

【2021 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：撥水型防霉薄膜塗料之製作與應用
一、摘要：
臺灣屬於海島型氣候，建築物常因為潮濕容易滋生黴菌，室內裝潢與家具會因為黴菌而使得材料變質。本研究為製作防霉薄膜塗料，於兩個月內進行兩次防霉實驗，在培養皿中觀察中藥材、氧化鈣、甲殼素之黴菌生長情形，最後使用廢棄牡蠣殼、中藥液與聚乙炔醇(PVA)，在實驗室中自行研製「防霉薄膜塗料」，可塗刷在容易受潮的牆壁上面形成薄膜，抑制黴菌生長。
二、探究題目與動機
臺灣氣候潮濕多雨，在建築物之戶外陽台、室內牆壁、浴室牆壁，常因為潮濕容易滋生黴菌，這些體積微小的黴菌孢子，經由空氣流動而飛散傳播，常沾黏於人體呼吸道或皮膚，誘發過敏或氣喘。(羅時麒、姚志廷，2008) 「牡蠣」是臺灣重要的養殖水產，牡蠣殼的主要成分，以氧化鈣 (CaO) 比例最高，佔 54.6%(蔡定翰，2013)，氧化鈣俗稱生石灰，呈粉末狀，吸水能力也很強，具有防潮除濕的功能。 中藥材雖然來自天然的植物或礦物，但使用後的中藥材若未經妥善處理，隨意棄置，流入河川或被動物攝食，最後隨著生態鏈回到人類身上，仍具有潛在風險。因此若能進行有效的利用，可將危害環境的因子降至最低，亦可保護自然環境，使地球能永續生存。(曾雅青，2009)。 基於前述三點研究動機，本研究使用「廢棄牡蠣殼」與「常用中藥材」，在培養皿觀察，進行防霉實驗，找出最佳摻料與比例，製作為防霉薄膜塗料，在容易受潮的牆壁上面形成薄膜，抑制黴菌生長，解決臺灣潮濕環境困擾。
三、探究目的與假設
本研究為製作「防霉薄膜塗料」，針對五種市面常見的中藥材、廢棄牡蠣殼(氧化鈣)、聚乙炔醇(PVA)、甲殼素，進行防霉實驗，觀察黴菌生成情形，最後選用最佳材料與拌和比例，製作「防霉薄膜塗料」，研究目的如下： 一、進行防霉實驗，瞭解市售的常用中藥材何者防霉效果最佳。 二、瞭解製作「撥水型防霉薄膜塗料」時，最佳的氧化鈣含量。 三、使用牡蠣殼、中藥液與 PVA 在實驗室製作「防霉薄膜塗料」。 四、製作「防霉薄膜塗料」，並測試是否可以抑制黴菌的生長。 五、研究「防霉薄膜塗料」是否可大量生產，具有商品化價值。
四、探究方法與驗證步驟
本研究進行兩次「防霉實驗」，挑選適合之中藥材，並決定氧化鈣比例，最後製作 2 製作為防霉薄膜塗料，「第一次防霉實驗」與「第二次防霉實驗」，敘述如下：

(一)第一次防霉實驗

「第一次防霉實驗」主要是瞭解五種常用的中藥材中，何者防霉效果最佳。我們將 5 種中藥液、氧化鈣(粉)、甲殼素(粉)，七種摻料進行防霉實驗，經過連續 5 天觀察，挑選何者材料防霉效果最佳。



圖 1：使用研磨機研磨牡蠣殼

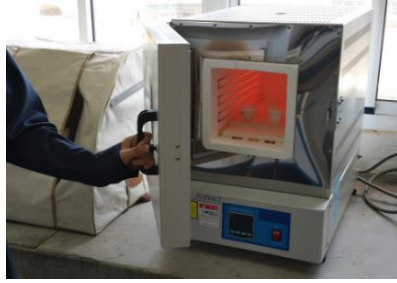


圖 2：用高溫爐煅燒牡蠣殼



圖 3：錐形瓶放入水浴鍋加熱

以「電子粗秤天平」秤量不同的中藥液 70g、培養液 2.73g、氧化鈣與甲殼素 1.4g，氧化鈣與甲殼素需外加 70g 的水，將中藥液與培養一起混合在錐形瓶中，將錐形瓶放入「水浴鍋」中隔水加熱，瓶內溶液煮沸 30 分鐘殺菌，趁熱倒入直徑 90mm 的培養皿中，等待液體凝固，培養基就完成了，如圖 1 至圖 3 所示。

由 EXCEL 圖表，可以得知「氧化鈣(粉)、四物湯(液)、補中益氣(液)」這三種摻料的防霉效果為佳，於 11 月中旬進行第二次防霉實驗，決定氧化鈣的最佳比例，中藥液與氧化鈣防霉實驗菌落曲線。

經過五天的連續觀察，得知第一次實驗觀察，**實驗發現：「四物湯(液)、補中益氣(液)、氧化鈣(粉)」三種摻料防霉效果較佳。**」

(二)第二次防霉實驗

「第二次防霉實驗」主要是決定那一種氧化鈣比例，最具有防霉效果。我們分為「氧化鈣(粉)、四物湯(液)、聚乙烯醇(PVA)」；「氧化鈣(粉)補中益氣(液)、聚乙烯醇(PVA)」兩組，各製作 A、B、C、D 四個試樣進行實驗。



圖 4：用刮板將樹脂刮平

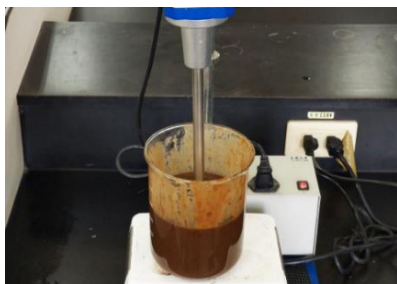



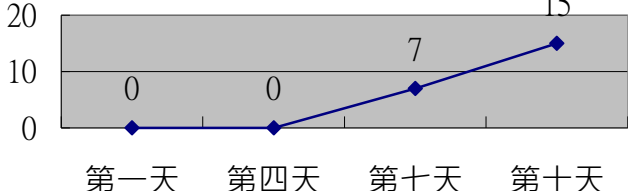

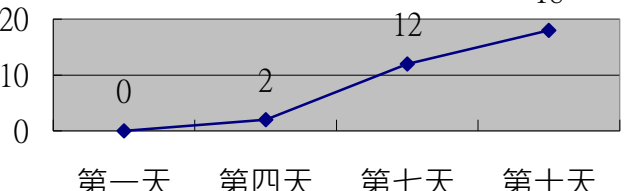

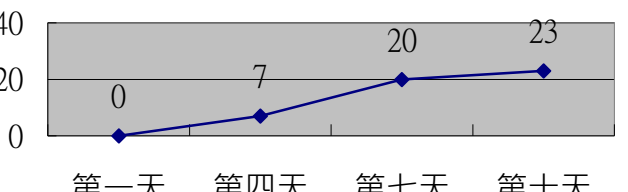

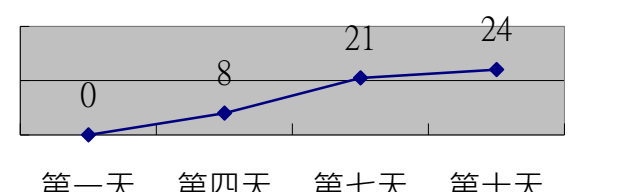
圖 5：用均質機將 PVA 打散



圖 6：把薄膜塗料塗在培養皿

第二次防霉實驗，先將「水性壓克力樹脂」擠在培養皿上面，使用刮板將其刮平修整，形成一個底層。以「粗秤天平」秤量 A、B、C、D 四個試樣，需要的中藥液、氧化鈣與聚乙稀醇(PVA)重量，以「加熱板」加熱至沸騰，分 3 次加入 10g 的聚乙稀醇(PVA)，加熱到溶液和膠水一樣黏稠，同時用 1000 轉速的「均質機」，將聚乙稀醇(PVA)顆粒打散，然後用小刷子均勻的將薄膜塗料塗在培養皿裡的水性壓克力樹脂上面，如圖 4 與圖 6 所示。

表 1：「四物湯(液)」黴菌菌落曲線

	<p>四物湯(液)-A黴菌菌落曲線</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Day</th> <th>Mold Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第一天</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>第四天</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>第七天</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>第十天</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Day	Mold Count	第一天	0	第四天	0	第七天	7	第十天	15
Day	Mold Count										
第一天	0										
第四天	0										
第七天	7										
第十天	15										
	<p>四物湯(液)-B黴菌菌落曲線</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Day</th> <th>Mold Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第一天</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>第四天</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>第七天</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>第十天</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>	Day	Mold Count	第一天	0	第四天	2	第七天	12	第十天	18
Day	Mold Count										
第一天	0										
第四天	2										
第七天	12										
第十天	18										
	<p>四物湯(液)-C黴菌菌落曲線</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Day</th> <th>Mold Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第一天</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>第四天</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>第七天</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>第十天</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table>	Day	Mold Count	第一天	0	第四天	7	第七天	20	第十天	23
Day	Mold Count										
第一天	0										
第四天	7										
第七天	20										
第十天	23										
	<p>四物湯(液)-D黴菌菌落曲線</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Day</th> <th>Mold Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第一天</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>第四天</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>第七天</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>第十天</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>	Day	Mold Count	第一天	0	第四天	8	第七天	21	第十天	24
Day	Mold Count										
第一天	0										
第四天	8										
第七天	21										
第十天	24										

薄膜成形後，以「電子粗秤天平」量秤培養液 2.73g，將錐形瓶放在「加熱板」上面加熱，使錐形瓶內的培養液煮沸 30 分鐘殺菌，並趁熱分裝在培養皿的四物湯(液)與補中益氣(液)四個試樣體中，等待液體凝固後，即可塗抹上黴菌。每隔 3 天觀察一次，觀察 9 天後，比較不同氧化鈣含量試體，哪一個防霉效果最佳。如表 1 所示。

「第二次防霉實驗」從廢棄牡蠣殼經過高溫煅燒之氧化鈣與四物湯(液)製作成 4 個試體，觀察不同氧化鈣含量菌落數生長情形。**實驗發現：「氧化鈣含量越多，抑制黴菌生長的效果越佳」。**

五、結論與生活應用

為觀察黴菌在建築物外牆生長情形，我們利用「營建技術實習」製作一個混凝土模型，底版尺寸為 30cm*30cm*5cm，直立柱尺寸為 20cm*20cm*50cm。在兩個相對應的直立柱表面「批土」，填補混凝土之表面空隙，1 小時後，待表面乾燥後，刷塗兩道水泥漆，我們選用深色的咖啡色水泥漆，以便觀察黴菌在水泥漆表面生長情形。如圖 7 至圖 9 所示。



圖 7：在直立柱表面「批土」



圖 8：刷咖啡色水泥漆



圖 9：在柱面塗自製防霉塗料

我們在潮濕的地下室進行實驗，測試製作完成的「防霉薄膜塗料」是否可以抑制黴菌生長。我們將柱面 A 作為「實驗組」，表面塗抹自行研製之「防霉薄膜塗料」；柱面 B 作為「對照組」表面不塗抹任何防霉塗料，為縮短實驗觀察時間，在柱面塗上培養液(洋菜粉與馬鈴薯粉)，每日噴水 10ml，創造黴菌適合生長環境，每日拍照記錄。



表 2：防霉薄膜塗料「實驗組」與「對照組」第 2 天至第 10 天觀察

	第 2 天觀察	第 4 天觀察	第 6 天觀察	第 8 天觀察	第 10 天觀察
柱面 A 實驗組					
柱面 B 對照組					

我們從 110 年 2 月 16 日到 2 月 24 日，連續 10 天觀察混凝泥土柱面 A「實驗組」與柱面 B「對照組」，黴菌生長情形，如表 2、表 3 所示。

實驗發現：「有塗抹防霉薄膜塗料之柱面，確實可以抑制黴菌生長」。本研究使用廢棄牡蠣殼與中藥液，亦可有效解決環境污染。自行研製之防霉薄膜塗料，若塗抹在建築物之室外陽台、常易受潮之室內牆面，或浴廁磁磚之縫隙，將可抑制黴菌生長。

表 3：防霉薄膜塗料第 10 日「實驗組」與「對照組」黴菌生長面積

實驗組別	柱面 A (有塗防霉塗料)	柱面 B (沒塗防霉塗料)
柱面黴菌生長情形 (柱面積為 1,000cm ²) 說明：為縮短實驗觀察時間，每日噴水 10ml，營造黴菌適合生長環境，但亦使黴菌往下生長。最後以 AutoCAD，描繪黴菌生長面積，如右圖所示。		
黴菌面積	64.43cm ² (6.4%)	255.28cm ² (25.5%)

本研究使用廢棄之牡蠣殼(氧化鈣)、中藥液(四物湯)與聚乙烯醇(PVA)，在實驗室中自行研製防霉薄膜塗料，在容易受潮的牆壁上面形成薄膜，抑制黴菌生長。我們針對研究之「獨創性、實用性、可行性」提出以下三點結果與結論。

(一)使用牡蠣殼與中藥液製作防霉塗料具有環保功能

牡蠣」是臺灣重要的養殖水產，每年約有 1 萬多公噸牡蠣殼，被任意丟棄破壞環境，亦可能污染生態鏈。



圖 10：自製之防霉薄膜塗料

本研究使用廢棄牡蠣殼，經高溫煅燒後製成氧化鈣，再加上日常食用的四物湯中藥液，與聚乙烯醇(PVA)製作為防霉薄膜塗料。不僅有效利用廢棄回收物，降低製作成本，更可以預防環境污染，在現今強調環保與預防污染的觀念下，可將危害環境的因子降至最低，本研究符合「可回收、低污染、省資源」的環保理念，與「愛地球，愛家園，愛家人」的環保精神。

(二)防霉薄膜塗料塗刷於陽台牆壁將可抑制黴菌生長

本項究使用回收中藥材、廢棄牡蠣殼、與聚乙烯醇製作為的薄膜塗料，可塗刷於陽台牆壁、容易受潮的室內牆壁、浴室的磁磚縫隙，可以抑制黴菌生長，解決臺灣潮濕環境困擾，提高生活品質。

(三)防霉薄膜塗料可以大量生產，具有商品化的價值

本研究「防霉薄膜塗料」，是建築物牆壁黴菌剋星，主要成分是：氧化鈣(CaO)、四物湯與聚乙烯醇(PVA)，其中廢棄「牡蠣殼」與回收中藥液，原料容易取得，成本低廉，製作時只需高溫加熱，適合大量生產，具有商品化價值，製作完成的「防霉薄膜塗料」，如圖 10 所示。

在建築物的戶外陽台、容易受潮的室內牆壁、浴室牆壁或地板磁磚縫隙，可使用「防霉薄膜塗料」，使用前不需添加稀釋劑，直接塗刷在牆壁表面，塗刷後 20 分鐘，即可完全乾燥，《防霉大師產品說明書》，如圖 11 所示。

防霉大師
Master of Mildew

建築物牆壁黴菌剋星
撥水型防霉薄膜塗料



環保 ● 安心 ● 無毒 ● 低污染 ● 省資源 ● 綠色生活 ● 綠色消費

產品特色	
「撥水型防霉薄膜塗料」使用廢棄「牡蠣殼」提煉的氧化鈣與「四物湯」提煉的中藥液，再上聚乙烯醇(PVA)，高溫加熱製作而成，本產品原料屬於環保材料。「愛地球、愛家園、愛家人」，敬請消費者安心使用。	
使用範圍	使用方法
1.建築物之戶外陽台 2.容易受潮之室內牆壁 3.浴室牆壁或地板磁磚縫隙	1.使用前不需要添加稀釋劑 2.請直接塗刷在牆壁表面 3.塗刷後 20 分鐘，即可完成乾燥
注意事項	主要成分
1.使用前先搖晃，使溶液均勻。 2.先清潔牆壁後，再使用塗料。 3.防霉薄膜塗料，不可以食用。	1. 氧化鈣(CaO) 2. 四物湯(Four Agents Decoction) 3. 聚乙烯醇(PVA)
製造日期	110 年 4 月 29 日
保存期限	6 個月
產品容量	450 毫升
建議售價	新台幣 260 元
保存方法	請放置於陰涼處，請避免陽光直射，並遠離火源
製造商	甯想遇見你企業股份有限公司
工廠地址	○○市○○區○○路○○段○○號
服務電話	594-594594 (我就是-甯想遇見你)
原產地	中華民國

圖 11:《防霉大師產品說明書》

六、參考資料

1. 曾雅青(2009)。**中藥材速查輕圖點**。臺北：三采文化。
2. 蔡定翰(2013)。**牡蠣灰環保隔熱塗料之開發及熱特性之研究**。明志科技大學環境與資源工程研究所碩士論文。
3. 羅時麒、姚志廷(2008)。**濕熱氣候下建材防霉性能評估之研究**。內政部建築研究所。



《科學探究作品影音》

<https://youtu.be/6khjsqC1CEI>



《科學探究專題網站》

<https://reurl.ml/v54d7l>