

# 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

080804

環保“豆”寒冬

學校名稱：雲林縣斗六市石榴國民小學

作者：  小五 張浚富  小五 楊舒涵  小五 蔡佳蓁  小五 劉哲維	指導老師：  鄭雅婷  陳宜惠
---	-----------------------------

關鍵詞：紅豆、暖暖包

## 摘要

本實驗透過觀察不同豆類，加熱後溫度變化及維持狀況，篩選出保暖效果較佳的豆子來自製暖暖包。由實驗數據得到保暖效果較佳的豆子，再實驗豆子加熱時間長短及重量多寡，是暖暖包保溫效果最佳的比例。

### 壹、 研究動機

每當冬天來臨時，大家手上都會帶著小小包的暖暖包取暖。但是之前上課時，老師曾跟我們說過市面上販賣的拋棄式暖暖包其實很不環保，裡面的成份大多都是化學成份，用過一次就無法再次使用，而且如果將使用完的暖暖包丟棄在垃圾桶內，接觸到其他的清潔用品，容易產生危險。

剛好在網路上看到有人利用微波爐和紅豆來自製暖暖包，我們覺得很有趣，而且製作的材料容易取得，紅豆還可以重複使用，費用也比去外面買暖暖包來的便宜，所以我們決定自己動手做暖暖包。

### 貳、 研究目的

- 一、 探討市售暖暖包成分及暖暖包保溫時效
- 二、 哪一種豆子保溫效果最佳，適合拿來製作環保暖暖包
- 三、 測試紅豆暖暖包重複加熱使用效果是否一樣好
- 四、 豆子加熱時間長短對保溫時效的影響
- 五、 豆子量的多寡對保溫時效的影響
- 六、 不同的布袋對暖暖包的保溫時效影響
- 七、 將紅豆混和比熱較大的物質，是否能提高保暖時效。

## 參、 研究設備及器材

			
溫度計	燒杯	微波爐	紅茶包棉袋
			
計時器	電子秤	白兔暖暖包	花生
			
紅豆	綠豆	黑豆	黃豆
			
玉米	白米	襪子	滷包棉袋
			
中藥包不織布袋	活性炭	竹炭	木屑

			
紅外線溫度計	襪子 A、B、C		

## 肆、 研究過程或方法

### 一、實驗一：探討市售暖暖包成分及保溫時效

#### (一)、 準備材料：

白兔暖暖包、量杯、溫度計(110°C 溫度計)、剪刀

#### (二)、 白兔暖暖包成分：鐵粉、水、活性碳、蛭石、吸水性樹脂、食鹽

#### (三)、 暖暖包會發熱的原因：

我們上網找了資料，了解市售拋棄式暖暖包中鐵粉、水、鹽是造成發熱的主因，而蛭石、活性碳能吸收水分，使得鐵粉氧化後放出熱量。但一般市售的暖暖包並沒有含水，但為了方便隨時使用，所以需要蛭石及活性碳做為保水劑，市售的暖暖包加了食鹽，是為了催化鐵的氧化。

#### (四)、 實驗步驟：

1. 將白兔暖暖包剪開，把溫度計插入暖暖包內並攪拌
2. 白兔暖暖包取出後，把暖暖包綁在溫度計上
3. 分別觀察每 10 分鐘後的溫度變化，到降至常溫所需時間

#### (五)、 實驗記錄：

		
圖 1-1-白兔暖暖包(剪開)	圖 1-2-白兔暖暖包(未剪開)	圖 1-3 室溫 19°C



圖 1-4-學生觀察溫度變化過程

時間變化	白兔暖暖包(剪開)	白兔暖暖包(未剪開)
10 分鐘後的溫度	45 °C	38 °C
20 分鐘後的溫度	61 °C	44 °C
30 分鐘後的溫度	66 °C	47 °C
40 分鐘後溫度	67 °C	49 °C
50 分鐘後溫度	68 °C	50 °C
1 小時後的溫度	70 °C	51 °C
1 小時 10 分鐘後溫度	71 °C	51 °C
1 小時 20 分鐘後溫度	72 °C	51 °C
1 小時 30 分鐘後溫度	72 °C	51 °C
1 小時 40 分鐘後溫度	72 °C	51 °C
1 小時 50 分鐘後溫度	72 °C	51 °C
2 小時後溫度	72 °C	52 °C
6 小時後溫度	66 °C	47 °C
12 小時後溫度	34 °C	32 °C
降至常溫時間	約 23 小時	約 23 小時

表 1-1

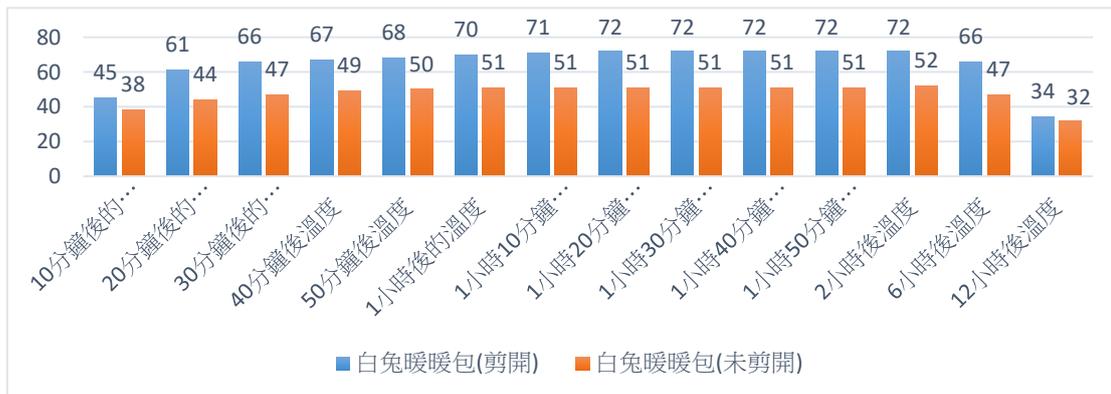


表 1-2

(六)、 實驗結果：

1. 剪開的暖暖包，接觸的空氣量面積較大，化學物質反應較快，溫度上升的很快且很高。
2. 未剪開的暖暖包，接觸的空氣量面積較少，化學物質反應較慢，上升溫度較慢，且沒有比剪開的暖暖包溫度來的高。
3. 觀察到第 6 小時，溫度開始下降，到 12 小時後，剪開與未剪開溫度降到 30 度左右，我們用手去接觸暖暖包時，感覺溫溫的，已經覺得不暖和。
4. 因此我們得知，市售暖暖剪開與未剪開的溫度到 1 小時後就保持恆溫，時間長達 6 小時。

二、實驗二：哪一種豆子保溫效果最好最適合做暖包？

(一)、 準備材料：

溫度計(110℃ 溫度計)、微波爐、燒杯、五穀類種子、棉袋、計時器、電子秤

(二)、 實驗二 2-1 步驟：

1. 將每一種豆子用電子秤秤 100 公克，並放入棉袋中，把袋口綁起來。
2. 再將秤完的豆子放入微波爐，加熱 1 分鐘。
3. 加熱好後，將溫度計插入裝有豆子的棉袋中，綁緊袋口，觀察溫度計溫度變化情況。
4. 比較每一種豆子剛取出時的溫度並記錄。

實驗記錄：

室溫 23℃ 微波功率：強



圖 2-1- 7 種豆子



圖 2-2-加熱後觀察溫度變化



圖 2-3-學生加熱豆子

第一次實驗：

編號	1	2	3	4	5	6	7
種類	綠豆	紅豆	黃豆	黑豆	玉米	花生	白米
剛取出時的溫度	97 °C	85 °C	74 °C	89 °C	93 °C	78 °C	92 °C
5 分鐘後的溫度	93 °C	88 °C	68 °C	85 °C	86 °C	77 °C	87 °C
10 分鐘後的溫度	77 °C	73 °C	64 °C	82 °C	81 °C	75 °C	73 °C
15 分鐘後的溫度	71 °C	68 °C	60 °C	74 °C	74 °C	71 °C	69 °C
20 分鐘後的溫度	66 °C	62 °C	57 °C	68 °C	67 °C	67 °C	62 °C
25 分鐘後的溫度	63 °C	59 °C	55 °C	62 °C	63 °C	62 °C	57 °C
30 分鐘後的溫度	58 °C	55 °C	51 °C	59 °C	58 °C	58 °C	54 °C
1 小時的溫度	41 °C	41 °C	40 °C	41 °C	41 °C	42 °C	41 °C
最高溫	97 °C	85 °C	74 °C	89 °C	93 °C	78 °C	92 °C
最低溫	41 °C	41 °C	40 °C	41 °C	41 °C	42 °C	41 °C

第二次實驗：

編號	1	2	3	4	5	6	7
種類	綠豆	紅豆	黃豆	黑豆	玉米	花生	白米
剛取出時的溫度	100 °C	89 °C	99 °C	96 °C	101 °C	85 °C	98 °C
5 分鐘後的溫度	96 °C	86 °C	93 °C	92 °C	96 °C	83 °C	88 °C
10 分鐘後的溫度	91 °C	81 °C	89 °C	88 °C	90 °C	80 °C	82 °C
15 分鐘後的溫度	88 °C	75 °C	84 °C	83 °C	84 °C	86 °C	70 °C
20 分鐘後的溫度	73 °C	70 °C	76 °C	75 °C	77 °C	70 °C	66 °C
25 分鐘後的溫度	67 °C	64 °C	67 °C	69 °C	72 °C	66 °C	61 °C
30 分鐘後的溫度	62 °C	62 °C	61 °C	64 °C	67 °C	61 °C	56 °C
最高溫	100 °C	89 °C	99 °C	96 °C	101 °C	85 °C	92 °C
最低溫	43 °C	46 °C	46 °C	44 °C	46 °C	42 °C	40 °C

平均值：

編號	1	2	3	4	5	6	7
種類	綠豆	紅豆	黃豆	黑豆	玉米	花生	白米
最高溫	98.5°C	87°C	86.5°C	92.5°C	97°C	81.5°C	95°C
最低溫	38°C	39.5°C	38.5°C	38.5°C	38.5°C	39°C	36.1°C

表 2-1



表 2-2

(三)、 實驗二 2-1 結果與討論：

1. 從表 2-2 中，我們發現綠豆和玉米是所有豆子中平均溫度最高的，紅豆和玉米則是平均最低溫中溫度最高的。
2. 所以我們覺得玉米的保暖效果最好，但是我們發現加熱後的玉米，因受熱後變成爆米花，所以不能拿來製作暖暖包，因此實驗二 2-2 就不採用玉米做觀察。
3. 因此我們把平均溫度最高的綠豆，和平均溫度最低溫中最高溫的紅豆拿來比較，發現綠豆溫度下降的溫度比紅豆快，所以可以得知，紅豆的保暖效果比綠豆來的好。

(四)、 實驗二 2-2 步驟：

- (1). 依序實驗 2-1 步驟進行
- (2). 將實驗 2-1 微波過的 6 種豆子再進行第二次微波

實驗記錄：



圖 2-4-第二次加熱後觀察溫度變化

第一次實驗： 室溫 23 oC 微波功率：強

編號	1	2	3	4	5	6	7
種類	綠豆	紅豆	黃豆	黑豆	玉米	花生	白米
剛取出時的溫度	83 °C	94 °C	71 °C	82 °C	/	67 °C	95 °C
5 分鐘後的溫度	83 °C	93 °C	63 °C	81 °C		63 °C	91 °C
10 分鐘後的溫度	79 °C	87 °C	62 °C	78 °C		62 °C	82 °C
15 分鐘後的溫度	75 °C	80 °C	58 °C	73 °C		58 °C	76 °C
20 分鐘後的溫度	69 °C	75 °C	54 °C	65 °C		54 °C	61 °C
25 分鐘後的溫度	64 °C	63 °C	51 °C	64 °C		51 °C	60 °C
30 分鐘後的溫度	60 °C	60 °C	48 °C	61 °C		49 °C	56 °C
1 小時的溫度	41 °C	42 °C	36 °C	43 °C		39 °C	41 °C
最高溫	83 °C	94 °C	71 °C	82 °C	/	67 °C	95 °C
最低溫	41 °C	42 °C	36 °C	43 °C		39 °C	41 °C

第二次實驗：

編號	1	2	3	4	5	6	7
種類	綠豆	紅豆	黃豆	黑豆	玉米	花生	白米
剛取出時的溫度	78 °C	83 °C	71 °C	67 °C	/	83 °C	71 °C
5 分鐘後的溫度	76 °C	83 °C	63 °C	67 °C		83 °C	70 °C
10 分鐘後的溫度	72 °C	80 °C	64 °C	65 °C		77 °C	66 °C
15 分鐘後的溫度	67 °C	75 °C	59 °C	64 °C		71 °C	61 °C
20 分鐘後的溫度	62 °C	71 °C	55 °C	58 °C		56 °C	56 °C
25 分鐘後的溫度	58 °C	64 °C	52 °C	55 °C		52 °C	51 °C
30 分鐘後的溫度	55 °C	64 °C	48 °C	51 °C		49 °C	48 °C
1 小時的溫度	41 °C	45 °C	37 °C	38 °C		37 °C	36 °C
最高溫	78 °C	83 °C	71 °C	67 °C	/	83 °C	71 °C
最低溫	41 °C	45 °C	37 °C	38 °C		37 °C	36 °C

平均值：

編號	1	2	3	4	5	6	7
種類	綠豆	紅豆	黃豆	黑豆	玉米	花生	白米
最高溫	80.5°C	88.5°C	71°C	74.5°C	/	75°C	83°C
最低溫	41°C	43.5°C	36.5°C	40.5°C		38°C	38.5°C

表 2-3

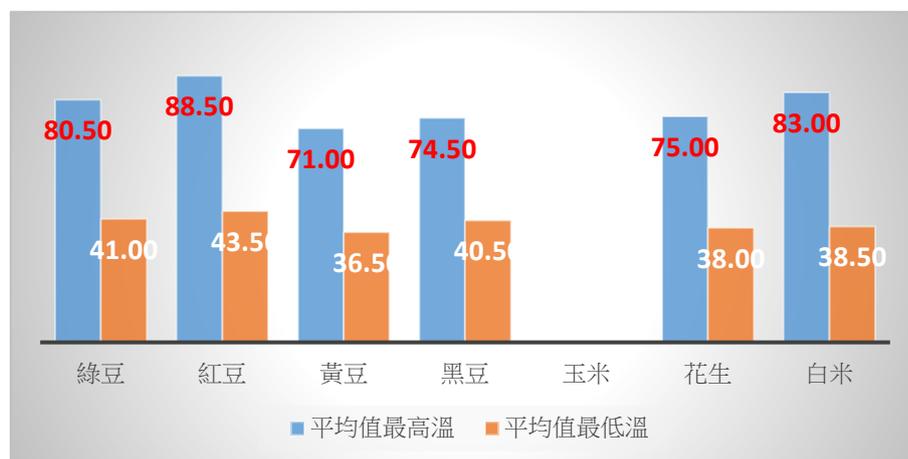


表 2-4

(五)、 實驗二 2-2 結果與討論：

- 我們將實驗二 2-1 的豆子再拿來微波第二次，觀察豆子的溫度變化，發現第二次微波的豆子，平均最高溫溫度，都沒有超過第一次微波的平均最高溫，平均最低溫溫度，也都低於第一次微波的平均最低溫。
- 我們初步判斷豆子內含有水份，而在第一次微波後水氣被蒸發掉，所以第二次微波因為豆子中水分被蒸發掉，所以加熱後溫度都較低。
- 我們觀察到紅豆經過第二次微波後，最高平均溫和最低平均溫，是所有豆子中溫度最高的。

(六)、 實驗二總結果：

- 所以我們透過以上兩個實驗，選出紅豆是這 7 種豆子中保暖效果最佳的豆子，以下實驗都以紅豆作為觀察。

### 三、實驗三：測試紅豆暖暖包重複加熱使用效果是否一樣好

(一)、 準備材料：

溫度計(110 °C 溫度計)、微波爐、紅豆、棉袋、計時器、電子秤

(二)、 實驗步驟：

- 將實驗二重複加熱兩次的 100 克紅豆再次加熱。
- 放入溫度計觀察溫度變化

(三)、 實驗記錄： 室溫：23 °C 微波功率：強

	第一次微波	第二次微波	第三次微波	第四次微波
剛取出時的溫度	85 °C	94 °C	86 °C	97 °C
5 分鐘後的溫度	88 °C	93 °C	81 °C	96 °C
10 分鐘後的溫度	73 °C	87 °C	85 °C	90 °C
15 分鐘後的溫度	68 °C	80 °C	69 °C	83 °C
20 分鐘後的溫度	62 °C	75 °C	64 °C	77 °C
25 分鐘後的溫度	59 °C	63 °C	58 °C	71 °C
30 分鐘後的溫度	55 °C	60 °C	54 °C	66 °C
1 小時的溫度	41 °C	42 °C	40 °C	45 °C
最高溫	85 °C	94 °C	86 °C	97 °C
最低溫	41 °C	42 °C	40 °C	45 °C

表 3-1

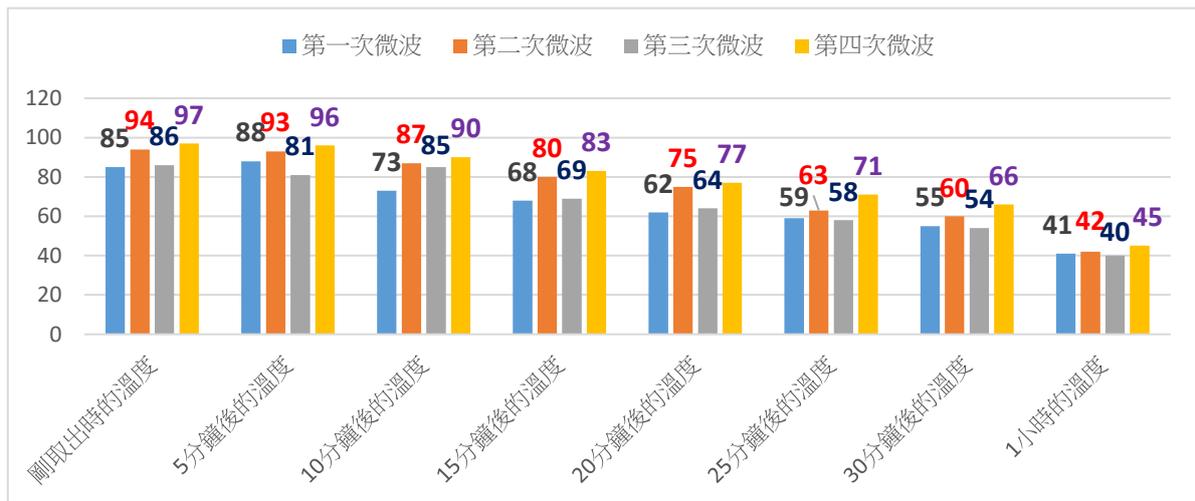


表 3-2

(四)、 實驗三結果與討論：

1. 由表格可以判斷出，四次微波每一次的溫度沒有一個穩定的次序，則是忽高忽低，但是四次加熱的結果，不管是最高溫或者最低溫都沒有太大的差異。
2. 我們以第一次加熱最高溫為 85 °C、最低溫為 41 °C。而四次的平均最高溫 $(85 °C + 94 °C + 86 °C + 97 °C) / 4 = 90.5 °C$ ，高於第一次加熱最高溫 85 °C，又四次平均最低溫 $(41 °C + 42 °C + 40 °C + 45 °C) / 4 = 42 °C$ ，亦高於第一次最低溫的 41 °C。
3. 因四次平均最高溫、最低溫皆高於第一次加熱的溫度，由此數據判別得知紅豆重複加熱並不會降低保溫時效及其使用效果。

#### 四、實驗四：豆子加熱時間越久，保暖效果會更好嗎？

##### (一)、 準備材料：

溫度計(110°C 溫度計)、微波爐、紅豆、棉袋、計時器、電子秤

##### (二)、 實驗步驟：

1. 透過實驗二，選出最適合製作暖暖包的豆子 - 紅豆。
2. 先將紅豆量大約 100 克上下數包，並放入棉袋中，把袋口綁起來。
3. 再將量好的豆子分別加熱 20 秒、40 秒、1 分鐘、1 分 20 秒、1 分 40 秒、2 分鐘、2 分 20 秒、2 分 40 秒，每次加熱時間增加 20 秒。
4. 時間到時，將溫度計插在袋內和袋外，觀察達熱平衡所需時間，最高溫度，一個小時後溫度變化。

##### (三)、 實驗記錄：



圖 4-1-學生量 100 克紅豆重量

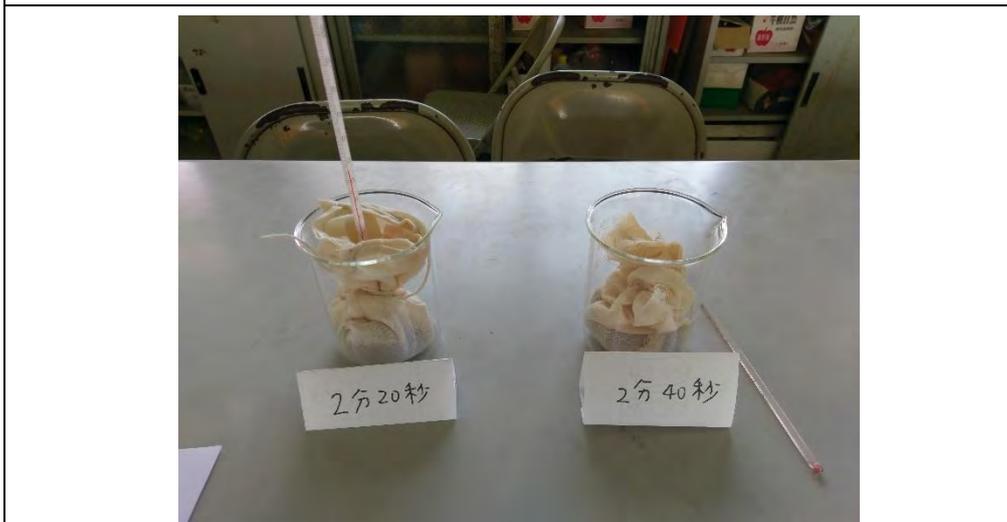


圖 4-2- 2 分 40 秒溫度計破掉

室溫：24°C 微波功率：強

微波時間	達熱平衡所需時間		最高溫度		1小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外	袋內	袋外
20 秒	2 分鐘	2 分鐘	63 °C	56 °C	37 °C	34 °C
40 秒	4 分鐘	3 分鐘	75 °C	66 °C	37 °C	36 °C
1 分鐘	2 分鐘	2 分鐘	84 °C	73 °C	41 °C	38 °C
1 分 20 秒	5 分鐘	2 分鐘	90°C	77 °C	42 °C	40 °C
1 分 40 秒	2 分鐘	3 分鐘	105°C	91 °C	46 °C	43
2 分鐘	4 分鐘	1 分鐘	超過溫度計 110°C	107 °C	47 °C	46 °C
2 分 20 秒	1 分鐘	X	超過溫度計 110°C	X	49 °C	X
2 分 40 秒	1 分鐘	X	超過溫度計 110°C	X	溫度計破掉無法紀錄	X

表 4-1

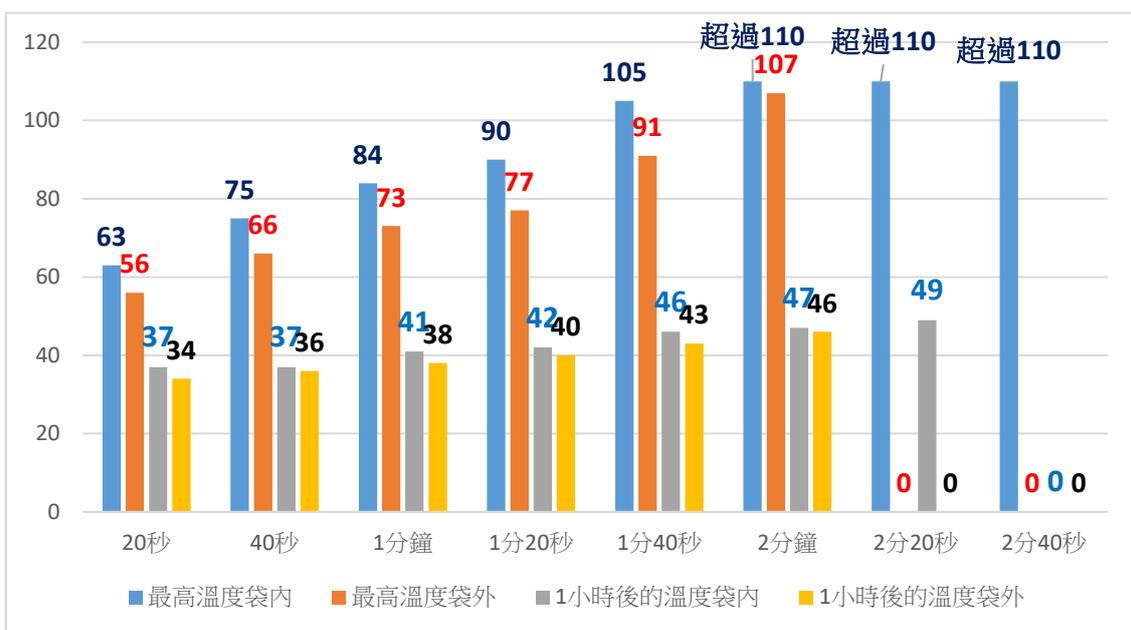


表 4-2

#### (四)、實驗四結果與討論：

1. 由表 4-2 中，我們觀察到加熱 2 分鐘後的溫度袋內溫度計，都超過 110°C，加熱到 2 分 40 秒時，袋內溫度計因為溫度太高，溫度計破掉，導致無法觀察 1 小時後的溫度變化。
2. 因此避免造成溫度計損壞，加熱 2 分 20 秒和 2 分 40 秒的袋外最高溫度和 1 個小時後的溫度我們就不觀察。
3. 根據表 4-2 袋內和袋外最高溫和 1 小時後的溫度，會隨著加熱時間越久，上升溫度越高；相對溫度上升越高，下降的速度也越快。
4. 老師跟我們說過接觸皮膚的溫度不能超過 50°C 為佳，如果超過人體皮膚就會覺得太燙或是燙傷皮膚。
5. 透過以上結果我們覺得加熱 1 分鐘或 1 分 20 秒，剛取出時袋外溫度雖然溫度超過 50°C，但是 1 小時後袋外溫度都還有 40°C 左右，比加熱 20 秒、40 秒溫度高，所以選出加熱時間落在 1 分鐘至 1 分 20 秒的袋外溫度是比較適合拿來製作暖暖包的。

#### 五、實驗五：豆子的量的多寡會不會影響保溫時效?

##### (一)、準備材料：

溫度計(110°C 溫度計)、微波爐、燒杯、紅豆、棉袋、計時器、電子秤

##### (二)、實驗步驟：

1. 透過實驗二，選出最適合製作暖暖包的豆子 - 紅豆
2. 將豆子量分成 120 克、110 克、100 克、90 克、80 克、70 克、60 克、50 克，分別放入棉袋中，把袋口綁起來。
3. 再將量好的豆子加熱透過實驗三結果選出最佳的加熱時間 1 分鐘，進行加熱。
4. 時間到時，將溫度計插在袋內和袋外，觀察達熱平衡所需時間，最高溫度，一個小時後溫度變化。

(三)、 實驗記錄：



圖 5-1-學生量 120 克、110 克紅豆



圖 5-2、5-3、5-4-學生觀察記錄溫度變化

室溫：24°C 微波功率：強

豆子克數	達熱平衡所需時間		最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外	袋內	袋外
120 克	4 分鐘	4 分鐘	76 °C	79 °C	41 °C	40 °C
110 克	4 分鐘	4 分鐘	79 °C	83 °C	40 °C	39 °C
100 克	3 分鐘	3 分鐘	91 °C	85 °C	42 °C	38 °C
90 克	3 分鐘	3 分鐘	91 °C	75 °C	41 °C	37 °C
80 克	3 分鐘	3 分鐘	88 °C	84 °C	39 °C	36 °C
70 克	3 分鐘	3 分鐘	88 °C	83 °C	37 °C	33 °C
60 克	3 分鐘	3 分鐘	87 °C	75 °C	36 °C	32 °C
50 克	3 分鐘	3 分鐘	84 °C	69 °C	33 °C	28 °C

表 5-1

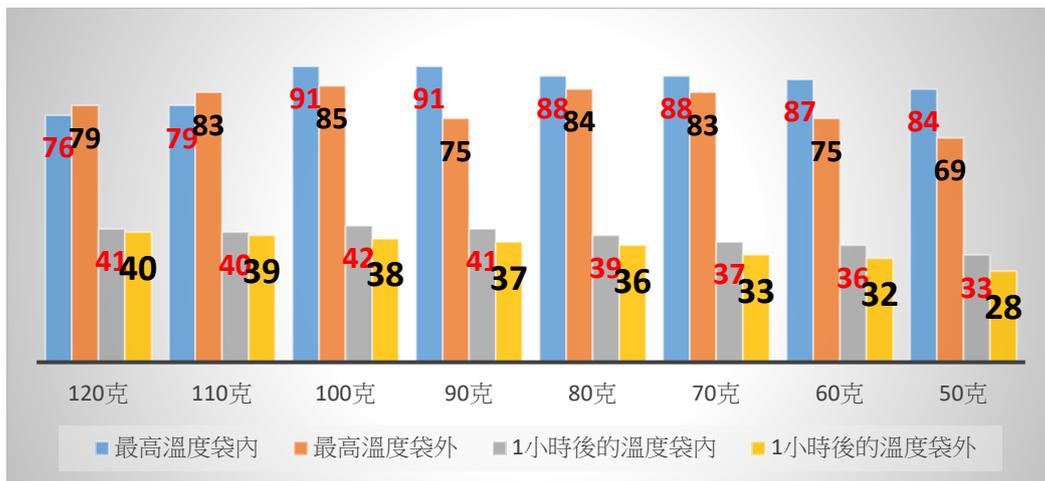


表 5-2

(四)、 實驗五結果與討論：

1. 我們發現 50 克的紅豆數量最少，所以溫度比其它克數來的低，所以克數越少，保溫效果越差。
2. 120 克的紅豆雖然較多，但最高溫和最低溫並不是所有克數中最高。
3. 100 克到 90 克之間，最高溫和最低溫是所有克數中較高。
4. 所以我們透過這項實驗得知，克數越多不一定保暖效果就越好。

六、延伸實驗五：

探討為什麼克數越多保暖效果沒有越好。增加紅豆克數，觀察 100 克、200 克及 300 克的溫度變化。

(一)、 準備材料：

紅外線溫度計、微波爐、燒杯、紅豆、棉袋、計時器、電子秤

(二)、 實驗步驟：

1. 將豆子克數增加到 300 克、200 克及 100 克，分別放入棉袋中，把袋口綁起來。
2. 再將量好的豆子加熱透過實驗三結果選出最佳的加熱時間 1 分鐘，進行加熱。
3. 時間到時，用紅外線溫度計測量內外袋溫度及一個小時後溫度變化。

(三)、 實驗記錄：

第一次實驗

室溫：26°C 微波功率：強

豆子克數	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
300 克	71.9°C	67.7°C	40°C	31.3°C
200 克	73°C	65°C	43°C	35.1°C
100 克	90°C	85°C	38°C	32.3°C

第二次實驗

豆子克數	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
300 克	69°C	54.6°C	46.7°C	39.2°C
200 克	74°C	61°C	44°C	35.1°C
100 克	86°C	73°C	36°C	31.3°C

第三次實驗

豆子克數	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
300 克	81.1°C	78.9°C	45°C	37.2°C
200 克	82°C	78.6°C	43°C	33.7°C
100 克	87°C	80.8°C	36.6°C	30.9°C

第四次實驗

豆子克數	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
300 克	82.7°C	58.6°C	55°C	39.6°C
200 克	79°C	65.7°C	45°C	37.2°C
100 克	96°C	89.2°C	32°C	25.7°C

平均值

豆子克數	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
300 克	76.2°C	65.0°C	46.7°C	36.8°C
200 克	77.0°C	67.6°C	43.8°C	35.3°C
100 克	89.8°C	81.0°C	35.7°C	30.1°C

表 5-3

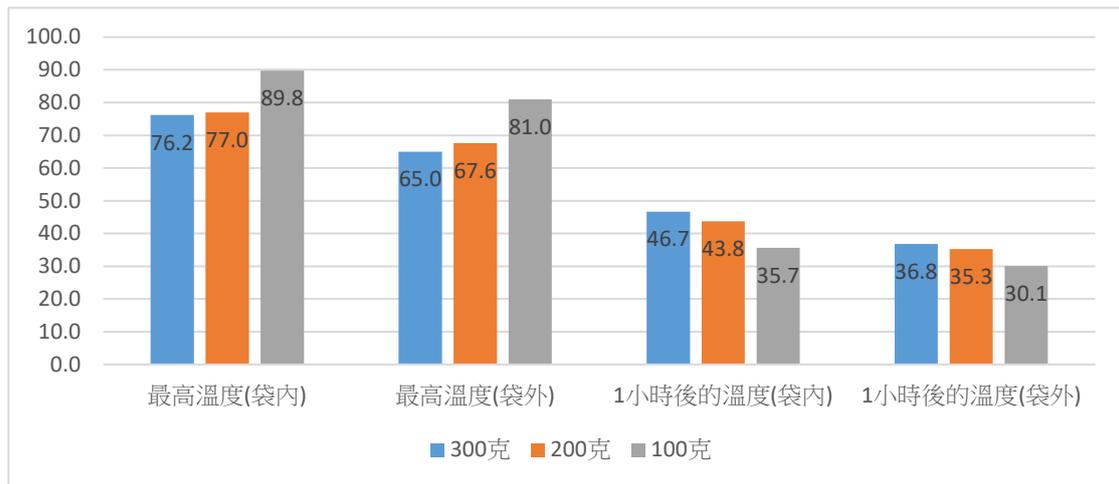


表 5-4

(四)、 延伸實驗五結果與討論：

1. 我們觀察到 100 克的初始溫度是三種克數中最高溫的，經過一個小時後溫度也是下降最多的。
2. 相反的，300 克的初始溫度雖然不是三中克數中最高溫，但經過一個小時後下降的溫度卻是最少的。
3. 透過此延伸實驗，我們了解克數少的紅豆所需要的總熱能，會比克數多的紅豆少，所以一樣的加熱時間下，克數少的溫度上升比克數多的快；相反的克數多的溫度上升慢，散熱速度也會比較慢。
4. 因此我們重新證實實驗五的結果，「克數越多是可以延長保溫時效」並非「克數越多不一定保暖效果就越好」。

七、實驗六：不同的布袋對暖暖包的保溫時效影響

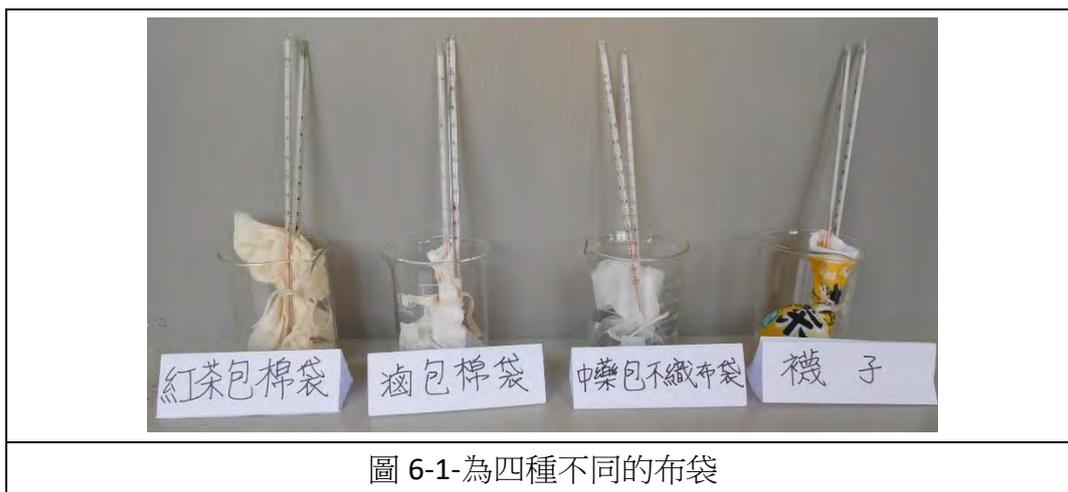
(一)、 準備材料：

溫度計(110 °C 溫度計)、微波爐、燒杯、紅豆、中藥包不織布袋、紅茶包棉袋、襪子、滷包棉袋、計時器、電子秤

(二)、 實驗步驟：

1. 將紅豆量好 100 克四包，裝到紅茶包棉袋中微波 1 分鐘  
(因為紅茶包棉袋可微波)
2. 再分別裝到各袋中袋內與袋外觀察溫度變化並記錄

(三)、 實驗記錄：



室溫 21°C 微波功率：強

	紅茶包棉袋		滷包棉袋		中藥包不織布袋		襪子	
	袋內	袋外	袋內	袋外	袋內	袋外	袋內	袋外
剛取出時的溫度	97 °C	89 °C	88 °C	87 °C	82 °C	82 °C	88 °C	83 °C
5 分鐘後的溫度	96 °C	89 °C	88 °C	86 °C	82 °C	79 °C	85 °C	83 °C
10 分鐘後的溫度	90 °C	84 °C	79 °C	80 °C	82 °C	71 °C	80 °C	84 °C
15 分鐘後的溫度	83 °C	77 °C	73 °C	71 °C	76 °C	67 °C	76 °C	75 °C
20 分鐘後的溫度	77 °C	69 °C	67 °C	64 °C	69 °C	62 °C	70 °C	64 °C
25 分鐘後的溫度	71 °C	64 °C	62 °C	59 °C	58 °C	60 °C	64 °C	58 °C
30 分鐘後的溫度	66 °C	59 °C	58 °C	55 °C	54 °C	53 °C	59 °C	57 °C
1 小時的溫度	45 °C	40 °C	38 °C	36 °C	36 °C	34 °C	43 °C	39 °C
最高溫	97 °C	89 °C	88 °C	87 °C	82 °C	82 °C	88 °C	84 °C
最低溫	45 °C	40 °C	38 °C	36 °C	36 °C	34 °C	43 °C	39 °C

表 6-1

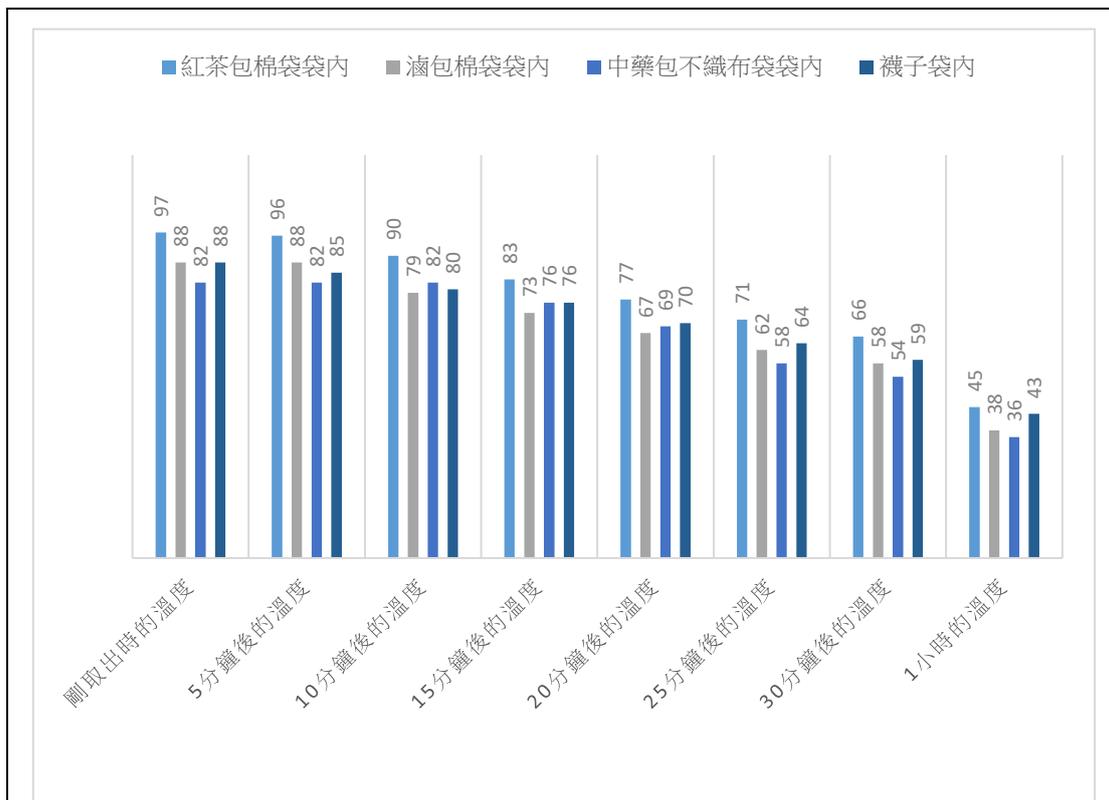


表 6-2-不同袋子袋內溫度計的溫度變化

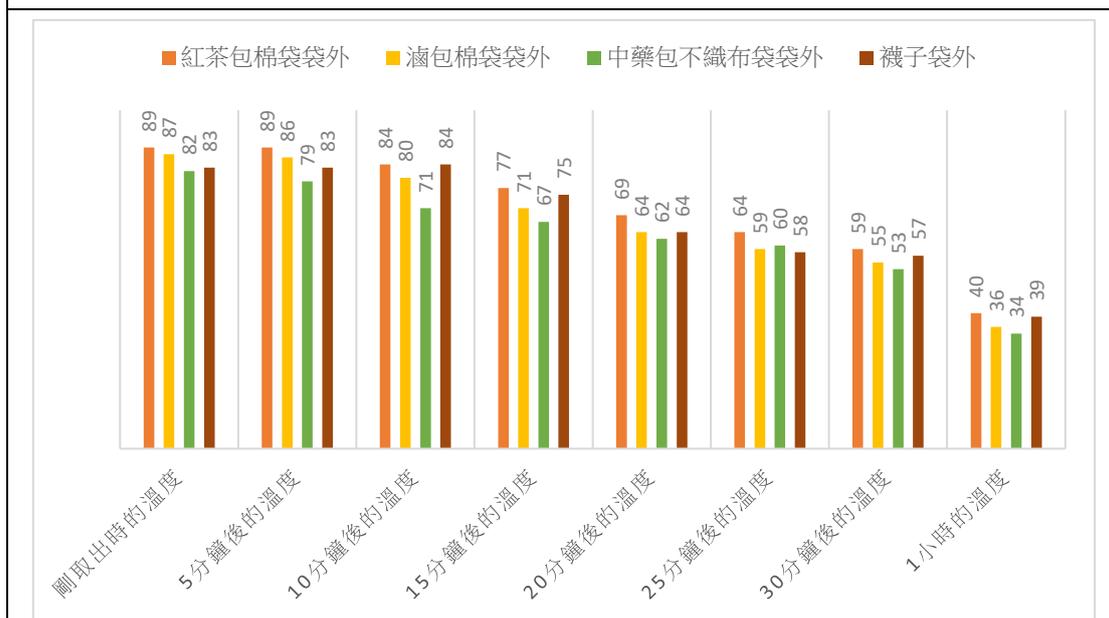


表 6-3-不同袋子袋外溫度計的溫度變化

(四)、 實驗六結果與討論：

1. 因為僅紅茶包棉袋能夠直接以微波爐加熱，因此紅茶包棉袋初始溫度會高過於其他實驗包材。
2. 由此實驗得知，保溫效果最優的包材為紅茶包棉袋，而保溫效果最差的為中藥包不織布袋。

八、延伸實驗六：使用不同材質的襪子對暖暖包的保溫時效影響。

(一)、 準備材料：

紅外線溫度計、微波爐、燒杯、紅豆、襪子三雙、計時器、電子秤

(二)、 實驗步驟：

1. 將紅豆量 150 克三包，裝到紅茶包棉袋中微波 1 分鐘  
(克數選用 150 克，因為襪子最多只能裝到 150 克；另外用紅茶包棉袋微波，因為襪子的成分不能微波)
2. 再分別裝到三雙襪子裡，測量袋內與袋外觀溫度變化並記錄

不同材質的襪子

襪子 A 棉 84% 尼龍 10% 聚酯纖維 3% 彈性纖維 2% 橡膠 1%

襪子 B 棉 80% 彈性纖維 19.4% 橡膠絲 0.6%

襪子 C 棉 60.8% 聚酯胺纖維 36.4% 彈性纖維 2.8%

(三)、 實驗記錄：

第一次實驗 室溫：27 °C 微波功率：強

	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
襪子 A 棉 84%	97.9 °C	54 °C	34.3 °C	33.3 °C
襪子 B 棉 80%	92.1 °C	53.6 °C	35 °C	33.5 °C
襪子 C 棉 60.8%	87.1 °C	50.7 °C	32.3 °C	31.3 °C

第二次實驗 室溫：27 °C 微波功率：強

	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
襪子 A 棉 84%	90 °C	55 °C	34.5 °C	33.7 °C
襪子 B 棉 80%	80 °C	52.1 °C	33 °C	33.6 °C
襪子 C 棉 60.8%	77.9 °C	49.1 °C	32.7 °C	33.8 °C

平均值 室溫：27 °C 微波功率：強

	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
襪子 A 棉 84%	93.95 °C	54.5 °C	34.4 °C	33.5 °C
襪子 B 棉 80%	86.05 °C	52.85 °C	34 °C	33.55 °C
襪子 C 棉 60.8%	82.5 °C	49.9 °C	32.5 °C	32.55 °C

表 6-4

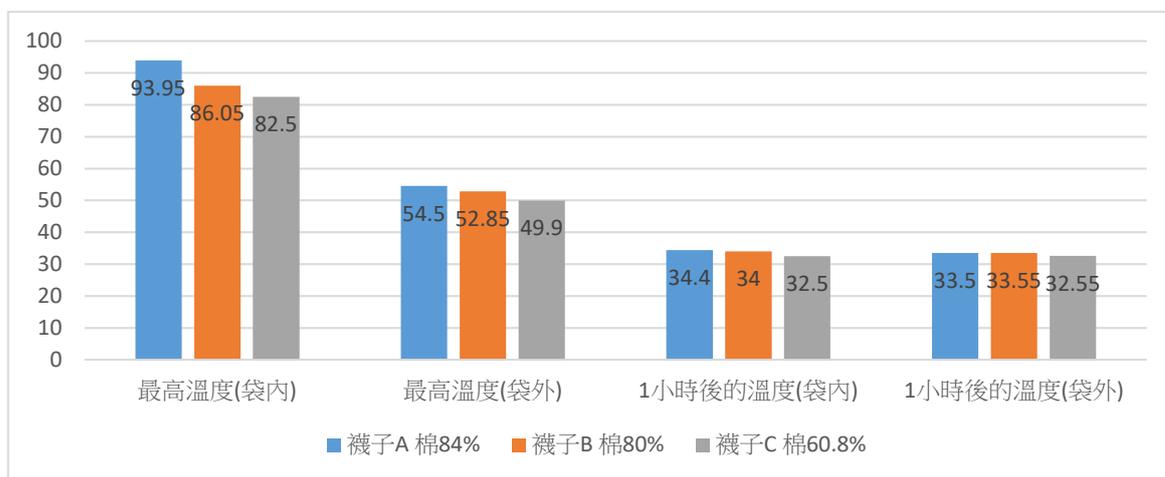


表 6-5

(四)、 延伸實驗六結果與討論：

1. 根據表 6-5 顯示，襪子 A、B、C 一個小時後的溫度都十分接近，其中襪子 C 的溫度最低的，其棉度也是最少的，而襪子 A 和 B 溫度落差不大，棉度也相近。
2. 所以我們推斷棉度越高的襪子，保暖效果越佳。

九、 實驗七：將紅豆混合比熱較大的物質，是否能提高保暖時效。

(一)、 準備材料：

紅外線溫度計、微波爐、燒杯、紅豆、活性炭、竹炭、木屑、襪子、計時器、電子秤

(二)、 實驗步驟：

1. 量紅豆 100 克、75 克；活性炭、竹炭、木屑 50 克、75 克、25 克、37 克數包
2. 按照比例混合後，裝到紅茶包棉袋中微波 1 分鐘(因為紅茶包棉袋可微波)
3. 再分別裝到襪子裡，測量袋內與袋外觀溫度變化並記錄

(三)、 實驗記錄：

第一次實驗

室溫： 27°C 微波功率：強

100g+25g	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
紅 100g+活 25g	107.3 °C	60.8 °C	36.2 °C	33.8 °C
紅 100g+木 25g	90.5 °C	49.5 °C	34.1 °C	33.1 °C

表 7-1

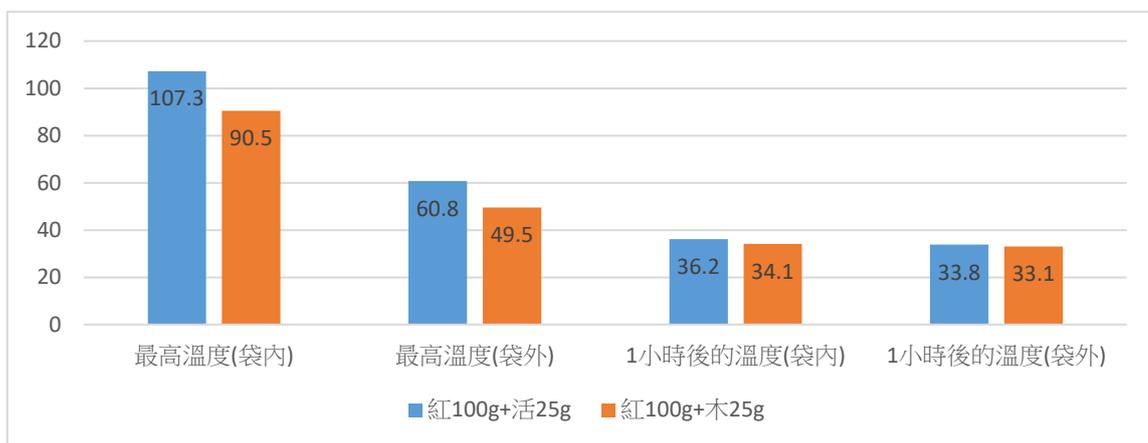


表 7-2

第二次實驗

室溫： 27°C 微波功率：強

75g+37g	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
紅 75g+活 37g	107°C	59.2 °C	35.1 °C	32.8 °C
紅 75g+木 37g	82 °C	48 °C	32 °C	31.1 °C

表 7-3

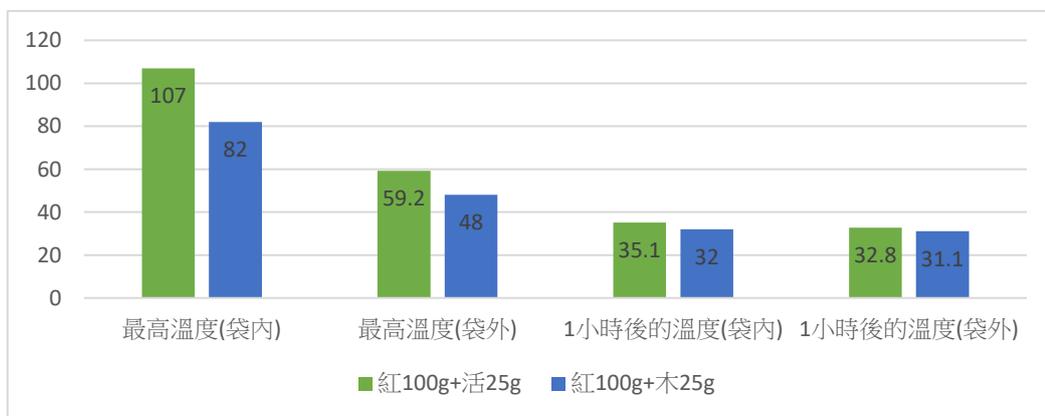


表 7-4

第三次實驗

室溫： 27°C 微波功率：強

	最高溫度		1 小時後的溫度	
	袋內	袋外	袋內	袋外
紅 100g+活 50g	83.5 °C	63.1 °C	47 °C	40.9 °C
紅豆 150g	97.9 °C	54 °C	34.3 °C	33.3 °C

表 7-5

#### (四)、 實驗七結果與討論：

1. 進行 100 克紅豆混合 50 克竹炭實驗時，微波到一半時袋子就燒起來了，發現原因是竹炭燃點較低，所以微波溫度過高就會產生火花，故安全考量，此實驗排除竹炭混合。
2. 進行 100 克紅豆混合 50 克木屑實驗時，發現 50 克的木屑量太多了，無法塞進襪子內，因此將木屑克數減半為 25 克、37 克。
3. 從第一次實驗和第二次實驗，我們觀察到混合活性碳的效果是最佳的。
4. 第三次實驗，我們把混合效果最佳的活性碳克數調整(100 克紅豆+50 克活性碳)後，和 150 克純紅豆比較，發現混合活性碳的暖暖包，一個小時後溫度比未混合的高出許多。
5. 所以混合比熱大的物質，是可以使暖暖包延長保溫時效。

### 伍、 結論

- 一、我們得知拋棄式暖暖包，是利用鐵粉氧化產生熱，恆溫時效可以長達 6 小時以上，比我們自製的紅豆暖暖包包效果更佳，但內容物不環保且有危險性。
- 二、7 種豆子中，雖然綠豆上升溫度是最高的，但是下降的溫度也很快；而紅豆上升溫度雖然不是所有豆子中最高的，但是下降的溫度是其他豆子中最慢的，所以這就是為什麼大家都選擇用紅豆作為暖暖包的原因。
- 三、因四次平均最高溫、最低溫皆高於第一次加熱的溫度，由平均後的數據判別得知，紅豆重複加熱並不會降低保溫時效及其使用效果。
- 四、紅豆會隨著加熱時間越久，上升溫度越高；相對溫度上升越高，下降的速度也越快，因此保溫效果不會因為加熱的時間越長，而越好。
- 五、透過延伸實驗五，我們了解克數少的紅豆所需要的總熱能，會比克數多的紅豆少，所以一樣的加熱時間下，克數少的溫度上升比克數多的快；相反的克數多的溫度上升慢，散熱速度也會比較慢，所以克數越多可以降低紅豆散熱速度。
- 六、得知保溫效果最優的包材為紅茶包棉袋，而保溫效果最差的為中藥包不織布袋，但因為紅茶包棉袋買回後，需加工縫製適當大小，較為不便；而襪子家中方便取得，且不必加工縫製，雖然保溫效果沒有紅茶包棉袋佳，但效果也不錯，所以我們覺得襪子比紅茶包棉袋更為適合當作暖暖包材質。
- 七、延伸實驗六，我們選出三種不同棉度的襪子來進行實驗，推斷棉度越高的襪子，保暖效果越佳。
- 八、我們把混合效果最佳的活性碳克數調整(100 克紅豆+50 克活性碳)後，和 150 克純紅豆比較，發現混合活性碳的暖暖包一個小時後，溫度比未混合的高出許多，所以混合比熱大的物質，是可以使暖暖包延長保溫時效。

## 陸、參考資料及其他

- 一、黃詩瑜等。愛不「釋」手—自製環保暖暖包保暖效果的研究  
中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書。
- 二、曹芷屏等。『哇 Hot Hot~~小暖包-暖暖包的秘密』  
中華民國第四十六屆中小學科學展覽會 作品說明書。
- 三、許佳桂等。溫暖的小豆豆-暖包  
中華民國第四十三屆中小學科學展覽會 作品說明書。
- 四、暖暖包知多少 [http://www.csghs.tp.edu.tw/student/90science/c/c\\_9.htm](http://www.csghs.tp.edu.tw/student/90science/c/c_9.htm)
- 五、暖暖包影片-翰林出版 <https://www.youtube.com/watch?v=OHV0oFlsmEk>
- 六、中天新聞-自製化學暖暖包 [https://www.youtube.com/watch?v=RX\\_O5NgpBsA](https://www.youtube.com/watch?v=RX_O5NgpBsA)
- 七、東森新聞-自製暖暖包！紅豆、米粒微波 1 分鐘完成  
<https://www.youtube.com/watch?v=zkdGuR7E8B4>
- 八、86 小舖-DIY 紅豆暖暖包 <https://www.youtube.com/watch?v=KvJBc-LWbtA>

## 【評語】 080804

豆類作為自製暖暖包實驗，常見於科展專題研究報告中或相關報導，建議多觀察並設計相關實驗，多加討論中間之差異性，並進一步討論延長保溫效果的辦法，找出本研究不同及獨特之處。

作品海報

# 摘要

本實驗透過觀察不同豆類，加熱後溫度變化及維持狀況，篩選出保暖效果較佳的豆子來自製暖暖包，接著再由實驗數據進行不同比例變化、混和不同物質，找出製作環保暖暖包的最佳比例。

## 研究動機

冬天來臨時，大家手上都會帶著暖暖包取暖。老師曾跟我們說過市面上販賣的拋棄式暖暖包，裡面的成份大多都是化學成份，用過一次就無法再次使用，如果將使用完的暖暖包丟棄在垃圾桶內，接觸到其他的清潔用品，容易產生危險。市售暖暖包不環保又具危險性，剛好在網路上看到自己製作的暖暖包，方法簡單材料也相當環保，所以我們決定來製作環保暖暖包。

## 研究目的

- 一. 探討市售暖暖包成份及暖暖包保溫時效
- 二. 哪一種豆子保溫效果最佳，適合拿來製作環保暖暖包
- 三. 測試紅豆暖暖包重複加熱使用效果是否一樣好
- 四. 豆子加熱時間長短對保溫時效的影響
- 五. 豆子量的多寡對保溫時效的影響
- 六. 不同的布袋對暖暖包的保溫時效影響
- 七. 將紅豆混合比熱較大的物質，是否能提高保暖時效

## 研究設備及器材

溫度計、燒杯、微波爐、紅茶包棉袋、計時器、電子秤、白兔暖暖包、花生、紅豆、綠豆、黑豆、黃豆、玉米、白米、襪子、滷包棉袋、中藥包不織布袋、活性炭、竹炭、木屑、紅外線溫度計

## 研究過程或方法

### 實驗一：探討市售暖暖包成分及保溫時效

白兔暖暖包成分：

鐵粉、水、活性碳、蛭石、吸水性樹脂、食鹽

市售暖暖包會發熱的原因：

鐵粉、水、鹽是造成發熱的主因，而蛭石、活性碳能吸收水分，使得鐵粉氧化後放出熱量。

實驗步驟：

將白兔暖暖包剪開，把溫度計插入暖暖包內並攪拌

白兔暖暖包取出後，把暖暖包綁在溫度計上

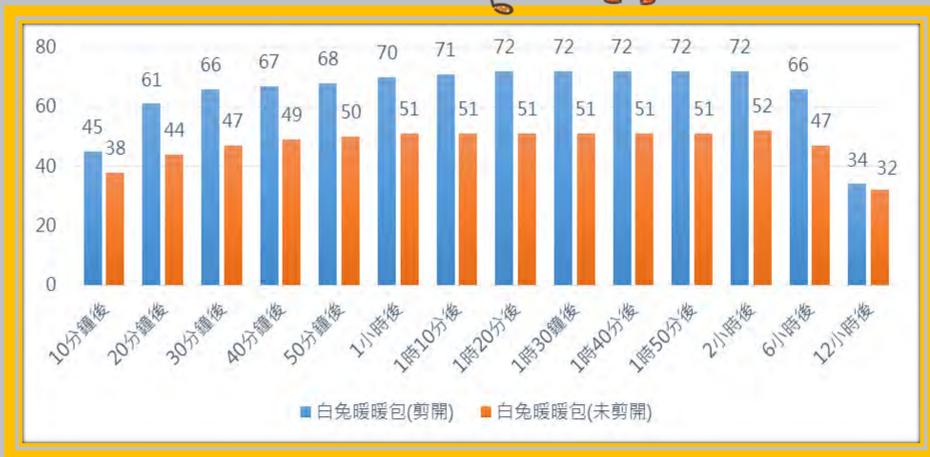
分別觀察每10分鐘後的溫度變化，到降至常溫所需時間



剪開



未剪開



### 實驗結果：

市售暖暖剪開與未剪開的溫度到1小時後就保持恆溫，時間長達6小時。

### 實驗二：哪一種豆子保溫效果最好最適合做暖包？

實驗二2-1步驟：

將每一種豆子用電子秤秤100公克，並放入棉袋中，把袋口綁起來。

再將秤完的豆子放入微波爐，加熱1分鐘。

加熱好後，將溫度計插入裝有豆子的棉袋中，綁緊袋口，觀察溫度計溫度變化情況。

比較每一種豆子剛取出時的溫度並記錄。



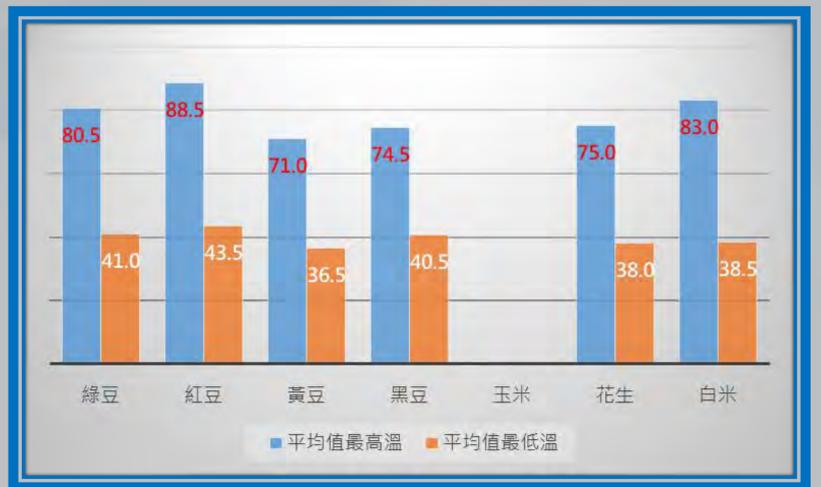
### 實驗二2-1小結：

加熱後的玉米，會因受熱後會變成爆米花，所以不能拿來製作暖暖包，因此實驗二2-2就不採用玉米做觀察。

平均溫度最高的綠豆，和平均溫度最低溫中最高溫的紅豆拿來比較，綠豆溫度下降的溫度比紅豆快，所以紅豆的保暖效果比綠豆來的好。

### 實驗二2-2步驟：

依序實驗2-1步驟進行，將實驗2-1微波過的6種豆子再進行第二次微波



### 實驗二2-2小結：

紅豆經過第二次微波後，最高平均溫和最低平均溫，是所有豆子中溫度最高的。

### 實驗二總結果：

所以我們透過以上兩個實驗，選出紅豆是這7種豆子中保暖效果最佳的豆子，以下實驗都以紅豆作為觀察。

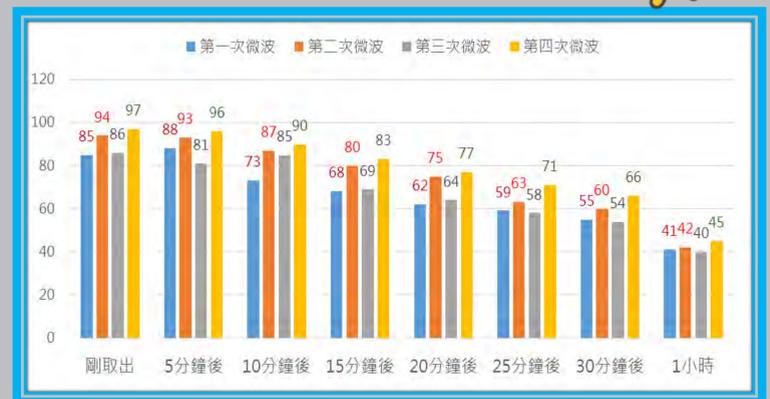
### 實驗三：測試紅豆暖暖重複加熱使用效果是否一樣好

#### 實驗步驟：

將實驗二重複加熱兩次的100克紅豆再次加熱，再放入溫度計觀察溫度變化。

#### 實驗三結果：

- 四次的平均最高溫 $(85^{\circ}\text{C} + 94^{\circ}\text{C} + 86^{\circ}\text{C} + 97^{\circ}\text{C})/4 = 90.5^{\circ}\text{C}$ ，高於第一次加熱最高溫 $85^{\circ}\text{C}$ ；四次平均最低溫 $(41^{\circ}\text{C} + 42^{\circ}\text{C} + 40^{\circ}\text{C} + 45^{\circ}\text{C})/4 = 42^{\circ}\text{C}$ ，亦高於第一次最低溫的 $41^{\circ}\text{C}$ 。
- 因四次平均最高溫、最低溫皆高於第一次加熱的溫度，由平均後的數據判別得知，紅豆重複加熱並不會降低保溫時效及其使用效果。



### 實驗四：豆子加熱時間越久，保暖效果會更好嗎？

#### 實驗步驟：

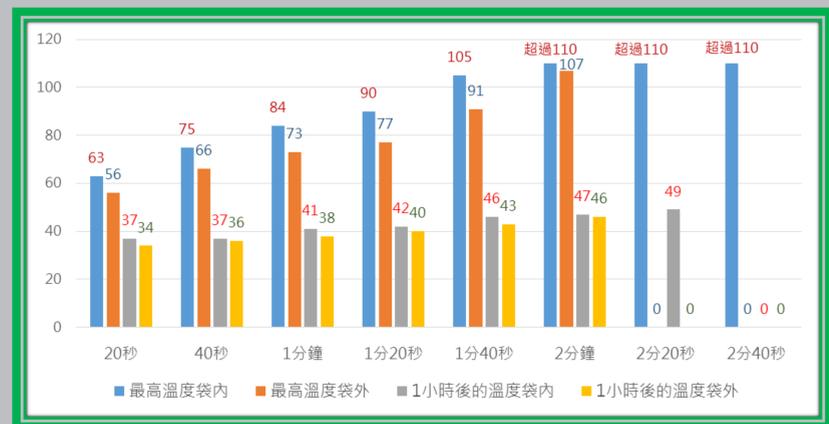
先將紅豆量大約100克上下數包，並放入棉袋中，把袋口綁起來。

再將量好的豆子分別加熱20秒、40秒、1分鐘、1分20秒、1分40秒、2分鐘、2分20秒、2分40秒。

時間到時，將溫度計插在袋內和袋外，觀察達熱平衡所需時間，最高溫度，一個小時後溫度變化。

#### 實驗四結果：

- 袋內和袋外最高溫和1小時後的溫度，會隨著加熱時間越久，上升溫度越高；相對溫度上升越高，下降的速度也越快。
- 我們覺得加熱1分鐘或1分20秒，剛取出時袋外溫度雖然溫度超過 $50^{\circ}\text{C}$ ，但是1小時後袋外溫度都還有 $40^{\circ}\text{C}$ 左右，比加熱20秒、40秒溫度高，所以選出加熱時間落在1分鐘至1分20秒的袋外溫度是比較適合拿來製作暖暖包的。



### 實驗五：豆子的量的多寡會不會影響保溫時效？

#### 實驗步驟：

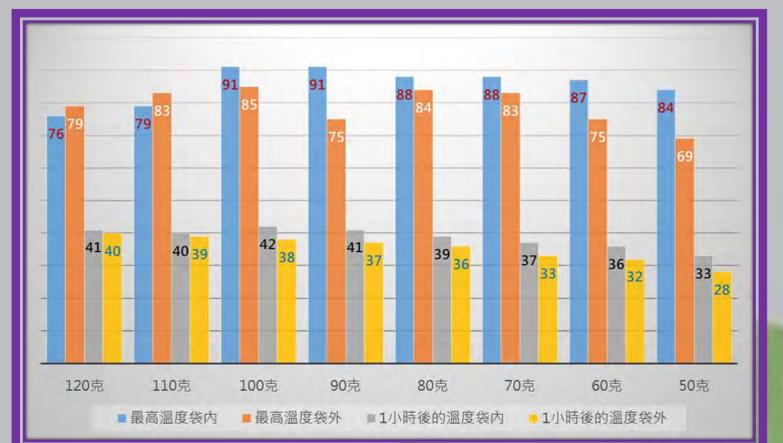
將紅豆量分成120克、110克、100克、90克、80克、70克、60克、50克，分別放入棉袋中，把袋口綁起來。

再將量好的豆子加熱透過實驗三結果選出最佳的加熱時間1分鐘，進行加熱。

時間到時，將溫度計插在袋內和袋外，觀察達熱平衡所需時間，最高溫度，一個小時後溫度變化。

#### 實驗五結果：

- 我們發現50克的紅豆數量最少，所以溫度比其它克數來的低，所以克數越少，保溫效果越差。
- 120克的紅豆雖然較多，但最高溫和最低溫並不是所有克數中最高。
- 推斷克數越多不一定保暖效果就越好。



### 延伸實驗五：探討為什麼克數越多保暖效果沒有越好

#### 實驗步驟：

將豆子克數增加到300克、200克及100克，分別放入棉袋中，把袋口綁起來。

再將量好的豆子加熱透過實驗三結果選出最佳的加熱時間1分鐘，進行加熱。

時間到時，用紅外線溫度計測量內外袋溫度及一個小時後溫度變化。



## 延伸實驗五結果：

1. 透過延伸實驗，我們了解克數少的紅豆所需要的總熱能，會比克數多的紅豆少，所以一樣的加熱時間下，克數少的溫度上升比克數多的快；相反的克數多的溫度上升慢，散熱速度也會比較慢。
2. 因此我們重新證實實驗五的結果，「克數越多是可以延長保溫時效」並非「克數越多不一定保暖效果就越好」。



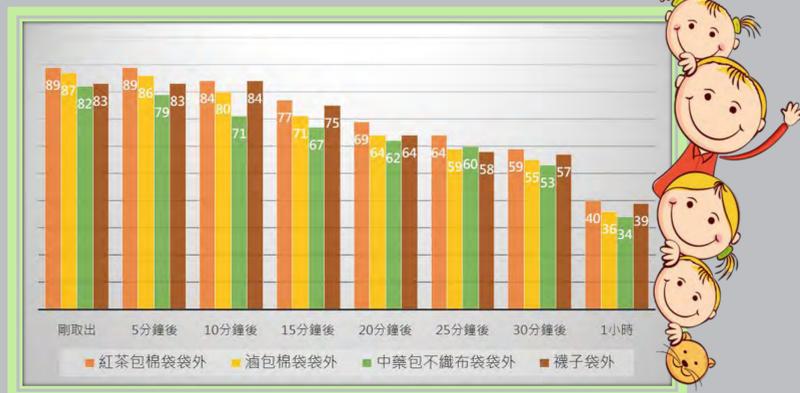
## 實驗六：不同的布袋對暖暖包的保溫時效影響

### 實驗步驟：

將紅豆量好100克四包，裝到紅茶包棉袋中微波1分鐘 (因為紅茶包棉袋可微波)  
再分別裝到各袋中袋內與袋外觀察溫度變化並記錄

### 實驗六結果：

1. 因為僅紅茶包棉袋能夠直接以微波爐加熱，因此紅茶包棉袋初始溫度會高過於其他實驗包材。
2. 由此實驗得知，保溫效果最優的包材為紅茶包棉袋，而保溫效果最差的為中藥包不織布袋。



## 延伸實驗六：使用不同材質的襪子對暖暖包的保溫時效影響

### 實驗步驟：

將紅豆量150克三包，裝到紅茶包棉袋中微波1分鐘  
再分別裝到三雙襪子裡，測量袋內與袋外觀察溫度變化並記錄

### 延伸實驗六結果：

1. 根據右方圖表顯示，襪子A、B、C一個小時後的溫度都十分接近，其中襪子C的溫度最低的，其棉度也是最少的，而襪子A和B溫度落差不大，棉度也相近。
2. 所以我們推斷棉度越高的襪子，保暖效果越佳。



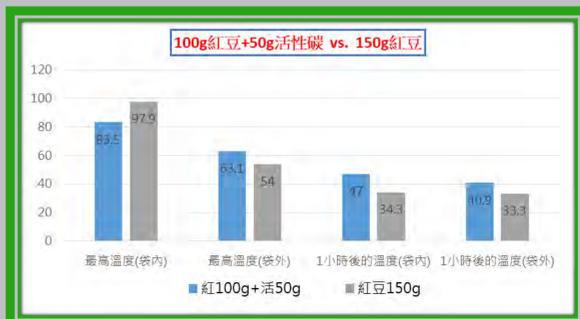
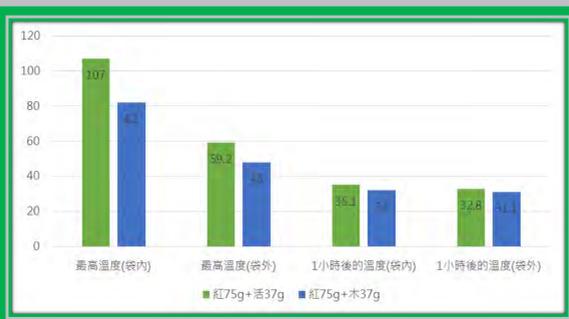
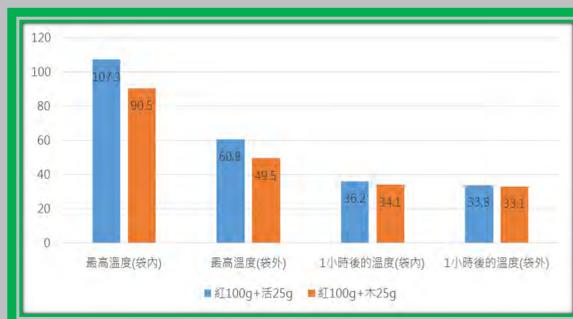
## 實驗七：將紅豆混合比熱較大的物質，是否能提高保暖時效

### 實驗步驟：

量紅豆100克、75克；活性碳、竹炭、木屑50克、75克、25克、37克數包  
按照比例混合後，裝到紅茶包棉袋中微波1分鐘  
再分別裝到襪子裡，測量袋內與袋外觀察溫度變化並記錄

### 實驗七結果：

1. 從第一次實驗和第二次實驗，我們觀察到混合活性碳的效果是最佳的。
2. 第三次實驗，我們把混合效果最佳的活性碳克數調整(100克紅豆+50克活性碳)後，和150克純紅豆比較，發現混合活性碳的暖暖包，一個小時後溫度比未混合的高出許多。所以混合比熱大的物質，是可以使暖暖包延長保溫時效。



## 結論

- ① 我們得知拋棄式暖暖包，是利用鐵粉氧化產生熱，恆溫時效可以長達6小時以上，比我們自製的紅豆暖暖包包效果更佳，但內容物不環保且有危險性。
- ② 7種豆子中，雖然綠豆上升溫度是最高的，但是下降的溫度也很快；而紅豆上升溫度雖然不是所有豆子中最高的，但是下降的溫度是其他豆子中最慢的，所以這就是為什麼大家都選擇用紅豆作為暖暖包的原因。
- ③ 因四次平均最高溫、最低溫皆高於第一次加熱的溫度，由平均後的數據判別得知，紅豆重複加熱並不會降低保溫時效及其使用效果。
- ④ 紅豆會隨著加熱時間越久，上升溫度越高；相對溫度上升越高，下降的速度也越快，因此保溫效果不會因為加熱的時間越長，而越好。
- ⑤ 透過延伸實驗五，我們了解克數少的紅豆所需要的總熱能，會比克數多的紅豆少，所以一樣的加熱時間下，克數少的溫度上升比克數多的快；相反的克數多的溫度上升慢，散熱速度也會比較慢，所以克數越多可以降低紅豆散熱速度。
- ⑥ 得知保溫效果最優的包材為紅茶包棉袋，而保溫效果最差的為中藥包不織布袋，但因為紅茶包棉袋買回後，需加工縫製適當大小，較為不便；而襪子家中方便取得，且不必加工縫製，雖然保溫效果沒有紅茶包棉袋佳，但效果也不錯，所以我們覺得襪子比紅茶包棉袋更為適合當作暖暖包材質。
- ⑦ 延伸實驗六，我們選出三種不同棉度的襪子來進行實驗，推斷棉度越高的襪子，保暖效果越佳。
- ⑧ 我們把混合效果最佳的活性碳克數調整(100克紅豆+50克活性碳)後，和150克純紅豆比較，發現混合活性碳的暖暖包一個小時後，溫度比未混合的高出許多，所以混合比熱大的物質，是可以使暖暖包延長保溫時效。