

請勾選參加論文發表類型

參加壁報論文

參加口頭報告

太陽能爐具

洪俊中 吳紘丞 金培豪 許玉晶 吳雨衡 嚴祖強

國立中山大學物理系

聯絡人 E-mail : b992030054@student.nsysu.edu.tw

摘要

本實驗目的在促使太陽能熱在日常生活中更為普及與便於實踐。主要利用的原理為反射定律、物質的熱傳導特性、光學性質與杜爾瓶等。本實驗討論的重點以箱型爐具為主，除了改善器材的設計，我們亦從保存熱能著手，並選擇不同材料，另一方面，實驗中亦對不同透光材料作選擇，比較在相同情形之下的加熱效果，希望找出最合適的工作組合。一般而言細菌的生存溫度為 4~60°C 為食品危險溫度區間，而澳門民政總署食品安全資訊網更指出食物內部溫度至少應達到攝氏 75°C 方為安全，大多數細菌並無法在此溫度以上生存生長，將此器材運用在實際的烹調中具有重要意義。

關鍵詞：太陽能熱、熱物理、太陽能爐具、綠能、箱型爐具

壹、簡介

生熟食是人類社會發展進程的重要指標，在數十萬年前人類首度發現了火而進入了熟食的年代，使人類的飲食健康有長足的進步，直至今日食用熟食更是我們所息為常的，不但熱的來源卻有了更多選擇，從最原始的燒柴到後來有了石油和各式電磁加熱器食物的取得也更加多元，除了要求吃飽更要求品質與環保。在部分較為貧窮的地區，環境衛生的提升是相當急迫的，飲用水的安全更式重要，如何在盡力避免環境破壞的前提之下，將有限的資源做有效的運用是當前的課題，太陽能爐具便是在這樣的背景

中誕生的。

過去太陽能的重要性之所以一直未受到應有的重視，除了在於技術與知識上的缺乏，還有對其的不可操縱性，受到天氣與地點影響，相較於更廉價的能源取得(如：石油)並沒有比較優勢，但在今天環保與節能的主流意識下，太陽等永續能源日益重要，在一些日照充足地區尤為如此。

太陽能爐具具有廉價與便利的特徵，利用的原理也相當簡單，各式不同設計各並有不同的特色與優缺，但皆是利用「太陽能熱」。有鑑於太陽能爐具的種類繁多，本篇論文將針對箱型爐具在結構上的改良與效率提升多所討論。在後面的篇章中比較了不同

導熱物質與不同光介質的效果，最後以所採行的實驗方法提出結論。

貳、工作原理

一、 太陽輻射

太陽一直是地球上生命不可或缺的生存素之一，大多數的生物都依賴太陽的能量。從太陽核融和所產生強大的能量，經由輻射到達地球表面，經過大氣層的過濾後到達地面，最後推動了地球上生物的運作，可見光便坐落在太陽光譜最強的部位。我們主要運用的光譜區間有以波長小於 2500 奈米為多，其中又以紫外光、可見光和紅外線主。

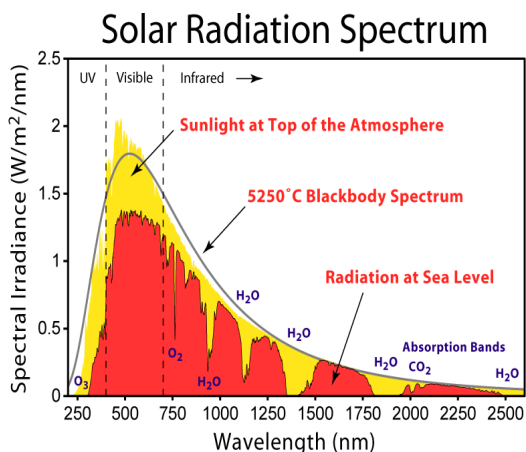


圖 1：太陽輻射光譜波長對幅射照度③

紫外線依據波長不同又分為近 (UVA, 400 ~315 nm)、中 (UVB, 315 – 280 nm)、遠 (UVC, 280 – 100 nm) 紫外線，其中、遠 紫外線對生物較為有害，大多在臭氧層被吸收，而近紫外線則可以穿透雲層及玻璃，是利用的重點。紅外線也可分為 紅外線-A (IR-A, 730~ 3000 nm)、紅外線-B (IR-B, 3000~ 50000 nm)、紅外線-C (IR-C, 50000~ 1000000 nm) 三種，由於我們希望利用光譜能量較高的部分，故近紅外線(紅外線-A)是我們關

注的焦點。所能利用的光譜的範圍越大所能利用的能量越強越多，所能加熱的效果越好。

二、 熱接收與保存

對於太陽輻射接收最為直接的方式便是對陽光直接反射至待加熱物上，反射定律便是大多是太陽能爐具所運用的。為加強陽光的強度，也可以使反光面符合特定曲率(如：拋物面等)使陽光更加集中。

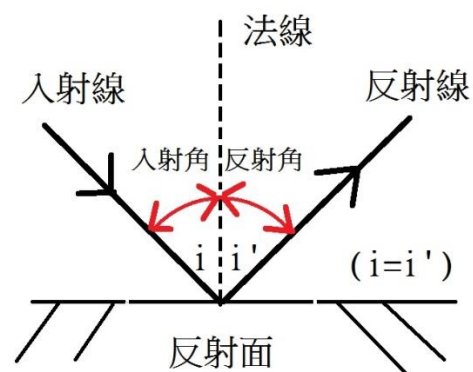
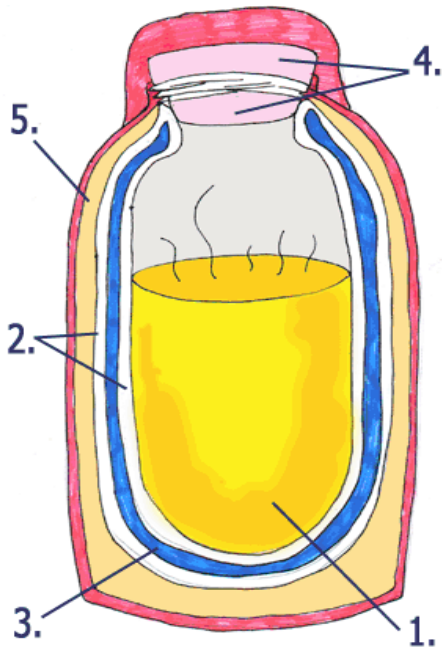


圖 2：反射定律



圖 3：拋物形爐具

杜爾瓶也就是常見的保溫瓶是非常方便的日常用品，尤其在寒冷的冬天為你保存了咖啡的溫存。之所以杜爾瓶可以保存熱能，是由於其內部的近真空鍍銀的夾層將熱傳導降到了最低，同樣的我們也可運用相同的方式，在爐具加熱處四周加上空箱來阻礙熱的傳導。



1. 待保溫之液體 2. 鍍銀的夾層
3. 真空夾層 4. 瓶蓋 5. 外殼

圖 4：杜爾瓶

在箱型爐具中，除了上方開口外，其餘部分均為杜瓦瓶型式的空氣夾層，但上方接收太陽輻射的透明材質則顯得相當重要。從下表可以發現用壓克力製的蓋板可以涵蓋太陽大部分的光譜，而且壓克力比起玻璃更能阻止熱能的傳遞。

表 1

		壓克力	玻璃
透 光 率	可見光	92%	86%
	紫外線	73%	0.6%
	紅外線 (μm)	$\lambda < 2.8$ 可通過	$0.73 < \lambda < 3$ 可通過
特 性	熱導率 ($\text{Wm}^{-1}\text{k}^{-1}$)	0.209	0.75
	比熱 ($\text{cal}^1\text{g}^{-1}\text{k}^{-1}$)	0.49	0.143
	密度 (kg^*m^{-3})	1150-1190	2300

三、 熱吸收

當我們在逛夜市時，會發現栗子通常會跟「沙」一起炒，便是因為沙土熱容小易升溫能使栗子更均勻的受熱，另一方面由於沙堆中有許多空隙，有更好的保溫效果，所以選擇良好的熱介質相當重要的。

表 2 ①②

物 質	比熱 (cal/gk)	密度 (kg/m^3)	熱導率 ($\text{Wm}^{-1}\text{k}^{-1}$)
紙	0.311	900	0.006
空氣	0.246	1.1~0.9	26.14~36.13
沙 土	0.181	1400~1500	0.6

四、 有效溫度

澳門民政總署食品安全中心<處理食物衛生守則>指出當食物處於4~60° C時會讓細菌大量孳生造成食物中毒，而 60° C 以上則可抑制細菌孳生，而澳門民政總署食品安全資訊網更直接建議 食物中心溫度至少應該保持在 75° C 上，但不同的食材有不同的溫度安全標準，好比說澱粉類食物比蛋肉類來得更加安全

食物衛生
危險溫度範圍

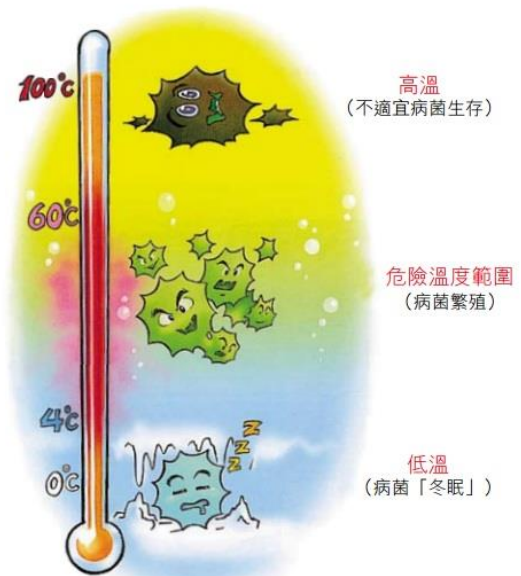


圖 5：食物安全溫度

參、實驗方法與步驟

一、 實驗方法

本實驗使用的「直接曝曬法」，將太陽工作直接的利用，使陽光直接照射爐具待加熱處量測並記錄其溫度隨時刻的變化，由於日照強度、角度和時刻息息相關，故取時刻而非時間長度。

簡單、直接、實際是本法的優點而缺點是天氣系統的不確定性無法控制以及其他不可控制因素，為本實驗在量測上與分析帶來相當程度的挑戰。

二、 實驗步驟

1. 比較蓋板物質

理想的蓋板物質要有較高的透光率並對熱有良好的阻隔性。為了解不同蓋板物質對於箱型爐具的影響，先製做幾個不同的箱型爐具，分別採用壓克力、玻璃、保鮮膜所製成的蓋板，對 相當熱容的待加熱物 進行溫度測量。



圖 6：實驗照片

(由左而右依序為 玻璃 壓克力 保鮮膜)

2. 熱效率

使用良好的導熱物質，降低實驗中不必要的熱損失是相當重要的課題，熱容越大升溫就越困難，降低熱容並

增加熱導率變成了我們討論的另一個重點。對此我們分別比較了金屬容器、空氣、沙土、紙對於溫度變化的影響。

3. 進行食材的實際烹煮

本實驗採用澱粉含量較高的番薯進行實際的烹調，將食物切片後以鋁箔包復並將之置於沙堆中爐具加熱處，加熱並同時監測食物內部溫度並記錄之。



圖 7：加熱番薯

肆、實驗結果

一、 蓋板物質對溫度的影響

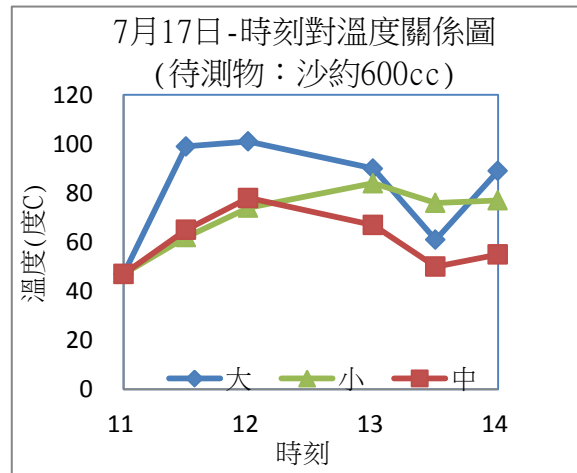


圖 8：蓋板物質討論

圖中大中小分別代表 壓克力、保鮮膜、玻璃，從圖中可以很清楚的發現壓克力在溫度上升過程中的貢獻，符合我們對壓克力和玻璃對不同光波段透光率的認識。(另一方面，玻璃雖

然略遜於壓克力的升溫效果但其保溫效果卻勝過保鮮膜與壓克力，超出原本壓克力較玻璃有較小的熱導率所以應該要有較好的保熱性的實驗預期。)

二、 比較熱介質的影響

針對不同物質熱傳導與吸收的影響，本實驗分別做了 加熱沙與水的比較、水的加熱與水被沙包覆加熱兩個部分的實驗，其進行日期如下：

6月16日：鐵杯、水 150cc

7月17日：沙 600cc

7月19日：沙 600cc、鐵杯、水 150cc

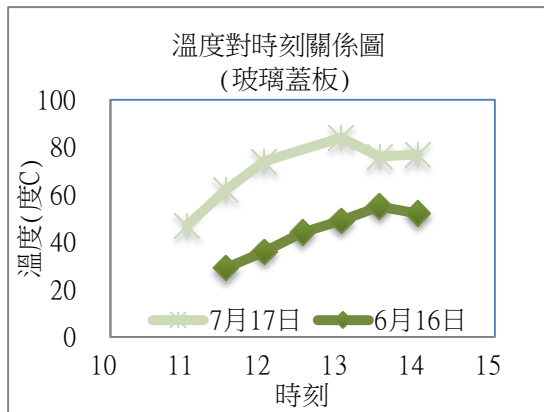


圖 9：對沙與水的加熱比較

從圖 9 中可以發現沙對於熱的吸收顯著，在短時間內可以有很高的溫度效果，其乃是因為有比熱小的緣故，另一方面沙中富含孔縫能夾藏空氣，使其有最佳的保熱性，另外也能使待加熱物更均勻的加熱。

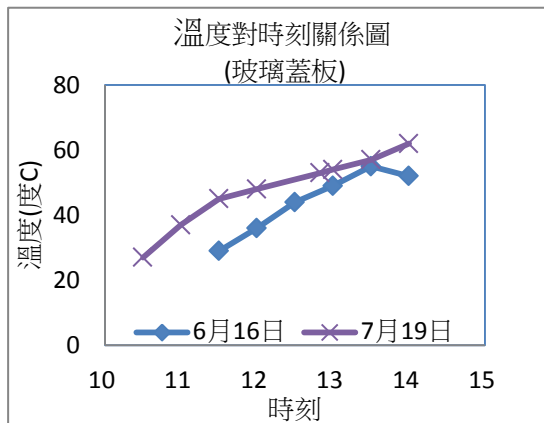


圖 10：不同物質對水的間接加熱比較

另一方面，如果我們將沙土拿來當作是太陽與待加熱物之間的媒介，在 圖 10 中不難發現，沙土確實發揮其絕佳的保熱性，也使先前陽光未直接照射到鐵杯的部分，可以透過沙土的熱傳導增加熱效率，故得到熱容溫度其颯的結果。

三、 烤番薯

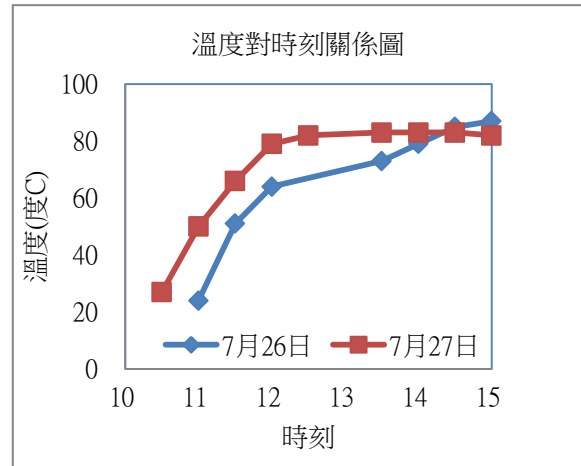


圖 11 烤番薯

針對烤番薯，本實驗做了實地烹煮兩天，使用鋁箔紙包復並以沙覆蓋，從圖中可以發現加溫效果出奇的好，約兩個小時可以到達溫度峰值；另外，在高溫區間能有效持續，符合先前提到的有效溫度的要求，達到安全食用與有效烹煮的目標。



圖 12：烹調前



圖 13：烹調後

伍、參考資料

- 一、*Journal of Engineering Geology* 工程地质学报 粉土热导率与含水量关系的实验研究
- 二、株式会社センスビー Sensbey Co. 各種物質性質表
- 三、[澳門民政總署食品安全資訊網](#)-食物安全中心 <處理食物衛生守則>