie's Online Image Color Picker Tool to Get Color Code in HEX, RGB, HSL, CMYK Format.</p> <p>Find your perfect term color using our online color picker. Move the cursor to the color you like and click on it to get color code in HEX, RGB, HSL, and CMYK format. Click on the image and drag to use the magnifier. Want a color palette that matches your images? With this tool, you can create color combinations in seconds. Just crop your photo on the page or open it using "Upload" button. You can also upload image from URL.</p> <p>Need More? Create Custom Images, Banners, Posters, Cards and more without any design skills. <a href="#">Go to Apple Pie Design</a></p> <p>To pick colors from your image: <a href="#">upload</a> or <a href="#">drag</a> the image here</p> <p>image URL: <input type="text"/> <input type="button" value="upload"/></p> 			
<p>9. 用 Image Color Picker 線上圖片色彩擷取軟體，移動滑鼠點選圖片中顏色最多之處。</p>		<p>10. 紀錄 HSL 數據，再以色相角度判別顏色在色相環的位置。</p>	

(步驟 3、4、5 是為了將多餘的碘液清除，以免影響澱粉顏色的觀測。)

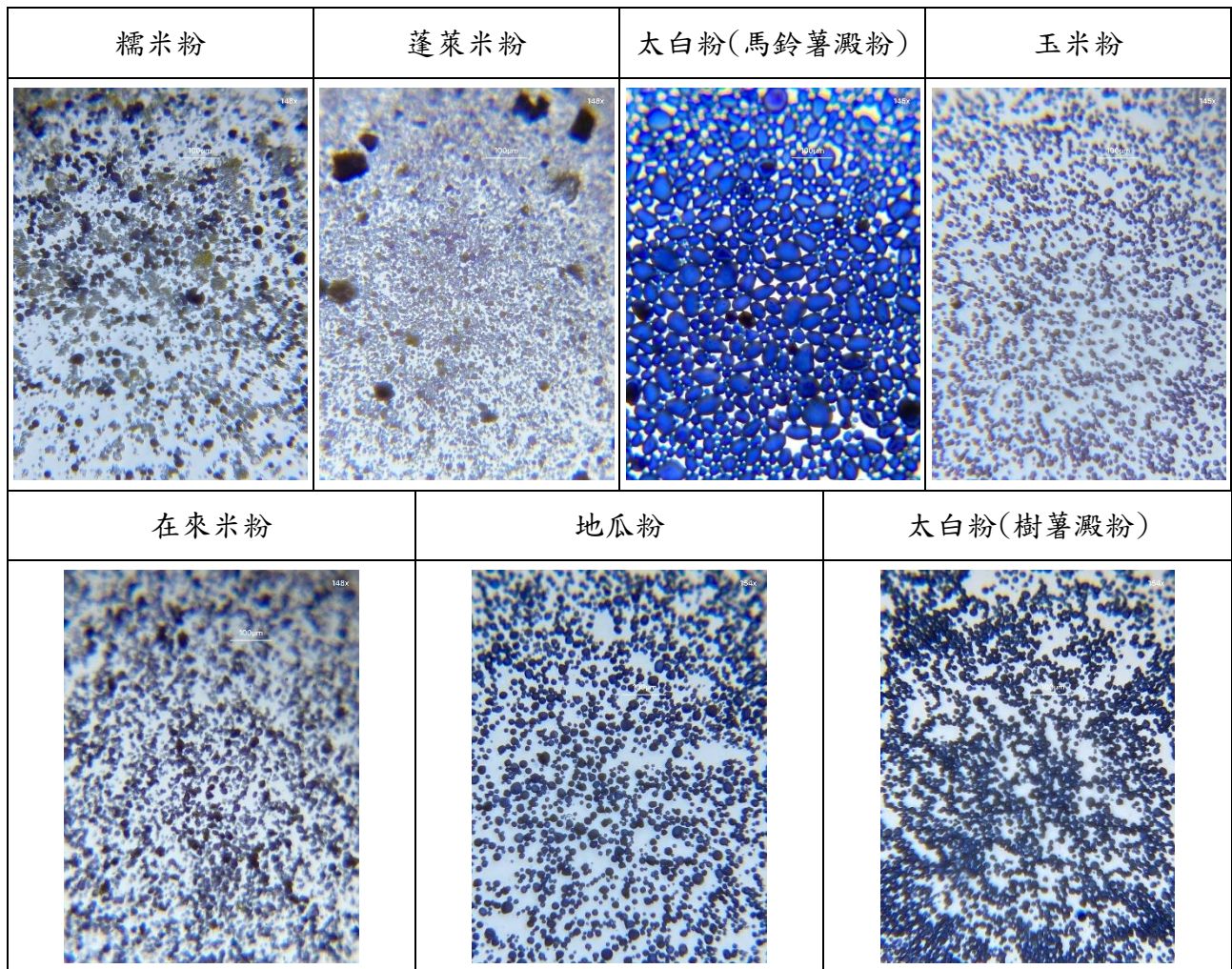
(二) 在地瓜糰製作步驟 3 中，以不同種類的澱粉加上 1.5g 泡打粉製作。

(三) 其餘過程皆與研究問題一烤箱版地瓜球製作相同。

### 三、研究結果

#### (一)澱粉分析結果















##### 1. 手機顯微鏡拍攝澱粉與碘液作用後結果



##### 2. 不同種類澱粉與碘液作用後顏色分析結果

分析項目	H(色相)	S(飽和度)	L(明度)
不同種類澱粉	(°)	(%)	(%)
糯米粉	58	21	36
蓬萊米粉	221	22	69
太白粉(馬鈴薯澱粉)	224	82	44
玉米粉	231	18	55
在來米粉	233	26	33
地瓜粉	235	11	43
太白粉(樹薯澱粉)	244	9	32

(二)地瓜球製作結果

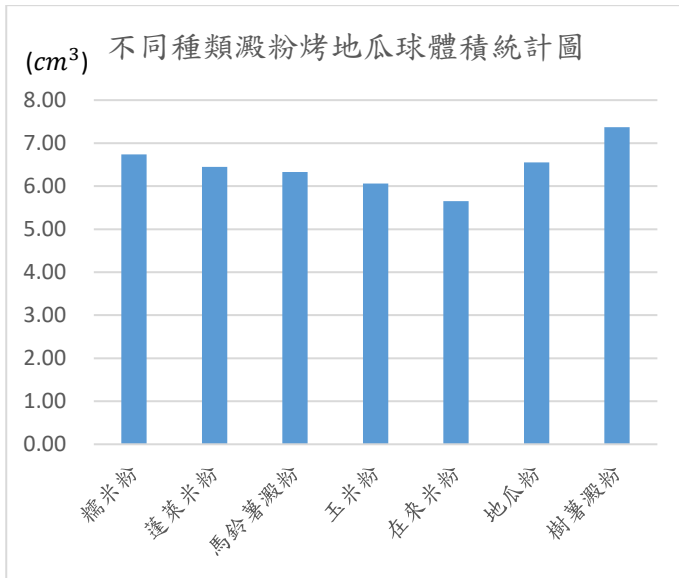
糯米粉		蓬萊米粉		馬鈴薯澱粉(太白粉)	
					
玉米粉		在來米粉		地瓜粉	
					
樹薯澱粉(太白粉)					
					

1. 本次實驗製作的地瓜球表面均乾燥，以糯米粉、在來米粉、地瓜粉製作的地瓜球，表面出現較多裂痕。
2. 觀察地瓜球內部，糯米粉、馬鈴薯澱粉(太白粉)、地瓜粉、樹薯澱粉(太白粉)製作的地瓜球內餡較呈膠狀，蓬萊米粉、玉米粉、在來米粉製作的地瓜球內餡呈現像海綿蛋糕的模樣。

### (三)地瓜球各項特性測量結果

#### 1. 體積測量結果

澱粉種類 編號	糯米粉 ( $cm^3$ )	蓬萊米粉 ( $cm^3$ )	馬鈴薯澱粉 (太白粉) ( $cm^3$ )	玉米粉 ( $cm^3$ )	在來米粉 ( $cm^3$ )	地瓜粉 ( $cm^3$ )	樹薯澱粉 (太白粉) ( $cm^3$ )
1	7.21	7.23	5.92	6.27	6.04	6.76	7.53
2	6.30	6.76	7.05	5.85	5.15	6.60	7.36
3	6.65	6.13	5.42	6.77	5.52	6.21	7.05
4	7.19	6.06	7.18	5.79	5.68	6.36	6.91
5	6.35	6.07	6.06	5.63	5.87	6.84	8.02
平均	6.74	6.45	6.33	6.06	5.65	6.55	7.37

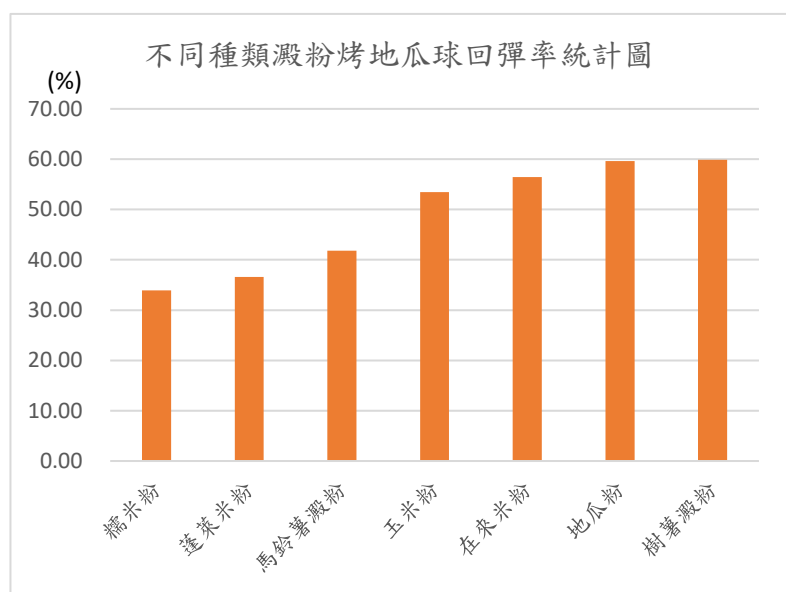


#### 2. 回彈率測量結果

澱粉種類 編號	糯米粉			蓬萊米粉			馬鈴薯澱粉(太白粉)		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	23	14	30.77	20	13	30.00	22	15	41.67
2	24	14	28.57	22	15	41.67	20	14	40.00
3	22	14	33.33	21	14	36.36	21	15	45.45
4	23	15	38.46	22	14	33.33	21	14	36.36
5	23	15	38.46	22	15	41.67	21	15	45.45
平均			33.92			36.31			41.79

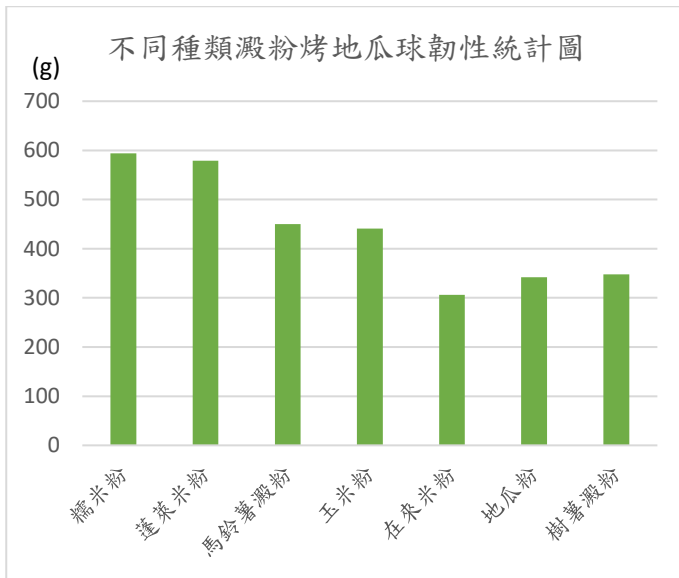
澱粉種類 編號	玉米粉			在來米粉			地瓜粉		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	21	16	54.55	22	17	58.33	23	18	61.54
2	22	16	50.00	23	18	61.54	20	16	60.00
3	21	16	54.55	23	17	53.85	22	17	58.33
4	22	16	50.00	23	17	53.85	21	17	63.64
5	22	17	58.33	21	16	54.55	21	16	54.55
平均			53.48			56.42			59.61

澱粉種類 編號	樹薯澱粉(太白粉)		
	原始高度 (mm)	壓後高度 (mm)	回彈率 (%)
1	22	18	66.67
2	22	17	58.33
3	22	18	66.67
4	20	17	70.00
5	21	17	63.64
平均			65.06



### 3. 韌性測量結果

澱粉種類 編號	糯米粉 (g)	蓬萊米粉 (g)	馬鈴薯澱粉 (太白粉) (g)	玉米粉 (g)	在來米粉 (g)	地瓜粉 (g)	樹薯澱粉 (太白粉) (g)
1	600	600	495	480	300	330	345
2	510	570	420	420	240	330	375
3	690	555	405	450	270	390	390
4	600	570	420	435	330	360	300
5	570	600	510	420	390	300	330
平均	594	579	450	441	306	342	348



#### 四、結果討論

- (一)色相的數據顯示，**糯米粉**為  $58^\circ$ ，對照色相環角度，顏色屬於黃橙色之間，**支鏈澱粉**所佔比例較高。**其他澱粉**介於  $221^\circ\sim 244^\circ$ 之間，對照色相環角度，顏色屬於藍~紫色之間，顯示**直鏈澱粉**所佔比例較高。
- (二)根據色相實驗分析結果，直鏈澱粉所佔比例高低為樹薯澱粉(太白粉) $>$ 地瓜粉 $>$ 在來米粉 $>$ 玉米粉 $>$ 馬鈴薯澱粉(太白粉) $>$ 蓬萊米粉 $>$ 糯米粉。與其他文獻中測定直鏈與支鏈澱粉比例結果大致相符。
- (三)**樹薯澱粉**製作的烤地瓜球，**體積最大**；**在來米粉**製作的烤地瓜球，**體積最小**。本次實驗所製作的地瓜球，仍是無法比油炸版地瓜球體積大。**樹薯澱粉**是網路資料搜尋中，最多被使用來製作地瓜球的澱粉種類。
- (四)**樹薯澱粉**製作的烤地瓜球**回彈率最高**，**糯米粉**製作的烤地瓜球**回彈率最低**。澱粉中直鏈澱粉所佔比例越高，所製作出的烤地瓜球回彈率越高。
- (五)**糯米粉**製作的烤地瓜球**韌性最大**，**在來米粉**製作的烤地瓜球**韌性最小**。除在來米粉之外，其餘結果均是直鏈澱粉所佔比例越低，所製作出的烤地瓜球韌性越大。
- (六)參考資料中提到未受損傷的澱粉顆粒不溶於冷水，但能可逆地吸收水和輕微地溶脹，但隨著溫度升高，澱粉分子振動劇烈，造成氫鍵斷裂，斷裂的氫鍵與較多的水分子結合。由於水分子的進入造成更長的澱粉鏈段的分離，增加結構的無序性、減少了結晶



區域，溶液呈糊狀，而產生澱粉糊化反應。冷卻時，若澱粉的含量比例遠超過水分，則澱粉分子會與水分形成網狀物，整體變成凝膠狀。而我們實驗中製作地瓜糰時，並未另外添加水分，只讓澱粉與原本地瓜泥中的水份產生作用，又使用烤箱加熱，較無法產生其他的水分，可讓澱粉有較多的水分可以產生反應，可能因此使得以蓬萊米粉、玉米粉、在來米粉製作的地瓜球內部不是呈現膠狀。

(七)根據文獻資料得知，澱粉在糊化過程中，直鏈澱粉可互相形成氫鍵，亦會與支鏈澱粉形成分子間氫鍵，將水包在其中，而形成一個三度空間的複雜網狀立體結構，而溶脹澱粉顆粒和碎片則會填充在直鏈澱粉網絡中，形成具有一定彈性的凝膠，因此直鏈澱粉比例越高，澱粉特性越Q彈，支鏈澱粉比例越高，則是越黏。這與我們回彈率的實驗結果相符，支鏈澱粉比例最高的糯米粉，回彈率最低，直鏈澱粉比例最高的樹薯澱粉(太白粉)回彈率最高。

(八)第58屆科展「Q勁十足的QQ BALL-探討不同變因對地瓜球特性之影響」的研究結論中提及直鏈含量越高的地瓜球體積越小、韌性與硬度較大但彈性較差，這與我們的實驗結果不太相同，我們推測最大的差異是在於他們是油炸製作的地瓜球，而我們是用烤箱製作烤地瓜球，使得澱粉的反應有不同的差異；另一方面他們所使用的地瓜球比例也與我們實驗的不同，因此除了支鏈和直鏈澱粉比例不同會影響地瓜球製作結果外，加熱方式、配方比例均會影響地瓜球的各項特性表現。

## 陸、研究結論

### 一、比較不同加熱方式對地瓜球特性的影響

- (一)油炸版地瓜球**體積**比烤箱版地瓜球來得**大**。
- (二)烤箱版地瓜球較**Q彈**，油炸版地瓜球經過油炸表面較酥硬，回彈率較不佳。
- (三)烤箱版地瓜球**韌性**較油炸版地瓜球**高**。

### 二、探討添加不同比例烘焙蓬鬆劑對烤地瓜球特性的影響

- (一)添加烘焙蓬鬆劑所製作出的烤地瓜球均可使體積變大，且添加的**蓬鬆劑比例越高**，烤地瓜球的**體積越大**（但仍然小於油炸地瓜球）。
- (二)**小蘇打粉**和**酵母粉**均是添加的**比例越多**，烤地瓜球的**回彈率越低**。泡打粉則是添加的比例越多，回彈率越高。
- (三)**小蘇打粉**和**酵母粉**均是添加的**比例越多**，烤地瓜球的**韌性越高**。泡打粉則是添加的比例越多，韌性越低。

### 三、研究以不同種類澱粉製作對烤地瓜球特性的影響

- (一)色相的數據顯示，**糯米粉**為 $58^\circ$ ，對照色相環角度，顏色屬於黃橙色之間，**支鏈澱粉**所佔**比例較高**。**其他澱粉**介於 $221^\circ\sim 244^\circ$ 之間，對照色相環角度，顏色屬於藍~紫色之間，顯示**直鏈澱粉**所佔**比例較高**。
- (二)**樹薯澱粉**製作的烤地瓜球，**體積最大**，在來米粉製作的烤地瓜球，體積最小。
- (三)**樹薯澱粉**製作的烤地瓜球**回彈率最高**，糯米粉製作的烤地瓜球回彈率最低，。
- (四)**糯米粉**製作的烤地瓜球**韌性最大**，在來米粉製作的烤地瓜球韌性最小。

四、研究者試吃後發現，添加泡打粉的烤地瓜球，嚐起來的味道最像原味的炸地瓜球；添加酵母粉的烤地瓜球，嚐起來有發酵的味道，感覺像是吃地瓜麵包；而添加小蘇打粉的烤地瓜球，顏色呈現深褐色且嚐起來有股鹼味，會破壞了地瓜球原有的地瓜味。未來如果要開發非油炸地瓜球，建議可以使用**樹薯澱粉**配合**泡打粉**這個配方，讓地瓜球保有美味及彈性，達到少油少負擔的目標。

