

中華民國第 51 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

最佳創意獎

080807

愛不「釋」手

—自製環保暖暖包保暖效果的研究

學校名稱：國立臺東大學附屬實驗國民小學

作者： 小五 黃詩瑜 小五 林豐善 小五 蔡佳蓁 小五 王彩禎 小四 張庭瑜	指導老師： 吳美慧 陳柏燕
---	-----------------------------

關鍵詞：釋迦種子、環保暖暖包、保暖效果

愛不「釋」手--自製環保暖暖包保暖效果的研究

摘要

本研究透過觀察不同豆類、不同植物種子，加熱後溫度維持狀況，分析不同豆類、不同植物種子研磨後溫度維持狀況，比較釋迦種子與紅豆作為暖暖包材料的差異。

實驗結果發現釋迦種子無論磨碎或不磨碎，加熱後溫度維持狀況與紅豆相近。釋迦種子加熱後的異味問題，可依據個人喜好加入植物添加物來改善。釋迦種子暖暖包重量的多寡和體積的大小會影響到溫度維持，不同的襪子材質也會影響保溫效果，結合藝術與人文製作一個自己的釋迦種子暖暖包是很酷應用。

又濕又冷的冬天，小朋友總會使用暖暖包來取暖，希望藉由我們的研究發現，讓大家在吃完好吃的釋迦後，可以多一項選擇，利用釋迦種子DIY製作環保暖暖包，不僅可以減少垃圾量，也開發了釋迦另一種功用！

壹、研究動機

今年的冬天又濕又冷，小朋友總會使用暖暖包來取暖。我們查閱網路資料發現可以利用紅豆製作暖暖包，比較天然環保！讓我們很好奇？如果紅豆可以當材料，其他植物的種子是不是也可以？我們想到台東特產釋迦，好吃的釋迦吃完後，種子總是又多又麻煩，如果種子可以再利用，不僅可以減少垃圾，也開發了釋迦另一種功用！

*與課程相關單元：自然與生活科技五下第三單元熱的傳播與保溫（康軒版）

貳、研究目的

從暖暖包發熱的原理，探討豆類及其他植物種子做為暖暖包材料的效果比較，進而開發環保的暖暖包，為了達到這個目的，本研究擬針對下列幾個問題進行探究。

- 一、不同豆類種子(紅豆、綠豆、黃豆)做成暖暖包的溫度持續的效果一樣嗎？
 - (一) 不同種類的豆子，它們的溫度持續的效果一樣嗎？
 - (二) 豆子磨碎與不磨碎，它們的溫度持續的效果有差別嗎？
- 二、不同植物種子(釋迦、龍眼、荔枝)做成暖暖包的溫度持續的效果一樣嗎？
 - (一) 不同種類的植物種子，它們的溫度持續的效果一樣嗎？
 - (二) 植物種子磨碎與不磨碎，它們的溫度持續的效果有差別嗎？
- 三、釋迦種子粉末製成的暖暖包與紅豆粉末暖暖包的溫度持續的效果相同嗎？
- 四、不同重量的釋迦種子暖暖包，溫度的持續效果一樣嗎？
- 五、釋迦種子暖暖包加入不同植物添加物，對溫度維持效果是否有影響？
- 六、釋迦種子暖暖包加入不同植物添加物，同學比較喜歡哪一種味道？
- 七、釋迦種子暖暖包溫度可以維持多久？
- 八、不同材質的襪子對釋迦種子暖暖包的溫度持續的效果一樣嗎？
- 九、釋迦種子暖暖包結合藝術造型，創造生活應用的可行性。

叁、文獻探討

一、輕巧的暖暖包使用不當仍具有危險性

寒流來，貼身保暖怎麼做？很多人可能都有過這樣的經驗：冬天寒流來襲，手腳凍得睡不著，只好懷裡揣個暖暖包帶進被窩，或者乾脆整晚用電毯…。其實，這些都是不安全的使用方式，錯誤使用輕則燙傷，重則可能漏電傷人，甚至引起火災。新生代女藝人張鈞甯日前為電影宣傳時，被媒體發現她腿上冒出一個傷口，原來，她在中國大陸拍戲時，因為天氣太冷，所以把暖暖包帶進被窩裡使用，早上起床發現小腿皮膚已經二度灼傷起水泡了。另外一則報導敘述一名糖尿病患者，也因為暖暖包使用不當而發生燙傷意外，華視新聞更因此教導大眾如何自製環保暖暖包(2010.01.06 華視新聞網)。輕巧的暖暖包除了提供保暖外，更不能忽視正確使用方法。

二、正確使用暖暖包才能安全保暖

如何度過一個安全又溫暖的冬天？我們發現市面上最常見的貼身保暖商品，分別是暖暖包、懷爐、熱水袋、電毯，使用方式各不相同，但目標一致求取溫暖。而暖暖包則是小朋友最常使用的物品，每個單價只要 10 元左右的拋棄式暖暖包，是小朋友度過寒冬的良伴。它的成分是由鐵粉、水、活性炭、蛭石與食鹽，拆封後，透過鐵粉氧化的過程來放熱。根據現行國家標準規定，拋棄式暖暖包溫度維持 40 度以上，最高溫度不可超過 70 度(標檢局電子報 2011.05.24)。因此，購買暖暖包前，消費者除了檢查包裝上的保暖「持續時間」外，還要注意「最高溫度」與「平均溫度」，並詳讀警告標示，有了正確的使用常識才能保暖又安全。

三、講求便利、環保的暖暖包是未來的趨勢

市面上也看見販售「扳折式暖暖包」，運用氧化發熱原理，只要折一下內裝液體裡的金屬片，暖暖包就會開始發熱，等到暖暖包變冷硬後，可以用布或毛巾包裹住，放入沸水煮 1 ~ 3 分鐘，或是用水沖洗，讓暖暖包恢復常溫即可重複使用。2010 年某公司推出充電式暖暖包，就是強調可以重複利用 500 次以上，握在手心上立即擁有溫暖感覺的便利性，同時避免傳統用完即丟的環境污染問題(2010.12.17 網路新聞)。然而，國內對於扳折式暖暖包還沒有任何檢驗標準，品質參差不齊，不少消費者抱怨只用過幾次就無法還原重複使用，而且只能水煮、不可微波加熱，使用上也比較不方便(康健雜誌 134 期 2010.1)。充電式的暖暖包，雖然可以解決不夠便利的問題，但是昂貴的價錢，不是一般人能輕易購買得到。如何擁有便利、環保又省錢的暖暖包是值得開發研究的。

四、化學暖暖包的發熱原理潛藏環境污染的危害

2011.05.20 中央社刊登一例新聞：某中學○○老師帶領學生以「手持式發電暖暖包」參加國中部生活與應用科學組科展競賽獲得佳作。在收集暖暖包的相關資料發現，化學暖暖包中鐵粉、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。一般販賣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，鐵要氧化生鏽必須經過一兩天才能明顯的看得出來，但是，因為市售的暖暖包加了食鹽，催化了鐵的氧化，因此，加快了暖暖包內的反應速度。在實驗過程中發現，化學暖暖包加水後發熱速度快，但容易產生褐色液體(水與鐵粉化學變化後的產物)，看起來很噁心。使用後的化學暖暖包必需依據不可燃廢棄物處理，否則會形成環境污染，但是用完即丟的化學暖暖包，不僅製造垃圾甚至危害環境，這樣的環保顧慮使得「化學暖暖包」常榮登科學研究的要角。

五、發現「愛不釋手-自製環保暖暖包保暖效果」的潛力

我們彙整近年來與暖暖包相關的科學研究，將研究題目及實驗相關的發現，整理成下表。從文獻資料顯示，多數研究(R1、R2、R3)主要探討暖暖包內的成分、發熱原理與不同廠牌暖暖包熱量持續程度的比較，僅一篇文章(R4)是探討不同豆類暖暖包的放熱性，從中歸結出紅豆暖暖包保溫效果最好。

編號	作者	研究題目	與本實驗相關的研究發現	備註
R1	吳嘉虹 王虹雯	噢！暖暖包，看我把你按暫停！	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若在戶外或想長時間使用暖暖包，則將暖暖包開封後放入絨布縫製的小袋子，可增加暖暖包的保暖效率。 2. 非常節省的人，可將暖暖包開封後，就放入夾鍊袋享受餘溫，30分鐘後，再度打開夾鍊袋，5分鐘暖暖包再度溫暖後，再放入夾鍊袋，重覆這些動作。這樣暖暖包就可以長效使用。 3. 重複使用暖暖包可以節省金錢、地球資源、並為逐漸暖化的地球盡上我們的一點心意！ 	參加第41屆臺北市小學科展
R2	林珈郁 曾詠瑄 黃俞儒 魏資融	妙麗的果醬罐—小燒包	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鐵粉量愈多對暖暖包溫度上升的速度愈快，也愈能達到最高溫度，因此可推斷鐵粉量是影響實驗的主因。 2. 碳粉及食鹽的含量對暖暖包溫度上升的速度及最高溫略有影響，但影響有限，有可能只是催化劑。 3. 以攪拌或揉搓材料方式，提高材料相互間的碰撞及接觸，可有效的提昇暖暖包的溫度。 	參加第43屆台中縣科展
R3	曹芷屏	哇！Hot	<ol style="list-style-type: none"> 1. 暖暖包內的成分有鐵粉、活性碳、蛭 	參加

	陳萱 鄭宇璿 陳庭瑜	Hot~小暖暖包—暖暖包祕密	石、食鹽，鐵粉的功用是放熱，活性碳的功能是保水劑，蛭石的主要功能是支撐、通氣，保水是很次要的功能，食鹽的功用是催化劑，而空氣中的水，則是扮演發熱的重要推手。 2. 氣溫越高暖暖包的作用越緩慢，持久性也越長，也就是緯度越高的地方，暖暖包的持久性就會越短。	第46屆小學科展
R4	許佳桂 魏僑 顧天衡 許嘉珊 陳冠錡 劉奕伯	溫暖的小豆豆—暖暖包	1. 實驗發現雖然綠豆下降時的溫度較高，可是紅豆溫度下降時的速度平均較慢，所以，紅豆保溫效果最好。 2. 我們發現放出熱量最大的是綠豆，可是綠豆溫度不能保持很久，所以我們選用第二高的紅豆當作暖暖包材料。 3. 我們發現在加熱1分20秒之後，都有可能超過基準溫度，或者不容易保存下來，所以表示再加熱1分20秒之前的暖包都還可以拿來用。 4. 因為微波後熱把水分蒸發了，所以，微波後的豆子重量會減少，而且微波越久的豆子，經過碘液測驗的澱粉也愈少，所以微波除了會把豆子裡面的水分趕出去，也會破壞澱粉。 5. 因為60克的紅豆數量較少，所以，溫度過程比其它來的低，但是，120克的紅豆雖然較多，但是發現上升速度也很慢，以我們的數據來看，最好的重量是100克，因為它的最高溫度最高。	參加第43屆小學科展

六、小結

綜觀文獻資料我們歸納出下列三點建議：

- (一) 暖暖包必須注意正確的使用方法及保存期限。
- (二) 暖暖包的溫度必須維持在 40-70 度之間，才不至於造成燙傷。
- (三) 自然材料兼具重複使用的環保性，加熱容易且方便攜帶的暖暖包，是大家共同的期待。

基於環保理念同時掌握科學探究精神，本研究希望從廢棄物再利用的角度切入，在全球糧食短缺，供應和需求鏈不均衡的今日，研發可以取代紅豆成為環保暖暖包的材料。因此，選擇探究釋迦種子暖暖包的放熱性、保溫持續力與可行性，讓我們朝向自製環保暖暖包保暖效果的研究出發。

肆、研究設備與器材

一、測量工具：溫度計、計時器、電子磅秤

二、實驗設備：微波爐、研磨機、容器、剪刀、棉襪(80%棉 20%彈性紗)、絲襪(100%彈性纖維)、尼龍襪(100%尼龍)、包裝袋

三、實驗材料：各類豆子(紅豆、綠豆、黃豆)、不同植物的種子(釋迦種子、龍眼種子、荔枝種子)、柑橘果皮、檸檬葉、茶葉

			
溫度計	量杯	計時器	紀錄溫度變化
			
釋迦種子	荔枝種子	龍眼種子	暖暖包加熱

伍、研究過程與方法

一、不同豆類種子(紅豆、綠豆、黃豆)做成暖暖包的溫度持續的效果一樣嗎?

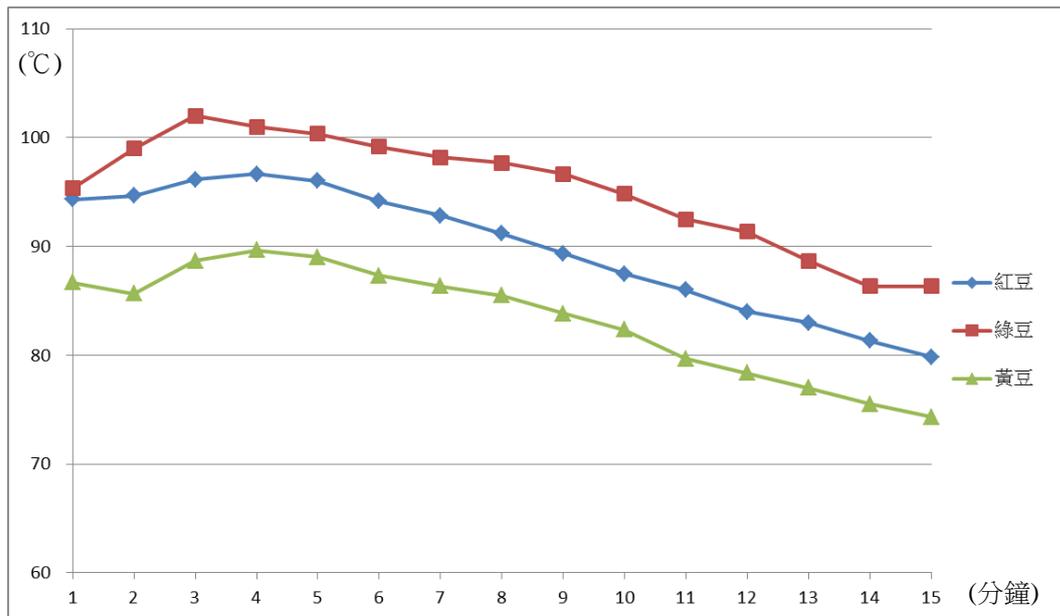
(一)不同種類的豆子，它們的溫度持續的效果一樣嗎?

查閱網路資料發現，紅豆或是中藥材都有人建議可以做為暖暖包的材料。於是我們選擇最常見的紅豆、綠豆和黃豆進行比較。

1. 控制變因：豆類種子重量各 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：紅豆、綠豆、黃豆
3. 實驗結果：實驗三次後，綠豆的溫度最高，其次是紅豆，最後是黃豆；我們也發現紅豆微波後產生的氣味比綠豆和黃豆濃且具有吸引人的氣味，這可以解釋為什麼網路上很多人建議使用紅豆製作暖暖包。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	紅豆 平均	綠豆 平均	黃豆 平均
0	42.3	34.0	44.0
1	94.3	95.3	86.7
2	94.7	99.0	85.7
3	96.2	102.0	88.7
4	96.7	101.0	89.7
5	96.0	100.3	89.0
6	94.2	99.2	87.3
7	92.8	98.2	86.3
8	91.2	97.7	85.5
9	89.3	96.7	83.8
10	87.5	94.8	82.3
11	86.0	92.5	79.7
12	84.0	91.3	78.3
13	83.0	88.7	77.0
14	81.3	86.3	75.5
15	79.8	86.3	74.3
平均溫度	89.8	95.3	83.3

* 紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



(二) 豆子磨碎與不磨碎，它們的溫度持續的效果有差別嗎？

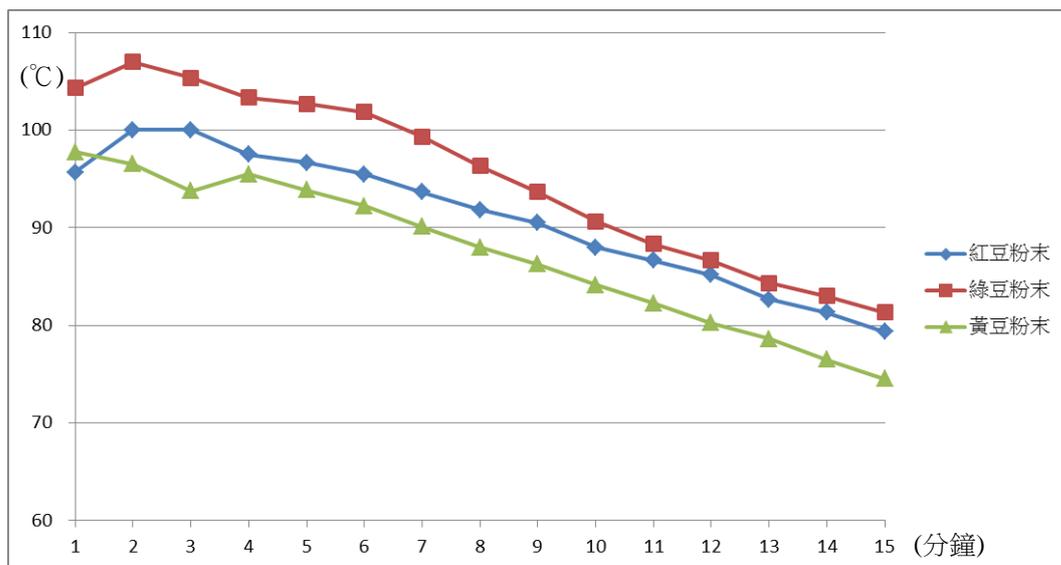
因為市面上販售的暖暖包顆粒小，觸摸起來的感覺和一顆顆的豆類不同，為了營造相同的感覺，我們將豆子磨碎，探究豆類顆粒大小與溫度持續的效果間是否會產生影響？

1. 控制變因：豆類種子重量各 100g、磨碎時間 2 分鐘、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：紅豆、綠豆、黃豆磨碎或不磨碎
3. 實驗結果：實驗三次後，綠豆粉末的溫度最高，其次是紅豆，最後是黃豆；在溫度維持上與未研磨的豆類一樣，雖然實驗結果相同，但發現除綠豆外，研磨後的豆類暖暖包在溫度的持續表現上，較未研磨的豆類表現高。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	紅豆粉末 平均	綠豆粉末 平均	黃豆粉末 平均
0	50.7	38.3	39.0
1	95.7	104.3	97.8
2	100.0	107.0	96.5
3	100.0	105.3	93.8
4	97.5	103.3	95.5
5	96.7	102.7	93.9
6	95.5	101.8	92.3
7	93.7	99.3	90.1
8	91.8	96.3	88.0

9	90.5	93.7	86.3
10	88.0	90.7	84.1
11	86.7	88.3	82.3
12	85.2	86.7	80.3
13	82.7	84.3	78.6
14	81.3	83.0	76.5
15	79.3	81.3	74.5
平均溫度	91.0	95.2	87.4

* 紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



二、不同植物種子（釋迦、龍眼、荔枝）做成暖暖包的溫度持續的效果一樣嗎？

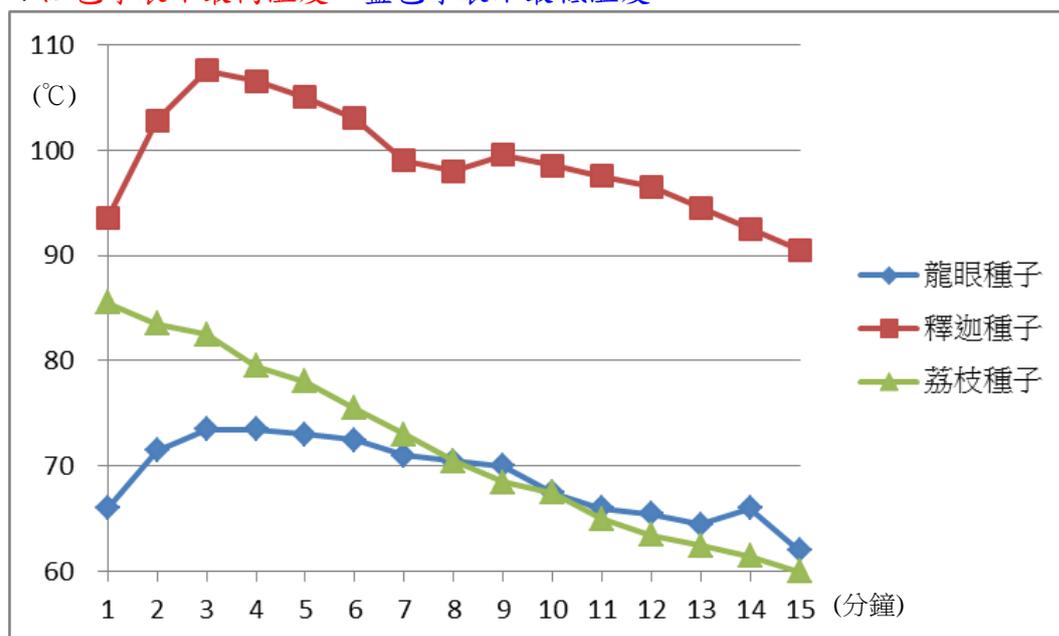
(一)不同種類的植物種子，它們的溫度持續的效果一樣嗎？

豆類暖暖包在溫度的維持上表現佳，但紅豆、綠豆、黃豆都是糧食類作物的種子，為了更環保的理由，我們以非糧食類的種子(釋迦種子、龍眼種子、荔枝種子)進行溫度維持的比較。

1. 控制變因：植物種子重量各 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：釋迦種子、龍眼種子、荔枝種子
3. 實驗結果：各實驗三次後，發現釋迦種子溫度最高，其次是荔枝種子，最後是龍眼種子。釋迦是台東的特產，荔枝和龍眼則是台灣具代表性的水果之一，雖然龍眼和荔枝溫度持續的表現不像豆類亮眼，但也在暖暖包建議平均溫度範圍內，這樣的發現讓我們產生信心，決定進一步探究，不同植物種子暖暖包的溫度持續效果。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	釋迦種子 平均	龍眼種子 平均	荔枝種子 平均
0	40.0	38.5	40.0
1	93.5	66.0	85.5
2	102.8	71.5	83.5
3	107.5	73.5	82.5
4	106.5	73.5	79.5
5	105.0	73.0	78.0
6	103.0	72.5	75.5
7	99.0	71.0	73.0
8	98.0	70.5	70.5
9	99.5	70.0	68.5
10	98.5	67.5	67.5
11	97.5	66.0	65.0
12	96.5	65.5	63.5
13	94.5	64.5	62.5
14	92.5	66.0	61.5
15	90.5	62.0	60.0
平均溫度	99	68.9	71.8

*紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



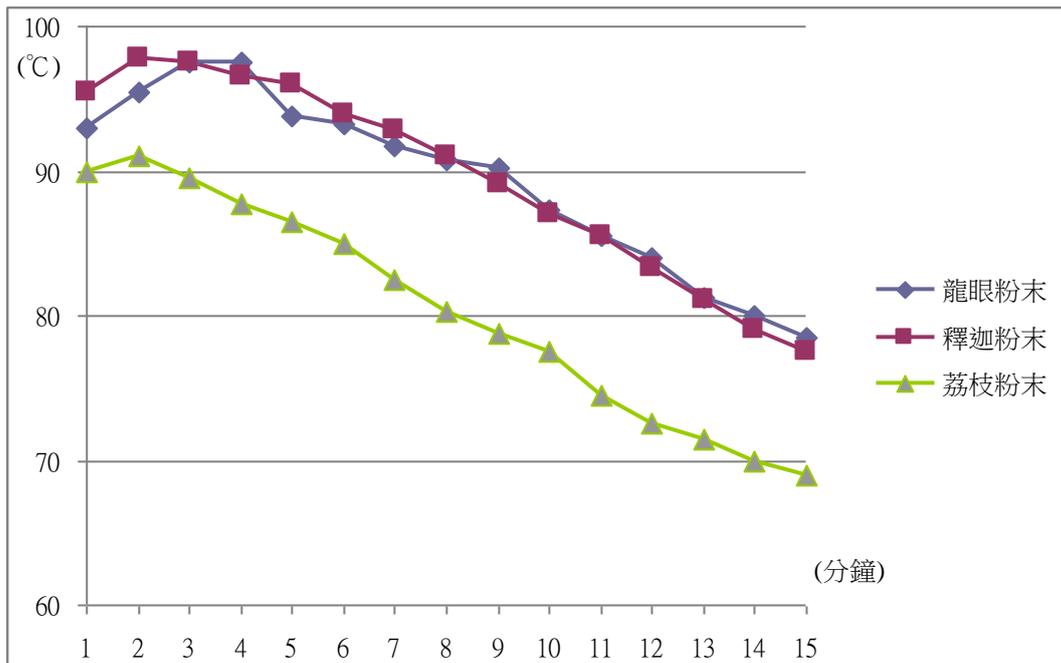
(二)植物種子磨碎與不磨碎，它們的溫度持續的效果有差別嗎？

為了進一步探究不同種類的植物種子暖暖包溫度持續效果，我們將釋迦種子、龍眼種子、荔枝種子分別磨碎並進行比較，以確認磨碎或不磨碎對溫度維持是否影響。

1. 控制變因：植物種子重量各 100g、磨碎時間 2 分鐘、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：釋迦種子、龍眼種子、荔枝種子磨碎或不磨碎
3. 實驗結果：各實驗三次後，發現磨碎後的釋迦種子溫度最高，其次是龍眼種子，最後是荔枝種子。種子磨碎後的溫度維持效果都較未磨碎高，但是荔枝種子磨碎後的溫度維持，表現未如龍眼種子是我們覺得奇怪的地方？也許是實驗次數不夠多所造成。但是不同植物種子（釋迦、龍眼、荔枝）做成暖暖包的溫度持續的效果，不論是研磨或未研磨的狀態，溫度維持都在建議範圍之上，讓我們對於「愛不釋手-自製環保暖暖包」更有期待。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	釋迦種子粉末 平均	龍眼種子粉末 平均	荔枝種子粉末 平均
0	42.3	39.5	41.5
1	95.5	93.0	90.0
2	97.8	95.5	91.0
3	97.5	97.5	89.5
4	96.5	97.5	87.8
5	96.0	93.8	86.5
6	94.0	93.3	85.0
7	92.8	91.8	82.5
8	91.0	90.8	80.3
9	89.2	90.3	78.8
10	87.0	87.3	77.5
11	85.5	85.5	74.5
12	83.3	84.0	72.5
13	81.2	81.3	71.5
14	79.0	80.0	70.0
15	77.5	78.5	69.0
平均溫度	89.6	89.3	80.4

* 紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



三、釋迦種子粉末製成的暖暖包與紅豆粉末暖暖包的溫度持續的效果相同嗎？

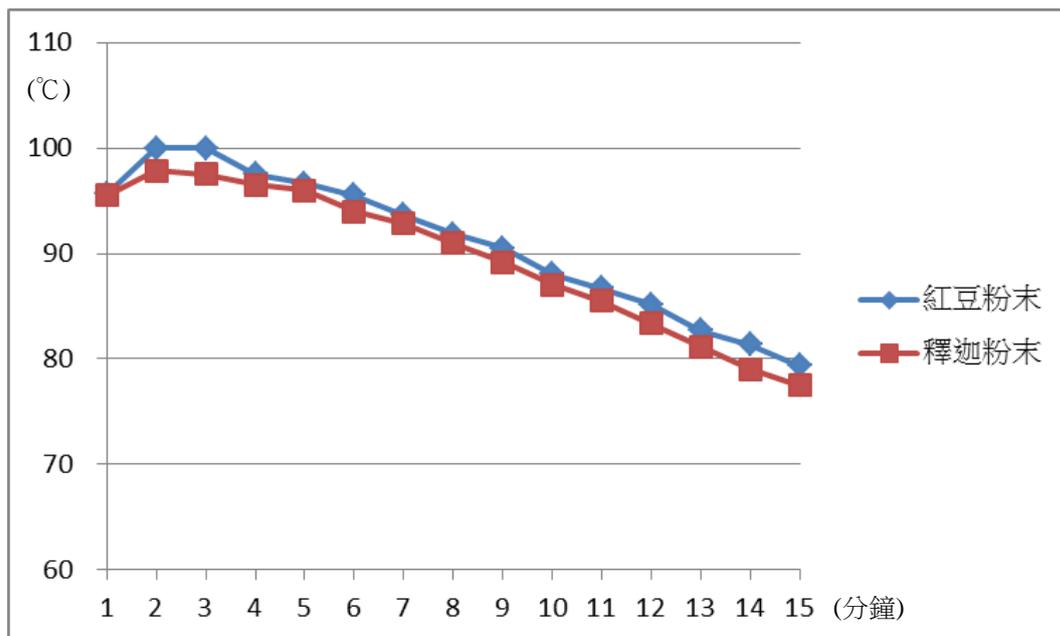
為了佐證釋迦種子可以取代紅豆成為暖暖包的材料，我們將釋迦種子粉末與紅豆粉末進行比較，以了解兩者間的差異。

1. 控制變因：重量各 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：紅豆種子粉末、釋迦種子粉末
3. 實驗結果：將釋迦種子粉末與紅豆粉末三次實驗平均溫度進行比較，發現紅豆粉末溫度高於釋迦種子粉末，兩者在 15 分鐘內的平均溫度差異只有 1.4 度，是屬於可接受的範圍；若從經濟成本上考量，紅豆價錢高，而釋迦種子是廢棄物，可見釋迦種子具有取代紅豆成為暖暖包材料的潛力，加上研磨成顆粒的種子放在手心上觸摸的感覺和市面販賣的化學暖暖包一樣，是種子研磨後的優點；只是釋迦種子加熱後會產生一股不好聞的味道；裝入襪子內，都會有粉末滲漏的問題（無論紅豆、綠豆、黃豆、釋迦、龍眼、荔枝都有相同困擾），襪子清洗不易也影響襪子外觀清潔度，這都是必須克服的問題。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	紅豆粉末 平均	釋迦種子粉末 平均
0	50.7	42.3
1	95.7	95.5
2	100.0	97.8

3	100.0	97.5
4	97.5	96.5
5	96.7	96.0
6	95.5	94.0
7	93.7	92.8
8	91.8	91.0
9	90.5	89.2
10	88.0	87.0
11	86.7	85.5
12	85.2	83.3
13	82.7	81.2
14	81.3	79.0
15	79.3	77.5
平均溫度	91.0	89.6

*紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



四、不同重量的釋迦種子暖暖包，溫度的持續效果一樣嗎？

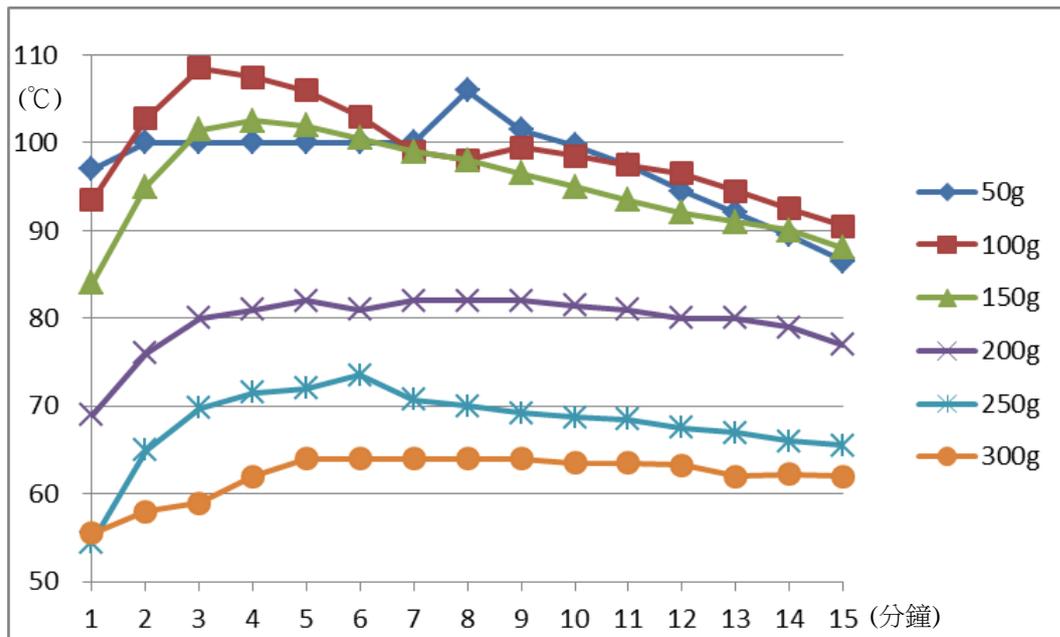
為了解不同重量所製作的釋迦暖暖包，在溫度維持效果上是不是會有差異？於是我們將釋迦種子分成不同的重量(50g、100g、150g、200g、250g、300g)各分別進行三次測試，以了解溫度維持的狀況。

1. 控制變因：釋迦種子、微波時間1分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間15分鐘
2. 操縱變因：重量各不相同的釋迦種子
3. 實驗結果：將不同重量的釋迦種子，各進行三次實驗後取得平均溫度，發現釋迦種子重量會影響溫度維持。15分鐘內重量越重溫度的維持越不

好，重量 50 g、100 g 和 150 g 的溫度都達到 90 度以上，以 100 g 的溫度最高，300 g 的溫度最低，這樣的結果與第 43 屆小學科展「溫暖的小豆豆—暖暖包」研究發現雷同” 120 g 的紅豆雖然較多，但是發現上升速度也很慢，以我們的數據來看，最好的重量是 100 g” 所以，本研究決定以 100 g 做為後續延伸問題的研究依據。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	釋迦種子 50 g 平均	釋迦種子 100 g 平均	釋迦種子 150 g 平均	釋迦種子 200 g 平均	釋迦種子 250 g 平均	釋迦種子 300 g 平均
0	38.5	40.0	36.5	37.5	39.0	32.0
1	97.0	93.5	84.0	69.0	54.5	55.5
2	100.0	102.8	95.0	76.0	65.0	58.0
3	100.0	108.5	101.5	80.0	69.8	59.0
4	100.0	107.5	102.5	81.0	71.5	62.0
5	100.0	106.0	102.0	82.0	72.0	64.0
6	100.0	103.0	100.5	81.0	73.5	64.0
7	100.0	99.0	99.0	82.0	70.8	64.0
8	106.0	98.0	98.0	82.0	70.0	64.0
9	101.5	99.5	96.5	82.0	69.3	64.0
10	99.8	98.5	95.0	81.5	68.8	63.5
11	97.5	97.5	93.5	81.0	68.5	63.5
12	94.5	96.5	92.0	80.0	67.5	63.3
13	92.0	94.5	91.0	80.0	67.0	62.0
14	89.5	92.5	90.0	79.0	66.0	62.3
15	86.5	90.5	88.0	77.0	65.5	62.0
平均溫度	97.6	99.2	95.2	79.6	68.0	62.1

* 紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



五、釋迦種子暖暖包加入不同植物添加物，對溫度維持效果是否有影響？

為了解決釋迦種子暖暖包加熱後所產生的味道問題，我們利用天然植物柑橘果皮、檸檬葉和茶葉所散發出來的氣味，嘗試解決釋迦種子暖暖包的異味困擾。並探究添加物是否會影響釋迦種子暖暖包的溫度維持效果。

1. 控制變因：釋迦種子重量 100g、釋迦種子粉末重量 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：10g 柑橘果皮、檸檬葉、茶葉
3. 實驗結果：釋迦種子暖暖包經過添加柑橘果皮、檸檬葉和茶葉後，對於味道的改善都有效果，參加縣賽時就已經做過添加 5 克的植物添加物，現在以 10 克的添加物做為實驗，對於味道的改善更明顯，同時也再一次驗證釋迦種子粉末在溫度的維持上較釋迦種子為佳。

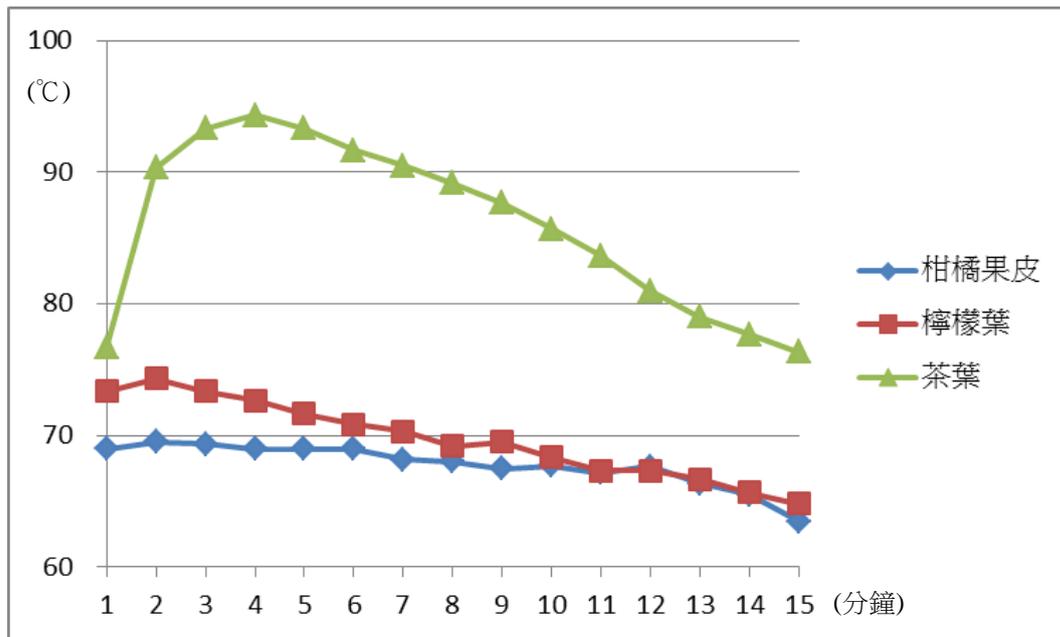
製作說明		柑橘果皮	研磨後	包裝袋
柑橘添加物	將柑橘果皮自然風乾後，利用研磨機磨碎 2 分鐘，將 10g 柑橘粉末裝入包裝袋。			
製作說明		檸檬葉	研磨後	包裝袋
檸檬葉添加物	將檸檬葉自然風乾後，利用研磨機磨碎 2 分鐘，將 10g 檸檬粉末裝入包裝袋。			

製作說明		茶葉	研磨後	包裝袋
茶葉添加物	將茶葉自然風乾後，利用研磨機磨碎2分鐘，將10g茶葉粉末裝入包裝袋。			

(1)植物添加物+釋迦種子暖暖包

時間 (分鐘)	名稱 溫度 (°C)	釋迦種子 100g +柑橘果皮 10g 平均	釋迦種子 100g +檸檬葉 10g 平均	釋迦種子 100g +茶葉 10g 平均
		0	33.7	47.3
1	69.0	73.3	76.7	
2	69.5	74.3	90.3	
3	69.3	73.3	93.3	
4	69.0	72.7	94.3	
5	69.0	71.7	93.3	
6	69.0	70.8	91.7	
7	68.2	70.3	90.5	
8	68.0	69.2	89.2	
9	67.5	69.5	87.7	
10	67.7	68.3	85.7	
11	67.2	67.3	83.7	
12	67.6	67.3	81.0	
13	66.3	66.7	79.0	
14	65.5	65.7	77.7	
15	63.5	64.8	76.3	
平均溫度	67.8	69.7	86	

*紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。

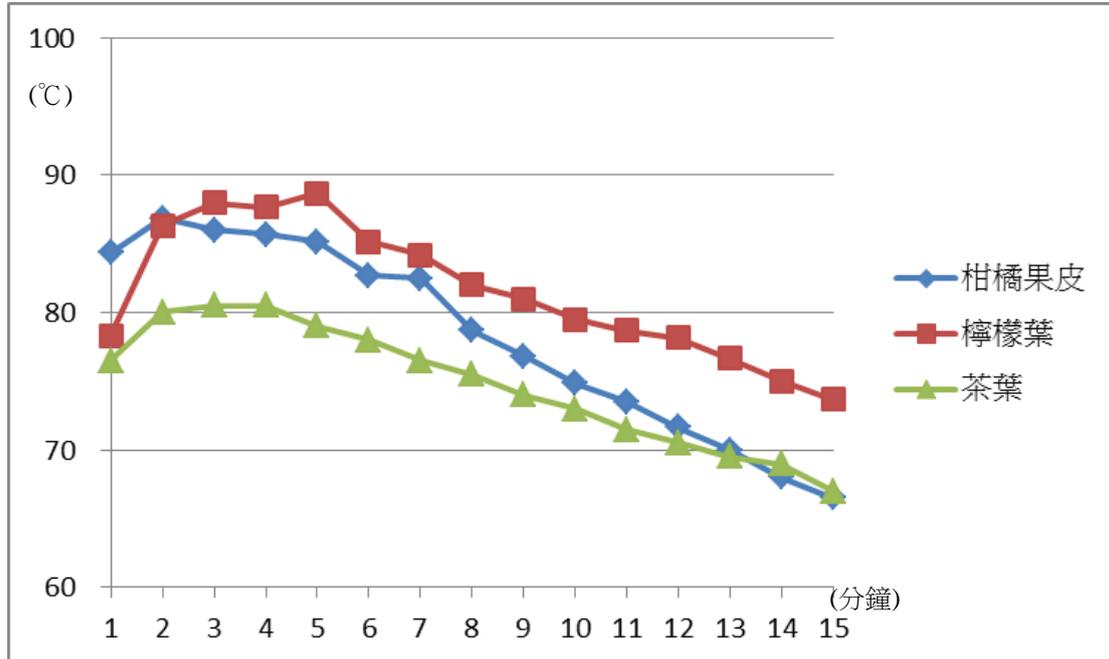


(2)植物添加物+釋迦種子粉末暖暖包

時間 (分鐘)	名稱 溫度 (°C)	釋迦粉末 100g +柑橘果皮 10g 平均	釋迦粉末 100g +檸檬葉 10g 平均	釋迦粉末 100g +茶葉 10g 平均
		0		39.0
1		84.3	78.3	76.5
2		86.8	86.3	80.0
3		86.0	88.0	80.5
4		85.7	87.7	80.5
5		85.2	88.7	79.0
6		82.7	85.2	78.0
7		82.5	84.2	76.5
8		78.7	82.0	75.5
9		76.8	81.0	74.0
10		74.8	79.5	73.0
11		73.5	78.7	71.5
12		71.7	78.2	70.5
13		70.0	76.7	69.5
14		68.0	75.0	69.0
15		66.5	73.7	67.0

平均溫度	78.2	81.5	74.7
------	------	------	------

* 紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。

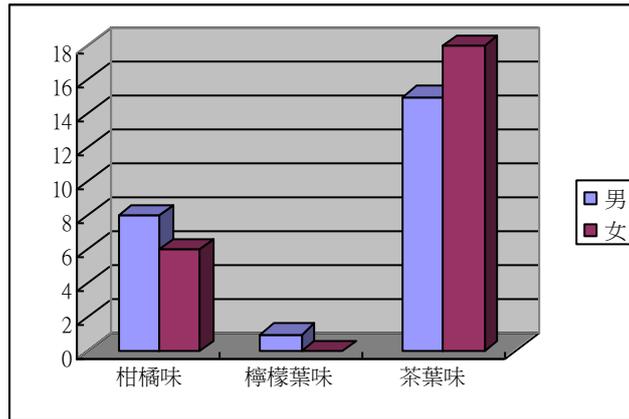


六、釋迦種子暖暖包加入不同植物添加物，同學比較喜歡哪一種味道？

為了進一步了解，不同植物添加物的暖暖包，受歡迎的程度為何？我們抽取四年級和三年級各一個班級，將添加不同植物的釋迦種子暖暖包，以標籤編號後(1-3 號)，在視聽教室透過現場微波加熱方式，請小朋友聞聞味道，依據個人喜好勾選最喜歡的暖暖包號碼。

1. 控制變因：釋迦種子重量 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：柑橘果皮、檸檬葉、茶葉各 10g
3. 實驗結果：參與本次調查訪問共 50 人，扣除未填答和選填兩種以上的問卷，將統計結果彙整成下表。

名稱	柑橘味		檸檬葉味		茶葉味	
	釋迦種子暖暖包		釋迦種子暖暖包		釋迦種子暖暖包	
性別	男	女	男	女	男	女
人數	8	6	1	0	15	18
總計	14		1		33	



* 男女生對不同植物添加物暖暖包喜好度直線圖

七、釋迦種子暖暖包溫度可以維持多久的時間？

做實驗過程中，本研究最常被提問的問題：「釋迦種子暖暖包可以維持多久的溫度？」為了解釋這個問題，我們選取釋迦種子重量 100g，進行加熱，同時記錄回到室溫的時間，以了解釋迦種子暖暖包時間維持狀況。

1. 控制變因：釋迦種子重量各 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、棉襪、溫度計、計時器
2. 操縱變因：五支溫度計
3. 實驗結果：當日室溫 28°C，看經過多久的時間回到室溫，結果釋迦種子暖暖包平均溫度為 59.9 度，回到室溫的平均時間為 63.4 分鐘。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	溫度計 1	溫度計 2	溫度計 3	溫度計 4	溫度計 5	平均
0	40	49	41	35	37	40.4
1	69	63	66	51	79	65.6
2	67	61	67	60	80	67.0
3	66	59	66	61	78	66.0
4	64.5	57	65	60	77	64.7
5	62.5	55	63	59	76	63.1
6	62	54	62	59	74	62.2
7	61	53	61	58	73	61.2
8	60	52.5	59	57	70	59.7
9	59	51.5	57	56	69	58.5
10	58.5	51	56	55	67	57.5
11	57	50	55.5	54	65	56.3
12	56	49	54	53	64	55.2
13	55	48	53	52	59	53.4

14	54	47	52	52	57	52.4
15	54	66	51	51	56	55.6
平均溫度	60.4	54.5	59.2	55.9	69.6	59.9
回到室溫 (28°C) 所需時間	68 分鐘	55 分鐘	61 分鐘	55 分鐘	78 分鐘	63.4 分鐘

八、不同材質的襪子對釋迦種子暖暖包的溫度持續的效果一樣嗎？

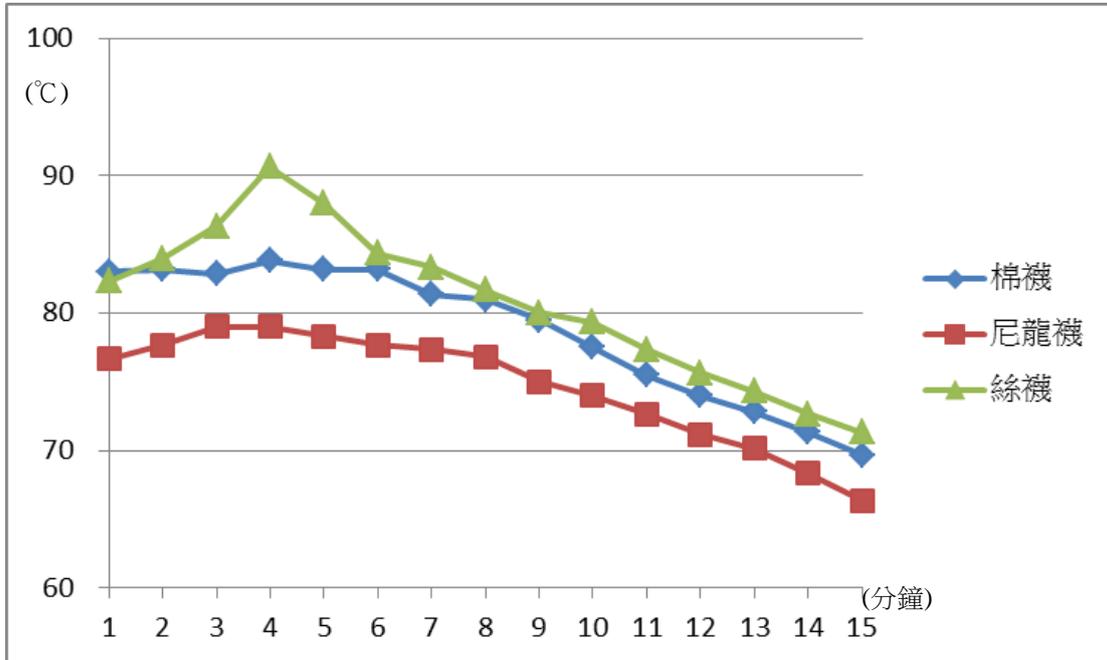
本研究過程中都以棉襪(80%棉，彈性紗 20%)做為實驗材料，因為棉襪取得最容易，觸摸起來的感覺好(棉襪也是襪子娃娃的材料)，但不同的襪子材質，是不是會影響釋迦種子暖暖包溫度維持效果？啟發我們調整實驗材料進一步探究。

1. 控制變因：釋迦種子重量 100g、微波時間 1 分鐘、微波溫度(強微波)、溫度計、計時器、計時時間 15 分鐘
2. 操縱變因：棉襪(80%棉，彈性紗 20%)、絲襪(100%彈性纖維)、尼龍襪(100%尼龍)
3. 實驗結果：各種材質的襪子經 3 次實驗，取得平均數值發現，以絲襪做為暖暖包的材質，平均溫度達到最高，其次是棉襪，最後是尼龍襪。3 種不同材質的襪子 15 分鐘內，平均溫度都有達到 70 度以上，但是隨著使用次數的增加，溫度的維持產生變化，是不是與使用次數有關，值得進一步討論。

名稱 溫度 (°C) 時間 (分鐘)	棉襪(80%棉，彈性紗 20%)平均	絲襪(100%彈性纖維)平均	尼龍襪(100%尼龍)平均
0	33.3	43.3	40.7
1	83.0	82.3	76.7
2	83.2	84.0	77.7
3	82.8	86.3	79.0
4	83.8	90.7	79.0
5	83.2	88.0	78.3
6	83.2	84.3	77.7
7	81.3	83.3	77.3
8	81.0	81.7	76.8
9	79.5	80.0	75.0
10	77.5	79.3	74.0
11	75.5	77.3	72.7

12	74.0	75.7	71.2
13	72.8	74.3	70.2
14	71.3	72.7	68.3
15	69.7	71.3	66.3
平均溫度	78.8	80.8	74.7

*紅色字表示最高溫度，藍色字表示最低溫度。



九、釋迦種子暖暖包結合藝術造型，創造生活應用的可行性。

為了讓釋迦種子暖暖包可以應用於生活上，我們結合襪子娃娃的概念，將100克的釋迦種子做為填充物，做為本研究的結束，希望有一天釋迦種子暖暖包，有機會取代紅豆流行於生活上。

		
秤重量	研磨種子	書寫記錄
		

觀察記錄	查閱資料	釋迦種子暖暖包成品
------	------	-----------

陸、討論

- 一、不同豆類種子(紅豆、綠豆、黃豆)做成暖暖包的溫度持續效果不一樣，綠豆的溫度維持效果最好，但是穩定度不及紅豆，加上加熱後的味道沒有紅豆濃郁，可能是導致網路上紅豆暖暖包接受度最高的原因；而磨碎後的豆子體積小，受熱平均且快是溫度維持較佳的可能因素，但釋迦種子較大研磨時間與顆粒的大小，是否會影響溫度的變化，可以再進一步深入探究。
- 二、不同植物的種子(釋迦、龍眼、荔枝)可以成為暖暖包材料，但必須克服取得種子的季節問題。本研究的期程橫跨冬季到初夏，釋迦種子取得容易，但季節性的荔枝、龍眼種子較困難，為了取得實驗操作的龍眼和荔枝種子，我們食用了很多的荔枝和龍眼乾，這也是實驗中難忘的經驗。
- 三、釋迦種子經過多次的實驗操作，重量會減少尤其是實驗初期最明顯，隨著實驗操作次數增加，重量的穩定度越來越好。反覆多次使用後的釋迦種子，加熱後溫度持續較實驗初期為佳，是實驗中的有趣發現。
- 四、釋迦種子暖暖包與紅豆暖暖包的溫度持續的效果相近，但是異味的問題可能會影響接受程度，必須透過添加物來改善異味問題，雖然同學比較喜歡茶葉味道的暖暖包，但是添加物的選擇可因人而異。本研究以三種臺東地區最常見的植物做為研究添加物，是因應環保與地方特色的考量。
- 五、不同重量的釋迦種子暖暖包，溫度的持續效果不一樣，重量越多溫度維持效果越差，討論可能的原因在於，加熱時間均為一分鐘，暖暖包的體積大影響受熱；重量 50 克的暖暖包雖然在溫度的維持上表現佳，但是重量過輕，握在手上觸摸的感覺不如 100 克；而 150 克體積較大握在手上缺乏輕巧。
- 六、以重量 100 克的釋迦種子暖暖包，強微波加熱一分鐘，約可維持 63.4 分鐘。雖然時間持續比化學暖暖包差，但是重覆可利用的特性，加上微波加熱即可使用的便利性，是釋迦種子暖暖包的最大優勢。後續可以朝向延長溫度保持時間深入探究。
- 七、雖然釋迦種子粉末在溫度的維持上較未研磨的種子佳，握在手上觸摸的感覺也像一般市面販售的暖暖包，但考慮到滲漏和清潔的方便性而加以捨棄，後續如能克服滲漏的問題，有機會創造更大價值的效益。
- 八、不同材質的襪子會影響釋迦種子暖暖包的溫度持續的效果，絲襪雖然最佳，但從微波爐中取出時必須小心燙傷，且多次操作後，絲襪表面產生燒焦凝結成塊的狀況，是實驗過程中必須留意的問題。
- 九、釋迦種子與襪子娃娃結合，創造可以真實應用於生活中的作品，讓我們在了解暖暖包的溫度維持效果外，加上一些創意，科學也可以很酷！

柒、研究結果

- 一、不同豆類種子(紅豆、綠豆、黃豆)做成暖暖包的溫度持續效果不一樣，豆子磨碎的效果比不磨碎好。
- 二、不同植物種子(釋迦、龍眼、荔枝)做成暖暖包的溫度持續的效果不一樣，種子磨碎的效果比不磨碎好。
- 三、釋迦種子粉末製成的暖暖包與紅豆粉末暖暖包的溫度持續的效果相近，差異只有 1.4 度，釋迦種子取代紅豆做為暖暖包是可行。

- 四、不同重量的釋迦種子暖暖包，溫度的持續效果不一樣，重量越多溫度維持效果越差。
- 五、釋迦種子暖暖包添加不同植物添加物，對味道改善有幫助，溫度維持效果上仍是以粉末表現為佳。
- 六、釋迦種子暖暖包添加不同植物，同學比較喜歡茶葉味道的暖暖包。
- 七、以重量 100 克的釋迦種子暖暖包，強微波加熱一分鐘，約可維持 63.4 分鐘。
- 八、不同材質的襪子會影響釋迦種子暖暖包的溫度維持的效果，絲襪最佳，其次是棉襪，最後是尼龍襪。
- 九、釋迦種子暖暖包與襪子娃娃結合，除了創造生活的實用性，有趣的藝術造型也可增加生活的趣味。

捌、參考文獻及其他

1. 噢！暖暖包，看我把你按暫停！第 41 屆臺北市小學科展作品
http://www2.japs.tp.edu.tw/gifted/students/19/19_08_6b/19_19_www/word/stop.doc
2. 妙麗的果醬罐—小燒包。第 43 屆中小學科展作品
http://science.lishin.tcc.edu.tw/up43/157_明道中學作品6.doc
3. 哇！Hot Hot~小暖包—暖暖包祕密。第 46 屆小學科展作品
<http://science.ntsec.edu.tw/ezfiles/4/1004/attach/10/95285.pdf>
4. 溫暖的小豆豆—暖包。第 43 屆小學科展作品
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/43/pdf/c/080825.pdf>
5. 暖暖包國家標準出爐 標準局提醒消費者正確選購 標檢局電子報 2009.01.23
<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=16336&ctNode=2821>
6. 紅豆暖暖包 保溫效果一級棒！華視新聞網 2010/01/06 18:58
<http://news.cts.com.tw/cts/life/201001/201001060383112.html>
7. 晴雨自動曬收衣 學生展創意 奇摩新聞中央社 2011.05.20
<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/110520/5/2rwms.html>
8. 電子暖暖包最高溫可達 53 度、可重複使用 500 次網路新聞 2010.12.17
<http://blog.xuite.net/imo6463/wellnux/41387879>
9. 張鈞甯小腿燙傷 暖暖包竟是肇事者:2009/12/02 20:53 馬國駿
<http://hi.baidu.com/otaru/blog/item/b2a449dfa4f029194954033c.html>
10. 寒流來，貼身保暖怎麼做？康健雜誌 134 期 2010.1
<http://www.commonhealth.com.tw/article/index.jsp?page=1&id=6178>
11. 特別感謝彩禎阿嬤熱心教大家製作襪子娃娃
12. 感謝「塔加餐具-咖啡豆專賣店」協助提供添加物包裝袋及製作
13. 感謝台東改良場斑鳩分場贊助釋迦種子

【評語】 080807

利用釋迦種子來製作暖暖包，具有環保意義，也有實用性，研究中暖暖包維持溫度的效果應更深入的探討。