

臺北市第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科 別：生活與應用科學類

組 別：國小組

作品名稱：追球丸美

關 鍵 詞：QQ、地瓜球

編號：

追球丸美

摘要

為了可以常常吃到我們最喜歡的 QQ 地瓜球，我們開始練習自己做，但是發現自己炸的地瓜球總是沒有外面買的 Q 彈，經過實驗操作，覺得最關鍵的原因就是--「擠壓」，因為我們觀察到賣地瓜球的老闆總是用特殊的工具不斷的擠壓地瓜球，所以我們就研究地瓜球在炸的時候要壓幾下，所呈現的口感和 Q 彈度最好。另外還實驗了地瓜球的重量要適中，不是越大越好。也不是每種材料都能也炸出 QQ 的球，像芋頭球南瓜球就不行。地瓜加入不同的粉，如：太白粉、麵粉、玉米粉也無法做出 Q 彈的地瓜球，最後我們還嘗試加入泡打粉，透過這些實驗，我們終於找出能完美炸出地瓜球的方法，將來我們想要把我們的美食秘笈寫入電腦程式，發明一個會替我們炸地瓜球的機器人。

壹、 研究動機

每次我們去逛夜市時，一定必買的美食就是--QQ 地瓜球。每次站在賣地瓜球的攤位前面，看到老闆將一個個不起眼的麵團丟進油鍋，不一會兒這些麵糰就爭先恐後地露出頭臉，只見老闆用特殊的工具不斷的擠壓這些地瓜球，每擠壓一次這些地瓜球就長大一次，隨著老闆起起落落的動作，一鍋又圓又胖的地瓜球就完成了，當我們拿到地瓜球時總是迫不急待地咬下去，那種又香又 Q 彈的口感總是令我們著迷，因為實在太喜歡吃了，所以我們就想要自己動手做做看。六上「熱對物質的影響」單元中我們學到有些物質受熱後型態和性質會發生改變，而且物質有熱脹冷縮的現象。但是在做的過程中，我們發現自己做的地瓜球為何會沒有 Q 彈的口感，所以我們就想要探究原因。

貳、 研究目的

QQ 的地瓜球是夜市很熱賣的小吃之一，我們參考了許多教導製作地瓜球的網站，有的需要擠壓有的不需要擠壓，而且網站也有教做芋頭球，所以我們除了想研究擠

壓次數與地瓜球膨脹的變化，也想試試看用不同的材料是否也能做出美味的其他 QQ 球，另外因為媽媽喜歡做甜點，每次加入泡打粉時總能讓糕點像變魔術一樣膨脹，所以實驗時我們也會加入泡打粉看看實驗的變化，希望能找出炸地瓜球最完美的比例及方法。

- 一、 我們想要了解為什麼地瓜球在炸的過程需要擠壓。
- 二、 我們想知道地瓜球的重量會不會影響膨脹的大小。
- 三、 我們想要試不同的材料能不能也炸出 QQ 的芋頭球南瓜球。
- 四、 地瓜加入不同的粉，如：太白粉、麵粉、玉米粉的效果如何。
- 五、 地瓜球加入泡打粉的效果如何。

參、 研究設備及器材

- 一、 去皮黃地瓜：市場購買，作為實驗主要材料。
- 二、 去皮芋頭：市場購買，作為實驗比較材料。
- 三、 去皮南瓜：市場購買，作為實驗比較材料。
- 四、 樹薯粉：超市購買，作為實驗添加材料。
- 五、 地瓜粉：超市購買，作為實驗添加材料。
- 六、 太白粉：超市購買，作為實驗添加材料。
- 七、 麵粉：超市購買，作為實驗添加材料。
- 八、 玉米粉：超市購買，作為實驗添加材料。
- 九、 泡打粉：超市購買，作為實驗添加材料。
- 十、 電子秤：烘焙材料行購買，作為測量工具。

十一、油溫計：烘焙材料行購買，作為測量工具。

十二、自製刻度量板：文具行購買，作為測量工具。

十三、耐高溫食用油：超市購買，油炸材料。

十四、水果刀：切地瓜芋頭南瓜。

十五、手機照相機：紀錄實驗過程。

十六、筆記簿：紀錄實驗過程。

十七、電腦：查資料及整理報告。

肆、研究過程或方法

一、研究過程

（一）資料收集：

參考 YouTube 教導如何製作地瓜球的影片。發現影響地瓜球美味的原因有下列 2 項因素：

1.材料：

地瓜有不同的顏色，例如：黃色（台農 57 號）、紅色（台農 66 號）以及紫色的，黃色的地瓜比較鬆軟，無論蒸煮烤炸都很適合。紅地瓜雖然甜份較高，但水分的含量也較高，比較適合煮和烤，而紫地瓜因為水分含量較低吃起來比較乾，比較適合煮地瓜湯。所以這次我們實驗的地瓜都採用黃地瓜。

2.油溫：

準備油鍋，用中低溫油炸（約攝氏 140-150 度）即可放入以中小火慢炸地瓜球，等地瓜球開始浮出油面後，再以鍋鏟輕輕翻動，在表皮還沒定型之前，先不要碰、壓它，否則容易變形。中火繼續油炸，外表略定型，這時候可以用耐高溫硬濾網或

壓泥器，將地瓜球內部空氣按壓出來，所以這次實驗為了控制變因，我們都盡量將由溫控制在 140-150 度之間。

(二) 研究方法：

在市面上大多都是賣地瓜球，也有看過芋頭丸及芋頭餅，但沒有看過賣芋頭球及南瓜球。另外，也有人說炸地瓜球不用擠壓，所以我們想針對這些問題來設計實驗。

1 探討地瓜球**膨脹大小**與**擠壓次數**的關係：我們會控制地瓜球重量，把擠壓次數做為變因，紀錄並實際品嚐。

控制變因	地瓜球重量
操縱變因	擠壓次數

2.探討地瓜球**膨脹大小**與**重量**的關係：我們會控制擠壓次數，把重量做為變因紀錄並實際品嚐。

控制變因	擠壓次數
操縱變因	地瓜球重量

3.探討地瓜球**材料不同**與**膨脹大小**的關係：我們會控制擠壓次數及地瓜球、芋頭球、南瓜球的重量，把材料改變做為變因，紀錄並實際品嚐。

控制變因	擠壓次數、地瓜球芋頭球南瓜球的重量
操縱變因	材料改變（地瓜、芋頭、南瓜）

4.探討地瓜球加入不同粉與膨脹大小的關係：我們會控制擠壓次數及地瓜球的重量，把加入不同粉改變做為變因，紀錄並實際品嚐。

控制變因	擠壓次數、地瓜球的重量
操縱變因	加入不同粉（地瓜粉、太白粉、麵粉、玉米粉）

5.探討地瓜球芋頭球南瓜球膨脹大小與泡打粉的關係：我們會控制地瓜球芋頭球南瓜球重量及擠壓次數，加入泡打粉油炸觀察，紀錄並實際品嚐。

控制變因	擠壓次數、地瓜球芋頭球南瓜球的重量
操縱變因	加入泡打粉

二、 實驗步驟

以下步驟以地瓜球為例，其他材料的實驗步驟亦同。

(一)地瓜、芋頭、南瓜洗淨去皮切片或切塊，用電鍋蒸熟後，加入樹薯粉揉成糰狀。之後會根據不同的變因加入不同的粉。加入各種粉的比例，以 100 克（地瓜或其他材料）：70 克（各種粉）為比例。

(二)麵糰像耳垂般柔軟即可，分割成小塊搓圓，直徑每個大約 2 公分大小，或秤重 10 公克一份。

(三)準備油鍋，用中低溫油炸（約攝氏 140-150 度）即可放入以中小火慢炸地瓜球，等地瓜球開始浮出油面後，再以鍋鏟輕輕翻動。

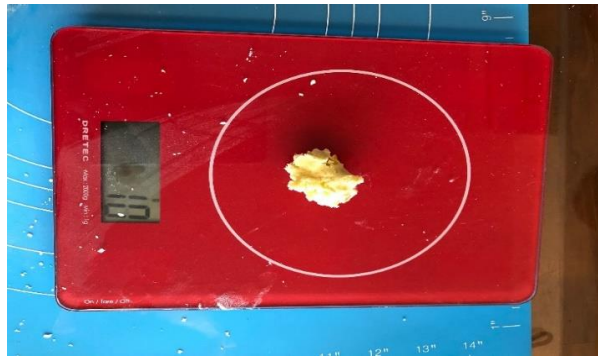
(四)中火繼續油炸，外表略定型，這時候可以用耐高溫硬濾網或大湯匙，將地瓜球內部空氣按壓出來，地瓜球會因溫度而漲大，連續壓個數回後，在略為炸定型後起鍋。

(五)將地瓜球放到測量板上測量並記錄。

(六)每次炸 5 個地瓜球，測量完後取平均值，1 顆留做樣本，其餘 4 顆品嚐並分別說出評論及口感。



地瓜蒸熟加入樹薯粉



秤重 10 公克一份



揉好的地瓜球



地瓜球放入油鍋炸並擠壓







伍、研究結果

一、地瓜球膨脹大小與擠壓次數的關係

控制變因	地瓜球重量
操縱變因	擠壓次數

(一) 實驗記錄

擠壓次數	未壓	壓 5 次	壓 10 次	壓 15 次	壓 20 次	壓 25 次
大小 (cm) (長 x 寬)	2.7cmx2.4cm	3cmx2.8cm	3cmx3cm	3.6cmx3cm	3cmx3cm	3.9cmx3.2cm 變形

		
地瓜球未壓 2.7*2.4	地瓜球壓 5 次 3*2.8	地瓜球壓 10 次 3*3
		
地瓜球壓 15 次 3.6*3	地瓜球壓 20 次 3*3	地瓜球壓 25 次 3.9*3.2 變形

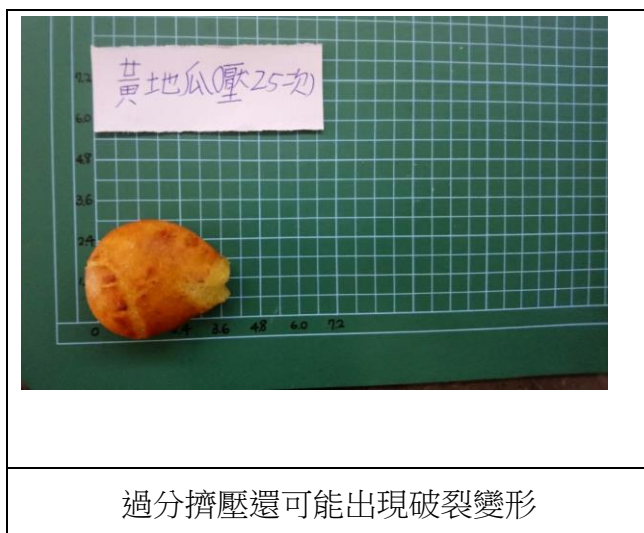
(二) 實際品嘗

未壓的地瓜球雖然也很香很好吃，但口感較扎實，擠壓過的地瓜球很 Q 彈，10-25 次的口感都差不多。

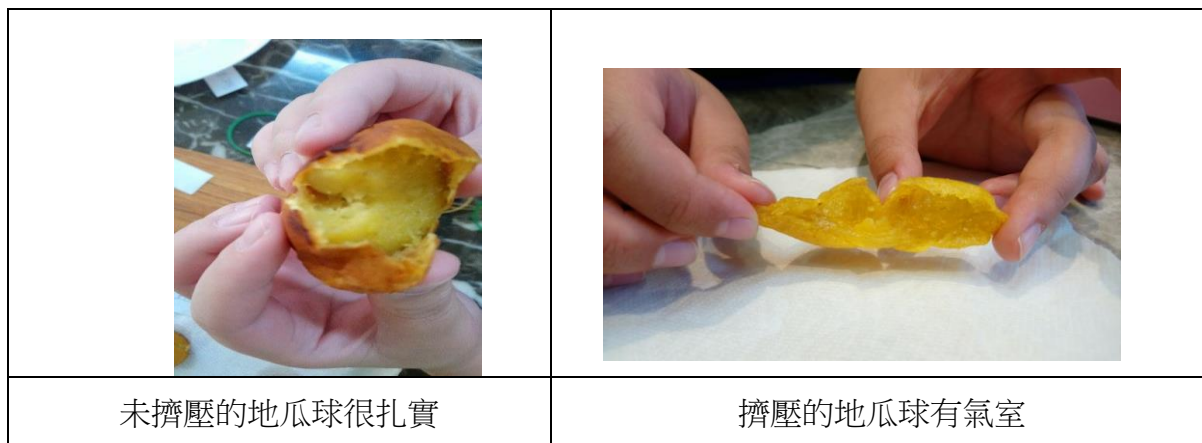
(三) 實驗結果

在此項實驗中發現：

- 1.炸過未壓和有擠壓的地瓜球有明顯不同，擠壓過的地瓜球有明顯變大。
- 2.以壓 10 下和 15 下的變化最明顯，超過 15 下以後的變化不大。
- 3.15 下之後的大小變化不大而且過分擠壓還可能出現破裂變形。



- 4.剪開未擠壓及有擠壓的地瓜球時，很明顯有發現氣室








二、地瓜球重量與膨脹大小的關係

控制變因	擠壓次數
操縱變因	地瓜球重量

(一) 實驗紀錄

重量	10g	15g	20g	25g	30g
擠壓次數(固定)	10次	10次	10次	10次	10次
炸過大小(長 x 寬) cm	3x3cm	3.6x3.6cm	3.6x3.6cm	3.7x3.7cm	3.8x3.8cm
未炸大小(長 x 寬) cm	2.4x2.4cm	3x3cm	3.2x3.2cm	3.4x3.4cm	3.6x3.6cm

		
黃地瓜 10 克壓 10 次 3*3	黃地瓜 15 克壓 10 次 3.6*3.6	黃地瓜 20 克壓 10 次 3.6*3.6
		
黃地瓜 25 克壓 10 次 3.7*3.7	黃地瓜 30 克壓 10 次 3.8*3.8	

(二) 實際品嘗

地瓜球以 10-20 克大小最好吃，超過 20 克後，感覺地瓜球有點太大，並且不夠蓬鬆。

(三) 實驗結果

1.地瓜球以 10-20 克大小最好炸，擠壓後膨脹也最明顯，口感也是最好的。

2.30 克的地瓜球不容易炸熟並且不好擠壓。

三、地瓜球材料不同與膨脹大小的關係

控制變因	擠壓次數、地瓜球芋頭球南瓜球的重量
操縱變因	材料改變（地瓜、芋頭、南瓜）

(一) 實驗記錄

種類	黃地瓜球	芋頭球	南瓜球
重量、壓的次數	10g、壓 15 下	10g、壓 15 下	10g、壓 15 下

		
黃地瓜 3*3	炸變形的芋頭球無法擠壓	炸變形的南瓜球無法擠壓

(二) 實際品嘗

黃地瓜球很 Q 彈好吃，和之前做出來的實驗結果差不多；芋頭球很香 但不 Q 彈；南瓜球很甜但也不 Q 彈。

(三) 實驗結果

1. 芋頭球一放入油鍋很容易噴油而且爆開變形，因為不斷的爆炸噴油，為了安全起見，所以完全不敢擠壓。






2. 南瓜球一炸就變形了，也無法擠壓。

四、地瓜球加入不同粉與膨脹大小的關係

控制變因	擠壓次數、地瓜球的重量
操縱變因	加入不同粉（地瓜粉、太白粉、麵粉、玉米粉）

(一) 實驗記錄

粉的種類	樹薯粉	太白粉	麵粉	地瓜粉	玉米粉
重量	10g	10g	10g	10g	10g
壓的次數	壓 15 下	壓 15 下	壓 15 下	壓 15 下	壓 15 下
大小 cm (長 x 寬)	3.6x3cm	一壓就扁了	一壓就扁了	2.8x2.8cm	一壓就扁了

		
<p>地瓜球加太白粉一壓就扁了</p>	<p>地瓜球加麵粉一壓就扁了</p>	<p>地瓜球加玉米粉一壓就扁了</p>
		
<p>地瓜球加樹薯粉 3.6*3</p>	<p>地瓜球加地瓜粉 2.8*2.8</p>	

(二) 實際品嘗

地瓜球加樹薯粉炸起來的地瓜球最大最好吃，加地瓜粉也不錯但沒有膨脹很大，其他加太白粉玉米粉及麵粉的地瓜球都像在吃地瓜麻糬一樣。

(三) 實驗結果

1. 地瓜球加樹薯粉炸起來的地瓜球最大。
2. 地瓜球加地瓜粉口感也不錯但沒有膨脹很大。
3. 地瓜球加太白粉、麵粉、玉米粉都無法擠壓，一壓就扁掉了。

五、地瓜球有無加入泡打粉與大小的關係

控制變因	地瓜球芋頭球南瓜球的重量
操縱變因	加入泡打粉

(一) 實驗記錄

	未加泡打粉	有加泡打粉 1g
地瓜球 10g 大小(長 x 寬)	2.7x2.7cm	2.7x2.7cm
芋頭球 10g 大小(長 x 寬)	3x2.5cm	3x2.5cm
南瓜球 10g 大小(長 x 寬)	2.7x2.4cm	3x3cm

		
地瓜球加(未加)泡打粉比較	南瓜球加(未加)泡打粉比較	芋頭球加(未加)泡打粉比較

(二) 實際品嚐

無論是地瓜球、芋頭球還是南瓜球，加了泡打粉後都覺得非常蓬鬆好吃。

(三) 實驗結果

1. 加了泡打粉地瓜球、芋頭球、南瓜球一下鍋，雖然沒有擠壓但還是會膨脹，可是來的急也去得快，一起鍋來不及拍照就縮小了，但是口感還是不錯。
2. 加了泡打粉地瓜球、芋頭球、南瓜球雖然大小相差不大，但是邊緣都不整齊，好像炸開來一樣。

陸、討論

一、為什麼地瓜球起鍋後會立刻縮扁下去，沒辦法成圓球狀？

討論：應該是溫度的關係。麵食類充分發酵後會有氣體在裡面，揉麵糰也會有空氣跑進去，另外當加熱時，氣體膨脹的程度較固體大，因此會膨漲起來。因為地瓜球在油鍋的溫度都高達 150 度左右，一起鍋瞬間失溫，裡面的熱空氣一冷就會收縮，合乎熱脹冷縮原理。

二、炸完的地瓜球怎麼讓它不會扁下去？

討論：既然是因為熱脹冷縮的關係，所以一起鍋可以考慮放在溫度高的地方保溫，像一些連鎖速食店都會將剛起鍋的炸物先放到保溫箱保溫，以免影響賣像。第二種方法是參考網路的建議，可以將油溫再提高約 170 度，使得地瓜球更定型就不容易變形。

三、為何芋頭球和南瓜球無法擠壓是否和地瓜球的成分不同？

討論：上網查閱的結果，發現 3 種食物的營養成分果然不同，或許是裡面的某種成分的影響，因為這次實驗我們主要是要了解不同材料是否也可以做成 QQ 球，發現了芋頭和南瓜較不適合，至於這 3 種食材成分的探討，可以做為下次科展的題材。

三種食材成分

<p>地瓜</p> 	<p>蕃薯含有蛋白質，醣類（主要由麥芽糖及葡萄糖組成甜味較溫和），鈣，維生素 C 及磷、胡蘿蔔素、高纖維等。除此之外，番薯含有人體必需的賴氨酸，比稻米和麵粉含量都高，因此它的營養成分可說是相當完備的。</p>
<p>芋頭</p> 	<p>芋頭中含有豐富的蛋白質、鈣、磷、鐵、鉀、鎂、鈉、胡蘿蔔素、煙酸、維生素 C、B 族維生素、皂角甙等多種成分，而所含的礦物質中，氟的含量較高，具有潔齒防齲、保護牙齒的作用。</p>
<p>南瓜</p> 	<p>南瓜中富含水分，維他命 A ，維他命 B1，維他命 B2 ，維他命 B6 ，維他命 C ，微量維他命 E，礦物質鈣，磷，鐵，鎂，鉀，鈉，及稀有元素，如：鋅、硒、銅、鈷、鎳、鉻、菸鹼酸等；另含植物性化學物質，如：β-胡蘿蔔素、黃體素酚、甘露醇、果膠等，尤其是β-胡蘿蔔素含量是瓜類之冠。</p>

四、泡打粉對食物的影響？

討論：泡打粉 (Baking Powder) 是一種化學性膨鬆劑，在料理過程中碰到溫度升高時，便會產生氣體 - 二氧化碳 CO₂，造成麵糰鼓起、脹大，經過烘烤定型之後，就成為各式各樣的蛋糕、點心。當蛋糕切開時，切面上一個一個的小洞，就是膨鬆劑產生的氣體溶解在麵糰內所留下的證據。所以這就是為什麼加了泡打粉的地瓜球、芋頭球、南瓜球沒有擠壓也會有蓬鬆的感覺，但是泡打粉釋放二氧化碳會分兩個階段，第一個階段在遇到高溫時會先釋放少量的二氧化碳，第二個階段要再把食物放到烤箱烘焙，才會釋放更大量的二氧化碳並定型。這也就足以說明在這次實驗中加了泡打粉的地瓜球、芋頭球、南瓜球為什麼會先膨脹，但馬上消風，因為我們沒有再進一步的烘焙料理，這些球的邊緣都呈現不規則狀，也都是因為泡打粉所產生的二氧化碳所造成的氣孔而留下的證據。

五、地瓜球的重量越重為什麼不會膨脹越大？

討論：地瓜球油炸的過程中，須不斷擠壓麵糰，這是為了可以將油炸出來，讓空氣回跑進去，空氣會讓麵糰膨脹得更大，地瓜球也會較 Q、較有咬勁。太大的地瓜球不易炸熟，也很難擠壓，自然無法讓更多空氣進入，所以適得其反，不 Q 彈也不好吃反而得不到效果。

六、為什麼地瓜加入不同的粉會產生不同的效果？

討論：地瓜加入麵粉、玉米粉及太白粉並無法做出 Q 彈口感的地瓜球，所以不同的粉有不同的效果，我們認為應該也是成分不同的原因，這次實驗我們主要是要了解地瓜加入不同材料是否也可以做成 QQ 球，結果發現了樹薯粉最適合，而市面上所販賣的地瓜球及網路教學影片也大多都是加入樹薯粉。

七、用剩的炸油部分，該如何處理？

討論：只能回收或做手工皂或再炸一二次。但是高溫的油較會產生對人體有害的物質，雖然油炸的食物都比較香，但是還是不能太常吃。

柒、結論

原本只是想做可口美味的地瓜球，沒想到一顆 Q 彈的地瓜球藏有這麼多學問，以下就是我們這次做完實驗所得到的結論。

- 一、 麵食類充分發酵後會有氣體在裡面，揉麵糰也會有空氣跑進去，另外當加熱時，氣體膨脹的程度較固體大，因此會膨漲起來。
- 二、 油炸的過程中，須不斷擠壓麵糰，這是為了可以將油炸出來，讓空氣回跑進去，空氣會讓麵糰澎漲得更大，地瓜球也會較 Q、較有咬勁。所以我們將炸好擠壓過的的地瓜球剪開來，和沒有經過擠壓的地瓜球做比較，結果發現地瓜球的中心真的是空心的，發現了地瓜球也有氣室。
- 三、 地瓜球開始浮出油面後，就以大湯匙按壓地瓜球，剛開始壓 5 下、10 下及 15 下的結果都很明顯，可以看到地瓜球變大了，但超過 15 下以後，地瓜球變化不大，反而因為過度的擠壓而產生變形，無法精準的測量。這與網路上建議擠壓地瓜球的次數最好是 10-15 下不謀而合，得到應證。
- 四、 地瓜球不可以揉太大，因為容易炸不熟又很難擠壓，這也和網路建議每一顆重量維持在 10 克上下為最佳。
- 五、 市面上除了地瓜球外幾乎找不到賣芋頭球及南瓜球，這可能與芋頭球和南瓜球不能擠壓有關，所以這兩種食物無法像地瓜球一樣有 Q 彈的口感。
- 六、 大家都以為樹薯粉＝地瓜粉，但經過這次的實驗發現這兩種粉成分不同，地瓜粉是由地瓜所萃取出來的，而樹薯粉是由樹薯根所製成的，其實這 2 種粉都可以做出 Q 彈的地瓜球，但經過這次的實驗發現樹薯粉的膨脹效果好像更好，樹薯粉的價格也比較便宜，所以一般我們所買到的地瓜球大都是加樹薯粉，我們也覺得加樹薯粉的地瓜球最好吃。

七、 地瓜加入麵粉、玉米粉及太白粉並無法做出 Q 彈口感的地瓜球，所以不同的粉有不同的功能，難怪超市光是粉就有一大堆，例如：麵粉就有高筋中筋低筋，做過這次實驗，我們都覺得料理是個大學問，更感謝那些料理達人提供給我們許多寶貴的意見。

八、 在地瓜球中加入泡打粉，可以免除擠壓的手續，是一種快速的料理方式，但是泡打粉畢竟是一種化學粉末，而且有的泡打粉還有含鋁，過量食用都會危害人體的健康，所以還是少用為妙。

因為愛吃，所以讓我們有自己動手做的動機，沒想動小小的一顆地瓜球，竟然也藏有許多科學的奧妙，這次的實驗讓我們很有成就感。仔細觀察常會有意外的發現，帶給我們的美好生活。經過這次的實驗後，我們終於能炸出美味又美觀的地瓜球了一追球丸美(追求完美)，成功！科學真的好好玩！

捌、參考資料及其他

一、 如何做出金黃酥脆的夜市地瓜球（2017 年 3 月 22 日）。取自
<http://dreamchefhome.com/20177-qg-fried-sweet-patato-balls/>

二、【自製】夜市香 Q 地瓜球-做法簡單。取自
<https://icook.tw/recipes/98960>

三、QQ 地瓜球。取自
<https://icook.tw/recipes/56304>

四、 地瓜球膨脹的原理，明明被壓扁為什麼還會礮起來？（2015 年 11 月 14 日）。取自
<https://blog.xuite.net/spc9497/twblog/356794897>

五、 烘培蘇打與泡打粉的作用差異。取自
<https://www.briancuisine.com/baking-soda-and-baking-powder-difference/>