

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

032908

砧材實料

學校名稱：屏東縣立中正國民中學

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 作者： 國二 黃詣扉 國二 許芷菱 | 指導老師： 陳亮竹 梁淑梅 |
|---------------------------------|-----------------------------|

關鍵詞：砧板、發霉、木材改質

摘要

比較了市售不同材質的砧板耐用程度，發現木材砧板會因為較易吸水而比其它材質的砧板更易發霉、變形、膨脹斷裂，為了改善這些問題，我們進行了木材改質的實驗，化學改質方面使用聚乙二醇（PEG）來填充細胞腔，降低細胞腔內可容納水分子的空間，進而減少因含水率高引起木材變形、發霉、劈裂等劣化情形；物理改質則利用熱壓縮的方式，提高木材的密度，增強表面的密緻度且減少細胞的空洞，亦有減少含水率的效果。希望藉由使用安全、安心、無毒的方法將木材效能提高，讓改良後的木材在使用上更加便利與耐用，也不需擔心像塑膠有毒性和環保的問題，成為製作木食器用品的最佳首選，亦可提高台灣中小徑木製材使用率的提升與國產材的應用拓展。

壹、研究動機

「民以食為天」，食衣住行中，「食」為首要，也與我們最息息相關。其中處理食材的重要工具-砧板，是每個家庭廚房中的必備品，但砧板的材質有好多種，不同的材質有什麼差別呢？砧板最常見的材質有木材、塑膠、玻璃和竹子。而在功能的分類上，發現砧板還分成專門切熟食的、切生食的還有切水果的。但為甚麼要分的這麼細呢？細細觀察之下，刀痕下的砧板究竟藏了多少細菌，為甚麼那麼容易發霉？洗乾淨的木材砧板為甚麼還得陰乾，不能受到日照？泡水的木材砧板，甚至還容易膨脹變形？因此我們思考著如何讓木材砧板不易發霉、膨脹、變形或斷裂。解決這些煩人的問題，同時也讓生活變得更加便利。

貳、研究目的

基於上述的研究動機，我們設計實驗控制不同的變因，分析不同材質砧板的特性，同時以最常見木製砧板為實驗項目，試驗如何改善其易發霉、膨脹、變形或斷裂等問題，研究目的羅列如下：

- 一、比較木材砧板、竹子砧板、玻璃砧板、塑膠砧板的在劣化實驗上的耐用程度
- 二、比較木材砧板、竹子砧板、玻璃砧板、塑膠砧板的在表面強度試驗的耐用程度
- 三、了解 PEG(聚乙二醇)的特性及在木材改良上的幫助。

(一)比較浸泡 PEG 和未浸泡 PEG 的木材砧板在防霉效果上的差異。

(二)比較浸泡 PEG 和未浸泡 PEG 的木材砧板經泡水後木材膨脹變形的差異。

四、了解壓縮木在木材改良上的幫助。

(一)比較未壓縮和已壓縮的木材砧板在防霉效果上的差異。

(二)比較未壓縮和已壓縮的木材砧板經泡水後木材膨脹變形的差異。

參、研究設備及器材

一、實驗所需設備器材





| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| PEG(分子量 1500) | PEG(分子量 2000) | 熱壓機 | 輕黏土 |
|  |  |  |  |
| 磅秤 | 水分計 | 菜刀 | 自製剝砧板機 |
|  |  |  |  |
| 木材砧板 | 竹子砧板 | 塑膠砧板 | 玻璃砧板 |
|  |  |  |  |
| 手機顯微鏡(60X) | 乳液 | 捲尺 | 游標卡尺 |

| | |
|---|--|
|  |  |
| 相思木 | 台灣杉 |





二、實驗器材精準度實驗

(一)自製剝砧板機(測試每下刀痕是否一樣深)

為了讓研究結果更精確，我們自製了剝砧板機。

| | | | |
|---|---|-----|-----------|
| 1.將輕黏土填滿於模具並刮平整  | 2.對齊格線並置於菜刀下  | | |
| 1. 將菜刀壓到底並放開  | 4.量測深度  | | |
| 5.結果 | | | |
| 次數 | 剩餘幾公分(cm) | 次數 | 剩餘幾公分(cm) |
| 第一次 | 0.86cm | 第六次 | 0.86cm |
| 第二次 | 0.83cm | 第七次 | 0.85cm |
| 第三次 | 0.85cm | 第八次 | 0.84cm |
| 第四次 | 0.84cm | 第九次 | 0.83cm |
| 第五次 | 0.86cm | 第十次 | 0.85cm |
| 平均 | 0.847cm | | |
| 誤差值 | ±1.02% | | |

(二)壓縮機(測試一樣大小厚度的砧板在相同溫度、壓力下，壓縮後的尺寸差異)

| | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|------------------------------|
| <p>1.量測木板原始尺寸(長、寬、厚)</p>  | <p>2.預熱機器</p>  | | | | |
| <p>2. 進行壓縮</p>  | <p>4.量測壓完厚度</p>  | | | | |
| <p>5.結果(使用香杉當作測試材料):</p> | | | | | |
| <p>材料</p> | | <p>長</p> | <p>寬</p> | <p>厚</p> | <p>比較</p> |
| <p>香杉 1</p> | <p>壓縮前</p> | <p>300mm</p> | <p>169mm</p> | <p>16mm</p> | <p>兩塊香杉壓縮後尺寸相同,證明儀器精準度高。</p> |
| | <p>壓縮後</p> | <p>300mm</p> | <p>176mm</p> | <p>6.1mm</p> | |
| <p>香杉 2</p> | <p>壓縮前</p> | <p>300mm</p> | <p>169mm</p> | <p>16mm</p> | |
| | <p>壓縮後</p> | <p>300mm</p> | <p>176mm</p> | <p>6.1mm</p> | |

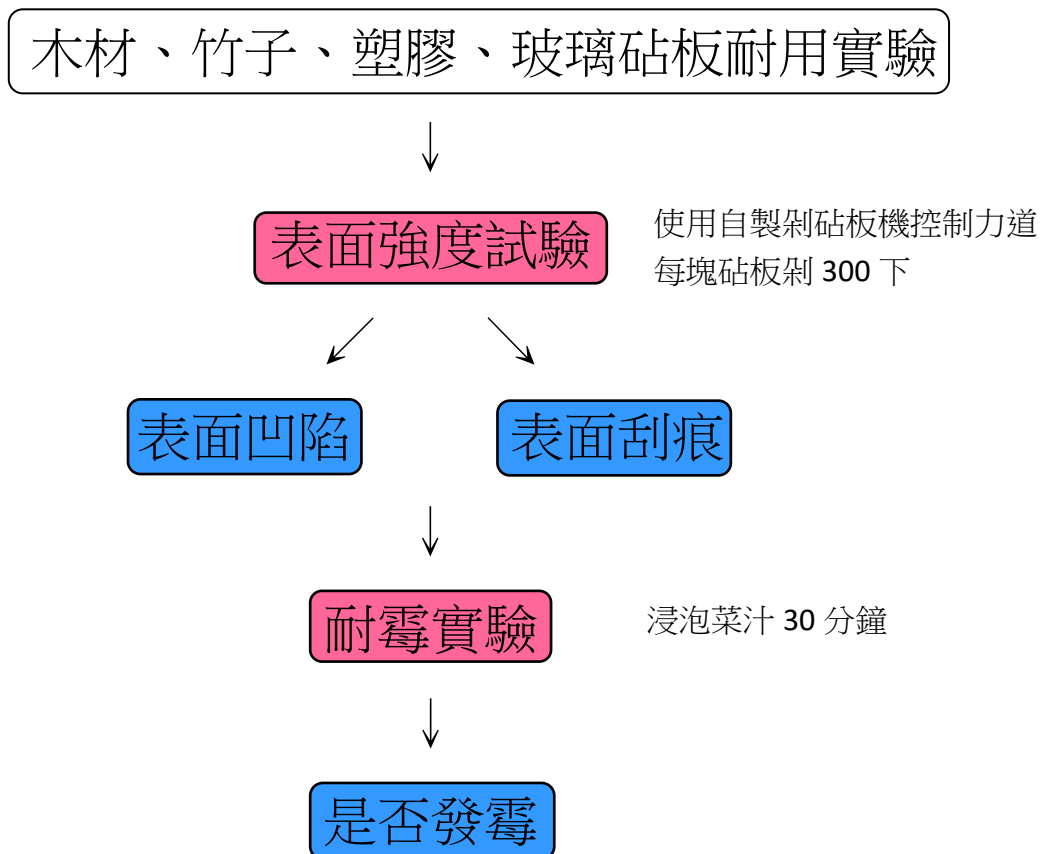
肆、研究過程及方法

針對上述的研究目的，設計了三大項實驗，分別分析各種材質的砧板經耐用實驗產生的不同結果以及木材改質後的成效。

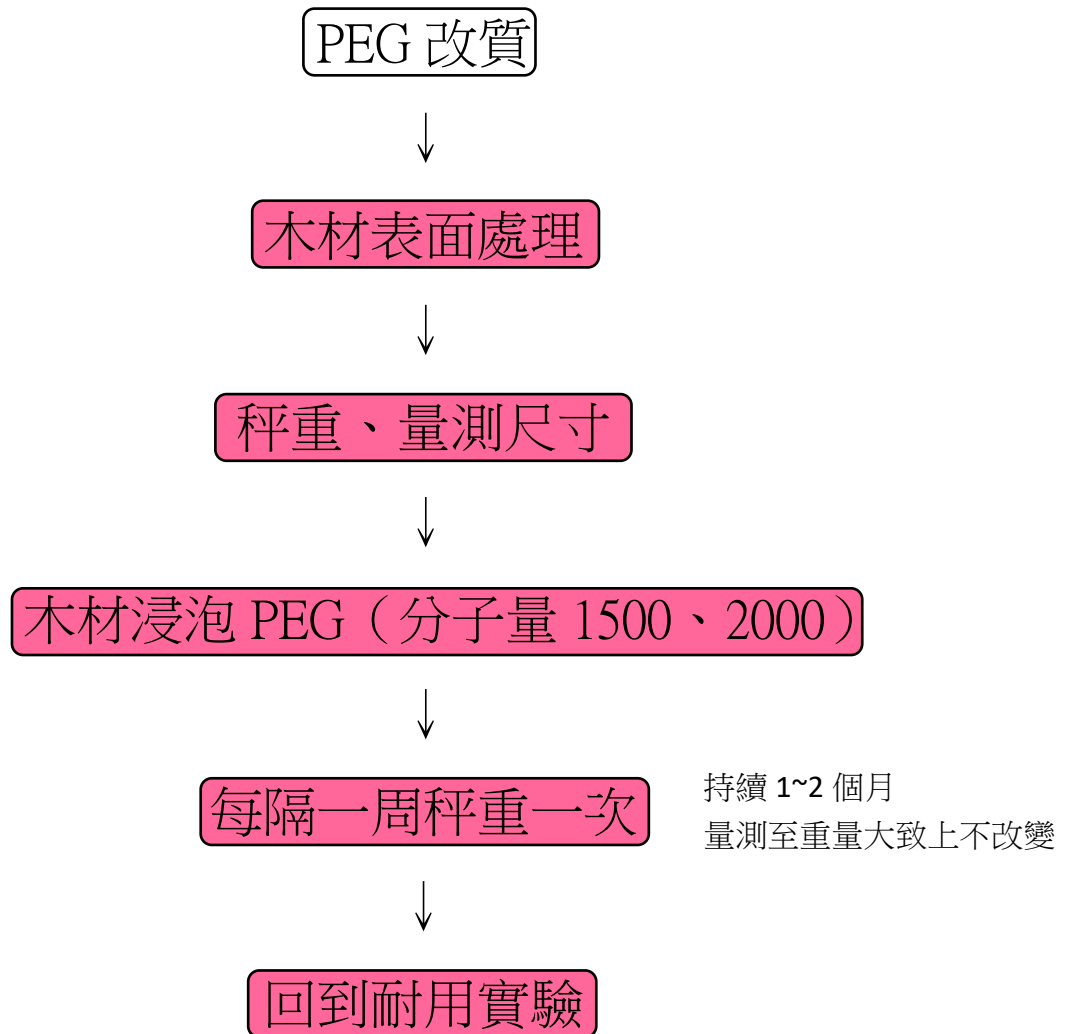
一、實驗流程(圖表)

□ 代表實驗主題 ■ 代表實驗流程 ■ 代表實驗結果

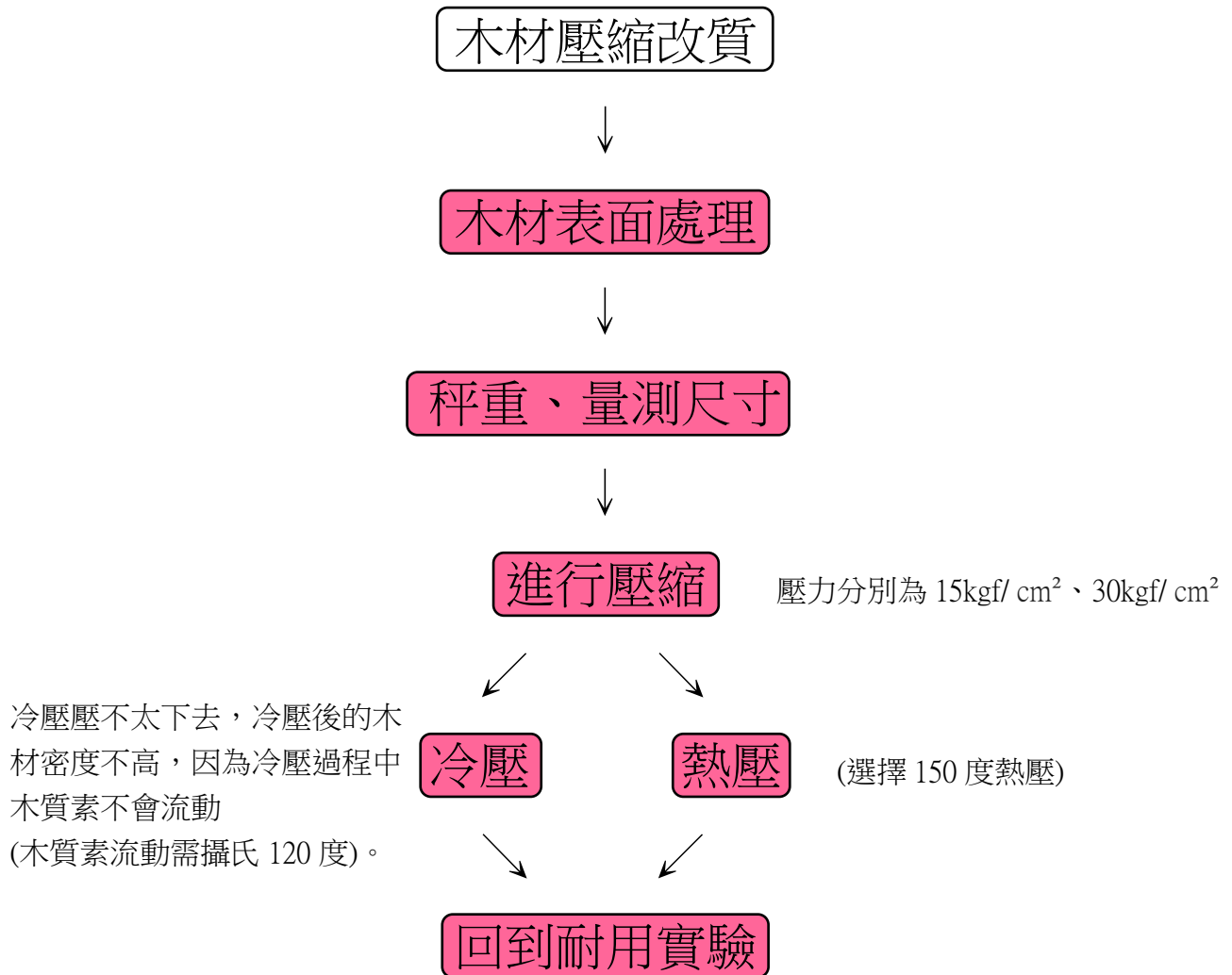
(一)耐用實驗



(二)木材 PEG 改質



(三)木材壓縮改質



二、實驗流程(條列式)

(一)耐用實驗

1. 收集各類砧板
2. 進行耐用實驗（分為耐霉實驗和表面強度試驗）

(二)PEG 改質

1. 以木材為研究主題，進行 PEG 改質
2. 木材表面處理
3. 秤重、量測尺寸
4. 木材浸泡 PEG（分子量 1500、2000）
5. 每隔一周秤重一次（約兩到三個月直到重量不改變）
6. 回到木質材料耐用實驗

(三)壓縮木改質

1. 以木材為研究主題，進行壓縮木改質
2. 木材表面處理
3. 秤重、量測尺寸
4. 進行熱壓縮
5. 回到木質材料耐用實驗

三、細部實驗步驟

(一)表面強度試驗

1. 將砧板置於自製剝砧板機下（如下圖所示）
2. 每塊砧板都剝 300 下



剝砧板機



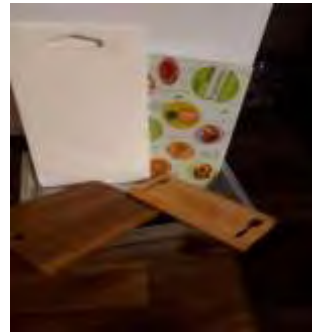
將菜刀壓至最底並鬆手放開，確保力道相同

(二)耐霉實驗

1. 將剝好 300 下的砧板每塊都塗抹天然(不含防腐劑)的食物汁液(火龍果、萵苣、葡萄、橘子)
2. 靜置 30 分鐘後沖洗掉砧板上的食物汁液
3. 泡水一天後晾乾



泡水



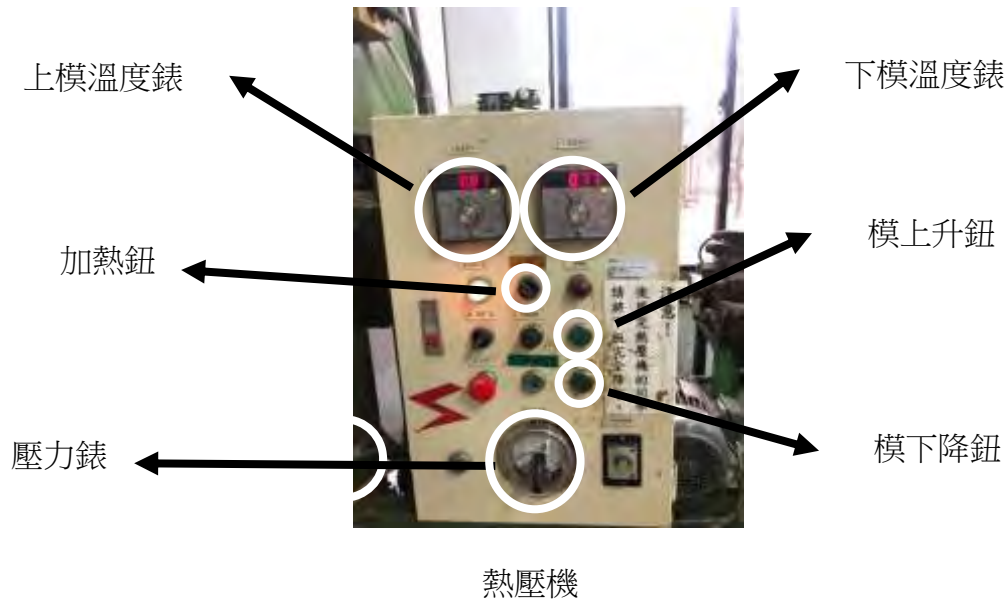
晾乾

(三)PEG 改質

1. 秤重紀錄、量測尺寸
2. 計算 PEG 加水的濃度比例
3. 每週紀錄重量
4. 回到耐用實驗

(四)壓縮木實驗步驟:

1. 熱壓機先預熱 1~2 小時，使上下鐵板達目標溫度 150 度
2. 熱壓之前量測木材原始尺寸
3. 進行熱壓，並檢查壓力錶數值是否在目標壓力值並適時補壓，直到壓力錶值不再變動為止(避免壓力下降)
4. 當壓力錶值不再變動後開始降溫，當降溫達 80 度後取出
5. 取出後進行續壓降溫處理
6. 壓縮完成後丈量壓縮後尺寸



砧板 1(對照組:無加壓)

砧板 2(壓力 15 kgf/cm²)

砧板 3(壓力 30 kgf/cm²)

壓縮完成以游標卡尺量測尺寸

四、耐用實驗說明:

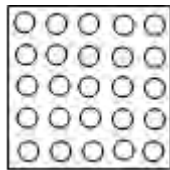
- (一) 將食物汁液塗抹在刀痕上使其沉澱 30min 後沖水重複 30 次。
- (二) 泡水晾乾至少 20 次(模擬一般使用砧板後的清洗過程)。
- (三) 塗抹的汁液我們選用天然的食物汁液，不含防腐劑較易發霉。
- (四) 我們將刀數和力道，使用自製器具使其受力平均，每塊砧板剝 300 下。
- (五) 砧板材質有:木材、竹子、塑膠、玻璃。
- (六) 表面強度試驗每塊砧板剝 300 下，並控制力道（使用自製剝砧板機）。

五、PEG 改質說明:

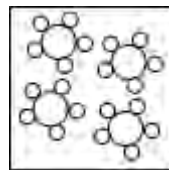
- (一) 我們將砧板 3 開始進行 PEG 改質，使用分子量 2000 的 PEG 浸泡，PEG 加水後混合液的濃度為 5%，因為濃度太大會不好吸收，除非木材剛砍下（含水率多，PEG 較好吸收）。
- (二) 濃度 5% 的 PEG 計算公式 (200 克水+63.2 克 PEG = 5%PEG)。
- (三) 浸泡 PEG 的砧板材質，我們選用相思木（硬木、闊葉材），因為相思木是國產材中最容易劈裂的，藉由改質來改善這個現象。
- (四) 砧板 1 作為實驗對照組，不浸泡 PEG。
- (五) 砧板 2 浸泡 PEG 分子量 1500
- (六) 砧板 3 浸泡 PEG 分子量 2000

六、壓縮木說明:

- (一) 壓縮木需選用針葉材，因針葉材的細胞壁較整齊大小一致，壓得較均勻。(下圖)



針葉材細胞壁



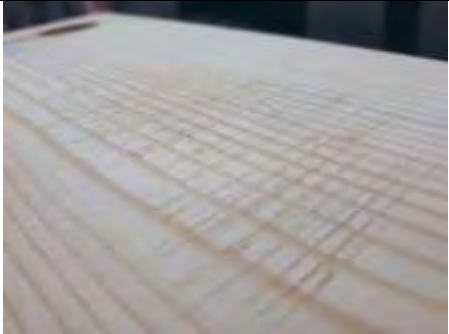
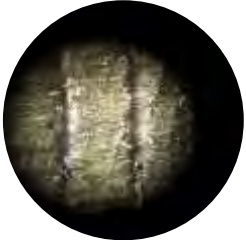


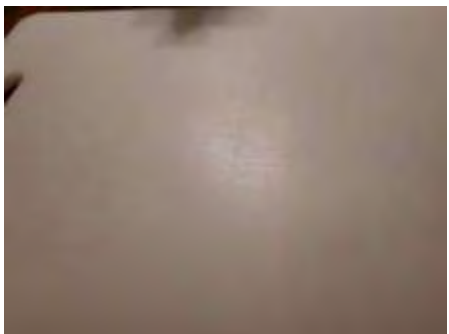
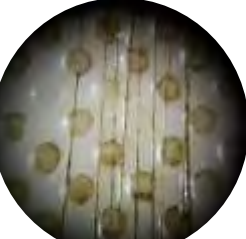

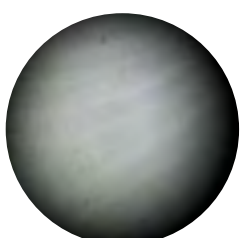
闊葉材細胞壁

- (二) 壓縮木材料我們選用台灣杉，因台灣杉質地軟、組織整齊，是可作為壓縮木砧板的好材料。



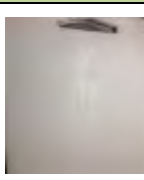




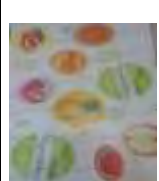



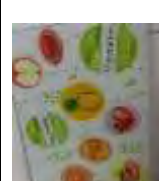
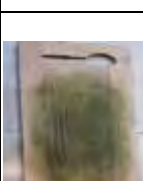

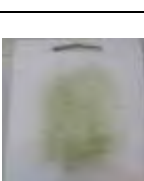
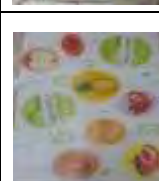











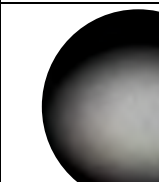
伍、研究結果

一、耐用實驗

(一)表面強度試驗，利用自製剝砧板機，每塊砧板剝 300 下，研究結果與討論如下：

| 砧板材質 | 肉眼觀察 | 顯微鏡觀察(60 倍) | 結果討論 |
|------|---|---|--|
| 木材 |  |  刀痕非常多且深 | (1)優點：天然無毒 (2)缺點：刀痕深，有點掉屑 |
| 竹子 |  |  刀痕非常多 | (1)優點：不會斷裂 (2)缺點：有很多刀痕，有使用膠合劑拼板 |
| 塑膠 |  |  刀痕多 | (1)優點：不太會發霉 (2)缺點：有很多刀痕，且刀痕會卡渣，有塑化劑 |
| 玻璃 |  |  無刀痕 | (1)優點：完全沒有刀痕，完全不發霉 (2)缺點：不能太用力剝 |

(二)耐霉實驗，塗抹食物汁液在刀痕上，靜置 30 分鐘後沖洗，泡水一天後晾乾，研究結果如下：

| 砧板材質 | 木材 | 竹子 | 塑膠 | 玻璃 |
|------------|---|--|---|---|
| 第一週 |  只有些許發霉 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第二週 |  很多發霉 |  些許發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第三週 |  多發霉、有殘渣 |  很多發霉 |  刀痕上些許殘渣 |  無發霉 |
| 第四週 |  多發霉、有殘渣、裂縫 |  很多發霉、背面也有些發霉 |  刀痕上些許殘渣 |  無發霉 |
| 第五週 |  多發霉、殘渣、裂開 |  很多發霉、背面也多發霉 |  刀痕上多殘渣 |  無發霉 |
| 第六週 |  多發霉、殘渣、裂開 |  多發霉、背面也多發霉、有殘渣 |  整個砧板都有殘渣 |  無發霉 |
| 顯微鏡 (60 倍) |  |  |  |  |
| 結果討論 | 很多發霉而且食物汁液的顏色吃進木材洗不掉 | 正反面都很多發霉 | 無發霉，但是有很多殘渣卡在砧板縫隙 | 無發霉，而且仍然保持乾淨 |

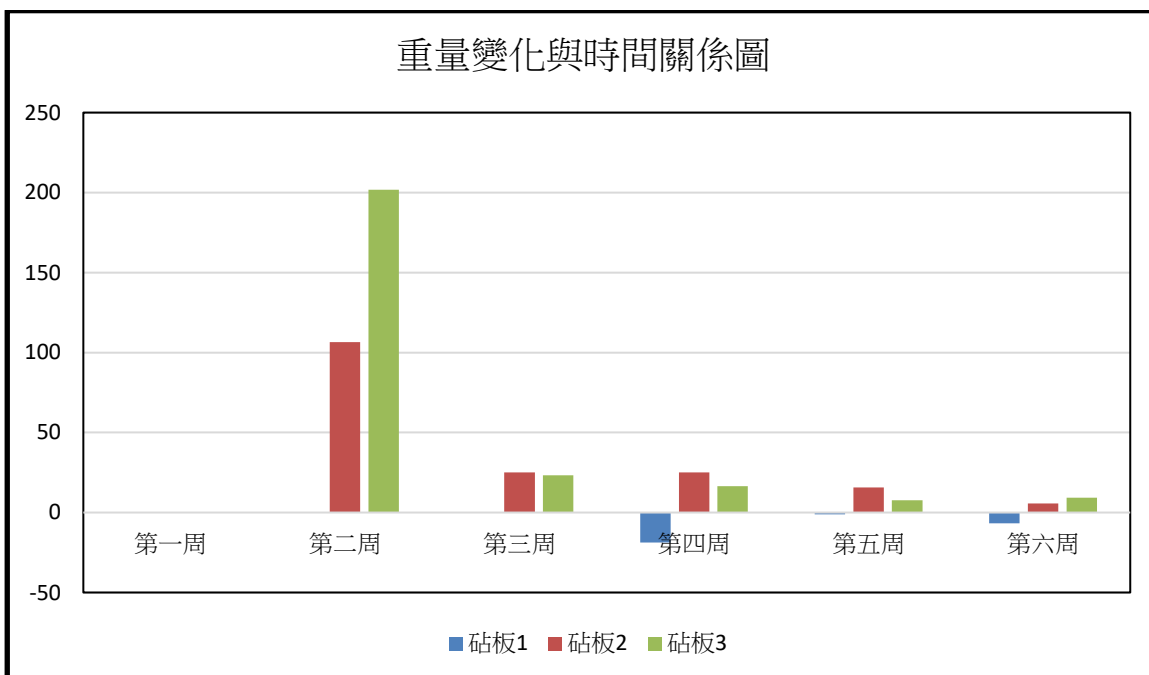
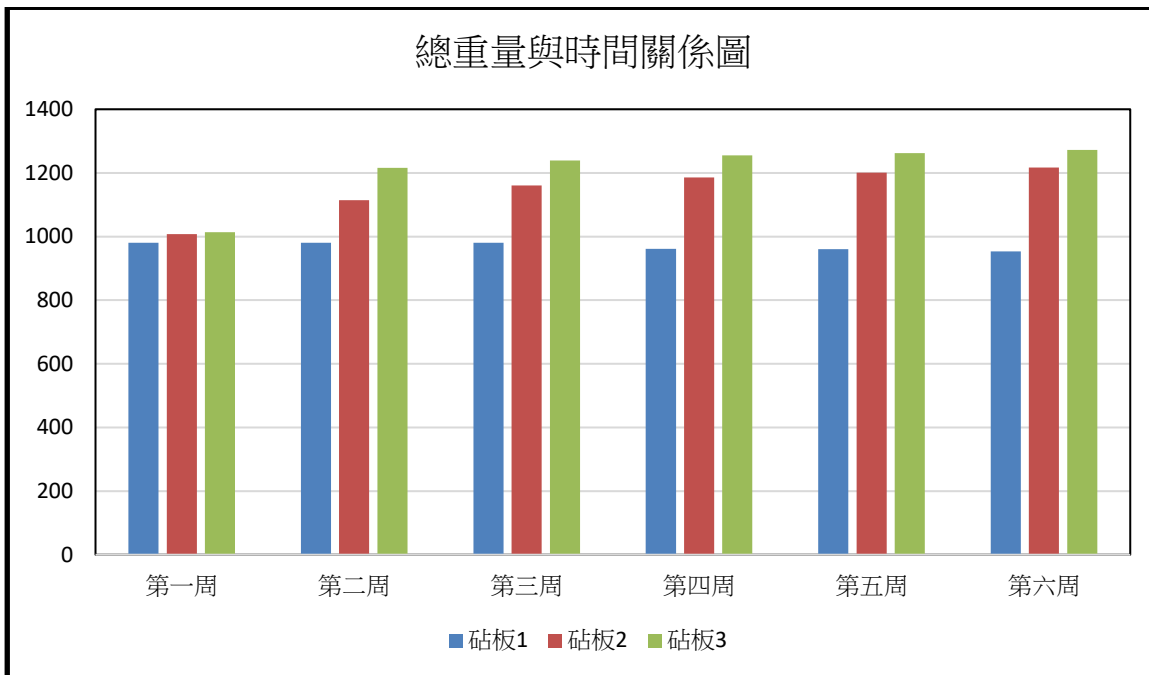
二、木材砧板 PEG 改質

三塊木材砧板(長 29.5cm/寬 19.5cm/厚 1.6cm)同時進行浸泡改質，其中砧板 1 作為對照組不浸泡，砧板 2（實驗組 1）浸泡在 PEG1500 中，砧板 3（實驗組 2）浸泡在 PEG2000 中，持續 6 週，每周秤重一次，實驗結果如下：

(一)浸泡結果




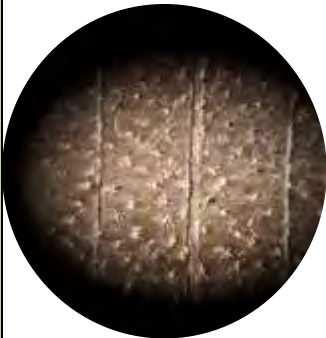


| 材料 | | 11 月 8 日 | 12 月 2 日 | 12 月 9 日 | 12 月 16 日 | 12 月 23 日 | 12 月 31 日 |
|------|--------|--|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 砧板 1 | 重量(gw) | 980.3 | 980.3 | 980.3 | 961.6 | 960.4 | 953.7 |
| | 長度(cm) | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 |
| | 寬度(cm) | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 |
| | 厚度(cm) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 砧板 2 | 重量(gw) | 1008 | 1114.6 | 1160.6 | 1185.6 | 1201.2 | 1216.8 |
| | 長度(cm) | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 |
| | 寬度(cm) | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 |
| | 厚度(cm) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 砧板 3 | 重量(gw) | 1013.7 | 1215.4 | 1238.6 | 1255.0 | 1262.6 | 1271.8 |
| | 長度(cm) | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 |
| | 寬度(cm) | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 |
| | 厚度(cm) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 結果討論 | | (1) 浸泡 PEG 後對木材尺寸幾乎沒有影響 (2) 砧板 1 經過 3 週後重量減輕，應該是因原本木材內部水分蒸散 | | | | | |

(二)浸泡結果的重量變化長條圖(單位:公克)














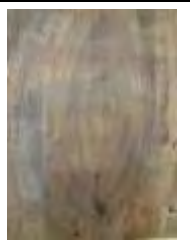

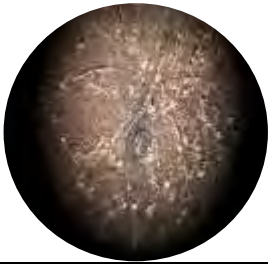
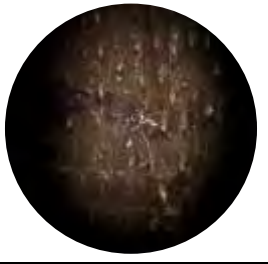



(三)PEG 刀痕比較

PEG 表面強度試驗，利用自製剝砧板機每塊砧板剝 300 下，研究結果與討論如下:

| 砧板材質 實驗時間 | 砧板 1 (無浸泡 PEG) | 砧板 2 (浸泡 PEG1500) | 砧板 3 (浸泡 PEG2000) |
|---------------|--|---|--|
| 肉眼觀察 |  |  |  |
| 顯微鏡 (60 倍) |  |  |  |
| 結果討論 | 三塊刀痕幾乎相同 | | |

(四)PEG 耐霉實驗，塗抹食物汁液在砧板靜置 20 分鐘後再沖洗，泡水一天後晾乾，研究結果如下：

| 砧板材質 實驗時間 | 砧板 1 (無浸泡 PEG) | 砧板 1 (浸泡 PEG1500) | 砧板 1 (浸泡 PEG2000) |
|---------------|---|---|---|
| 第一週 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第二週 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第三週 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第四週 |  有一點發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第五週 |  一點點發霉 |  一點點發霉 |  無發霉 |
| 顯微鏡 (60 倍) |  |  |  |
| 結果討論 | 發霉程度: 砧板 3 (浸泡 PEG2000)<砧板 2 (浸泡 PEG1500)<砧板 1 (無浸泡) | | |

三、壓縮木改質

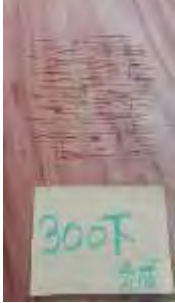


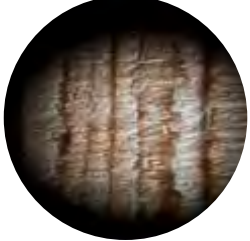

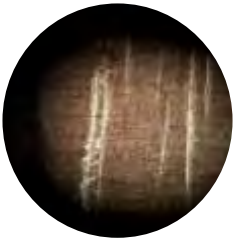
取三片相同尺寸的台灣杉木材製作砧板(長 297mm /寬 184mm /厚 29.5mm)並進行壓縮改質，其中砧板 1 作為對照組不壓縮，砧板 2 (實驗組 1) 以壓力 15 kgf/cm²進行壓縮；砧板 3 (實驗組 2) 以壓力 30 kgf/cm²進行壓縮，量測壓縮後的尺寸結果如下：

(一)壓完後的尺寸












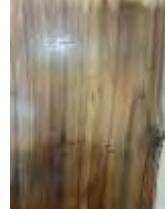



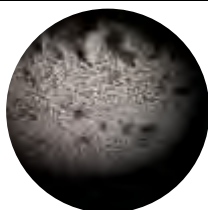
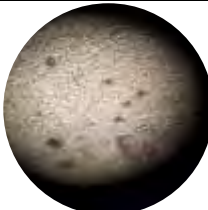
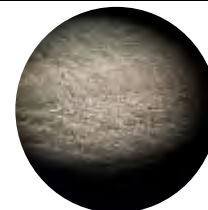
| 砧板 | | 重量 | 長 | 寬 | 厚 |
|--------------------------------------|-----|---------|-------|-------|--------|
| 砧板 1 (對照組，無壓縮) | 壓縮前 | 797.81g | 297mm | 184mm | 29.5mm |
| | 壓縮後 | 796.0g | 297mm | 184mm | 29.5mm |
| 砧板 2 (壓力 15 kgf/cm ²) | 壓縮前 | 727.53g | 297mm | 184mm | 29.5mm |
| | 壓縮後 | 686.6g | 297mm | 184mm | 13.6mm |
| 砧板 3 (壓力 30 kgf/cm ²) | 壓縮前 | 711.28g | 297mm | 184mm | 29.5mm |
| | 壓縮後 | 674.8g | 297mm | 184mm | 10.6mm |

(二)壓完後進行表面強度試驗

利用自製剝砧板機每塊砧板剝 300 下，比較刀痕深淺，研究結果與討論如下：

| 砧板 | 砧板 1 (對照組:無加壓) | 砧板 2 (壓力 15 kgf/cm ²) | 砧板 3 (壓力 30 kgf/cm ²) |
|---------------|---|--|---|
| 肉眼觀察 |  |  |  |
| 顯微鏡 (60 倍) |  |  |  |
| 結果 | 砧板 1 (對照組:無加壓)刀痕最深 砧板 3 (壓力 30 kgf/cm ²)刀痕最淺 | | |

(二) 壓縮木耐霉實驗，塗抹食物汁液在砧板靜置 30 分鐘後再沖洗，泡水一天後晾乾，研究結果如下：

| 砧板材質 實驗時間 | 砧板 1 (對照組:無加壓) | 砧板 2 (壓力 15 kgf/cm ²) | 砧板 3 (壓力 30 kgf/cm ²) |
|------------------------|--|---|---|
| 第一週 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第二週 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第三週 |  無發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第四週 |  一點點發霉 |  無發霉 |  無發霉 |
| 第五週 |  一點點發霉 |  一點點發霉 |  無發霉 |
| 顯微鏡 (第五週) (60 倍) |  |  |  |
| 結果討論 | 1. 發霉程度:壓力 30kgf/cm ² (砧板 3)<壓力 15kgf/cm ² (砧板 2)<無壓縮(砧板 1) 2. 發現壓縮木砧板泡水後邊緣會膨脹回彈，使得砧板變不平整 | | |

陸、討論

根據我們實驗的結果及參考的文獻及網站資料，以下分別從各類砧板的優缺點、木材 PEG 改質及壓縮木改質三個方面加以討論。

一、各類砧板優缺點

(一)木材砧板

- 1.優點：適合處理魚、肉類等需要剝、切等料理，而且沒有化學成分。
- 2.缺點：一般木質砧板吸水性強，不及時風乾的話，容易發霉；受乾濕變化影大，容易裂開；保養起來費時費力，用久了，木質砧板的切痕容易積蓄污垢，不衛生；木質不好的還容易起毛刺，掉屑。

(二)竹子砧板

- 1.優點：滲水性低，且較耐高溫，不容易裂開。
- 2.缺點：竹板厚度有限，有些製成品會有較多縫隙、易滋生細菌。

(三)塑膠砧板

- 1.優點：好清洗、重量較輕。
- 2.缺點：藏污納垢、容易滑動，下面建議墊塊抹布會比較好使用，而品質不好的塑膠砧板可能對人體有害。

(四)玻璃砧板

- 1.優點：好清洗，易保養，不易滋生細菌，不存在掉屑等煩惱。
- 2.缺點：易碎，不能剝，使用時刀感極差，是對刀刃損傷最大的一種砧板。

二、PEG 改質

- (一) 討論後我們決定將實驗分組，改質後再重複進行劣化實驗及耐霉實驗檢驗改質是否成功。
- (二) 選用 PEG 進行實驗是因為 PEG 無毒，可用於食器、化妝品、藥丸中。而木材可用柏油(又稱青瀝)、美耐皿、環氧樹脂改質，但美耐皿加熱後會釋放塑化劑(三聚氰胺)，柏油和環氧樹脂有毒(避免皮膚接觸)，所以不考慮採用。
- (三) 我們選用分子量不同的 PEG 試試看兩者改質上的差異。
- (四) PEG 的分子比水小、跑的速度比水慢，因此乾燥後水分流失，PEG 留在細胞壁內。
- (五) 含水量 30%的木材（也就是剛砍下的木材）浸泡 PEG 效果較好，因為 PEG 溶於水，沒有水進不了細胞壁。
- (六) 泡 PEG 砧板第一個禮拜我們省略不看（因為會先大量吸收水分）而砧板二第二個禮拜加重較快，因為 PEG 的分子量比較小，較易吸收。
- (七) 泡 PEG 目的:使 PEG 和水進入細胞壁，乾燥後水分蒸散凝固於細胞壁內，能吸收的水分減少，較不易發霉。
- (八) 木材生長時含水率超過 50%，砍下乾燥後水分跑掉，泡 PEG 使木材不易裂化。
EX.柚木:木材中最不易變形，因細胞壁內富含油脂故不易受到濕度變化而變形。
船的甲板使用柚木，是因海上溫差、濕度變化大，泡 PEG 原理類似柚木細胞壁內油脂的功能。
- (九) PEG 浸泡木材一段時間後會變黑黑的，因為木材中的單寧酸跑出來了。（如下圖）



→



原本

一段時間後

三、壓縮木改質

(一)壓縮木的操縱變因有很多，例如: (但我們選擇以壓力作為變因，因為差異會較明顯。)

1.壓完後有沒有泡水（影響到會不會回彈）

2.壓力、溫度的不同

3.有沒有蒸煮過再壓縮

(二)針葉材較闊葉材好壓縮，因為細胞壁裡的空隙分布較平均，壓出來的砧板比較平整。

(三)第一塊壓縮木因為壓力大導致回彈率較小。

(四)木質素是熱塑性高分子化合物，其軟化點為 134~235℃，所以壓縮溫度我們選擇 150℃。

(五)木材順紋壓縮程度取決於木質素和半纖維素的影響。

(六)冷壓壓不太下去，冷壓後的木材密度不高，因為冷壓過程中木質素不會流動(木質素流動溫度需達到 120 度以上)。

(七)壓縮木吸水會回彈，未來可以將一塊砧板重複多壓幾次減少回彈的可能性。

柒、結論

(一)木材砧板是所有市面砧板中最天然無毒的材質，雖然性質不穩定，但有很多改質方式。

(二)PEG 分子量 2000 較不易發霉是因為 PEG 把細胞壁填滿，水較不易進入，也就不易發霉。

(三)壓縮木（壓力 30 kgf/cm²）較不易發霉，因為壓縮讓細胞壁緊密無空隙，因此不易發霉。

(四)木材進行 PEG 與壓縮木處理改質後，確實明顯改善了發霉、變形的問題，可進一步實驗再探討更穩定處理的參數值。

(五)壓縮木明顯提升木材的結構強度，有助於開發國產中小徑木運用於日常生活木製用品的製造，如砧板、餐盤、湯匙等等，減少原木直接使用上的缺點。

(六)壓縮木與 PEG 改質的砧板各有用處，例如豬肉販不適合用壓縮木的砧板，因為壓縮木表面強度高，刀刃損傷極大，因此較適合用 PEG 砧板。而馬桶蓋表面強度要高且耐霉，所以適合用壓縮木。

捌、參考資料

一、中文

Baidu 百科，聚乙二醇。取自

<https://baike.baidu.com/item/%E8%81%9A%E4%B9%99%E4%BA%8C%E9%86%87> (Sep 1 , 2018)

DaMan Staff (2018)。比鋼堅固的「超級木材」，足以改變家具與建築業？。取自

<https://www.damanwoo.com/node/91329?fbclid=IwAR1asYiWzVD-6wt958CHtF23wFVc-qAz4O90SaEBvm-2QIISTpQJw9aTeJQ> (Sep 10 , 2018)

王升陽 (2015)。【十二月民俗植物曆】東亞第一高樹：台灣杉。取自

<https://e-info.org.tw/node/111748> (Sep 15 , 2018)

木材卷 (2015)。何為壓縮木？其形成機理及木材的特性與用途簡述。取自

http://anywood.com/news/detail/29868.html?fbclid=IwAR1_C6mFPIN4otmMGMjjiUO9YUdzNKXQy-HptRnMv_5KOVndZdJebAAcq6MQ (Sep 25 , 2018)

吳英 (2018)。「點木成金」 華裔科學家研發「超級木材」。取自

http://www.epochtimes.com/b5/18/2/27/n10177160.htm?fbclid=IwAR2uma2Nda6mV0oX2ktSTHPjmAnK1yFNNnXiKW6lduDxhK-r8_ZFJysxHMk (Sep 18 , 2018)

宋魁彥 (民 98)，木材順紋壓縮與多為彎曲技術。中國：科學出版社

家具產業 (2016)。全面解析木材共同的優缺點。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/home/2mgnr.html> (Sep 12 , 2018)

梅 flower 夢 (2013)。壓縮木製造技術。取自

http://www.360doc.com/content/13/1120/08/11881236_330669842.shtml (Aug 30 , 2018)

楊詠儀 (民 105)，聚乙二醇(PEG-2000)對木材尺寸安定性之改善。國立宜蘭大學森林暨自然資源學系碩士班。(未出版)

愛上清豐 (2016)。木材天然的優點和缺點。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/home/v65eja.html> (Oct 1 , 2018)

澎湃新聞 (2018)。華人科學家讓木材強度媲美鋼材：超級緻密，厚度減少八成。取自

https://cj.sina.com.cn/articles/view/5044281310/12ca99fde020007nxj?cre=tianyi&mod=pcpa ger_fintoutiao&loc=32&r=9&doct=0&rfunc=100&tj=none&tr=9 (Sep 15 , 2018)

二、英文

Team McCoy Mart (2016)。 *What is compressed wood made of?*。取自

https://mccoymart.com/post/what-is-compressed-wood-made-of/?fbclid=IwAR2EnJct42Mm7 xfQ0BJyldNW3fmHyGhQ08J_kLMyoeaoNnC-EpV2iyWjt1w (Aug 30 , 2018)

【評語】 032908

本研究利用聚乙二醇(PEG)來填充木材之細胞腔，降低細胞腔內可容納水分子的空間，進而減少因含水率高所引起之木材變形、發霉、劈裂等劣化情形；另以熱壓縮方式提高木材的密度與減少細胞的空間，亦有減少含水率的效果。作品以生活中常見之素材-木材砧板，作為探究之主題，頗為適切且具實用價值。

壹、研究動機

「民以食為天」，食衣住行中，「食」為首要，也與我們最息息相關。其中處理食材的重要工具-砧板，是每個家庭廚房中的必備品，但砧板的材質有好多種，不同的材質有什麼差別呢？砧板最常見的材質有木材、塑膠、玻璃和竹子。而在功能的分類上，發現砧板還分成專門切熟食的、切生食的還有切水果的。但為甚麼要分的這麼細呢？細細觀察之下，刀痕下的砧板究竟藏了多少細菌，為甚麼那麼容易發霉？洗乾淨的木材砧板為甚麼還得陰乾，不能受到日照？泡水的木材砧板，甚至還容易膨脹變形？因此我們思考著如何讓木材砧板不易發霉、膨脹、變形或斷裂。解決這些煩人的問題，同時也讓生活變得更加便利。

貳、研究目的

基於上述的研究動機，我們設計實驗控制不同的變因，分析不同材質砧板的特性後，同時以最常見木製砧板為實驗項目，試驗如何改善其易發霉、膨脹、變形或斷裂等問題，研究目的羅列如下：

- 一、比較木材砧板、竹子砧板、玻璃砧板、塑膠砧板的在劣化實驗上的耐用程度
- 二、比較木材砧板、竹子砧板、玻璃砧板、塑膠砧板的在表面強度試驗的耐用程度
- 三、了解PEG(聚乙二醇)的特性及在木材改良上的幫助。
 - (一)比較浸泡PEG和未浸泡PEG的木材砧板在防霉效果上的差異。
 - (二)比較浸泡PEG和未浸泡PEG的木材砧板在表面強度上的差異。
- 四、了解壓縮木在木材改良上的幫助。
 - (一)比較未壓縮和已壓縮的木材砧板在防霉效果上的差異。
 - (二)比較未壓縮和已壓縮的木材砧板在表面強度上的差異。

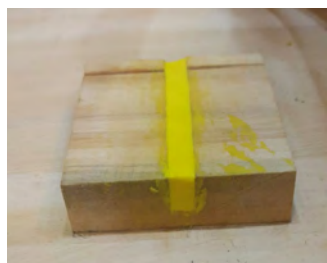
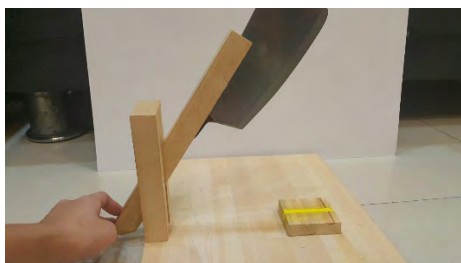

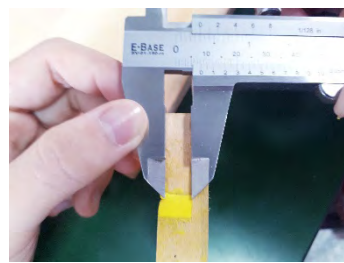
參、研究設備及器材

一、實驗器材:

| | | | | | |
|--------------|------|--------|-----|----|-----|
| PEG(分子量1500) | 木材砧板 | 玻璃砧板 | 熱壓機 | 磅秤 | 乳液 |
| PEG(分子量2000) | 塑膠砧板 | 游標卡尺 | 水分計 | 菜刀 | 台灣杉 |
| 手機顯微鏡(60X) | 竹子砧板 | 自製剝砧板機 | 輕黏土 | 捲尺 | 相思木 |

二、實驗器材精準度測試:

(一)自製剝砧板機

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 實驗步驟 | 1.將輕黏土填滿模具 | 2.對齊格線並置於菜刀下 | 3.將菜刀壓到底並放開 | 4.量測深度 | | | | | | | | | |
| 操作圖 |  |  |  |  | | | | | | | | | |
| 實驗結果 | 測試次數 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 平均 | 誤差 |
| | 剩餘長度 (cm) | 0.86 | 0.83 | 0.85 | 0.84 | 0.86 | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 0.85 | 0.85 | ±1.02% |

(二)熱壓機 <壓縮前尺寸：300mm(長)、169mm(寬)、16mm(厚) 。>

| | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|-----------------------|
| 實驗步驟 | 1.量測木板原始尺寸(長、寬、厚) | 2.預熱機器 | 3.進行壓縮 | 4.量測壓完厚度 | |
| 操作圖 |  |  |  |  | |
| 實驗結果(壓縮後) | 材料 | 長 | 寬 | 厚 | 比較 |
| | 香杉 1 | 300mm | 176mm | 6.1mm | 兩塊香杉壓縮後尺寸相同,證明儀器精準度高。 |
| | 香杉 2 | 300mm | 176mm | 6.1mm | |

肆、研究過程或方法

一、實驗流程(圖表)

代表實驗主題

代表實驗流程

代表實驗結果

(一)耐用實驗

木材、竹子、塑膠、玻璃砧板耐用實驗

表面強度試驗

使用自製剝砧板機控制力道
每塊砧板剝 300 下

表面凹陷

表面刮痕

耐霉實驗

浸泡菜汁 30 分鐘

是否發霉

(二)PEG改質

PEG 改質

木材表面處理

秤重、量測尺寸

木材浸泡 PEG (分子量 1500、2000)

每隔一周秤重一次

持續 1~2 個月
量測至重量大致上不改變

回到耐用實驗

(三)壓縮木改質

木材壓縮改質

木材表面處理

秤重、量測尺寸

進行壓縮

壓力分別為 15kgf/cm²、30kgf/cm²

冷壓

熱壓

(選擇 150 度熱壓)

冷壓壓不太下去，冷壓後的木材密度不高，因為冷壓過程中木質素不會流動(木質素流動需攝氏 134 度以上)。

回到耐用實驗

二、研究方法

(一)表面強度試驗

1. 將砧板置於自製剝砧板機下
2. 每塊砧板都剝300下(將菜刀壓至最底並鬆手放開，確保力道相同)

(二)耐霉實驗

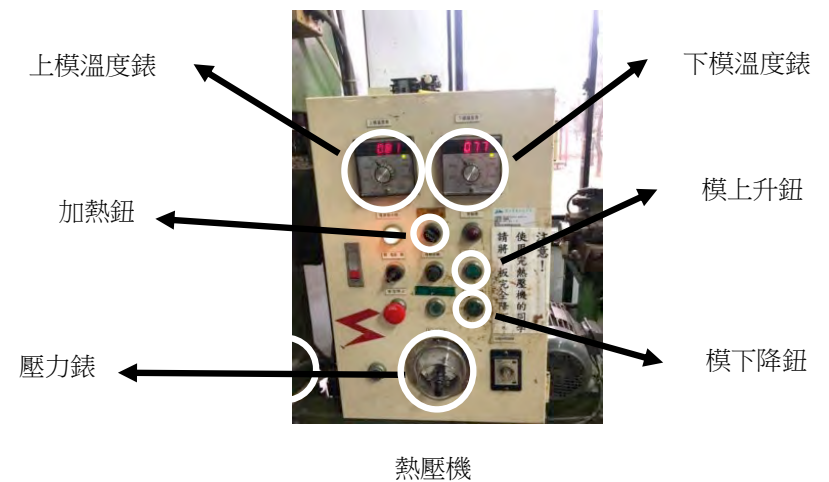
1. 將剝好300下的砧板每塊都塗抹天然(不含防腐劑)的食物汁液(火龍果、萵苣、葡萄、橘子)
2. 靜置30分鐘後沖洗掉砧板上的食物汁液
3. 泡水一天後晾乾

(三)PEG改質

1. 秤重紀錄、量測尺寸
2. 計算PEG加水的濃度比例
3. 每週紀錄重量
4. 回到耐用實驗

(四)壓縮木實驗步驟:

1. 熱壓機先預熱1~2小時，使上下鐵板達目標溫度150度
2. 熱壓之前量測木材原始尺寸
3. 進行熱壓，並檢查壓力錶數值是否在目標壓力值並適時補壓，直到壓力錶值不再變動為止(避免壓力下降)
4. 當壓力錶值不再變動後開始降溫，當降溫達80度後取出
5. 取出後進行續壓降溫處理
6. 壓縮完成後丈量壓縮後尺寸



伍、研究結果

一、不同材質砧板耐用實驗

| 材質 | 木材 | | 竹子 | | 塑膠 | | 玻璃 | | 結果討論 |
|----------|---------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
| | 原始 | 第六週 | 原始 | 第六週 | 原始 | 第六週 | 原始 | 第六週 | |
| 照片 | | | | | | | | | 1 · 發霉程度 木材>竹子>塑膠>玻璃 |
| 顯微鏡(第六週) | | | | | | | | | 2 · 表面強度 玻璃>塑膠>竹子>木材 |
| 刀痕比較 | 刀痕非常多且深 | | 刀痕非常多 | | 刀痕多 | | 無刀痕 | | |

二、台灣杉壓縮改質實驗

| 材質 | 無加壓 | | 壓力15 kgf/cm ² | | 壓力30 kgf/cm ² | | 結果討論 |
|----------|-----|-----|--------------------------|-----|--------------------------|-----|---|
| | 原始 | 第五週 | 原始 | 第五週 | 原始 | 第五週 | |
| 照片 | | | | | | | 1 · 發霉程度 無加壓>壓力15 kgf/cm ² >壓力30 kgf/cm ² |
| 顯微鏡(第五週) | | | | | | | 2 · 表面強度 壓力30 kgf/cm ² >壓力15 kgf/cm ² >無加壓 |
| 刀痕比較 | 深 | | 中 | | 淺 | | |

三、相思木PEG改質實驗

| 材質 | | 無浸泡 | | 浸泡PEG1500 | | 浸泡PEG2000 | | 結果討論 |
|------------------|--------------|----------|-----|-----------|------------------|-----------|-----|---------------------------------------|
| 耐 霉 實 驗 | 照片 | 原始 | 第五週 | 原始 | 第五週 | 原始 | 第五週 | 發霉程度 浸泡PEG2000< 浸泡PEG1500< 無浸泡 |
| | 顯微鏡 (第五週) | | | | | | | |
| | 刀痕比較 | 三者刀痕幾乎相同 | | | 浸泡PEG對表面強度幾乎沒有影響 | | | |
| | | | | | | | | |

陸、討論

一、PEG改質

- (一)討論後我們決定將實驗分組，改質後再重複進行劣化實驗及耐霉實驗檢驗改質是否成功。
- (二)選用PEG進行實驗是因為**PEG無毒，可用於食器、化妝品、藥丸中**。而木材可用柏油(又稱青瀝)、美耐皿、環氧樹脂改質，但美耐皿加熱後會釋放塑化劑(三聚氰胺)，柏油和環氧樹脂有毒(避免皮膚接觸)，所以不考慮採用。
- (三)我們選用分子量不同的PEG試試看兩者改質上的差異。
- (四)PEG的分子比水大、跑的速度比水慢，因此乾燥後水分流失，PEG則會留在細胞壁內。
- (五)含水量30%的木材(也就是剛砍下的木材)浸泡PEG效果較好，因為PEG溶於水，沒有水進不了細胞壁。
- (六)泡PEG砧板第一個禮拜我們省略不看(因為會先大量吸收水分)而砧板二第二個禮拜加重較快，因為PEG的分子量比較大，吸收後重量增加較快。
- (七)泡PEG目的:使PEG和水進入細胞壁，乾燥後水分蒸散凝固於細胞壁內，能吸收的水分減少，較不易發霉。
- (八)木材生長時含水率超過50%，砍下乾燥後水分跑掉，泡PEG使木材不易裂化。
EX.柚木:木材中最不易變形，因細胞壁內富含油脂故不易受到濕度變化而變形。船的甲板使用柚木，是因海上溫差、濕度變化大，泡PEG原理類似柚木細胞壁內油脂的功能。
- (九)PEG浸泡木材一段時間後會變黑黑的，因為木材中的單寧酸跑出來了。

二、壓縮木改質

- (一)壓縮木的操縱變因有很多，例如:(但我們選擇以壓力作為變因，因為差異會較明顯。)
 - 1.壓完後有沒有泡水(影響到會不會回彈)
 - 2.壓力、溫度的不同
 - 3.有沒有蒸煮過再壓縮
- (二)針葉材較闊葉材好壓縮，因為細胞壁裡的空隙分布較平均，壓出來的砧板比較平整。
- (三)第一塊壓縮木因為壓力大導致回彈率較小。
- (四)木質素是熱塑性高分子化合物，其軟化點為134~235°C，所以壓縮溫度我們選擇150°C。
- (五)木材順紋壓縮程度取決於木質素和半纖維素的影響。
- (六)冷壓壓不太下去，冷壓後的木材密度不高，因為冷壓過程中木質素不會流動(木質素流動溫度需達到134度以上)。
- (七)壓縮木吸水會回彈，未來可以將一塊砧板重複多壓幾次減少回彈的可能性。

柒、結論

- 一、木材砧板是所有市面砧板中最天然無毒的材質，雖然性質不穩定，但有很多改質方式。
- 二、PEG分子量2000較不易發霉是因為PEG把細胞壁填滿，水較不易進入，也就不易發霉。
- 三、壓縮木(壓力30 kgf/cm²)較不易發霉，因為壓縮讓細胞壁緊密無空隙，因此不易發霉。
- 四、木材進行PEG與壓縮木處理改質後，確實明顯改善了發霉、變形的問題，可進一步實驗再探討更穩定處理的參數值。
- 五、壓縮木明顯提升木材的結構強度，有助於開發國產中小徑木運用於日常生活木製用品的製造，如砧板、餐盤、湯匙等等，減少原木直接使用上的缺點。
- 六、壓縮木與PEG改質的砧板各有用處，例如豬肉販不適合用壓縮木的砧板，因為壓縮木表面强度高，刀刀損傷極大，因此較適合用PEG砧板。而馬桶蓋表面強度要高且耐霉，所以適合用壓縮木。

捌、參考資料及其他

一、書籍

【木材順紋壓縮與多維彎曲技術】

二、中文部分(網路)

【大人物~比鋼堅固的「超級木材」，足以改變家具與建築業?】

三、英文部分(網路)

【WFM~What is compressed wood made of?】