

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：紅豆暖暖包

一、摘要

本實驗改變紅豆暖暖包的製作方式、配方以及加熱方式，希望能找出能保溫效果較好的暖暖包。實驗結果中，不織布袋的厚度、紅豆總重量增加，可以延長保溫時間；使用完整紅豆顆粒製作暖暖包較使用紅豆粉製作暖暖包的保溫效果好，至少使用五次之內紅豆暖暖包的保溫效果不會衰退，而加熱方式以及豆類的選擇的實驗有可以再進一步研究的地方。

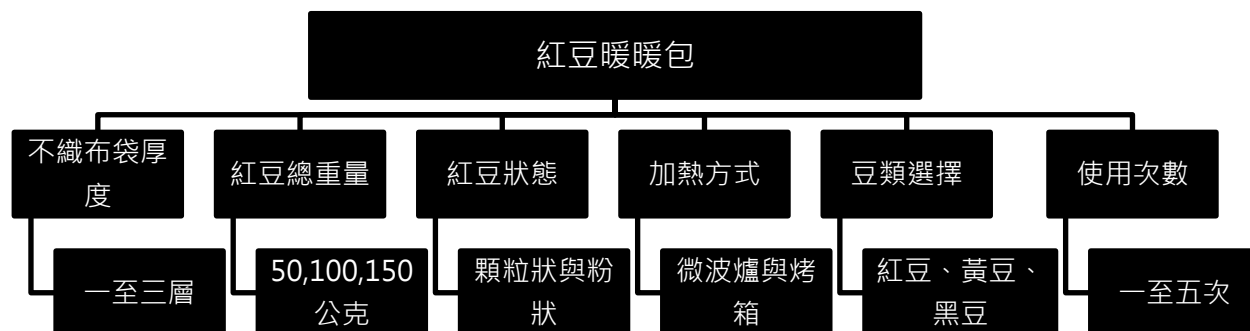
二、探究題目與動機

在天氣較冷時，很多同學會帶暖暖包到學校，市售暖暖包由打開包裝到溫度升高需要等待一段時間，且不能重複使用，偶然發現網路上流傳著「紅豆暖暖包」，材料是親民的紅豆，放進微波爐加熱只要兩分鐘，使用時會散發紅豆香，能夠重複使用也更為環保，我們想研究以什麼條件製作紅豆暖暖包能夠有最佳的保溫效果。

三、探究目的與假設

- (一) 不織布袋厚度增加能延長保溫時間。
- (二) 紅豆總重量增加能延長保溫時間。
- (三) 把紅豆磨成粉會縮短保溫時間。
- (四) 使用微波爐加熱的保溫效果較烤箱好。
- (五) 紅豆的保溫效果較黃豆、黑豆好。
- (六) 紅豆暖暖包隨著使用次數增加，保溫效果會衰退。

四、探究方法與驗證步驟



圖一 研究架構圖

器材：自製不織布袋、紅豆、黃豆、黑豆、微波爐、烤箱、溫度計、計時器

(一) 不織布袋厚度增加能延長保溫時間

實驗步驟：

1. 準備三個不同厚度（一層、兩層、三層）的不織布袋。
2. 分別倒入 50 公克的紅豆並密封。

- 3.放進微波爐，以 600 瓦微波 2 分鐘。
- 4.取出後每分鐘測量溫度，記錄溫度變化。
- 5.重複進行上述步驟三次。

(二) 紅豆重量增加能延長保溫時間

實驗步驟：

- 1.準備三個相同大小的兩層不織布袋
- 2.分別倒入 50 公克、100 公克、150 公克的紅豆並密封
- 3.放進微波爐，以 600 瓦微波 2 分鐘
- 4.取出後每分鐘測量溫度，記錄溫度變化
5. 重複進行上述步驟三次

(三) 把紅豆磨成粉會縮短保溫時間

實驗步驟：

- 1.準備相同大小與厚度的不織布袋
- 2.分別倒入 50 公克的完整紅豆顆粒和 50 公克的紅豆粉並密封
- 3.放進微波爐，以 600 瓦微波 2 分鐘
- 4.取出後每分鐘測量溫度，記錄溫度變化
- 5.重複進行上述步驟三次

(四) 使用微波爐加熱的保溫效果較烤箱好

實驗步驟：

- 1.準備相同規格的不織布袋
- 2.分別倒入 50 公克的紅豆並密封
- 3.一組放進微波爐，以 600 瓦微波 2 分鐘，一組放入烤箱設定攝氏 230 度預熱後加熱 5 分鐘
- 4.取出後每分鐘測量溫度，記錄溫度變化
5. 重複進行上述步驟三次

(五) 紅豆的保溫效果較黃豆、黑豆好

實驗步驟：

- 1.準備三個相同規格的不織布袋
- 2.分別倒入 50 公克的紅豆、黃豆、黑豆並密封
- 3.分別放進微波爐，以 600 瓦微波 2 分鐘
- 4.取出後每分鐘測量溫度，記錄溫度變化
5. 重複進行上述步驟三次

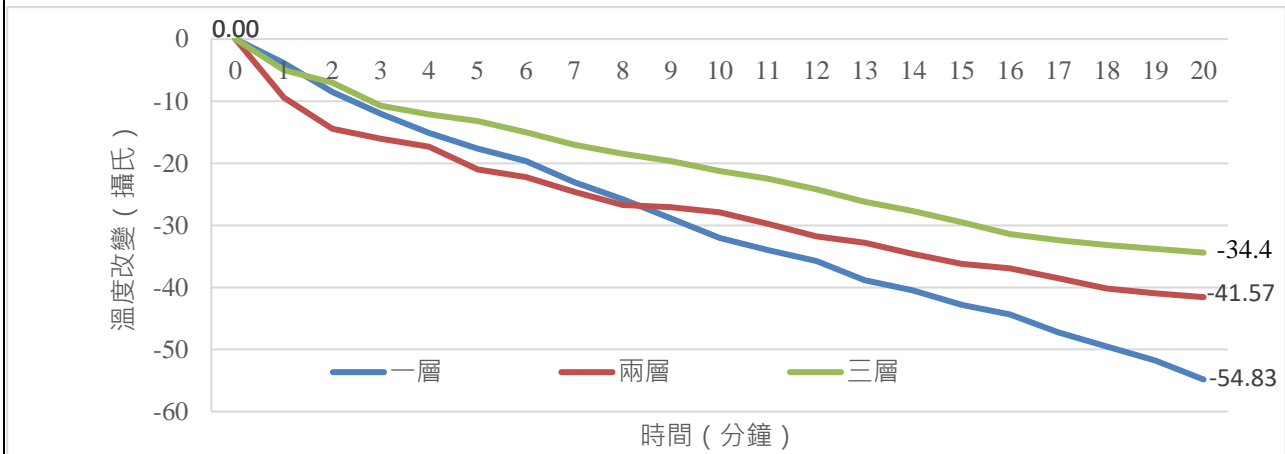
(六) 隨著使用次數的增加，保溫效果會變差

實驗步驟：

- 1.準備相同規格的不織布袋
- 2.倒入 50 公克的紅豆並密封
- 3.放進微波爐，以 600 瓦微波 2 分鐘
- 4.取出後每分鐘測量溫度，記錄溫度變化
- 5.重複實驗五次並比較保溫效果
6. 重複進行上述步驟三次

五、結論與生活應用

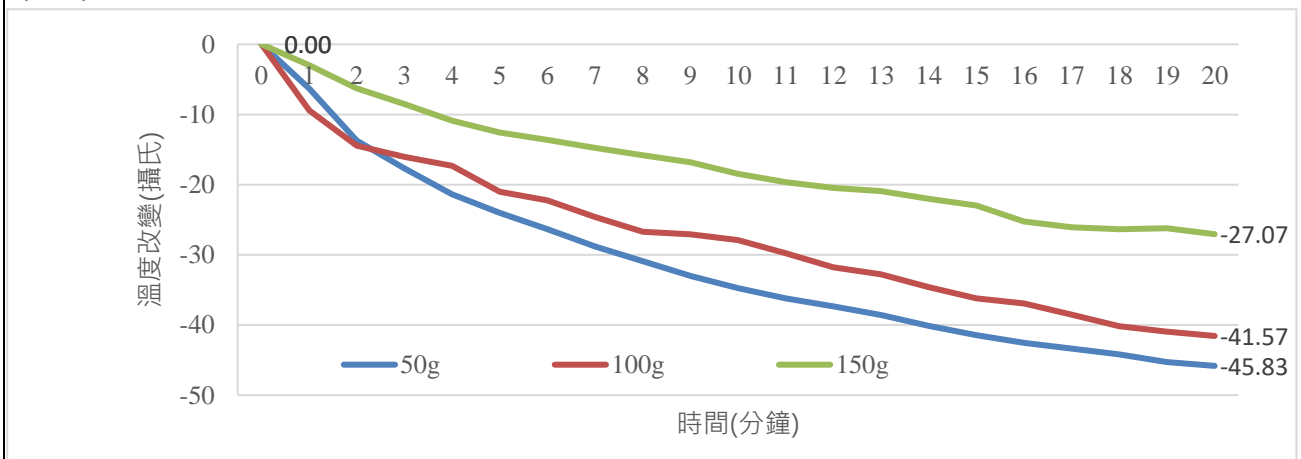
(一) 包裝厚度增加能延長保溫時間



圖二 不同厚度紅豆暖暖包的溫度變化量

由圖二可知，不織布袋的厚度增加，保溫效果也會跟著增加，單層袋暖暖包於 20 分鐘後，溫度下降 54.8°C，而三層袋暖暖於 20 分鐘後，溫度僅下降 34.4°C，經統計分析此一差異有顯著性差異。由本實驗結果可知增加不織布袋厚度，能有效防止熱量流失，減緩降溫速度。

(二) 紅豆重量增加能延長保溫時間

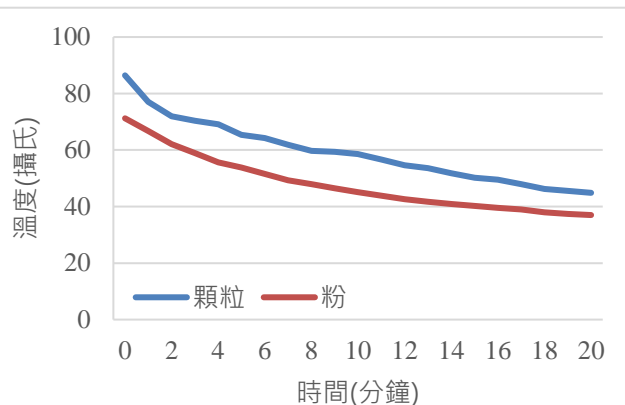


圖三 不同重量紅豆暖暖包的溫度變化量

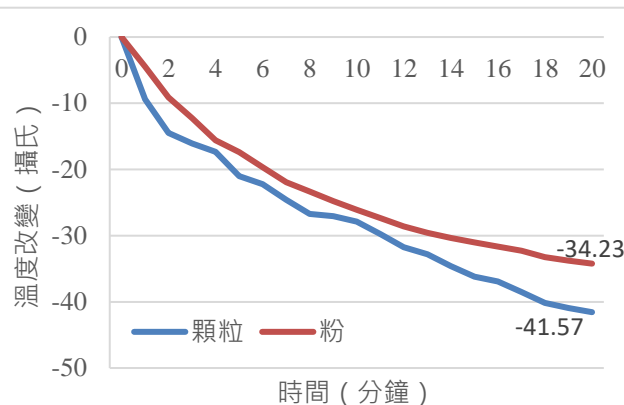
由圖三結果可發現，當暖暖包內的紅豆重量增加，保溫效果亦隨之增加，150g 紅豆放置 20 分鐘後，溫度下降約 27°C，50g 紅豆在相同環境中放置 20 分鐘後，溫度下降約 46°C，在統計上有顯著差異，而 100g 紅豆經相同處理，溫度下降約 42°C，但三個重量的紅豆溫度下降幅

度並未有明顯的線性或是倍數關係，推測當紅豆的量增加時，熱容量亦隨之增加，降溫速度變慢，但放置紅豆的不織布袋表面積相同，可能也對於暖暖包散熱效果有所影響。

(三) 顆粒狀紅豆暖暖包的保溫效果略佳於粉狀紅豆暖暖包



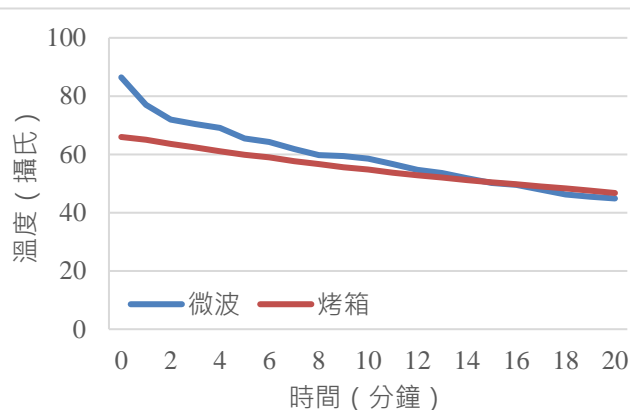
圖四 顆粒狀與粉狀紅豆暖暖包的溫度變化



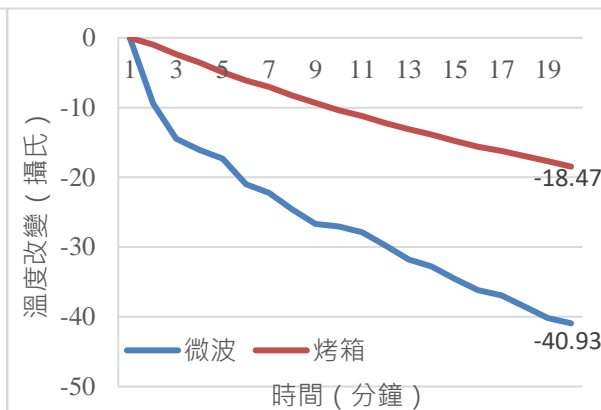
圖五 顆粒狀與粉狀紅豆暖暖包的溫度變化量

雖然由圖五結果看來，放置 20 分鐘後粉狀紅豆暖暖包溫度下降幅度較顆粒狀紅豆暖暖略少，但從圖四可發現，相同加熱條件下，粉狀紅豆暖暖包的初始溫度約為 71°C，明顯較顆粒狀暖暖包低(約為 86°C)，粉狀紅豆可能因含水量較顆粒狀紅豆少，故不利於微波爐加熱。考量到初溫的因素，顆粒狀紅豆暖暖包的使用時效仍較粉狀紅豆暖暖包長。

(四) 使用烤箱加熱的保溫效果較微波爐好



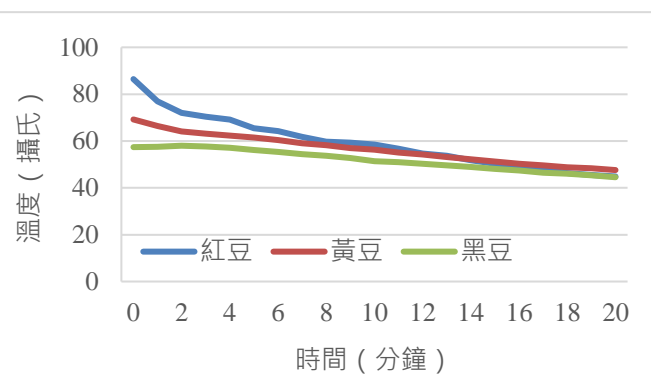
圖六 不同加熱方式紅豆暖暖包的溫度變化



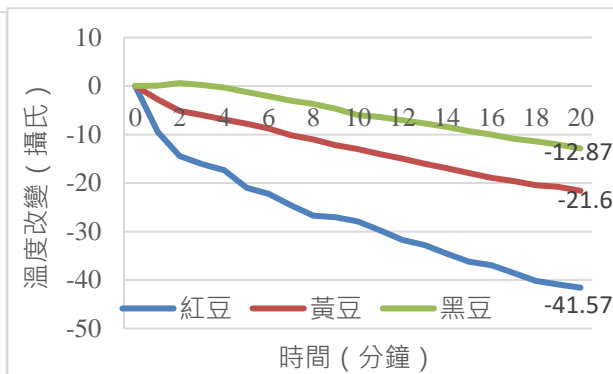
圖七 不同加熱方式紅豆暖暖包的溫度變化量

烤箱和微波爐的加熱原理不同，微波爐燒烤功能是發出微波，使食物中的水分子鏈發生高速振盪生熱，是從食品內部給它們加熱。烤箱則相反，是通過紅外線從外部給食品加熱。由圖六可知，使用烤箱加熱後紅豆暖暖包的溫度為約 66°C，而使用微波爐加熱後，紅豆暖暖包的溫度可達約 86°C，差異達 20°C。由圖七可以看出微波加熱暖暖包在相同時間內溫度下降幅度顯著高於烤箱加熱的暖暖包，但考量到初始溫度，由牛頓冷卻定律可知，「一冷卻體之冷卻速率與該物溫度及室溫之溫差成正比」，使用微波爐加熱的暖暖包初始溫度高，降溫速度亦快，由圖六可以發現，經過 20 分鐘後兩者的溫度似乎沒有明顯的差距，需要進一步檢驗更長時間範圍內，以不同器具加熱的暖暖包溫度變化狀況，但考量到加熱所需時間以及消耗的能源，短時間加熱即可達到較高溫度的微波爐仍是製作紅豆暖暖包較適合的加熱工具。

(五) 紅豆暖暖包的升降溫速度較快



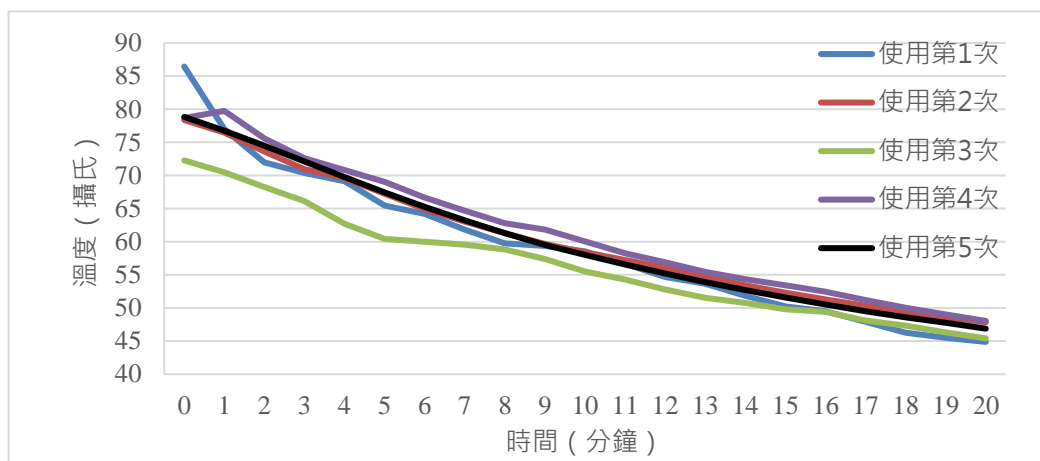
圖八 不同豆類暖暖包的溫度變化



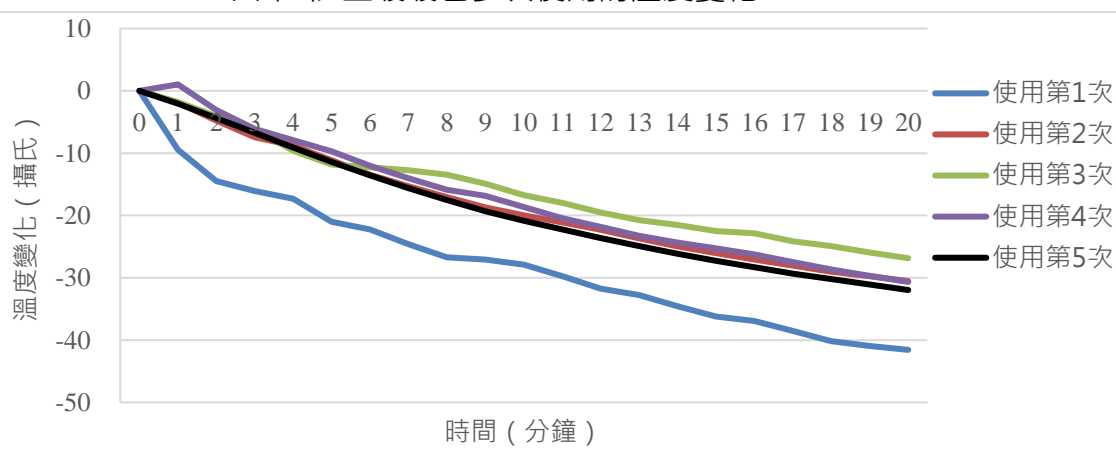
圖九 不同豆類暖暖包的溫度變化量

由圖八可知，在相同加熱條件下，紅豆的溫度較黃豆或黑豆高，顯示此一加熱處理下，紅豆溫度上升速度較黃豆或黑豆快，表示紅豆的比熱小於另外兩種豆，或者市售紅豆顆粒的含水量較另兩種豆高，有利於以微波爐加熱，但承前一實驗結果的推論，起始溫度可能對溫度下降速率造成影響，故此一實驗應調整加熱條件，讓三種豆子在相同的起始溫度方能比較。而網路選用紅豆來製作暖暖包，可能也是因為紅豆所需的加熱時間較短、更為節約能源的緣故。

(六) 使用五次之內紅豆暖暖包的保溫效果不會變差。



圖十 紅豆暖暖包多次使用的溫度變化



圖十一 紅豆暖暖包多次使用的溫度變化量

考量到市售暖暖包用過就要丟棄，製造的垃圾量大，故進一步檢驗自製紅豆暖暖包多次使用的效果，由圖十、十一可發現，整體來說，經過連續加熱、降溫五次後，自製紅豆暖暖包保溫的效果並沒有太大的差異，僅在第一次加熱後初溫較其他四次為高，這可能是因為第一次使用時，紅豆顆粒的含水量較高，但其後紅豆顆粒含水量趨於穩定，加熱效果也更加一致。雖然尚待測試更多使用次數下自製紅豆暖暖包的保溫效果是否衰退，但重複加熱使用五次下，自製紅豆暖暖包均能維持其保溫效果，相較於使用一次就要丟棄的市售暖暖包，自製紅豆暖暖包能減少垃圾生成量，對環境更加友善，且製作簡易，值得推廣。

【總結】

1. 不織布袋厚度增加，能有效防止熱量流失，減緩降溫速度。
2. 當紅豆的量增加時，熱容量亦隨之增加，降溫速度變慢，但保溫度提升程度同時與使用布袋面積相關，有其極限。
3. 粉狀紅豆可能因含水量較顆粒狀紅豆少，故不利於微波爐加熱。
4. 紅豆暖暖包使用微波爐加熱的效率較烤箱佳，故以微波爐加熱的方法較適合紅豆暖暖包的製作。
5. 相較於黃豆和黑豆，紅豆以微波爐加熱的效率較高。
6. 重複加熱使用五次下，自製紅豆暖暖包均能維持其保溫效果。

參考資料

雲林縣斗六市石榴國民小學 (2017)。環保“豆”寒冬。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080804.pdf>

翁秉仁(2001 年 9 月 30 日)。牛頓冷卻定律。

http://episte.math.ntu.edu.tw/applications/ap_cooling/index.html