

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：環保水泥—所向披「米」

一、摘要：

在全球氣候快速變遷，加上工廠排放廢氣污染大氣，所釋放的物質造成雨呈酸性，長久以來會對建築，包含歷史悠久的古蹟，皆會造成腐蝕情形，使建築本身日益損壞，故古蹟之修復之行動勢在必行；以及秉持著永續環保之觀念，需捨去鋼筋水泥或紅磚瓦片修復之傳統辦法，因此決定以「米」作為探討對象。

此專題使用糯米粉，加上市面上常見之麵粉、有機土、玉米粉、太白粉與黑糖粉，最後參考網路上蚵仔煎食譜的製作方式做出來，裁切後做比較，實驗探討對象如下：

以不同的澱粉類製成的「水泥」其耐重、程度差異。

以最後實驗結果見，混雜有機土之組別耐重程度最佳，其特色為色調接近古蹟的褐色；利用米與土石做成的「水泥」修復不但不會造成環境汙染，還可以使古蹟長存，展現其悠久歷史的莊嚴，故此專題對古蹟修復有著許多貢獻。

二、探究題目與動機

我們在網路上看見許多建築、陶瓷之修復方法，是利用泡麵、麵粉、豬血等食材進行修復，因此我們萌生利用環保材料（例如：米飯、麵粉等生活常見食材）進行實驗，再加上本實驗討論進行時已屆農曆新年，因此決定以「米」作為實驗對象；以探討食物對於物品、建築修補之可行性。

三、探究目的與假設

本研究主要目的，在於利用生活常見之材料，如：食物，進行建築之修復工程，本研究的主要核心議題有二：不同種類的米對於修復之成效差異、煮米時水與米之比例對於成品之延、展性之差異。

因此，綜合上述，本實驗探究之議題為下：

不同種類的澱粉，其經由加工後對於修復之耐重程度如何？

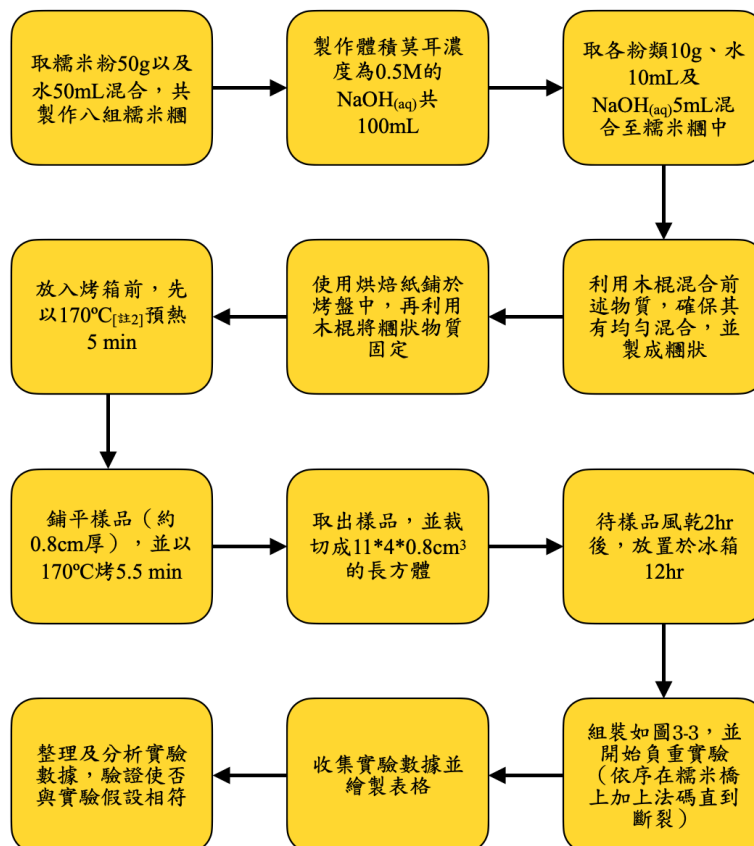


包含：
玉米粉、太白粉、低筋、中筋、高筋麵粉、有機土

四、探究方法與驗證步驟

- | | |
|----------------------|-------------|
| (1) 糯米粉若干克 | (2) 燒杯 8 個 |
| (3) 水若干毫升 | (4) 粉類若干種 |
| (5) 氫氧化鈉 (NaOH) 若干 | (6) 烘焙紙 |
| (7) 烤箱乙台 | (8) 電子秤乙臺 |
| (9) 法碼若干個 | (10) 木棍數隻 |
| (11) 玻棒數支 | (12) 塑膠滴管乙支 |
| (13) 秤量紙 | (14) 量筒數支 |

(2) 實驗:



(3) 實驗

(3-1)

使用實驗室現有的氫氧化鈉取代氫氧化鈣的氫氧根，此實驗呈現其顯著效果；以純糯米水（糯米10g與水100mL）作為對照組，加入0.5M氫氧化鈉的糯米水作為實驗組，以探討此材料在水泥中的應用效果；以實驗結果（圖1）可見，對照組呈現沉澱狀態，但加入氫氧化鈉的實驗組呈完美的混合狀態，且呈現黏稠貌，可見加入氫氧化鈉的效果明顯，可幫助樣品成型。



圖 2 氫氧化鈉效果

(3-2)

以糯米水（糯米50g與水50mL）加0.5M氫氧化鈉5mL作為對照組；糯米水（糯米50g與水50mL）、0.5M氫氧化鈉5mL以及各粉類（粉類10g與水10g）混合作為實驗組（圖2）；攪拌均勻後，黏稠度以大到小分別是：有機土 > 中筋麵粉 = 高筋麵粉 = 對照組 > 低筋麵粉 = 太白粉 = 玉米粉 > 黑糖。

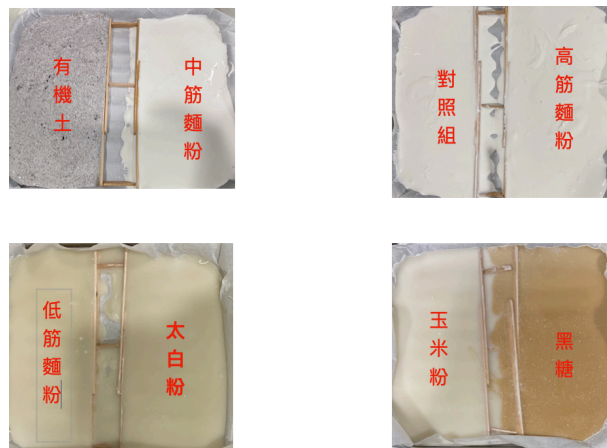


圖 3 粉類烤前照片



圖 4 各粉類經烘烤裁切後的照片

(3-3)

本實驗裝置圖如下(圖5)，載具支架間隔長10.0公分，高8.0公分，並將橡皮筋套在距頂端3.5公分處；預計將作出的糯米條(長11公分)放置於平台上，為預防其在實驗過程中滑落，因此我們在糯米橋兩端使用熱融膠固定；在實驗開始時，將法碼放置在糯米條正中央，逐漸加重直到橋樑斷掉，或凹陷到橡皮筋標記處即為此橋樑之耐重程度(八種糯米條中僅一種凹陷到此處)。



圖4 實驗載具

糯米條種類	糯米耐重程度 (g)	糯米耐重程度 (g)	平均耐重程度 (g)
有機土	410.0	419.4	414.70
太白粉	140.2	165.0	152.60
中筋麵粉	52.0	50.6	51.30
低筋麵粉	380.0	385.0	382.50
高筋麵粉	372.5	379.5	376.00
黑糖	0	0	0
玉米粉	240.5	259.5	250.00
對照組	250.0	275.5	262.75

圖4 實驗數據

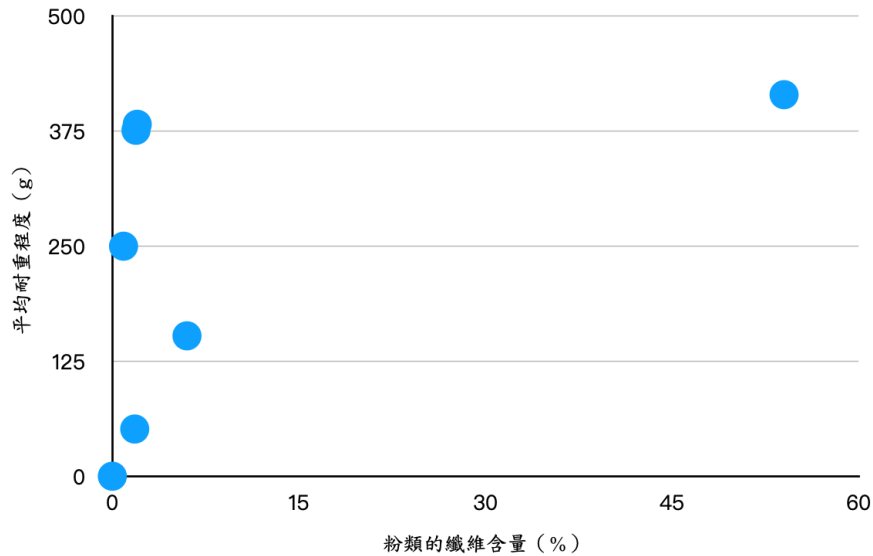


圖 4 實驗數據散佈圖

五、結論與生活應用

一、黑糖

黑糖是蔗糖的一種，為雙糖；當蔗糖水溶液加熱超過 108°C 時會迅速水解，反而失去了其他粉類具有聚合物的特色，再加上無纖維質輔助，導致其難以成形，呈軟爛貌，置於實驗載具時直接塌陷，無法承受任何重量，故歸類於無耐重能力組別。

二、中筋麵粉

其耐重程度相較同為麵粉的低筋及高筋麵粉來的低，其原因有可能是中筋麵粉也具有勾芡的作用，冷卻後有還水現象，可以簡單理解成，因為水分過多，導致黏稠度下降，使樣品稍顯軟爛，影響其耐重程度，故被分配耐重程度低的組別。

三、太白粉

其特性為加水且遇熱會凝結成黏稠狀，中式料理常用此來勾芡，以增加湯頭黏稠度；太白粉有一特別之處，就是勾芡後容易出水；因此，以實驗數據來看，其耐重程度低之原因與「還水」現象密不可分，水分導致糯米條軟化，故其為耐重程度低之組別。

四、玉米粉

其特性為加水能增加稠度，具有凝膠作用，可成為非牛頓流體，常用於西點製作，可以降低麵粉筋度，也可加入於湯形成勾芡；與相似的太白粉不同，玉米粉的還水現象較不明顯，所以放涼依舊具有勾芡效果，因此在耐

重方面，強於太白粉，因為還水比例較少，所以被歸類在平均耐重程度中等之組別。

五、純糯米 (對照組)

糯米粉用途為增加粘性，做出來的成品較為柔軟，因為少了冷卻後還水的特性，所以耐重能力較同組 (耐重程度中等) 高。

六、高筋麵粉

其耐重程度高於低筋麵粉，其主要原因也能夠用還水量解釋，其冷卻後還水量界在中筋和低筋之間，且無中筋麵粉之勾芡效果，成品含水量較中筋麵粉，而此組被歸類在耐重程度高之組別。

七、低筋麵粉

耐重程度相較同為麵粉的低筋及高筋麵粉來的低，若水分多寡說明，因為冷卻後還水量不多，黏稠度因而增加，而耐重程度也增加，且低筋麵粉也是三種麵粉中膳食纖維含量最高的，可增加其耐重程度，故歸類於耐重程度高之組別。

八、有機土

有機土的特性為加水黏性會增加 (泥土)，且表面粗糙，且加水後表面會發生龜裂，像是一塊塊組合起來的；而其中有許多纖維素，使整體結構更加強大，能夠達到固定效果，其彈性與恢復效果差，在實驗中其斷裂時是直接分裂成兩半，非像其他糯米條皆是先凹陷後再斷裂，在纖維的幫助下能維持原本形狀，故耐重最強。

九、結論

由以上原因探究總結來說，各種粉類所製成的糯米橋並非只使用膳食纖維含量的多寡作為假設依據，但是以實驗結果可見，纖維含量最多的有機土組別的耐重程度最佳，而無任何纖維含量的黑糖組是耐重程度最差的；膳食纖維含量並非實驗假設的唯一依據，應綜觀所有粉類全部的成分以及其特性，例如：玉米粉、太白粉以及中筋麵粉在料理中具有勾芡的效用，而冷卻後會有還水作用發生，使冷卻後成型的樣品變更黏稠，而耐重程度減低，這些反應皆是影響實驗結果的變應之一。而本專題更是找出古蹟修復的是和材料，使用糯米粉搭配上氫氧化鈉 (可解離出氫氧根離子的物質皆可)，中間再加入土石，不但色調接近古蹟的褐色，且又是對環境無傷害的物質，此為地球環境保護以及古蹟修復做出了許多的貢獻。

參考資料

台南孔廟修復，再現豬血土工法. 曹婷婷. 2019

典藏保安宮：古蹟修復紀實. 李明珠. 2009

傳統石灰砂漿之配比與強度性質研究. 徐銘亨. 2008

麵粉 (低、中、高筋)、澱粉、太白粉、糯米粉等一系列「粉類」的不同處在哪裡？. Vigor. 2022