

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：隔牆阻火-農業廢棄物發展隔熱阻火建材的可行性-

一、摘要

本研究目的為開發一種環保且具隔熱、耐燒效果的材料，選用小花蔓澤蘭、柚子皮、百香果皮作為纖維來源，並搭配太白粉、樹薯粉、玉米粉作為黏著劑。實驗結果顯示，隔熱效果最佳的組合為太白粉與小花蔓澤蘭 $0.08\text{g}/\text{cm}^2$ ，隔熱率 48.5%。耐燒度最佳的為太白粉與百香果 $0.072\text{g}/\text{cm}^2$ ，點火後正反面溫差達 201.7 度。燃燒後重量損耗率最低的為樹薯粉與小花蔓澤蘭 $0.102\text{g}/\text{cm}^2$ ，損耗率 3.72%。以高溫噴燈燃燒 50 秒測試耐燒效果，當黏著劑為樹薯粉，果皮成分為百香果與小花蔓澤蘭 $0.102\text{g}/\text{cm}^2$ ，正反面溫差可達 130 度，重量損耗率為 8.3%。本研究結果顯示，農業廢棄物可製作出隔熱、耐燒材料，具替代傳統隔熱材料的潛力，並增加應用於防火牆及防火門的可行性。

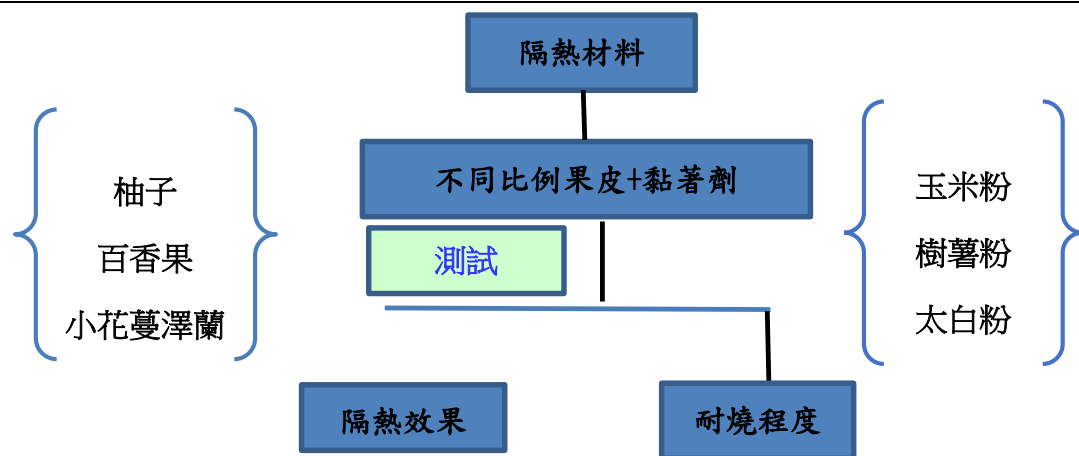
二、探究題目與動機

地球逐漸暖化，人們為了隔熱去使用了許多傳統的人工隔熱材料例如泡沫塑料、石棉等，雖然確實具備良好的隔熱效果，但對於地球的負擔卻極大，且許多的隔熱材料難以被分解和回收，為了解決這個問題，我們尋找大自然中是否有具有隔熱和環保的材料。我們找了具有高纖維的植物。我們發現水果皮，是農業廢棄物，但擁有有機成分和高纖維的結構，理論上具有這些特質就能有一定的隔熱性。本研究希望能透過百香果皮和柚子皮作為隔熱的主要材料，如果能將其轉化成有用的隔熱材料不僅能減少廚餘廢棄物，還能提升資源的再利用，本實驗還有加入外來種小花蔓澤蘭作為隔熱的主要材料，小花蔓澤蘭具有獨特的結構和快速生長特性，俗稱綠癌。本研究旨在探索百香果皮、柚子皮與小花蔓澤蘭作為天然隔熱材料的可行性，並進一步比較它們的隔熱和耐燒效果。期望透過這些環保、低成本的材料，開發出一種既具實用性又符合可持續發展需求的隔熱材料。

三、探究目的與假設

農業廢棄物多半為有機物質多為熱的不良導體，我們期待找出好的隔熱配方。但是防火的部分，因為是有機質，所以可能會碳化。但是，市售的耐火磚等磚瓦多半是陶瓷或鋁礬土(Al_2O_3)、矽石(SiO_2)、菱鎂礦(MgO)等原料製成，雖然現在有回收機制，但是亂倒建築廢棄物的消息時有耳聞，造成環境或農田髒亂，所以我們希望利用農業廢棄物來製作防火耐燒且隔熱的建材，並且能被生物分解。以下是我們的實驗目的與假設：

1. 探討利用不同植物和果皮材料(百香果、小花蔓澤蘭、柚子)在不同黏著劑(太白粉、玉米粉、樹薯粉)，自製環保材料，測試其隔熱及耐燒能力
2. 探討環保材料不同添加量對環保材料隔熱及耐燒能力的影響
3. 模擬實際環境測試環保材料的耐燒和散熱效果



圖一、實驗流程圖

四、探究方法與驗證步驟

實驗一：探討利用不同植物和果皮材料(百香果、小花蔓澤蘭、柚子)在不同黏著劑(太白粉、玉米粉、樹薯粉)，自製環保材料，測試其隔熱能力

(一)實驗方法：

針對隔熱效果，我們將不同植物和果皮材料，按比例製作隔熱墊，在電熱板上以溫度 120 度連續加熱 20 分鐘之溫度變化。植物和果皮材料的成份分別為百香果、小花蔓澤蘭、柚子、小花蔓澤蘭+百香果、小花蔓澤蘭+柚子、百香果+柚子之隔熱結果。其實驗裝置如(圖二)。隔熱墊成品如(圖三)。



圖二、不同隔熱材料隔熱墊置於電熱板上，調整溫度至 120 度，測試燒杯內水的溫度變化量



圖三、小花蔓澤蘭+百香果做成之隔熱墊

(二)實驗結果：

我們以直接加熱水 20 分鐘的溫差作為對照組，對照其它隔熱墊的溫差，用以下公式算出其隔熱率

$$\text{隔熱率(\%)} = \frac{\text{水溫差} - \text{隔熱墊溫差}}{\text{水溫差}}$$

1.黏著劑為太白粉

表一、不同材料隔熱墊與對照組的隔熱率

	溫差° C	隔熱率
對照組:水	17.5	0.00%
百香果	17.5	0.00%
小花蔓澤蘭	11.5	34.29%
柚子	13.9	20.57%
小花蔓澤蘭：百香果=1:1	13.9	20.57%
小花蔓澤蘭：柚子=1:1	12.5	28.57%
百香果：柚子=1:1	12	31.43%

2.黏著劑為樹薯粉

表二、不同材料隔熱墊與對照組的隔熱率

	溫差° C	隔熱率%
對照組:水	17.5	0.00%
百香果	13.5	22.86%
小花蔓澤蘭	10.5	40.0%
柚子	14.2	18.86%
小花蔓澤蘭：百香果=1:1	13.1	25.14%
小花蔓澤蘭：柚子=1:1	13.0	25.71%
百香果：柚子=1:1	13.0	25.71%

3.黏著劑為玉米粉

表三、不同材料隔熱墊與對照組的隔熱率

	溫差° C	隔熱率
對照組:水	17.5	0.00%
百香果	11	37.14%
小花蔓澤蘭	14.5	17.14%
小花蔓澤蘭：百香果=1:1	15.2	13.14%
小花蔓澤蘭：柚子=1:1	15	14.29%
百香果：柚子=1:1	16.7	4.57%

(三)實驗討論：

在實驗一當中，不同黏著劑、同比例的隔熱程度，我們都發現太白粉和樹薯粉，都是純小花蔓澤蘭最佳，隔熱率分別為 34.9%和 40%，而玉米粉則是純百香果的 37.14%。

實驗二：探討植物和果皮材料在不同黏著劑下的耐燒程度

(一)實驗方法：

不同植物和果皮材料作為耐燒材料，分別以打火機距離耐燒材料 2 公分處點火燃燒，測試點火時間分別為 10 秒、20 秒、30 秒、40 秒、50 秒，以紅外線溫度計偵測耐燒材料正、反面之溫度差，及重量損耗率。植物和果皮材的成份分別為百香果、小花蔓澤蘭、柚子、小花蔓澤蘭+百香果、小花蔓澤蘭+柚子、百香果+柚子。其實驗裝置如(圖五)，材料燃燒後之正反面圖如(圖六)。



圖五、實驗裝置圖



圖六、環保材料燃燒後之正面(左)和反面圖(右)

(二)實驗結果：

1. 將所有的環保材料點火燃燒 50 秒後，黏著劑為太白粉，耐燒效果最佳環保材料為百香果，正反面的溫度差可達 **201.7 度**，質量損耗率低於 10.0%。黏著劑為樹薯粉，耐燒效果最佳環保材料為小花蔓澤蘭+百香果，正反面的溫度差可達 **88.4 度**，質量損耗率低 10.0%。黏著劑為玉米粉，耐燒效果最佳環保材料為小花蔓澤蘭+柚子和小花蔓澤蘭+百香果，正反面的溫度差可達 **120.8 度**，質量損耗率均低於 10.5%。

實驗三：探討植物和果皮材料在不同添加量下的隔熱效果

表四、不同添加量小花蔓澤蘭隔熱墊與對照組的隔熱率(太白粉)

環保材料厚度	溫差° C	隔熱率
對照組:水	17.5	0.00%
太白粉	13	25.71%
小花蔓澤蘭 0.072g/cm ²	11.5	34.29%
小花蔓澤蘭 0.08g/cm ²	9.0	48.5%
小花蔓澤蘭 0.087g/cm ²	13.8	21.14%
小花蔓澤蘭 0.102g/cm ²	11.5	34.29%

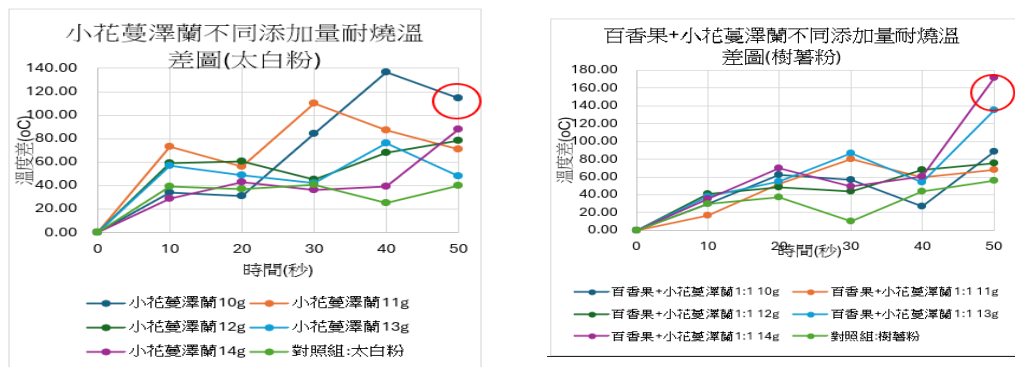
表五、不同添加量小花蔓澤蘭隔熱墊與對照組的隔熱率(樹薯粉)

	溫差° C	隔熱率
對照組:水	17.5	0.00%
樹薯粉	17	2.86%

小花蔓澤蘭 0.072g/cm ²	10.5	40%
小花蔓澤蘭 0.087g/cm ²	15.1	13.71%
小花蔓澤蘭 0.095g/cm ²	11.5	34.29%
小花蔓澤蘭 0.102g/cm ²	12	31.43%

實驗四：

由實驗一、二中找出耐燒效果最好的環保材料和黏著劑，探討植物和果皮材料在不同添加量下的耐燒效果。



圖七、植物和果皮材料在不同添加量下的耐燒效果。

五、結論與生活應用

實驗五：

模擬實際環境測試環保材料的耐燒和散熱效果

(一)利用木片(厚度:6.0mm)塗覆樹薯粉+百香果粉+小花蔓澤蘭粉的環保材料,在 700~800 度高溫噴燈下燃燒 60 秒，測其耐燒度



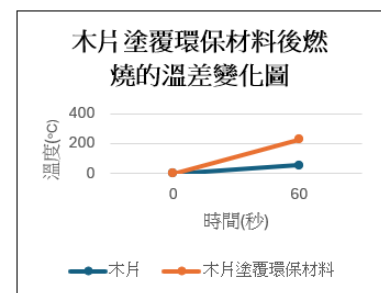
圖八、未燃燒的木片



圖九、燃燒後的木片
(正面)



圖十、燃燒後的木片
(背面)

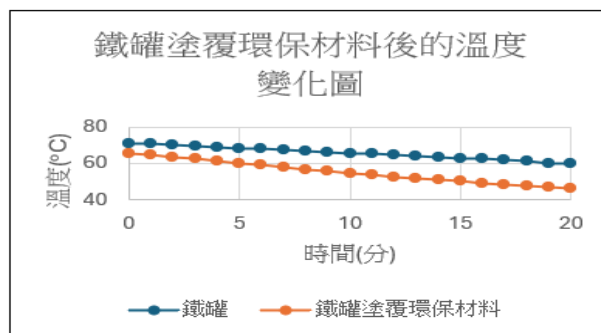


結論:利用木片塗覆樹薯粉+百香果粉和小花蔓澤蘭粉的環保材料,利用高溫噴燈燃燒後,對照組(木片)燃燒 60 秒後上升 287 度,正反面只相差 55 度，且碳化嚴重。塗覆環保材料的木片,燃燒 60 秒後只上升 240 度,且正反面溫度相差 225 度,證明環保材料的散熱性良好,燃燒後將環保材料刮除後,木片完整無碳化。

(二)利用鐵罐塗覆太白粉+小花蔓澤蘭粉的環保材料，鐵罐內放入熱水，測其溫度變化。



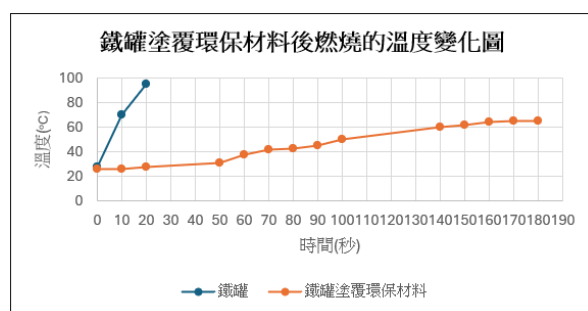
圖十一、實驗裝置



(三)利用鐵罐塗覆太白粉+小花蔓澤蘭粉的環保材料，在 700~800 度高溫噴燈下燃燒對照組 20 秒，實驗組 180 秒，測量其鐵罐內空氣溫度。



圖十二、塗覆環保材料的鐵罐的實驗裝置



六、總結論

- 1.所有材料和黏著劑中隔熱率最好的為:太白粉+小花蔓澤蘭 0.080g/cm^2 的隔熱能力最好，隔熱率 48.5%。
- 2.耐燒度最好的為: 太白粉+百香果 0.073g/cm^2 ，點火燃燒後其正反面的溫度差為 201.7 度。
- 3.綜合以上的實驗結果，我們發現無論是哪一種黏著劑，小花蔓澤蘭的各項表現都很優秀，這個被稱為綠癌的外來種植物十分具有防火隔熱建材的開發價值。

七、參考資料

- 1.曾禾沄;陶湘霓;陳婷恩 (2021)。生活與應用科學，「殼」以隔熱，「殼」以隔音，中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書
2. 蔡璩賢 王顯霈 陳俞霖第 (2011)。地球親善大使之隔熱杯套篇，中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書