

投稿類別:化學類

篇名:

咖啡渣的再利用

作者:

邱遠鼎。新北市私立時雨高級中學。高三 愛班
劉于瑄。新北市私立時雨高級中學。高三 愛班

指導老師:

李惠美 老師

壹、前言:

一、研究動機:

蛭石((Mg,Fe,Al)₃(Al,Si)₄O₁₀(OH)₂·4H₂O)是暖暖包的原料之一，因為其具有離子交換的能力，是土壤營養保存的重要成分。近年來極端的氣候導致冬天國人對暖暖包的需求量上升，但因為蛭石屬於不可再生資源，且過度開採會使土壤營養度下降，因此「尋求與蛭石同樣具有多孔性的咖啡渣當作替代資源」(註 1)。

二、暖暖包運作原理:

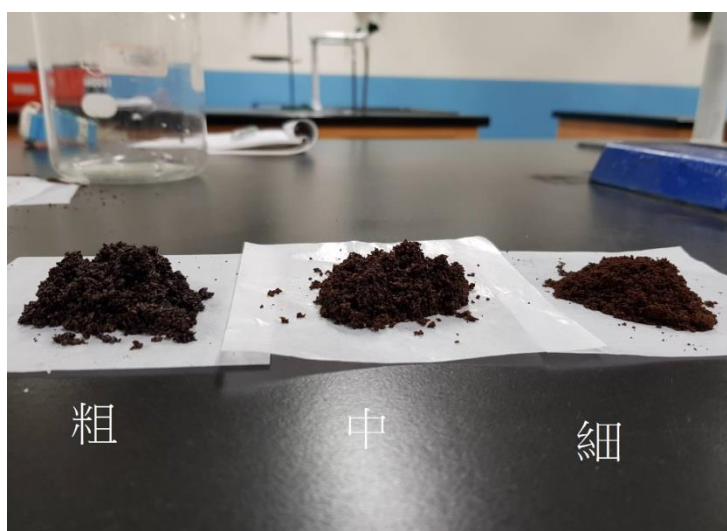
「暖暖包的作用化學式為 $4\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \quad \Delta H = -826 \text{ KJ/mol}$ 」(註 2)
市售暖暖包拆封後，內部鐵粉與空氣中水分接觸氧化並產生熱量，蛭石擁有多孔性的特性，可以快速吸收空氣中的水氣供鐵粉作用，再以氯化鈉當作電解質幫助電子傳遞，加速鐵粉的氧化作用。

貳、正文

一、實驗設備:



↑ 蛭石



↑ 咖啡渣

- (1) 鐵粉
- (2) 氯化鈉(食鹽)
- (3) 活性炭

- (4) 蛭石
- (5) 顆粒粗/中/細咖啡渣
- (6) 蒸餾水
- (7) 電子天平
- (8) 溫度計
- (9) 保麗龍箱
- (10) 加熱烘箱
- (11) 滷布袋(不織布材質)

二、實驗目的:

使用蛭石為材料模擬市售暖暖包成分，自製暖暖包並記錄其溫度曲線，作為對照組，再以咖啡渣替代蛭石重複實驗並評估咖啡渣取代蛭石的可行性。

三、實驗步驟:

實驗一:

- (1) 「按照暖暖包成分比例--鐵粉:活性炭:食鹽:純水:蛭石=6:2:1:1:2」(註 3)模擬市售暖暖包並記錄其溫度曲線。以電子天平量取劑量如下表:

鐵粉	活性炭	食鹽	純水	蛭石
18g	6g	3g	3g	6g

- (2)將以上原料加入暖暖袋中，混和均勻，並和溫度計一起放入保麗龍箱中
- (3)每隔 3 分鐘測量一次溫度，觀察並記錄暖暖包放熱曲線直至 30 分鐘

實驗二:觀察相同品種的咖啡渣在溼度相同、顆粒粗細不同條件下的升溫情況

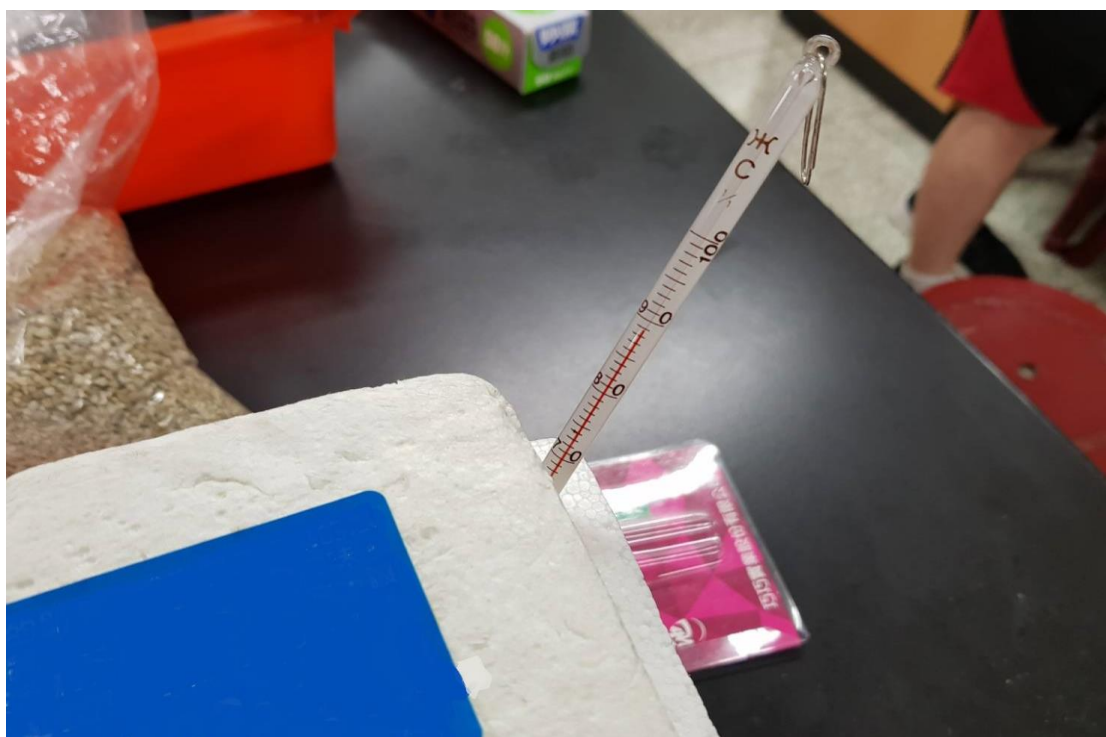
- (1)取顆粒粗、中、細的咖啡渣各 6 公克預備。
- (2)重複實驗一步驟，將咖啡渣替代蛭石加入不織布袋中，並和溫度計一起放入保麗龍箱中。
- (3)同實驗一，每隔 3 分鐘測量一次溫度，觀察並記錄暖暖包放熱曲線直至 30 分鐘。
- (4)依照步驟(3)所獲數據，探討暖暖包以咖啡渣顆粒粗細作為應變變因時的放熱情形，並和蛭石暖暖包做比較。

實驗三:觀察相同品種的咖啡渣在顆粒粗細相同、濕度不同的條件下的升溫情況

- (1) 使用加熱烘箱，預熱至攝氏 100 度，取實驗二中顆粒細的咖啡渣四堆，分別烘烤 1、3、5 及 7 分鐘。
- (2)烘烤完畢後分別量取 6 公克預備。

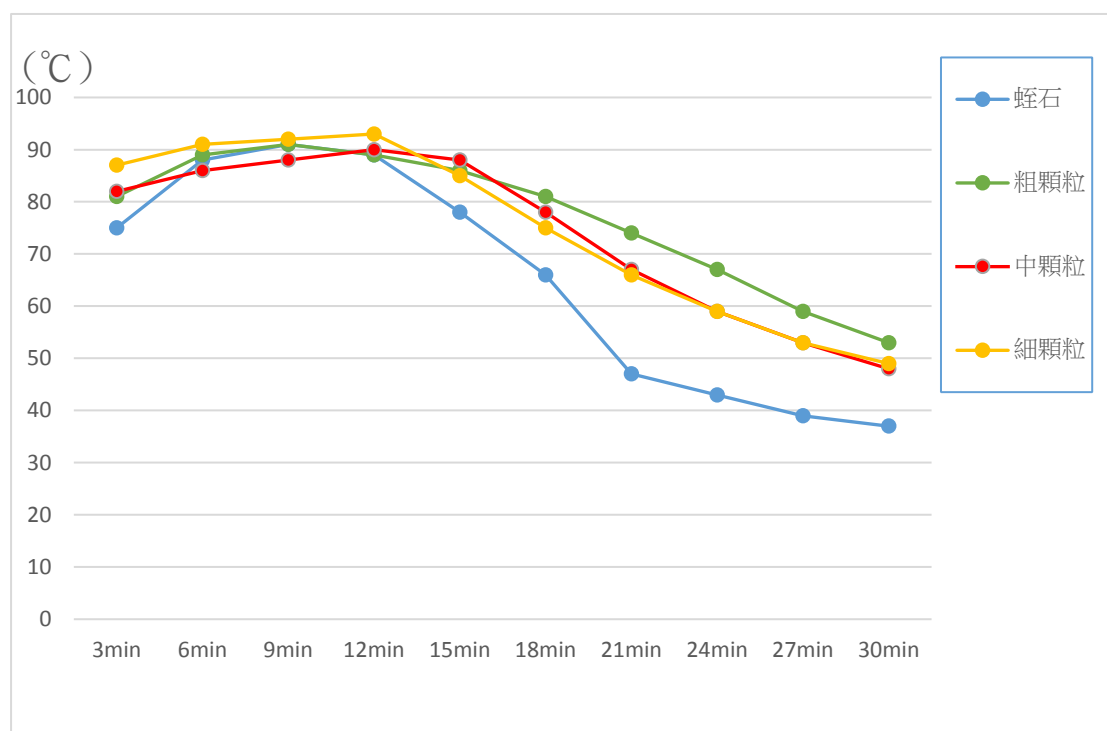
咖啡渣的再利用

- (3)重複實驗一步驟，將咖啡渣取代蛭石加入不織布袋中，並和溫度計一起放入保麗龍箱中。
- (4)同實驗一，每隔3分鐘測量一次溫度，觀察並記錄暖暖包放熱曲線直至30分鐘。
- (5)依照步驟(4)所獲數據，探討暖暖包以咖啡渣不同濕度作為應變變因時的放熱情形，並和未烘烤的細顆粒咖啡渣暖暖包做比較。



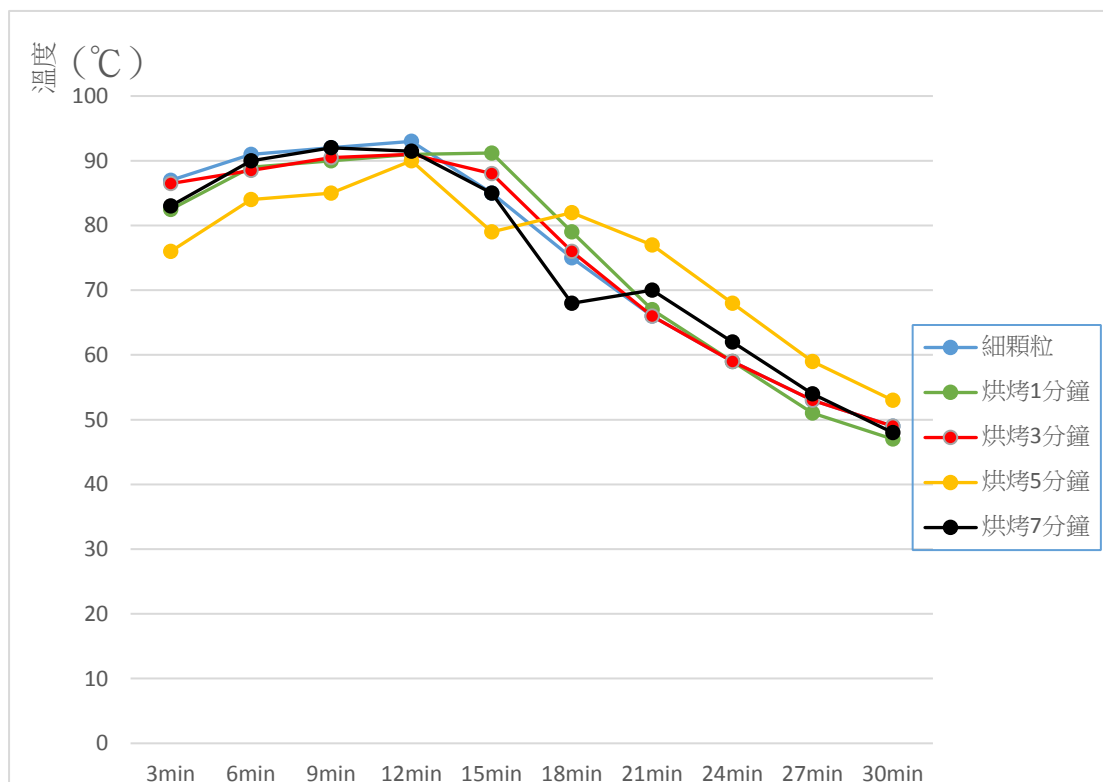
四、實驗結果

	蛭石	烘烤 1 分鐘	烘烤 3 分鐘	烘烤 5 分鐘	烘烤 7 分鐘	粗顆 粒	中顆 粒	細顆 粒
3min	75 ⁰ C	82.5 ⁰ C	86.5 ⁰ C	76 ⁰ C	83 ⁰ C	81 ⁰ C	82 ⁰ C	87 ⁰ C
6min	88 ⁰ C	89 ⁰ C	88.5 ⁰ C	84 ⁰ C	90 ⁰ C	89 ⁰ C	86 ⁰ C	91 ⁰ C
9min	91 ⁰ C	90 ⁰ C	90.5 ⁰ C	85 ⁰ C	92 ⁰ C	91 ⁰ C	88 ⁰ C	92 ⁰ C
12min	89 ⁰ C	91 ⁰ C	91 ⁰ C	90 ⁰ C	91.5 ⁰ C	89 ⁰ C	90 ⁰ C	93 ⁰ C
15min	78 ⁰ C	91.2 ⁰ C	88 ⁰ C	79 ⁰ C	85 ⁰ C	86 ⁰ C	88 ⁰ C	85 ⁰ C
18min	66 ⁰ C	79 ⁰ C	76 ⁰ C	82 ⁰ C	68 ⁰ C	81 ⁰ C	78 ⁰ C	75 ⁰ C
21min	47 ⁰ C	67 ⁰ C	66 ⁰ C	77 ⁰ C	70 ⁰ C	74 ⁰ C	67 ⁰ C	66 ⁰ C
24min	43 ⁰ C	59 ⁰ C	59 ⁰ C	68 ⁰ C	62 ⁰ C	67 ⁰ C	59 ⁰ C	59 ⁰ C
27min	39 ⁰ C	51 ⁰ C	53 ⁰ C	59 ⁰ C	54 ⁰ C	59 ⁰ C	53 ⁰ C	53 ⁰ C
30min	37 ⁰ C	47 ⁰ C	49 ⁰ C	53 ⁰ C	48 ⁰ C	53 ⁰ C	48 ⁰ C	49 ⁰ C



↑圖(一)—實驗二結果

咖啡渣的再利用



↑ 圖(二)—實驗三結果

參、結論

- 一、如圖(一)，根據實驗二結果可以推論，咖啡渣及蛭石相比，咖啡渣可以使暖暖包發熱維持時間較久，因此判定以咖啡渣取代蛭石是可行的。而其中又可以觀察到咖啡渣的顆粒粗細也會影響到暖暖包的發熱情形，其中細顆粒的咖啡渣在三者中可升至最高溫度，但再過了約 15 分鐘後，溫度又以最快的速率下降。粗顆粒的咖啡渣則大約相反，過了最高溫後再平穩的下降。推論原因為細顆粒的咖啡渣因表面積較大，因此反應較激烈也較快，最快使鐵粉消耗殆盡；粗顆粒咖啡渣則相反。
- 二、如圖(二)，根據實驗三結果可以觀察到，咖啡渣是否烘烤、烘烤時間長短似乎與發熱結果無直接關聯，推斷咖啡渣濕度應與發熱結果無關，因此不多做探討。
- 三、綜合本次實驗結果，如果想要製作溫度較低、發熱時間較長的暖暖包，可選用顆粒較粗的咖啡渣做為原料，因人體溫度沒那麼高，使用溫度較低的暖暖包就足夠，也較能避免低溫灼傷，因此推論使用顆粒較粗的咖啡渣是

既環保又迎合需求的選擇。

肆、引註資料

註 1:引述自中華民國第 57 屆科學展覽會高級中等學校組 環境學科 不可能的暖咖效應

註 2:引述自網頁 <https://pansci.asia/archives/73322>

註 3:引述自網頁 http://www.csghs.tp.edu.tw/student/90science/c/c_9.htm