

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)

組 別：國小組

作品名稱：我的「懶人獨享包」-冷凍調理微波爆米花

關 鍵 詞：爆米花、冷凍微波調理包

編號：

我的「懶人獨享包」---冷凍調理微波爆米花

摘要

我們的研究主題就是要做出爆米花的冷凍微波調理包，調配出最佳的玉米粒、油、糖比例，讓我們只要用微波爐加熱幾分鐘就可以吃到健康又美味的爆米花，而且適合一人獨享的份量。實驗結果發現，爆爆米花還是要添加一些食用油較佳，不但爆開率較高，同時又增加風味，但不宜過多，否則爆米花會有油膩感；調理包紙袋大小要適宜，約為玉米粒體積的40倍即可，過小容易燒焦；加入的糖水則以重量百分濃度40%最佳。總結，以前述的原料比例製成調理包，放進微波爐加熱3分鐘，爆米花的爆開率及外觀最佳。冷凍微波爆米花調理包可以一次大量製作，放置冷凍庫存放，要吃之前再加熱即可，方便又簡單。

壹、研究動機

放學後總會肚子餓，但距離吃晚餐還有一段時間，我會吃一些點心讓自己不會那麼餓。一次偶然機會，我發現便利商店有賣微波爆米花，我好奇地買了一包，看著店員將爆米花放進微波爐，原本扁扁的一包幾分鐘過後膨脹成一大包，打開後香氣四溢。吃著剛微波好的爆米花，一口接著一口停不下來，可是才吃了半包就飽了，份量對我一個小學生來說有點多。超商微波爆米花很方便，但口味較重，觀察吃完後的內袋油油的，可能是放了很多油吧?閱讀包裝說明，發現加了不少食品添加物，如此也才能在常溫下保存15個月。於是我想做一個一人份的冷凍調理微波爆米花，並調配出美味、減糖少油、無食品添加物又方便調理的健康爆米花。

貳、研究目的

- 一、瞭解微波爐加熱原理、爆米花原理，量測爆米花玉米粒的各項物理特性。
- 二、探討有無用油以及加熱時間長短對玉米粒爆開程度的差異情形。
- 三、探討不同紙袋大小對玉米粒爆開程度的差異情形。
- 四、探討加入不同油量、油品對玉米粒爆開程度的差異情形。
- 五、探討探討不同濃度的糖水溶液對玉米粒爆開程度的差異情形。

參、研究設備及器材

	名稱	說明
1	爆米花專用玉米粒	爆裂玉米，於食品原料行購得，為一般蝴蝶狀爆米花。
2	微波爐	國際牌微電腦微波爐(NN-ST34H，25L)，微波輸出800W，2018年出廠
3	烘焙紙	適用烤箱、微波爐，可耐熱250°C
4	冷壓初榨椰子油	冷壓初榨的植物油保留較多的植物多酚，椰香味較濃，椰子油對熱很穩定，但飽和脂肪酸含量比較高，要適量攝取。
5	無鹽奶油	80%油脂，15%水分，5%酪蛋白。調理時較容易燒焦。
6	二號砂糖	保留些許的糖蜜，帶點琥珀色，與白砂糖相比，保留了更多蔗香，製成焦糖，爆米花顏色較漂亮。
7	微量電子秤	最大秤重500g，精密度0.01g
8	其他用品	20毫升量筒、美紋膠帶、尺、美工刀、水、湯匙、耐熱手套

肆、研究過程

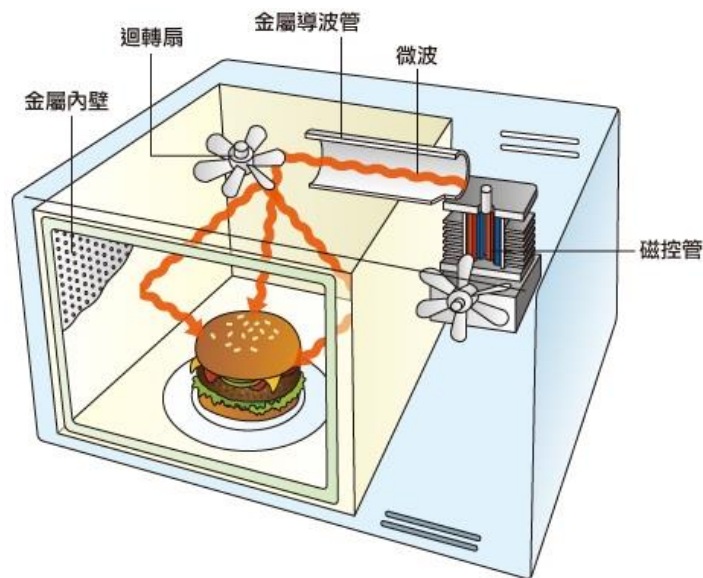
一、瞭解微波爐加熱原理、爆米花原理，量測爆米花玉米粒的各項物理特性

(一)微波爐加熱原理

微波爐右上方的磁控管通電後會產生微波，微波透過金屬導波管傳至迴轉扇，迴轉扇將微波均勻發散到爐內金屬內壁上，並不斷反射，食物內水分子吸收微波而旋轉摩擦生熱，食物也得以加熱。（電腦繪圖：姚裕評）

當微波傳遞抵達物質時，物質對微波的反應分為穿透、反射、吸收三種。微波可穿透玻璃、陶瓷、塑膠而不被吸收，含水或脂肪的食物則會吸收微波能量並發熱。

有人擔心微波輻射會「污染」食物，甚至「腐蝕腸胃」。其實，微波加熱只是將「電能」轉變為「熱能」的一個過程，微波本身並不會「殘留」在食物中。

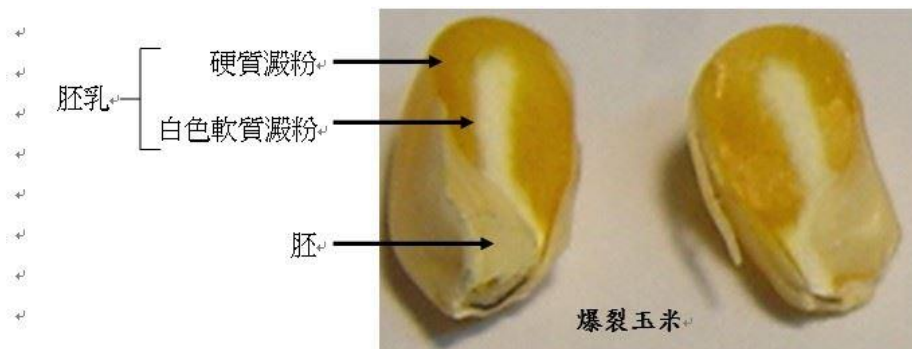


(二)爆米花原理

玉米的台語為「番麥」顧名思義，這種植物為外來種。最先是五千年前，在美洲的印地安人就發現玉米可以煮來食用，甚至有些神話故事跟玉米有關；並不是所有的玉米都會爆開，由於不同種的玉米所含的水分、蛋白質、澱粉的比例不同，所以她們各自有不同的用途，有些可做爆玉米花，有的可以炸玉米油，磨成玉米粉或做成動物的飼料。

用來做爆米花的玉米，再新鮮時的正常含水量是百分之十六，為了使它爆開，必須將含水量降到百分之十三至百分之十四之間，將玉米類乾燥後，須以密封的容器封住保存；做爆玉米花可以使用熱油或打入熱空氣，甚至用爐火將玉米粒加熱至極高的溫度，玉米粒內的水分開始沸騰變成水蒸氣，加上玉米粒的外皮非常堅硬，當玉米粒內部的蒸氣含量便多，壓力增加到非常高時，便會碰的醫生爆開，裡面的蛋白質、澱粉和水蒸氣也散出來了，水分會迅速逸入空氣中，留下澱粉和蛋白質外翻形成的乾燥蓬鬆爆米花。摘錄自《科學爆米花：不可思議的廚房實驗室》遠哲科學教育基金會出版1996 P41、P42

爆裂玉米為何能有較明顯的膨脹，觀察剖面可以發現，玉米的胚乳有兩層。爆裂玉米的硬質澱粉完全均勻地將軟質澱粉包覆於其中，，因此在加熱的過程中，硬質澱粉如同壓力鍋一般，能夠使內部的軟質澱粉達到較高的壓力，使軟質澱粉中的水分達在較高溫度才沸騰氣化，一口氣膨脹，因此膨脹率較高，迸裂的程度也較佳。



總結，爆米花涉及物理與化學過程：①物理方面：加熱使壓力增加，瞬間減壓、氣爆；
 ②化學方面：裡頭所含的澱粉漿，受高溫產生吹泡泡效果，突然釋壓造成體積驟增，絕熱膨脹使溫度下降，澱粉質冷卻凝固成海綿狀的固體。玉米種子有堅硬的外膜，加熱過程，內部壓力不斷上升，當壓力大到超過外殼負荷時，就會爆裂，產生爆米花，使體積迅速膨脹。

(三)量測爆米花玉米粒的各項物理特性

實驗步驟

- 1.用微量電子秤稱取玉米粒10克。(誤差控制在0.01~0.03克)
- 2.以排水法測量其體積：放入已經裝有10毫升水的20毫升量筒中，讀取上升的水位。
- 3.重複操作5次求平均值，算出玉米粒的密度。
- 4.用微量電子秤稱取30克，重複取5次求平均值，算出玉米粒的顆數。

實驗資料與數據

	測量一	測量二	測量三	測量四	測量五	平均
玉米粒重量(g)	10.01	10.03	10.01	10.03	10	10.016
玉米粒體積(cm ³)	7.5	7.5	7.6	7.5	7.2	7.46
密度	1.33	1.34	1.32	1.34	1.39	1.34

以 30 克玉米的重量除以密度來反求體積

$$\text{體積} = \text{質量} \div \text{密度} = 30 \div 1.34 \approx 22.4(\text{立方公分})$$

	測量一	測量二	測量三	測量四	測量五	平均
玉米粒重量(g)	30.04	29.97	29.98	30.05	29.97	30.002
玉米粒數量(顆)	175	180	180	184	176	179
g/顆	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17

實驗結果與發現

- 1.密度：物質每單位體積內所含有的質量，稱為該物質的密度。用質量除以體積，即可得其密度，即「 $\text{密度} = \text{質量} \div \text{體積}$ 」。若是已知物質的密度與質量，要求體積 $= \text{質量} \div \text{密度}$ 。
- 2.我們以 10 克的玉米粒來測體積的用意在於減少誤差值，使用容量愈大的量筒在刻度讀取時越容易有誤差。量測出 10 克玉米粒的體積後再計算玉米的平均密度，依據公式計算出 30 克玉米的平均體積是 22.4 立方公分。若是以：10 克玉米的平均體積 $\times 3$ 倍($7.46 \times 3 = 22.38$)，約等於 22.4 立方公分，兩個計算方法結果一致。
- 3.觀察一整包的爆裂玉米粒可以發現顆粒有大有小，我們在秤取玉米粒時不刻意挑選，大小混雜，除非發現很明顯的破裂才挑出，這樣的取法比較接近我們平常自己做爆米花的真實情況。
- 4.測量出 30 克玉米的平均體積，數值將用於後面的研究目的三；而 30 克玉米的平均數量則用在計算玉米爆開率， $\text{爆開率} = \text{爆開顆數} \div 179 \times 100\%$ 。

二、探討有無用油以及加熱時間長短對玉米粒爆開程度的差異情形

實驗步驟

- 1.用微量電子秤秤取玉米粒30克，放入耐熱免洗瓶蓋湯碗，設定微波爐加熱2分30秒，完成後取出點數有爆開的顆數。重複操作3次。
- 2.再分別實驗兩種不同加熱時間：3分鐘和3分30秒。
- 3.用微量電子秤秤取玉米粒30克、椰子油，放入耐熱免洗瓶蓋湯碗(加蓋)，設定微波爐先加熱1分鐘，之後取出均勻搖晃約20秒，使玉米粒能沾附椰子油；再加熱1分30秒，總加熱時間2分30秒，完成後取出點數有爆開的顆數。重複操作3次。
- 4.再分別實驗兩種不同加熱時間：3分鐘和3分30秒。



實驗資料與數據

(一)沒有用油的玉米粒爆開程度

	測量一	測量二	測量三	平均
玉米粒重量(g)	30.02	30.03	30	30.02
加熱2分30秒 爆開數量(顆)	99	101	90	96.7
爆開率 (爆開顆數/179顆)	55.3%	56.4%	50.3%	54.0%

	測量一	測量二	測量三	平均
玉米粒重量(g)	30.01	30.01	30.05	30.02
加熱3分鐘 爆開數量(顆)	121	113	110	114.7
爆開率 (爆開顆數/179顆)	67.6%	63.1%	61.5%	64.1%

	測量一	測量二	測量三	平均
玉米粒重量(g)	29.99	30.01	30.02	30.01
加熱3分30秒 爆開數量(顆)	125	130	131	128.7
爆開率 (爆開顆數/179顆)	69.8%	72.6%	73.2%	71.9%

(二)有加入椰子油的玉米粒爆開程度

	測量一	測量二	測量三	平均
玉米粒重量(g)	29.99	30.03	29.98	30.00
椰子油重量(g)	10.01	10	10.01	10.00666667
加熱2分30秒 爆開數量(顆)	112	123	109	114.7
爆開率 (爆開顆數/179顆)	62.6%	68.7%	60.9%	64.1%

	第一次	第二次	第三次	平均
玉米粒重量(g)	30	30.03	29.98	30.00
椰子油重量(g)	10.01	10	9.99	10
加熱3分鐘 爆開數量(顆)	125	131	117	124.3
爆開率 (爆開顆數/179顆)	69.8%	73.2%	65.4%	69.5%

	測量一	測量二	測量三	平均
玉米粒重量(g)	30	30.03	29.98	30.00
椰子油重量(g)	10.01	10	9.99	10
加熱3分30秒 爆開數量(顆)	160	170	162	164.0
爆開率 (爆開顆數/179顆)	89.4%	95.0%	90.5%	91.6%

實驗結果與發現

1.爆開率=爆開顆數/30克玉米粒平均顆數(179)×100%。計算有爆開的玉米為下圖左邊和中間兩種，只要外皮有破裂即算爆開



左邊為爆開最完整，中間是外皮破裂，但沒有順利外翻爆出白色的米花，右邊則為完全沒爆開。

2.玉米粒沒有用油也是可以爆開，但是有用油的玉米粒爆開率較高，因為油的比熱較小，有油脂包覆的玉米粒升溫較快。

3.加熱越久爆開率越好，以加熱3分30秒的爆開率最高，無論有無用油，實驗結果皆一致。比較這6種爆米花，無用油的爆米花略小一些，加熱時間3分30秒的爆米花兩種爆米花部分外表顏色有些細微的灰黑點點，外殼顏色較深，偏咖啡色，尤其是有用油且加熱3分30秒的爆米花更明顯，試聞、試吃皆可以明顯感受到有焦炭味。



爆開較完整漂亮的



有焦黑的爆米花



沒有用油，加熱3分30秒



有用油，加熱3分30秒

- 4.選擇免洗平蓋湯碗作為實驗容器，是因為要有深度、有蓋子、適用微波爐的容器手邊沒有，只好找現成的免洗湯碗。
- 5.每顆玉米粒爆開的時間差異頗大，在加熱約30秒左右就可以聽到細微爆開的聲音，但多數在加熱2分鐘左右爆裂聲最多。
- 6.依據研究結果，我們決定接下來做的爆米花皆要添加油脂，目的是讓玉米爆開率提高，另一方面也讓爆米花有油脂的風味。

三、探討不同紙袋大小對玉米粒爆開程度的差異情形。

實驗步驟

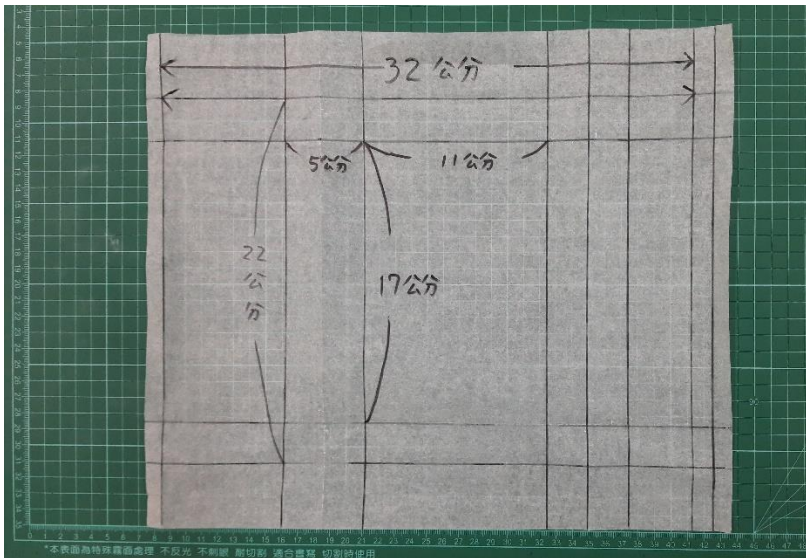
- 1.計算30克玉米粒體積的20、40、60倍。

30克玉米粒體積	20倍	40倍	60倍
22.4立方公分	448立方公分	896立方公分	1344立方公分

- 2.如下表，設計三種尺寸烘焙紙袋數個。

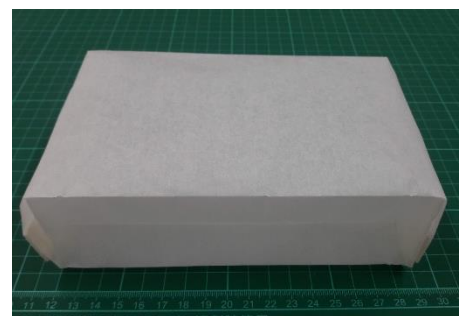
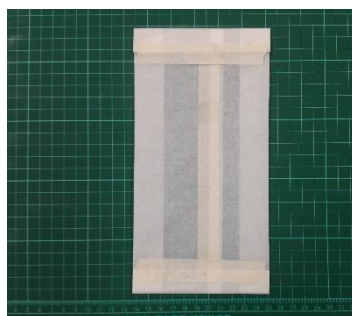
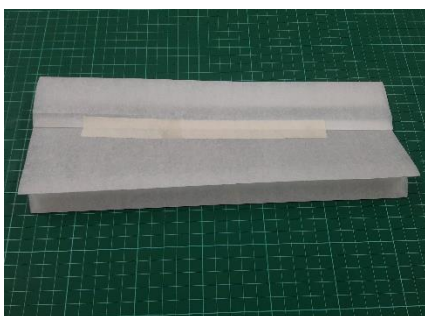
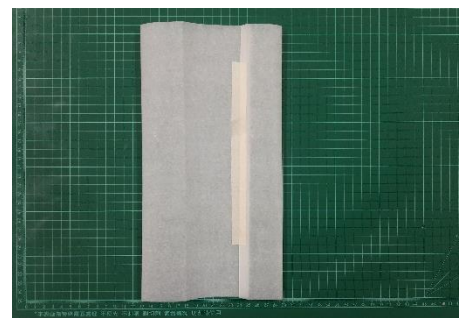
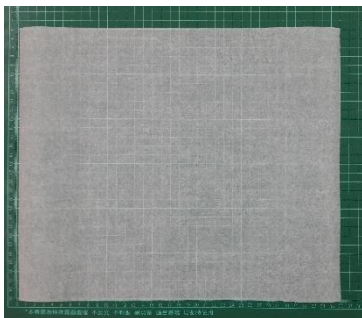
	紙袋一	紙袋二	紙袋三
原烘焙紙寬和長	24×30	30×36	30×42
扣除摺痕(長×寬×高)	8×16×5	11×22×5	13×22×6

撐開後	$8 \times (16-5) \times 5$	$11 \times (22-5) \times 5$	$13 \times (22-6) \times 6$
長方體容積	$= 8 \times 11 \times 5$	$= 11 \times 17 \times 5$	$= 13 \times 16 \times 5$
	$= 440$ (立方公分)	$= 935$ (立方公分)	$= 1248$ (立方公分)

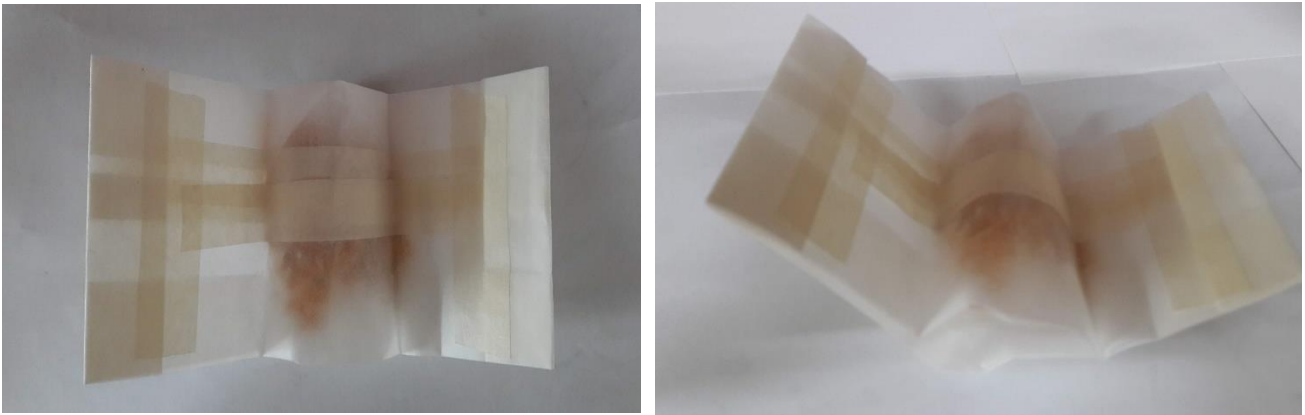


以紙袋二為例，烘焙紙的寬和長是30、36公分，扣除黏貼摺痕，平面紙袋寬、長是11、22公分，撐開為立體紙袋長、寬、高是11×17×5。

3.如圖示，烘焙紙袋製作步驟。



4.將所有食材秤重後放入紙袋中，再置入冷凍庫冷凍一天。(如下圖)



5.將調理包從冷凍庫取出，不須解凍，置入微波爐中，先設定加熱1分鐘，之後取出均勻搖晃約20秒，讓袋內所有食材均勻混合再加熱2分鐘。(以下實驗皆以此方式加熱)

實驗資料與數據

	紙袋一			平均
	第一次	第二次	第三次	
玉米粒重量(g)	30.01	30.03	30	30.01
椰子油重量(g)	10.01	10	10.01	10.01
爆開數量(顆)	127	123	116	122.0
爆開率 (爆開顆數/179顆)	70.9%	68.7%	64.8%	68.2%

	紙袋二			平均
	第一次	第二次	第三次	
玉米粒重量(g)	30	30.02	30	30.01
椰子油重量(g)	9.96	10.02	10.02	10.00
爆開數量(顆)	158	155	158	157.00
爆開率 (爆開顆數/179顆)	88.3%	86.6%	88.3%	87.7%

	紙袋三			平均
	第一次	第二次	第三次	
玉米粒重量(g)	30.04	30	30.01	30.02
椰子油重量(g)	10.01	10	10.02	10.01
爆開數量(顆)	158	162	154	158.00
爆開率 (爆開顆數/179顆)	88.3%	90.5%	86.0%	88.3%

實驗結果與發現

- 1.紙袋一容積最小，爆開率最差，而且焦黑的非常多，有一股難聞的燒焦味，非常不好吃，很明顯的失敗。紙袋三的爆開率最好，紙袋二、紙袋三爆開率相差不多，爆米花的形狀、大小也差不多，我們決定以紙袋二的大小做為接下來研究的容器，節省不必要的烘焙紙浪費。
- 2.一開始設計實驗，蒐集紙袋資料時，心想，用一般市售的防油紙袋或牛皮紙袋就好，既方便、大小選擇性又多，後來上網搜尋資料才發現，防油紙袋內部塗有一層化學物質全氟碳化物，一旦碰到高溫就有健康風險，微波爐加熱溫度都會超過 50、60°C 以上；而微波爐放入一般紙製品也有安全的疑慮，因此我們想到用烘焙紙自製紙袋。
- 3.製作紙袋前我們七嘴八舌的討論要做多大的紙袋，有人說既然要做紙袋就做大一點好了，有人又說做小紙袋比較不要浪費那麼多烘焙紙。紙袋設計會選定這三種尺寸是因為我們上網搜尋許多爆米花的知識，資料中提到玉米爆裂成爆米花，體積會膨大為原本的 20 至 40 倍，還有說可達 60 倍。我們依據此說法設定紙袋容積是以 30 克玉米粒體積的 20、40、60 倍進行實驗。
- 4.做紙袋雖然較費工，但是可以做出自己想要的容積大小，但有個美中不足的地方，就是沒有適合黏貼烘焙紙的膠帶，黏性夠又要耐高溫，我們最後選用可耐熱 90°C 的「美紋膠帶」，事實上它還是無法將烘焙紙黏得很牢固，當玉米爆開產生的熱氣以及玉米粒爆開彈飛的衝力會將紙袋膠帶接縫處撐開，袋內的熱氣會逸散出去。
- 5.摺好的平面紙袋撐開成立體紙袋，長要扣除高的長度。有趣的小發現，相同面積大小紙張摺紙袋，紙袋形狀越接近正方體，容積越大。
- 6.由於我們要做的是冷凍調理包，所有的實驗調理包都要經過冷凍過程。而加熱前要不要解凍?我們選擇不解凍直接加熱，就像一般市售微波調理包的加熱過程。

四、探討加入不同油量、油品對玉米粒爆開程度的差異情形

實驗步驟

- 1.將油秤重，和所有食材放入烘焙紙袋。椰子油、奶油2:1，先秤椰子油約6.7克，再加入奶油至10克左右。調理包要冷凍一天。
- 2.依照前述研究加熱過程加熱。

實驗資料與數據

	椰子油(少)			椰子油(多)		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
玉米粒重量(g)	30.03	30.02	30.01	30.03	30	29.99
油品總重(g)	4.98	4.99	5.01	15.02	15.01	15
爆開數量(顆)	168	162	161	145	137	141
爆開率(%)	93.9%	90.5%	89.9%	81.0%	76.5%	78.8%
平均值	91.4%			78.8%		

	椰子油約10克			奶油約10克		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
玉米粒重量(g)	30	30.02	30	30.03	30.01	29.99
油品重(g)	9.96	10.02	10.02	10	10	10.02
爆開數量(顆)	158	155	158	154	148	142
爆開率(%)	88.3%	86.6%	88.3%	86.0%	82.7%	79.3%
平均值	87.7%			82.7%		

	椰子油:奶油(1:1)			椰子油:奶油(2:1)		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
玉米粒重量(g)	30	30.03	29.98	30.03	30.01	29.99
油品總重(g)	10.01	10	9.99	10	10	10.02
爆開數量(顆)	147	148	150	145	153	158
爆開率(%)	82.1%	82.7%	83.8%	81.0%	85.5%	88.3%
平均值	82.9%			84.9%		

實驗結果與發現

- 1.研究三已經實驗過玉米粒加 10 克椰子油的爆開率，研究四繼續探討油量多寡與爆開率的相關性。我們發現，用 5 克椰子油的爆開率最好，但多數爆米花有灰黑點點焦黑，外殼顏色較深，爆米花顆粒較小；用 10 克椰子油次之；用 15 克椰子油爆開率較差，爆米花外觀、

顏色佳，可發現烘焙紙袋內油油的，手摸過爆米花也覺得有些油膩感。油量多寡與爆開率成反比。

2.使用椰子油或奶油玉米爆開率皆有 8 成以上，純奶油則略低一些，焦黑的玉米粒明顯較多。

椰子油、奶油混合的，爆開率差不多，爆米花外觀、色澤差異不大

3.此次研究最主要是希望爆米花能有些奶油風味，降低一點椰子油的味道，但經過實驗發現使用純奶油的容易焦，即使以椰子油、奶油 1 比 1 的比例，也是會焦，只好提高椰子油的比例，然而椰子油的風味實在太濃郁了，只加入少許的奶油，要非常仔細品嚐才能感受到些許奶油的香氣。我們為了有良好的爆開率及外觀，只好設定椰子油、奶油 2 比 1 的比例進行下一個研究。

3.奶油在烹調時容易燒焦的原因，是因為奶油不是百分之百純脂肪，有約 80%脂肪和 20%水及酪蛋白。加熱初期會有泡沫，水分因加熱開始改變型態，加熱超過 100°C 水分蒸發，溫度會直線上升，溫度在 130°C 酪蛋白和乳糖開始變焦糖色

五、探討探討不同濃度的糖水溶液對玉米粒爆開程度的差異情形

實驗步驟

1.將糖和水依照設定的比例調製好，和所有食材放入烘焙紙袋，冷凍一天。

$$\text{重量百分比濃度(\%)} = \frac{\text{溶質質量}}{\text{溶液質量}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{糖重}}{\text{糖重} + \text{水重}} \times 100\%$$

$$(1) \frac{10}{10+5} \times 100\% = \frac{10}{15} \times 100\% = 67\%$$

$$(2) \frac{10}{10+10} \times 100\% = \frac{10}{20} \times 100\% = 50\%$$

$$(3) \frac{10}{10+15} \times 100\% = \frac{10}{25} \times 100\% = 40\%$$

$$(4) \frac{10}{10+20} \times 100\% = \frac{10}{30} \times 100\% = 33\%$$

2.依照前述研究加熱過程加熱。

實驗資料與數據









	糖(10g):水(5g)，濃度=67%			糖(10g):水(10g)，濃度=50%		
	加熱時間3分鐘			加熱時間3分鐘		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
玉米粒重量(g)	30.02	30.01	30.02	30	30.03	30.01
油品重(g)	10.03	10	10	9.99	10	9.99
爆開數量(顆)	171	170	167	168	169	173
爆開率(%)	95.5%	95.0%	93.3%	93.9%	94.4%	96.6%
平均值	94.6%			95.0%		

	糖(10g):水(15g)，濃度=40%			糖(10g):水(20g)，濃度=33%		
	加熱時間3分鐘			加熱時間3分鐘		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
玉米粒重量(g)	30.4	29.99	30	30	30.1	30
油品重(g)	10.01	10	10	10.02	10.01	10.01
爆開數量(顆)	137	138	135	105	101	99
爆開率(%)	76.5%	77.1%	75.4%	58.7%	56.4%	55.3%
平均值	76.4%			56.8%		

	糖(10g):水(15g)，濃度=40%			糖(10g):水(20g)，濃度=33%		
	加熱時間3分30秒			加熱時間3分30秒		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
玉米粒重量(g)	30.01	30.03	30	30.01	30.04	30
油品重(g)	10.01	10	10	9.99	9.98	10
爆開數量(顆)	165	170	166	118	124	133
爆開率(%)	92.2%	95.0%	92.7%	65.9%	69.3%	74.3%
平均值	93.3%			69.8%		

實驗結果與發現

- 1.加入糖水濃度 67%、50%製作出來的爆米花爆開率都超過九成以上，但是焦黑的非常多，爆米花品質很不理想；糖水濃度 40%、33%的爆米花爆開率較低，大多爆米花有沾附焦糖，外觀、顏色佳。
- 2.糖水濃度太高，容易造成爆米花燒焦，糖水濃度低一點，可以讓焦糖較均勻的沾附在爆米花上，但加熱時間要延長，因此試著增加加熱時間 30 秒，爆開率果然提高不少，但糖水濃度 40%的組別爆米花有部分焦黑的情形出現。
- 3.總結，以糖水濃度 40%，加熱 3 分鐘的調理包，爆米花的爆開率及外觀較佳。

糖水濃度	整體外觀	紙袋內部
67%，加熱 3 分鐘		
50%，加熱 3 分鐘		
40%，加熱 3 分鐘		
33%，加熱 3 分 30 秒		

4. 用一般鍋子煮焦糖即使不加水或油，也是可以成功，原本我們的構想是直接將二砂放入烘焙紙袋，與玉米粒和油一起混合加熱就好，因為但實驗結出乎我們意料之外，完全失敗，有半數爆米花焦黑。我們推測可能是短時間溫度升高過快導致，為了讓溫度升高緩慢一些，決定加入一些水。糖和水分開加入，可能食材會混合比較不均勻，於是我們先製作好糖水，再倒入烘焙紙袋。

5. 我們的爆米花以健康導向為訴求，所以盡量以少油少糖的方式來製作，市售爆米花為了讓

焦糖能包覆住爆米花使口感酥脆，會用較多的糖，我們不希望攝取過多的糖分，因此設定糖量為 10 克。至於要加多少水?重量百分濃度為多少?我們也無法預估，只好先從 10 克糖加 5 克水做實驗。製作糖水時，有些比例的糖水糖顆粒無法完全溶解，我們查了資料，才知道溶液達飽和溶質就無法溶解，我們還是將糖水和未溶解的糖顆粒都到入紙袋中。

6.以 25 克、重量百分濃度 40%的糖水的量做出的焦糖液，並沒有辦法將所有爆米花皆沾附到，因此吃起來的味道只有微甜，但不會膩。

伍、研究結果

我們這次的研究就是希望做出方便調理又健康美味的爆米花，所以我們的構想就是把它做成冷凍調理包，再用微波爐去加熱，所以我們設定了五個研究目的，依照實驗數據調整調理包的成分比例。我們的結論如下：

- 一、實驗結果發現，爆爆米花還是要添加一些食用油較佳，不但爆開率較高，同時又增加風味，但不宜過多，否則爆米花會有油膩感；調理包紙袋大小要適宜，約為玉米粒體積的 40 倍即可，過小容易燒焦；加入的糖水則以重量百分濃度 40%最佳。總結，以前述的原料比例製成調理包，放進微波爐加熱 3 分鐘，爆米花的爆開率及外觀最佳。
- 二、玉米粒不用油也是可以爆裂開來，但是有用油的玉米粒爆開率較高，因為油的比熱較低，溫度升高較快，在相同的加熱時間下，玉米粒能接受到較高的溫度而使爆開率較高，而且有用油的玉米粒會因使用油品不同而呈現不同風味，這次選用油子油與奶油混合，目的就是利用這兩種油本身的特殊香氣來增加爆米花的風味，而不需另外添加香料物質，而椰子奶油風味的爆米花，有點像零食乖乖，令我們驚喜。
- 三、微波加熱爆米花時使用的容器材質、大小，也會影響玉米粒爆開的程度。在相同的加熱時間(3 分鐘)下，自製烘焙紙紙袋爆開率較耐熱免洗平蓋湯碗高。免洗湯碗跟自製烘焙紙紙袋相比，它的材質較厚，對微波阻隔會比烘焙紙高，底面積較大，搖晃時沾附油脂較少，以致於整體玉米粒爆開率較低。

- 四、利用微波爐爆爆米花最大的優點就是加熱快速，一次製作數包調理包，放置於冷凍庫中冰存，想吃爆米花時隨時可以取出用微波爐加熱即可，可以免去每次爆米花前要將食材秤重，又要準備烹調器具的不方便。
- 五、此次實驗最主要的加熱設備為家用型微波爐，機種較新，微波輸出功率較商業用微波爐低，若要將實驗成果冷凍微波調理爆米花包加熱時間直接類推到其他機種，必須再重新做測試，因為家用型、商用型微波輸出功率不同，且機型不同、設備使用年代不同，加熱效能會有所不同，調理時間會有差異。
- 六、我們原本想要輕輕鬆鬆做出爆米花懶人包，但是在實驗過程中卻遇到許多困難以及器材設備需要改進，無法如原先設想的狀況進行，例如：要小心仔細的摺紙袋、要將二號砂糖先調配成糖水……，這些額外增加的手續，讓實驗增加許多複雜度，是美中不足的地方。

陸、討論

- 一、實驗前我們猜測油量越多，食物加熱越容易熟，這次研究目的四的結果卻出現用油越少反而爆開率越佳，這是值得再深入進行探究的問題。
- 二、最佳賣相爆米花爆開率約是在八成左右，試著增加加熱的時間，爆開率增加了，但會出現玉米粒外殼過黑、爆米花朵粒縮小，甚至整顆焦黑的情形出現。無法魚與熊掌兼得。是否能設計出爆開率高、爆米花外型佳的爆米花方式，可做為日後研究目的。
- 三、我們將爆好的爆米花倒出來，發現很多焦糖仍沉澱在紙袋內，沒有沾附在爆米花上，覺得有點可惜。未來的研究若能朝向，分次加熱，把以爆開的爆米花移出，未爆開的繼續加熱，或是增加紙袋搖晃次數……，如此就能達到接近百分之百的爆開率或是更多焦糖包覆於爆米花上?但我們的訴求是「懶人偷吃步」，製作過程越精簡、方便越佳，因此實驗並沒有朝此構想著手進行，可待作為日後研究的參考目的。

柒、參考資料

1.網路文章：爆米花!你為什麼會開花?(爆米花成因介紹)

<https://www.coco01.today/post/443871>

2.網路文章：科學家的爆米花

<https://read01.com/zh-tw/nx6MBQ7.html#.XkIObzIzaM9>

3.Tina L. Seelig(1994) 。科學爆米花--不可思議的廚房實驗室。台北：遠哲科學教育基金會出版。

4.網路文章：從戰場到廚房——讓現代人又愛又怕的微波爐

<https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=easylearn&id=1853>