

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第三名

080825

好“聚”好“散”！用過不留痕跡！

～好黏又好去的自製天然環保膠～

學校名稱：臺北市中山區永安國民小學

作者：	指導老師：
小五 陳永欣	吳璧真
小五 郭孟珊	徐佳璋
小五 高立容	
小五 郭孟純	

關鍵詞：天然環保黏膠、去膠、黏度

摘要

我們因為幫學校去除玻璃的海報，展開了一場黏膠、去膠探索之旅，想利用生活中常見材料**快速、方便地製作天然環保黏膠**，並在**不磨損牆面**原則下，**快速去除殘膠**。研究發現：

- 一、除了澱粉類之外，應用**植物類**及**蛋白質類**黏性，也可製作天然環保黏膠。
- 二、天然黏膠可取代市售樹脂，在主要牆面材質上黏紙，**黏性甚至超越市售樹脂**。
- 三、天然黏膠都可在**數分鐘內製成**；在主要牆面材質上黏紙，黏性能長期(30 天)持續。
- 四、利用生活中常見材料，可**有效去除天然黏膠**使用後的殘膠，**市售樹脂則不易去除**。
- 五、我們成功將去膠實驗**量化**，並以此量化標準確實能**比較**各去膠方式的**優劣程度**。
- 六、我們彙整黏度實驗及去除殘膠實驗的結果，整合成**生活應用速查表**。

壹、研究動機

每年園遊會後我們要幫學校拔除海報時發現，許多黏在餐廳玻璃上和水泥牆的海報紙拔不乾淨，有些班級使用的市售化學黏膠有怪味道，有的則是價格昂貴，因此我們想到要研究出**天然的環保黏膠，能便宜好黏又好去除**，幫忙解決每年園遊會海報黏不牢或事後陳年殘膠的問題，而且不用吸化學怪味、好去除、不磨傷牆面，還可以省下一大筆黏膠經費。

在詢問老師後，我們分頭探討後發現：現有資料**包括以往科展研究**（參考資料一～五）並不能解決以下我們的疑問及基本需求：

◇ 在生活應用研究上，為何都只探討黏性，而未探討事後如何清理、去除呢？

我們覺得除了研究出黏性超強的天然黏膠外，應該也要想到事後容易清理、去除；製作黏膠時要環保，去除時是不是也有環保的方法呢？去除黏膠相關研究相對較少，而網路上也只有看到零星網友交換的生活經驗。

◇ 生活中可應用的黏性物質是不是只有澱粉類？

以往科展研究幾乎都侷限在澱粉類裡，但是從三上自然 第一單元植物的身體，談到像愛玉子水洗後有凝膠的作用，讓我們也好奇**植物裡的黏性可應用在黏紙上嗎？**而東方人食用米食，澱粉類是廚房中常見的材料，那西方人會利用什麼材料？

◇ 天然黏膠的製作能有更方便、快速的方法嗎？

製作時除了用酒精燈煮、電鍋煮、或**大量多次搗製**等方法之外，有沒有**更方便、快速的方法來**更增進生活上的便利？

◇ 自製天然黏膠的黏性能長期持續嗎？

有的宣導海報要貼上整學期，但是以往研究似乎只探討到**一、二周**的黏性變化。

◇ 自製天然黏膠在不同材質上也能適用嗎？

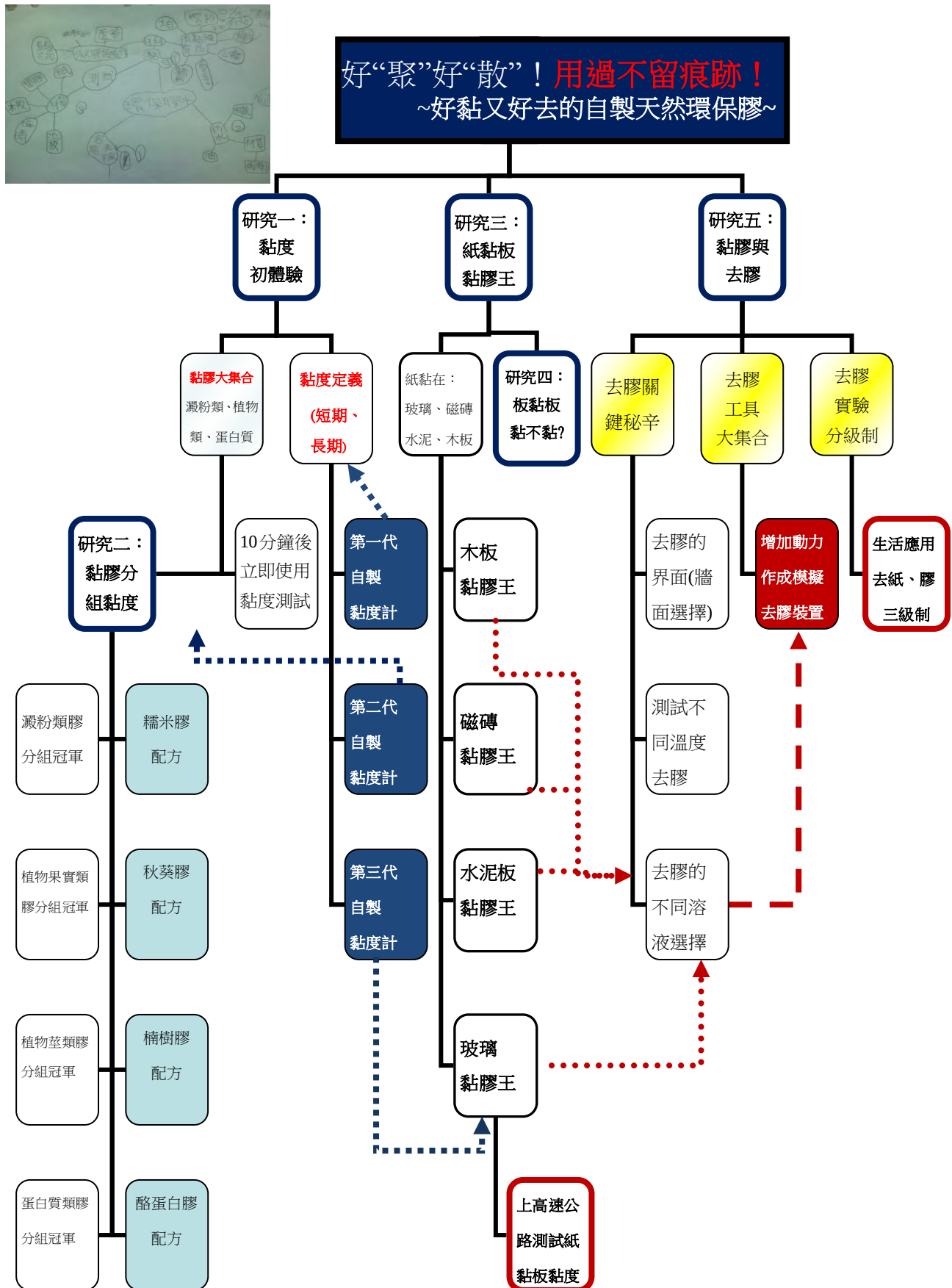
海報一般都貼在水泥、磁磚牆壁、或玻璃窗戶，自製天然黏膠能用在不同材質上嗎？

由以上動機及疑問我們展開了一連串的研究。

課程教材	章節	單元名稱	內容相關性
自然生活與科技（翰林版 3 上）	1	植物的身體	植物的果實或種子在生活中的應用
自然生活與科技（翰林版 4 下）	1	有趣的力	力的作用與施力方向的影響
自然生活與科技（康軒版 6 下）	1	簡單機械	利用鏈條、齒輪、皮帶來傳送動力

貳、研究目的 與 名詞解釋

一、研究目的與架構：我們將討論過程的心智地圖轉化成研究架構圖如下表：



二、名詞解釋：

1. (可供生活應用的)短期黏度

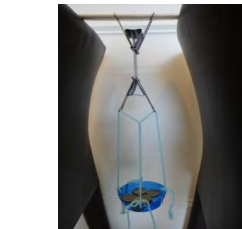
以一張全開海報重量約 90~100 公克(g)在黏貼時，在上緣兩個角落各塗膠 5cm²(5cm×1cm)，黏上牆面後，應該要能支撐海報全部的重量，所以我們設定標準是
短期黏度標準 = 100g ÷ 2 = 50g。

2. (可供生活應用的)長期黏度

我們覺得牆上的海報，至少要在風力達到停止上課標準(陣風 10 級風)時，不會被吹落：

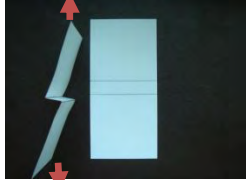
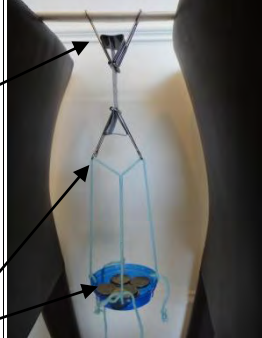
$$\begin{aligned} \text{長期黏度標準} &= [8 \text{ g/cm}^2 \text{ (CNS 窗戶抗風壓標準, 10 級風)} \times \\ &\quad 59.4\text{cm} \times 84\text{cm (A1 全開海報面積)} + 100\text{g(海報重)}] \div \\ &\quad [(59.4\text{cm} + 84\text{cm}) \times 2 \text{ (海報四周黏貼 1cm 黏膠)}] \times \\ &\quad 5 \text{ cm}^2 \text{ (實驗中每一塗膠單元為 5cm} \times \text{1cm)} \\ &= 697.6 \text{ g} \div 700\text{g} \end{aligned}$$

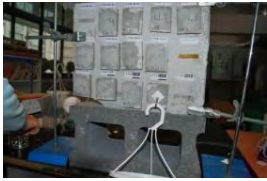
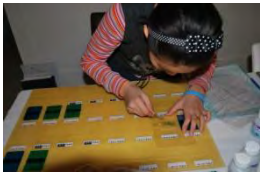
參、研究設備與器材

			
1. 酪蛋白粉	2. 秋葵與食物調理機	3. 楠樹皮粉	4. 第倫桃取其種子黏液
			
5 第一代自製黏度計	6 第二代自製黏度計 (釣鉤砝碼)	7 第三代自製黏度計(水砝碼、沙砝碼、磚塊砝碼)	8. 模擬去膠裝置
			
9 木板(小板黏大板使用)	10 玻璃(小板黏大板使用)	11 水泥(小板黏大板使用)	12 磁磚(小板黏大板用)
	材料:1.糯米粉、2.太白粉、3.馬鈴薯粉、4.高筋麵粉、5.中筋麵粉、6.低筋麵粉。 器具:1.電子秤、2.熱熔槍與膠、3.自製水砝碼、4.自沙砝碼、5.木板、6.水泥板、7.玻璃、8.磁磚、9.酒精、10.木瓜酵素、11.檸檬酸、12.洗碗精、13.苦茶粉、14.細纖維布三種、15.一般棉布、16.海綿、17.細纖維海綿。18.市售樹脂 19. 3M 黏膠。		
13 其他研究器材大集合			

肆、研究過程與方法

一：黏度檢驗方法設計與改良

歷程	遭遇問題	實驗設計及解決方法		
第一代自製黏度計設計	在用手撕開紙、膠黏貼面時，可感受到黏度強弱，但如何以科學方法模擬手撕紙動作，並將黏度量化以比較優劣？  圖 4-2-1	設計構想： 1. 以 5.0cm × 10.5cm 紙條(70 磅)，中間塗膠 1cm 寬黏住，藉由上下施力，模擬手撕動作。	 圖 4-2-2	
		2. 紙條上下方各夾一個長尾夾，上方長尾夾以免洗筷跨於兩椅背間固定， 下方長尾夾吊一個自製磅秤(塑膠咖啡杯蓋以毛線綁住吊掛)，每次加一個 50 元硬幣(10g/枚)，直到中間黏住的紙鬆開，記錄共可載重幾個硬幣，來測黏度。 3. 扣除不合理數據後，每組量選測 3 次，計算平均值。	 圖 4-2-3	
第二代自製黏度計設計	量測黏度超過 500g 後，自製磅秤不敷使用，探討原因如下： 1. 上方免洗筷易滑動。 2. 砝碼級數不足。 3. 秤盤容量不足。	解決方法： 1. 將 2 支 L 型支撐架固定於桌緣，上端連結後成三角型外突，頂端以熱熔膠固定後成一承載框架，上方長尾夾亦以熱熔膠固定之。 2. 將水裝入小塑膠瓶中並密封，做成 20g、30g、50g 之砝碼，併同 10g 的鈎鈎砝碼使用。 3. 原秤盤上加裝一塑膠杯並黏著固定，以增加容量。	 圖 4-2-4	
	實驗中紙黏紙的黏度量測，超乎預期須增加至 3 kg 以上，造成： 1. 秤盤容量須增加。 2. 夾子固著力不足，以致試體紙張滑落。	解決方法： 1. 我們找到吊掛用塑膠花盆，可直接吊掛在長尾夾尾端，增加容量。 2. 經過討論並試作後，以雙面膠在夾子內緣兩側黏貼砂紙，利用摩擦力增加夾子的固著力。	 圖 4-2-5	 圖 4-2-6
			 圖 4-2-7	

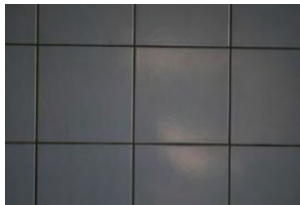
歷程	遭遇問題(續)	實驗設計 及 解決方法(續)	
第三代自製黏度計設計	要進行紙黏板、板黏板黏度研究前，發現量測設備須變更設計：因各板材質、厚薄及重量因素，上端無法再以長尾夾固定。	設計構想：	
		1. 經過討論及試作後，我們決定改變原上端固定的方向，將被黏貼板改為大尺寸(約40cm×65cm)以支撐架固定，站立於桌面；受拉小板(5cm×7cm)則依組別依序黏貼於大板上。	
		2. 將木板、玻璃、磁磚裁切成上述大小尺寸，水泥板則事先灌製，養護7日備用。	圖 4-2-8
			
		圖 4-2-9	圖 4-2-10
			圖 4-2-11
		3. 在 0.1cm 厚軟質塑膠片上割出 1cm×5cm 的開口，透過開口把膠塗抹在大板上，再將小板黏上。	
			
		圖 4-2-12	圖 4-2-13
			圖 4-2-14
			
		圖 4-2-15 木板	圖 4-2-16 玻璃
			
		圖 4-2-17 磁磚	圖 4-2-18 水泥板
		4. 施測時，將 2cm×2cm 掛勾(承載力約 7kg)黏貼在小板上，以連接自製磅秤。	
		5. 每組量測 3 次，扣除不合理數據後，計算平均值。	
			
		圖 4-2-19	圖 4-2-20
			圖 4-2-21

歷程	遭遇問題(續)	實驗設計 及 解決方法(續)		
第三代自製黏度計設計(續)	原預期量測板黏板黏度最多將達 5~8 kg 左右，但實際量測卻陸續出現 15kg、20kg、甚至 30kg 以上結果，造成許多須克服之難題： 1. 掛勾因承載力不足提早脫落。 2. 秤盤(桶)容量不足。 3. 砝碼級數不足。	解決方法： 1. 視需要，將 1 或 2 個掛勾黏貼於小板上，來增加承載力。 2. 對於承載力需求更大的木板黏度量測，我們在計算木板及掛勾厚度後，以 0.7cm 長的螺絲釘將兩者固定，大幅提升掛鉤承載力。	 圖 4-2-23	
		3. 利用自然教室裡的礦泉水桶(1 加侖)切割改裝成秤盤(桶)，再鑽孔綁上童軍繩，以吊掛在掛鉤上。 4. 除原有之鈎鈞砝碼(10g)、水砝碼(20g、30g、50g)外，再利用自然教室存有的海沙、紅磚以及塑膠袋製作 100g、500g、1000g、1200g 之砝碼(材料均可回收再利用)。	 圖 4-2-24	
		 圖 4-2-25	 圖 4-2-26	 圖 4-2-27
			 圖 4-2-28	
	水泥板之黏度量測也發生了掛勾因承載力不足而脫落之現象，但因會造成板子裂損，不能以加釘螺絲釘方式解決。	解決方法： 1. 我們嘗試以泡棉膠、快乾膠、三秒膠等試圖增加掛勾在水泥小板上的黏著力，希望能增加掛勾承載力，但都沒有成功。 2. 在討論過程中，我們發現自行灌製的水泥小板厚度較厚，因此直接將吊繩跨吊在水泥小板上緣，而順利解決此問題，得以繼續進行實驗。	 圖 4-2-29	

二：去除黏膠的不同因素考量。

(一)、去膠的界面(牆面)考量：

研究目的三找出的黏膠王，能應用於學校園遊會時黏貼海報嗎？我們實際走訪發現學校可黏貼海報的牆面約分為以下四種牆面，因此也以這四種牆面材質進行實驗：

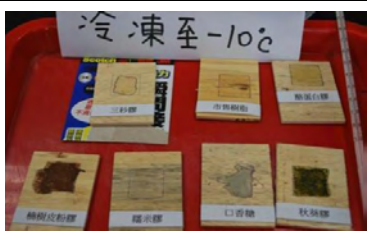
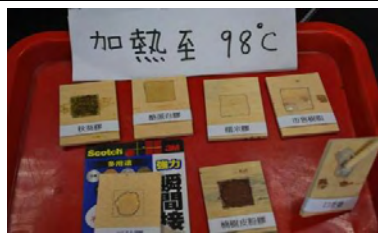
談心小屋的 <u>木板條</u>	B1體育空間 <u>水泥牆面</u>	一樓穿堂的 <u>磁磚</u> 牆面	B1餐廳的 <u>玻璃</u> 牆面
			

以往海報黏貼後不好去除的殘膠

談心小屋的木板條	B1體育空間水泥牆面	一樓穿堂的磁磚牆面	B1餐廳的玻璃牆面
			

(二)、去膠的溫度考量：低溫、室溫、高溫

測試將各天然膠、市售樹脂、三秒膠、口香糖等 7 種塗抹放乾後，放置室溫、低溫(冷凍庫-10℃)、高溫(吹風機近吹 10 分鐘 98℃)觀察，結果發現低溫組的外觀、形狀、手摸硬度都未改變(如下圖)。高溫組則除口香糖外，也都未改變，因此我們推論低溫與高溫對去膠效果不顯著，接下來進行去膠實驗時，將在室溫下進行，亦可節省能源。

室溫(30℃)	低溫(冷凍庫)取出後(-10℃)	高溫(吹風機)吹風後(98℃)
		

三：去除方法實驗設計與改良。(以不刮傷表面為前提)

(一) 實驗設計構想與檢討歷程

1. 我們一開始想要模擬拿濕抹布去除紙、膠的動作，如圖 4-3-1，討論後，想要利用減速馬達裝置裝上油漆刷或大毛筆，藉由轉動施力來去除紙、膠，如圖 4-3-2，記錄轉速、時間、去除效果...等，來作為實驗設計構想。



圖 4-3-1

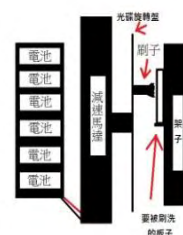
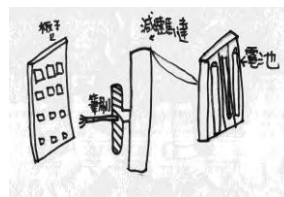


圖 4-3-2 初步實驗構想

依據以上實驗設計，我們先擬了一個初始實驗計畫評估表（表 4-3-1）：

人力 分工	裝置(馬達) 操作	板子+試體 更換及調整	計時、記錄	過程+結果 拍照	器材架設、 溶液調製...等
	同學甲	同學乙	同學丙	同學丙、丁	甲、乙、丙、丁
實驗 組數	5 種(膠) × 4 種(材質面板) × 6 種(去除溶液) = 120 組 (每組作 3 次，取平均值)				
實驗 時間	120(組) × 5(分鐘/組) ~ 8(分鐘/組) = 600 分鐘 ~ 960 分鐘 加上前置作業，需要 11 小時 ~ 17 小時 實驗時間				

推論結果我們發現 實驗時間太長，似乎不容易執行，須另覓解決辦法。

2. 實際刷洗(圖 4-3-3)觀察後，覺得必須更仔細分析去除過程。
3. 將6cm×6cm紙張以糯米膠黏在玻璃板上，以不傷表面的海棉單一方向沾水施作，去除紙、膠(圖 4-3-4)，過程中拍下照片以觀察比對。



圖 4-3-3

自然教室刷洗觀察

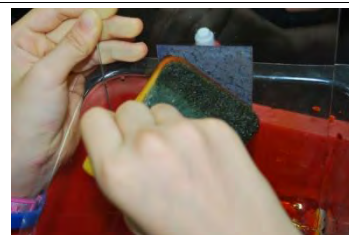
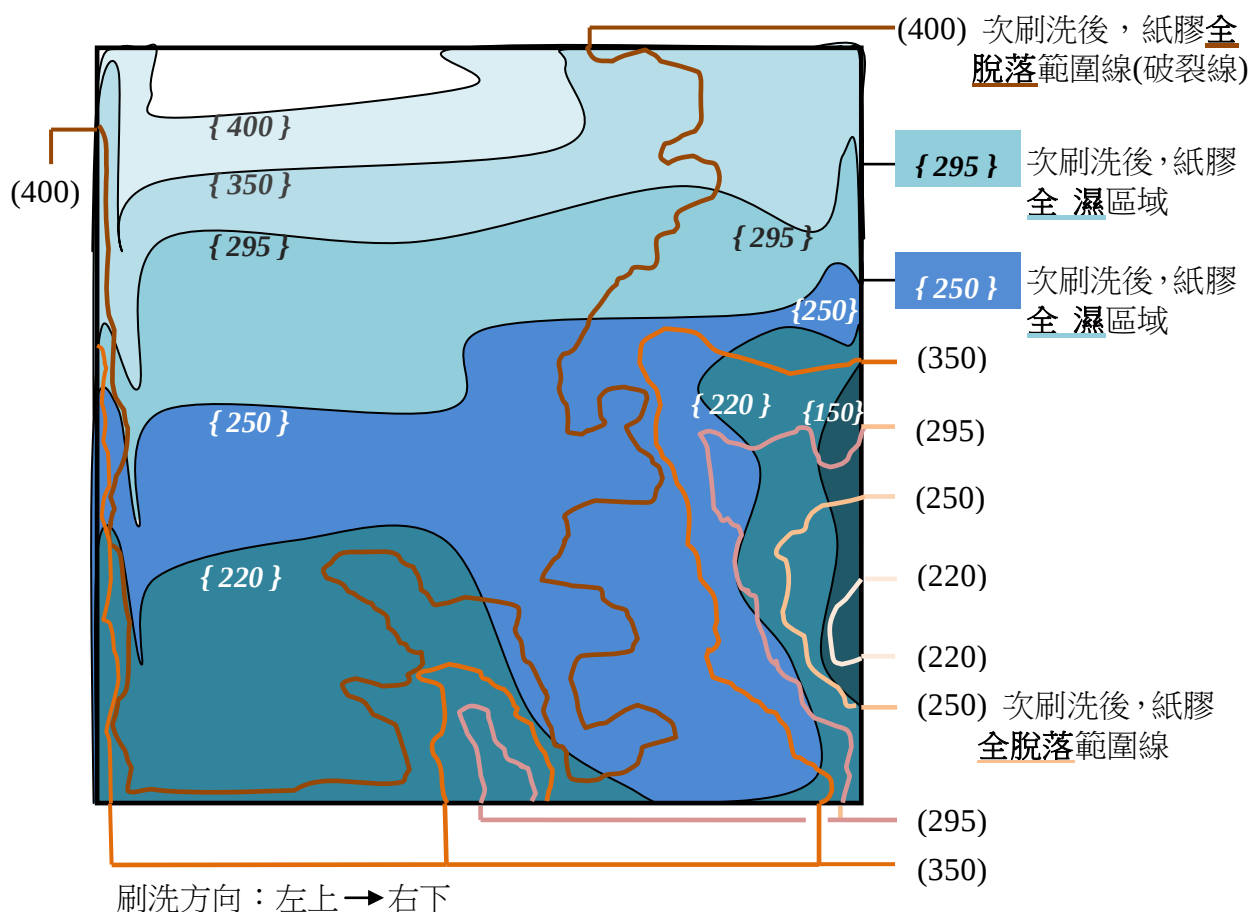
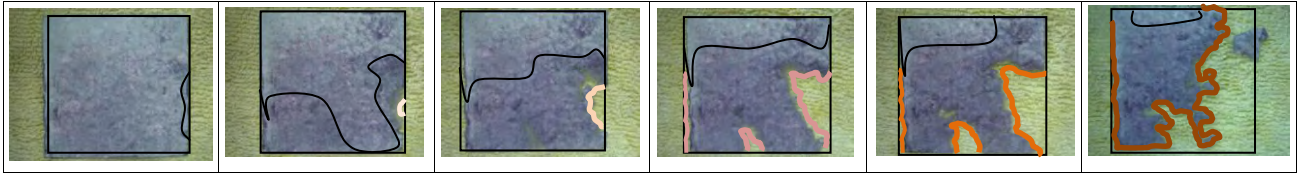


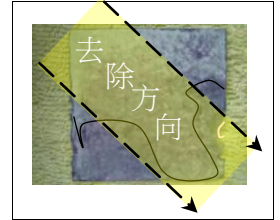
圖 4-3-4 去除細部觀察試作

- (1) 為了使水痕與殘膠的痕跡更明顯，我們利用碘酒加入澱粉類(糯米膠)反應後出現藍紫色的現象，來看清楚逐步去膠的過程。
- (2) 用 WORD2007 將紙、膠逐步浸濕、脫落的過程疊合成一張總圖，作討論分析。





- (3) 由試作結果觀察到，幾乎是紙、膠先全濕後才開始脫落，而隨著浸濕逐步擴散，紙、膠脫落的面積也逐漸遞增。
- (4) 在刷洗方向上(主要用力範圍)，紙膠反而有比較慢全濕及脫落的趨勢，推論是刷洗用力時，反將海綿中去除溶液擠到兩旁所致，但也更讓我們覺得：和去除工具及用力大小相比，**去除溶液的選擇才是去除真正關鍵**(在不刮傷表面前提下)。



4. 由前 3 項檢討及試作後，決定先確立以下三項共識為**實驗設計原則**：

- (1) 須將**去除過程**(約 3~10 分鐘/次)，在**去除實驗中放大**，才能觀察出紙、膠變化。
- (2) 在前(1)項條件下，還要能有效**控制實驗時間**。
- (3) 將重點放在**去除溶液的選擇上**。

(二) 去除實驗內容及過程

1. 設計構想：

- (1) 以前階段篩選出的各天然黏膠王，依序將固定尺寸的紙片貼在相同牆面材質板子上，放置 10 日讓紙、膠試體乾燥、黏固。
- (2) 選擇生活中常用的幾種去除溶液浸泡板子，在預計的 1~1.5 小時內，觀察、記錄紙、膠脫落時間、去除比率，以**量化數據建立去除難易分級**，最後再由真人實作回饋，將**實驗分級轉換、簡化為生活應用分級**，作為生活中實際應用參考。

2. 實驗內容及解決問題

(1) 塗膠作業

塗膠位置定位：(畫格子作業)

每格尺寸： 3.0cm × 3.0cm，間隔 1cm。

板子尺寸： 約 15cm × 20cm，

塗抹組數/板：共 15 格，每種黏著劑塗 3 格。

板子種類： 木板、玻璃、水泥版、磁磚，共 4 種。

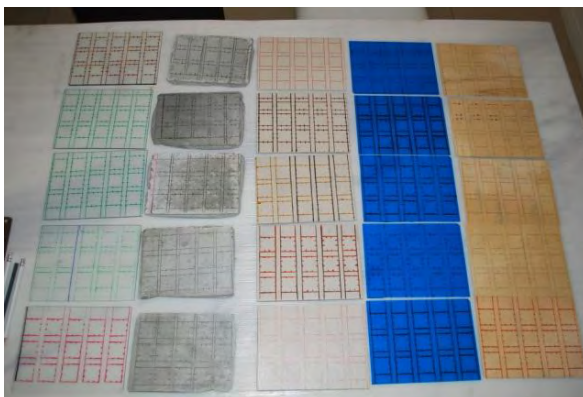


圖 4-3-5
塗膠定位
(畫格子)
完成成果

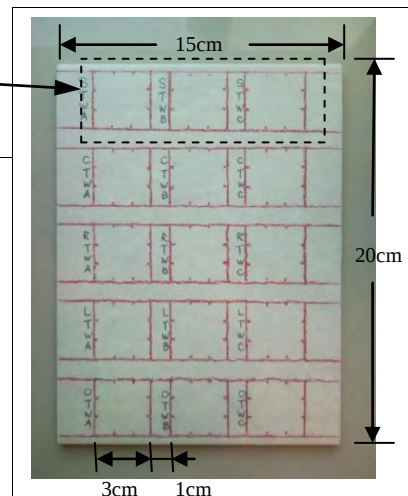


圖 4-3-6 塗膠位置配置

2. (1) 塗膠作業(續)

塗抹黏著劑：
前階段篩選出的各天然黏膠，及市售樹脂共五種。

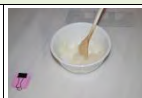


圖 4-3-6
糯米膠

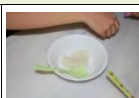


圖 4-3-7
酪蛋白膠



圖 4-3-8
市售樹脂

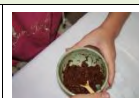


圖 4-3-9
楠樹粉膠

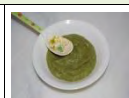


圖 4-3-10
秋葵膠

A. 於 0.1cm 厚塑膠片裁剪 2.5×2.5cm 開口，透過開口塗抹黏膠，以直尺刮平壓實後，將 3.0×3.0cm 紙片黏上，利用 50g 砝碼(預先以小瓶裝水製成) 放置紙片上 2~3 秒，以控制壓黏力道及可能溢膠程度在 3.0×3.0cm 範圍內。

B. 每一塗膠方格旁都標上編碼確認位置。



圖 4-3-11

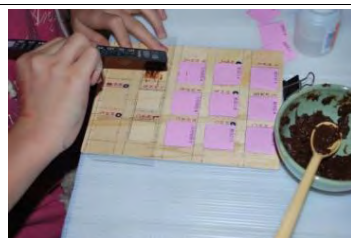


圖 4-3-12



圖 4-3-13

方格旁之編碼依【黏膠類別-板子材質-去除溶液類別-次數/組】順序以英文字母標示，作為前後對照核對。



圖 4-3-15
塗膠作業
完成成果



圖 4-3-14

(2) 預計的去除率記錄及計算方法

構想一：我們計畫在去除(浸泡)實驗前、中、後，視需要以拍照記錄方式記錄變化，再以自然教室電腦裡的"小畫家"軟體，將每一黏膠方格作影像切割後，佈置九宮格計算面積，以前後面積變化計算去除率。程序簡述如下：

a. 在定位(畫格子)作業時，標示九宮格定位點。



圖 4-3-15

b. 以"小畫家"切割實驗結果單格的影像。



圖 4-3-16

c. 依參考點位置畫出九宮格，目測紙、膠剩餘面積。

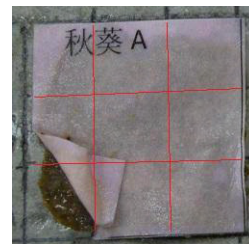


圖 4-3-17

(2) 預計的去除率記錄及計算方法(續)

我們覺得以上構想作法可以省去實驗中各組結果判讀時間，而在實驗後，透過分工，各自找零散時間進行判讀，增進時間管理效率。

構想二：在下一階段前的 10 天等待期，我們蒐尋到一份農業研究，利用影像中不同色差間的數位像素(pixel)比率，換算求得植物葉面積的方法 (參考資料六)。我們可以仿效利用學校電腦的"PhotoImpact"或"PhotoShop"，分離出殘留紙、膠的影像像素：

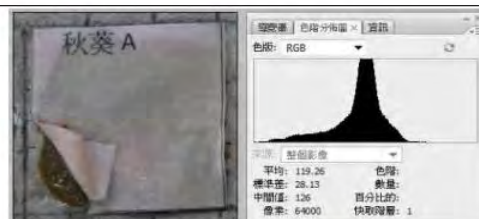


圖 4-2-18 示意圖

$$\text{去除率(\%)} = (\text{殘膠像素} \div \text{單格總像素}) \times 9 \text{ cm}^2 \div \text{原紙膠面積} \times 100\%$$

(3) 去除(浸泡)實驗

溶劑選擇：我們搜尋了生活中常用來清理、去除的溶液，列舉如下，經過討論後選了六種有代表性的 (如☆標示) 來進行實驗：

表 4-2-2

天然洗淨類	化學洗淨類	酵素類
無患子 橘子精油 ☆ 苦茶粉 ☆ 檸檬汁+小蘇打 ☆ 清水	☆ 洗碗精 ☆ 酒精 去漬油	澱粉酵素 (可分解澱粉， 可見於口水中) ☆ 木瓜酵素 (可分解蛋白質、 澱粉， 木瓜中可見)

浸泡前記錄：放置 10 天期間，每日觀察記錄、拍照自行脫落組別。如圖 4-2-19 範例示意圖



圖 4-2-19

開始浸泡：找到自然教室中的硬塑膠盆 (18×22×12.5cm) 盛裝去除溶液，每盆盛裝 1,000ml，浸泡一塊板子，過程中記錄紙、膠脫落時間。



圖 4-2-21



圖 4-2-20

(3) 去除(浸泡)實驗(續)

實驗後記錄：90 分鐘後實驗結束，取出板子，逐一拍照記錄各試體紙、膠脫落情形，以利後續去除率判讀。

過程觀察：

- A. 浸泡過程中如有脫落，幾乎是紙、膠同時脫落。
- B. 在 90 分鐘浸泡後，脫落比率在 11% (1/9) 以下的試體高達 73.0%。

表 4-3-3

分類	浸泡前 脫落	浸泡後 脫落比率 > 15%	浸泡後 脫落比率 ≤ 11%
佔比	10.3%	16.7%	73.0%

(4) 問題檢討與解決

遭遇問題

- 由實驗結果顯示，紙、膠脫落情形非常極端，無法依原先預計的去除率判斷方式來分出優劣高下。

問題討論

- 在小組討論中，有人提到在實驗後清理時，有許多完全不脫落的紙膠試體都很輕易就洗掉了。
- 這讓我們想到，是否應該加上一些外力，才能分出去除率高低差別，而且加上外力也比較貼近日常去除動作的模擬。

問題解決

- 將我們的構想和老師們討論後，我們計畫如下：

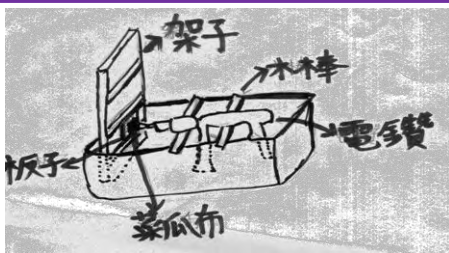


圖 4-3-22 設計構想

- A. 以電鑽的轉動為外力來源，在電鑽頭的轉盤黏上日常生活清除用的海綿，在紙膠試體延續上階段實驗(浸泡 90 分鐘後)，轉動電鑽轉盤來清洗。
- B. 以完全去除的時間，或 30 秒後的去除率，作為去除效果好壞的分別。

(5) 去除(終極)實驗：



圖 4-3-24

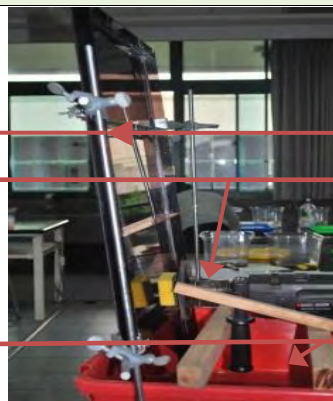


圖 4-3-25

模擬去膠裝置：

- 固定架：**放置及固定紙膠試體(板)。
- 電鑽機：**轉盤黏上清除海綿，沾去除溶液，開機轉動清除紙膠試體。
- 底盆：**架設木條提供電鑽機支撐，並盛裝實驗中滴落的去除溶液。

(5) 去除(終極)實驗(續)

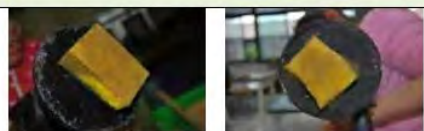


圖 4-2-26

自製模擬去膠裝置(續)：

將清除用海綿黏裝於電鑽機轉盤上，並轉動試用，確定黏牢。

塗膠作業：

仍以和前階段實驗相同方式塗膠，每組也同樣以三個試體施作，但改變排列為品字形，使海綿轉動時能完全涵蓋。



圖 4-2-27



圖 4-2-28



圖 4-2-29



圖 4-2-30 塗膠成果



圖 4-2-30 塗膠成果



圖 4-2-30 塗膠成果

浸泡作業：



圖 4-2-31 水



圖 4-2-32 洗碗精



圖 4-2-33 木瓜酵素



圖 4-2-34 酒精



圖 4-2-35
檸檬酸+小蘇打



圖 4-2-36 苦茶粉



圖 4-2-37 開始浸泡
(90 分鐘)



圖 4-2-38 開始浸泡

去除過程及判讀



圖 4-2-39
90 分鐘浸泡後，先以透明膠片九宮格判讀殘留面積。



圖 4-2-40
每組清洗 30 秒



圖 4-2-41
每 5 秒觀察一次



圖 4-2-42 去除過程



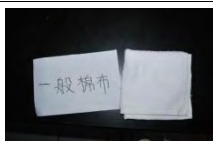
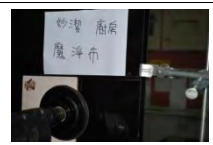
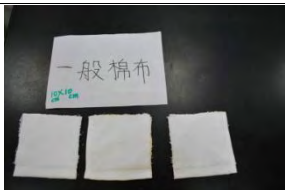
圖 4-2-43 去除過程



圖 4-2-44 去除結果



圖 4-2-45 去除判讀

(6) 去除刷洗工具材質效益實驗				
為了確認不同的去除刷洗工具對去除效果有無影響，我們選擇了日常生活中常用的幾種去除刷洗工具，在相同黏膠、相同板子、相同去除溶劑條件下刷洗，觀察、記錄效果有沒有不同。				
架設刷洗設備 (同前階段實驗)				
	細纖維布 A 圖 4-3-47	細纖維布 B 圖 4-3-48	細纖維布 C 圖 4-3-49	一般棉質抹布 圖 4-3-50
				
圖 4-3-46	細纖維海綿 圖 4-3-51	一般海綿 圖 4-3-51	所有清洗材料 圖 4-3-52	刷洗實驗過程 圖 4-3-53
(7) 實際試作印證 (實驗去除難易分級 轉換、簡化 為生活應用分級)				
由前述實驗結果，得到各個去除方法優劣的"實驗去除難易分級"後，我們依據每一分級再製作紙膠試體及準備清洗溶液，實際刷洗清除，在：				
a. 使用相同材質的刷洗工具，及				
b. 黏貼在相同材質板子上				
等條件下，以完全清除乾淨的時間分級，最後將 "實驗去除難易分級" 簡化為"生活應用分級"。				
				
圖 4-3-55 裁成相同尺寸	圖 4-3-56 10cm×10cm 尺寸	圖 4-3-57 3 人 1 組實際刷洗	圖 4-3-58 依實驗分級實際刷洗	
				
圖 4-3-59 實驗過程	圖 4-3-60 實驗過程	圖 4-3-61 實驗過程	圖 4-3-62 實驗過程	

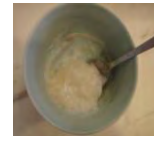
伍、研究結果與討論

研究一：黏度初體驗：自製天然環保膠黏在紙上快速篩選試體黏度的比較。

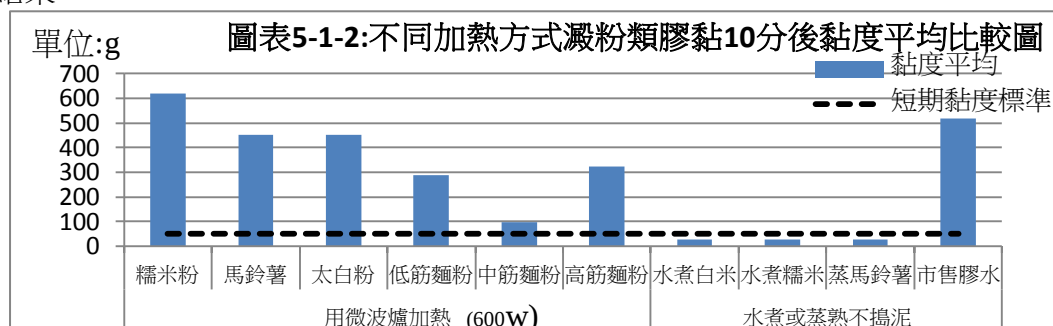
(一)、黏度初體驗~1:不同類別自製天然環保膠試作與黏度測試：

1. 自製天然環保膠澱粉類試體試作與黏度測試：

(1) 實驗步驟：從廚房中找到隨手可得的材料分別以下方式試作澱粉類試體：

試體種類	製作方式	圖表 5-1-1:澱粉類膠製作過程圖表		
1.白米	水煮 20 分鐘			
2.糯米	水煮 20 分鐘			
3.馬鈴薯	以電鍋蒸 20 分鐘			
註:馬鈴薯去皮切塊再以電鍋蒸熟		1 白米水煮	2 糯米水煮	3 蒸馬鈴薯
4.太白粉	微波加熱 2 分鐘			
5.糯米粉	微波加熱 2 分鐘			
6.馬鈴薯粉	微波加熱 2 分鐘			
註:試體混合比例: 10g 粉比 50cc 水		4 太白粉膠	5 糯米膠	6 馬鈴薯膠
7.高筋麵粉	微波加熱 2 分鐘			
8.高筋麵粉	微波加熱 2 分鐘			
9.高筋麵粉	微波加熱 2 分鐘			
註:試體混合比例: 10g 粉比 50cc 水		7 高筋麵粉膠	8 中筋麵粉膠	9 低筋麵粉膠

(2) 結果：



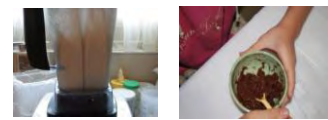
(3) 討論：

- 圖表中發現澱粉類膠試體黏紙 10 分鐘後立刻使用，其中糯米粉以微波爐加熱黏度排名第一，勝過市售膠水。
- 澱粉類膠中糯米粉、馬鈴薯粉、太白粉以微波爐加熱排名為前三名，後續探討澱粉類黏膠的黏度相關研究，將以此三者來做實驗。
- 以微波爐加熱 2 分鐘後立刻使用時黏度均超過 50g，均達到短期黏度標準。
- 歷屆的科展研究(參考資料一~五)裡是大多以酒精燈煮、電鍋煮、或大量多次搗製或作搗米儀器等方法製作，費時又費力。
- 本實驗中以微波爐製作出來的澱粉膠方便省時同時黏性高，一般人在家就可以方便製作，因此之後將採微波爐來製作澱粉類黏膠試體的實驗。

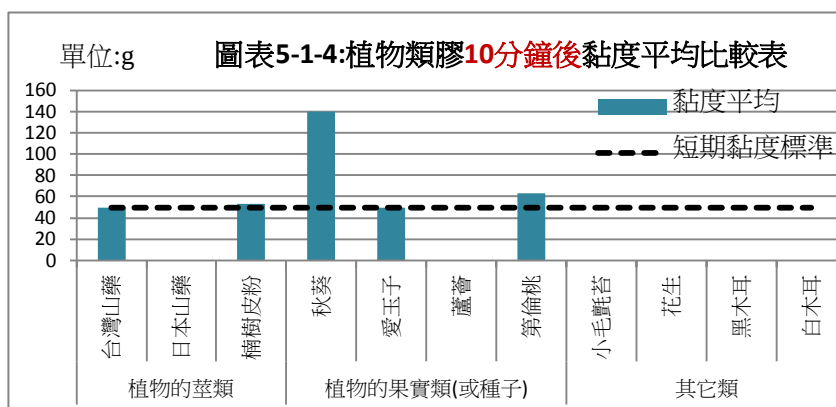
2. 生活中可應用的黏性物質是不是只有澱粉類？~植物類膠試作與黏度測試：

(1) 研究步驟：

將植物依不同部位以下表中分類，依製做方法整理成下以下圖表 5-1-3。

植物部位類別	植物類膠	製作方式	製作過程照片
果實或種子	花生(種子)	食物調理機打成泥	
從植物的果實或種子取黏液或搾黏膠試體	秋葵(果實和種子)	食物調理機打成泥	
	愛玉子(種子)	搓揉過程製作黏膠	
	第倫桃(種子)	第倫桃種子取其黏液	
莖類	台灣山藥(莖)	食物調理機打成泥	
從植物的莖製作黏膠試體。	日本山藥(莖)	食物調理機打成泥	
	楠樹皮粉(木質素)	加水直接製作黏膠	
其他類	蘆薈	從其葉片取其黏液	
從植物的其他類別製作黏膠試體。	小毛氈苔	從其葉片取其黏液	
	黑木耳	食物調理機打成泥	
	白木耳	食物調理機打成泥	

(2) 研究結果：

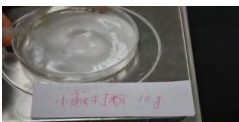


(3) 研究討論：

- 植物的莖類以楠樹皮粉 10 分後的黏度效果稍佳，已達短期黏度標準 50g。
- 果實與其他類十分鐘後以秋葵黏度效果最佳，為植物類膠的黏膠王。

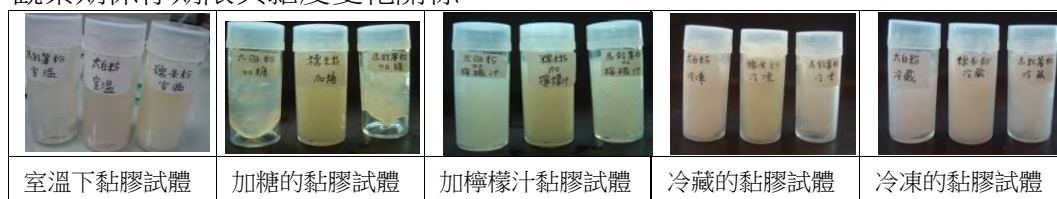
3. 生活中可應用的黏性物質是不是只有澱粉類？~蛋白質類膠試作與黏度測試。

- 研究動機裡提到東方人吃米飯，但西方人不常吃米飯，他們會順手拿甚麼來黏呢？
- 經過上網搜尋(參考資料八)，發現他們會用烘培蛋糕的材料來做酪蛋白膠，其傳統作法：以約 25ml 脫脂牛奶(冰)在瓦斯爐小火熱 3~5 分鐘，加入 5ml 食用醋後，透過咖啡濾紙將透明汁液濾掉，將留下的白色物質，加入小蘇打溶液(0.2g 小蘇打粉+2ml 水)，攪拌後製成酪蛋白膠。
- 以便利性的出發點，將藥房可買到的酪蛋白粉加水和小蘇打粉，調製成酪蛋白膠試體來測量黏度(參考資料九)，結果發現酪蛋白膠 10 分鐘後黏度為 162g，也高於我們定義的短期黏度標準 50g。

			
酪蛋白粉加水調製	小蘇打粉加水	酪蛋白粉+小蘇打	酪蛋白膠試體完成

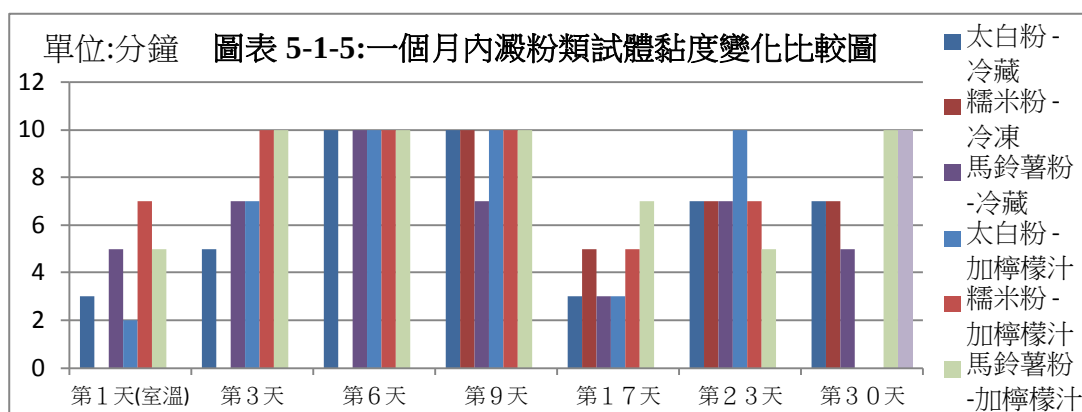
(二)、黏度初體驗~2：黏度的保存時間與黏度變化觀察：

- 研究步驟：嘗試將研究一~(一)澱粉類膠前三名糯米膠、馬鈴薯膠、太白粉膠；分別以不同保存方式：室溫、加糖、加檸檬汁、冷藏、冷凍五種方式分別保存：，觀察期保存期限與黏度變化關係。



- 先以三種澱粉類膠(糯米粉、馬鈴薯粉、太白粉)以不同保存方式，測其黏度，找出試體一個月內，所測量當天達到第一代自製黏度計最佳黏度(400g)所需的時間(分鐘)。
 - 以第一代自製黏度計測量紙張間的黏度，分別於第 1、3、6、9、17、23、30 天保存後，取出自製黏膠試體測當天黏度以觀察其變化。
- 研究結果與討論：

(1) 結果：



(2) 討論：

- 30 天內我們發現三種試體以冷藏、冷凍或檸檬汁來保存，均有不錯的防腐效果，除了太白粉外，其餘試體在 30 天後仍具有黏性，且黏度強弱隨著時間增加有起有落。
- 以上我們後續的實驗在有限時間裡，將以三十天後作為試體長期使用時的黏度測試時間。
- 圖表中黏度在一天後使用時黏度最佳，各試體達到設計的最佳黏度(400g)的時間最短，最佳使用時間為一天後，因此以一天後作為試體短期使用的黏度測試時間。

研究一綜合討論：

- 黏度初體驗 1 發現：除了澱粉類以外，植物莖類、植物果實類及蛋白質類的黏性都足以應用做為天然環保黏膠，且均可在幾分鐘內可以快速、方便製作完成。
- 黏度初體驗 2 中結果發現：自製天然黏膠的黏性可以長期(30 天)持續。

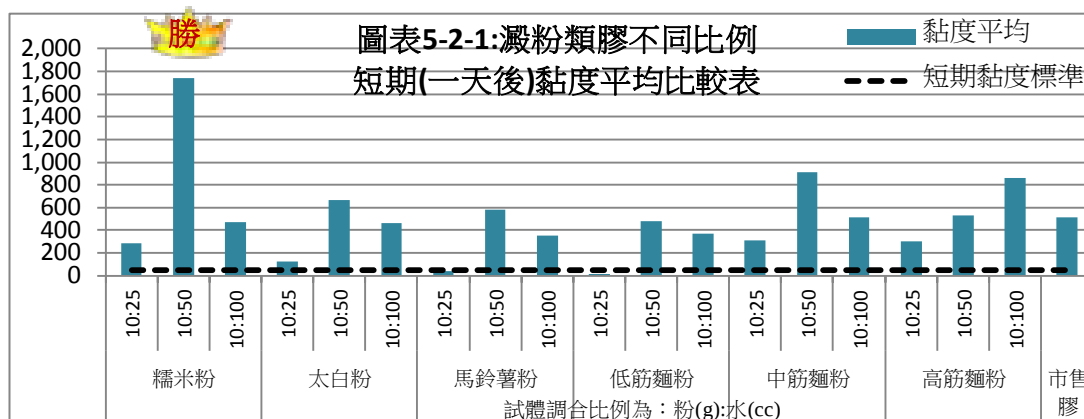
研究二：分組黏度冠軍選拔賽：自製天然環保膠的分組配方冠軍選拔賽。

(一)、澱粉類膠的分組冠軍選拔賽。

1. 研究步驟：

- (1) 調製不同比例：澱粉類膠的粉與水調合比例分別為 10g：25cc；10g：50cc；10g：100cc，測量澱粉類膠試體的三種不同比例短期(一天後)的黏度。
- (2) 過程中發現第一代自製黏度計不敷使用，因此改良為第二代自製黏度計。

2. 研究結果：



3. 研究討論：

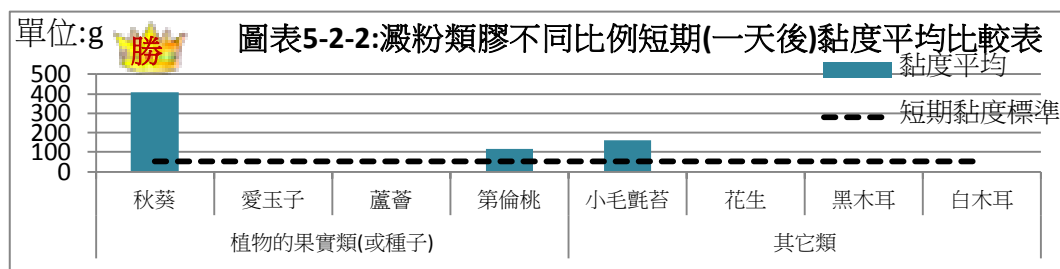
- (3) 圖表中六種試體不同比例黏在紙上，短期(一天後)紙黏紙黏度最佳的為糯米粉以 10g 比 50cc 水比例調成的試體，黏度超過 1.5 公斤，勝過市售膠。
- (4) 其餘試體除了馬鈴薯的 10g:25cc 比例外，均有達到短期黏度標準。
- (5) 以微波爐加熱，糯米膠試體以 10g 的粉與 50cc 的水調和後黏紙短期(一天後)黏性就有非常亮眼的表現，為澱粉類膠的最佳配方分組選拔賽的冠軍。

(二)、植物類膠的黏度分組選拔賽：

1. 研究步驟：

- (1) 植物類膠除了楠樹皮粉膠有以水調合外，其餘試體均為 100%不加水製成，因此植物類膠除莖類外，均直接測短期(一天後)黏度，不調比例。
- (2) 植物莖類的冠軍楠樹皮粉製成的膠將於研究二~(三)再行探討不同比例。

2. 研究結果：



3. 研究討論：

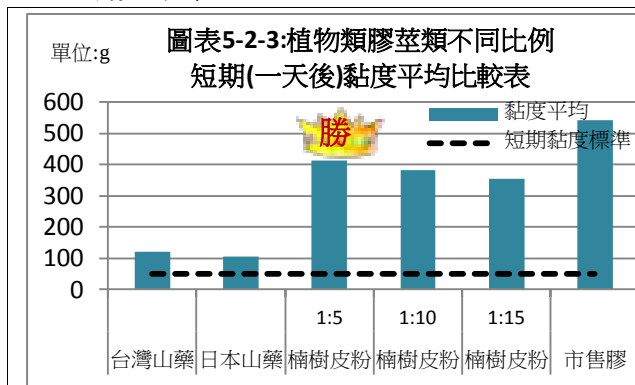
- (1) 短期(一天後)高於短期黏度標準(50g)的有秋葵、小毛氈苔、第倫桃。
- (2) 植物類膠果實(種子)類膠試體以秋葵表現最佳，獲選為植物果實類冠軍。

(三)、植物莖類不同比例的分組冠軍選拔賽：

1. 研究步驟：

以下三種比例調成不同濃度的楠樹膠：楠樹皮粉與水的比例為：1g:5 cc 、 1g:10cc 和 1g:15cc。

2. 研究結果：



3.研究討論：

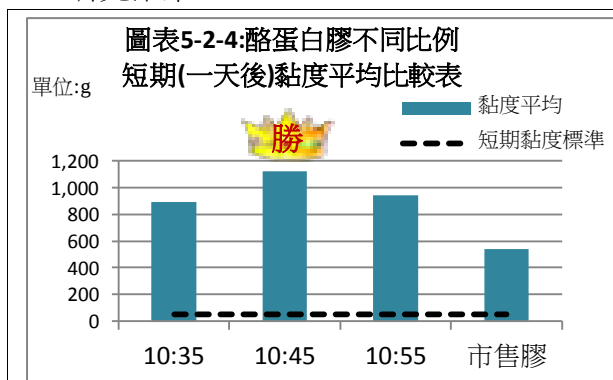
1. 台灣山藥、日本山藥、楠樹粉三種比例膠均高於短期黏度標準 50g。
2. 自製膠中以楠樹皮粉與水的比例 1g:5cc 的楠樹膠黏度最佳。

(四)、蛋白質類膠的分組選拔賽：不同濃度比例的蛋白類自製環保膠水？

1. 研究步驟：

用酪蛋白粉依照以下三種比例調成不同濃度的酪蛋白膠：分別是酪蛋白粉與水的比例為：10g:35 cc 、 10g:45cc 、 10g:55cc。

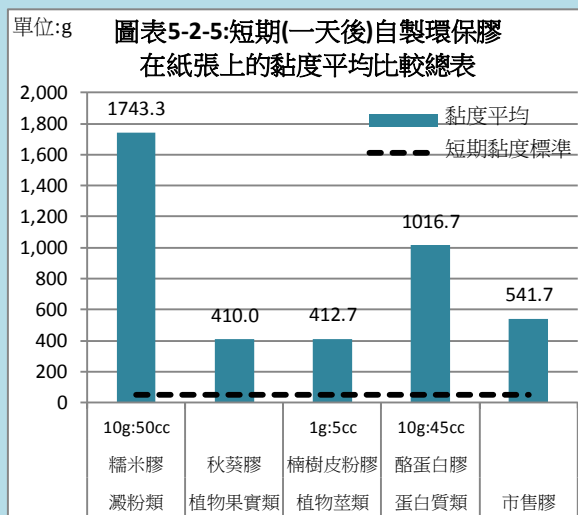
2. 研究結果：



3.研究討論：

1. 三種比例的酪蛋白膠短期(一天後)都高於短期黏度標準,而且三者平均黏度都強於市售膠水。
2. 其中酪蛋白粉比例以 10g:45cc 的酪蛋白自製膠水黏度最好。

研究二綜合討論：



1. 糯米膠(10g:50cc)、酪蛋白膠(10g:45cc)短期(一天後)在紙張上的黏度平均,分居冠、亞軍,黏度高於市售膠。
2. 秋葵膠、楠樹膠(1g:5cc)黏度雖比市售膠低,但也高於短期黏度標準。
3. 我們找到四類黏膠試體最佳的配比後,我們好奇如果將膠以紙黏在不同板子上,分別找出不同板上的黏紙的黏膠王。
4. 因為塗在板子上,因此接下來將跟一般市售的樹脂黏度作比較。

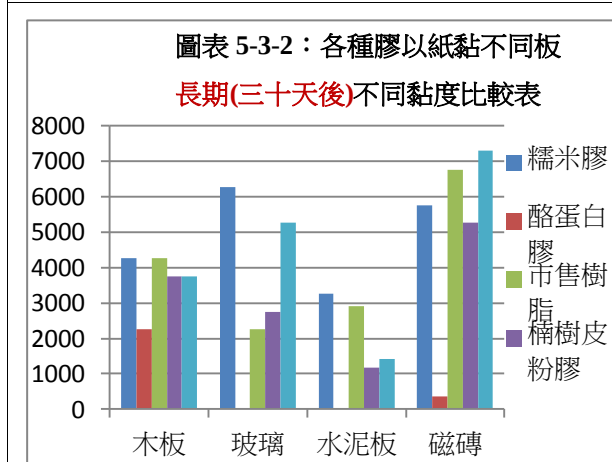
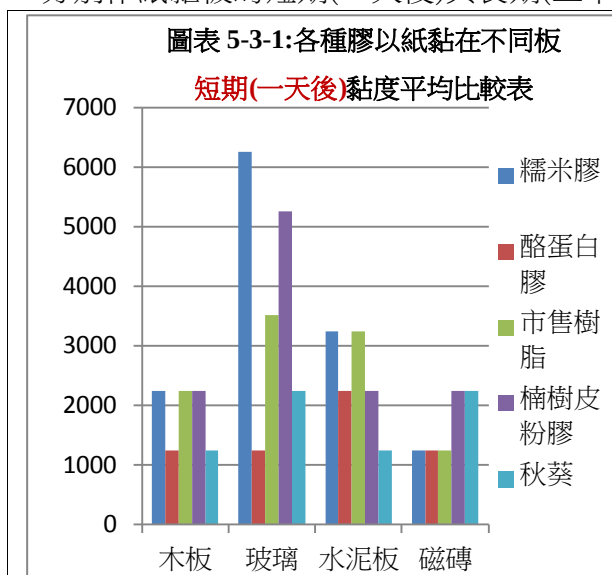
研究三：紙黏不同材質上的黏膠王：黏在不同板子上的黏度測試與一個月後黏度變化？

(一)、研究步驟：

1. 將研究二中的五種膠，塗在 3cm×3cm 的不同材質上，並再黏上紙。
2. 在短期(1 天後)及長期(三十天後)測量黏度，並且記錄紙自然脫落的情況。

(二)、研究結果：

分別作紙黏板的短期(一天後)與長期(三十天後)黏度的比較表：



(三)研究討論：

1. 在**木板**上短期黏度以**糯米膠、楠樹膠**和**市售樹脂**表現優異，而長期黏在木板上**秋葵膠**也後來居上進前四強，黏度平均都達到 2 公斤以上，4 種自製天然環保膠均可應付生活所需。
2. 在**玻璃板**上短期的表現以**糯米膠、楠樹膠**均勝過**市售樹脂**黏度，而**秋葵膠**在長期黏在玻璃板上急起直追，黏度達到五公斤以上。
3. 在**水泥板**上短期的表現以**糯米膠**與**市售樹脂**黏度並駕齊驅，**酪蛋白膠**與**楠樹膠**也有 2 公斤以上的表現，如果只是短期使用海報紙黏在水泥板上建議可以使用酪蛋白膠，一天後黏性佳，一個月後自然脫落。
4. 在**磁磚**上短期表現以楠樹膠與秋葵膠並列冠軍，長期(一個月後)**秋葵膠**黏度達到 7 公斤以上，是長期紙黏在**磁磚上的最佳黏膠**。

研究三綜合討論：

1. 紙黏板黏膠王：紙黏木板與玻璃上黏膠王：**糯米膠、楠樹膠、秋葵膠**平分秋色；水泥板短期比長期黏度佳，推論可能長期有白華現象，導致長期黏度滑落，磁磚以**秋葵膠**當選為磁磚黏膠王。
2. 在紙黏板的黏度測試實驗過程中，我們發現被自製黏度計拉落的試體中，大部分都是紙張破裂，膠還黏著在板子上。
3. 由以上 2 討論的現象，我們決定在進行去膠實驗前，先了解黏膠試體和各牆面材質間的黏著情形，於是開始實驗四**板黏板黏度實驗**。

研究四：板與板黏不黏：自製環保膠水在應用在不同材質板之間的黏膠王。

(一)、研究步驟：

1. 將所有木板、玻璃、水泥板、磁磚的板材裁切成 5cm×7cm 大小每種 30 片。
2. 再將研究二中的五種膠以 5cm×1cm 黏上同材質大板子上，分別於短期(一天後)、長期(三十天後)測其黏度。

(二)、研究結果與討論：

研究結果	研究討論
板黏板總表(一天) 圖表 5-4-2：各種膠以板黏同材質板 長期(三十天後)不同黏度比較表	1. 自製膠黏在木板間上短期後的表現以糯米膠達到 20 公斤緊追在市售樹脂之後，但長期的糯米膠黏在木板上與市售樹脂並駕齊驅，黏度平均都達到 30 公斤以上。 2. 自製膠黏在玻璃板上短期後與市售樹脂表現均不突出，推論可能因為玻璃表層剛開始還沒有和膠產生黏合作用，但時間一拉長，酪蛋白膠在長期後的玻璃板間表現最亮眼，黏度達 15 公斤以上。 3. 自製膠黏在水泥板上短期的表現以酪蛋白膠與楠樹膠表現最佳略勝市售樹脂，長期糯米膠則後來居上勝過酪蛋白膠與市售樹脂。 4. 自製膠黏在磁磚板上短期後表現以糯米粉與楠樹膠稍佳，長期後自製環保膠與市售樹脂黏在兩塊磁磚的光滑面均表現不佳。 5. 我們推論可能是因為膠黏在兩個光滑的磁磚面，磁磚表層無法吸附膠，而造成滑落的現象，如果能吸附在磁磚另一面，膠可滲入磁磚才能發揮黏力的效果。

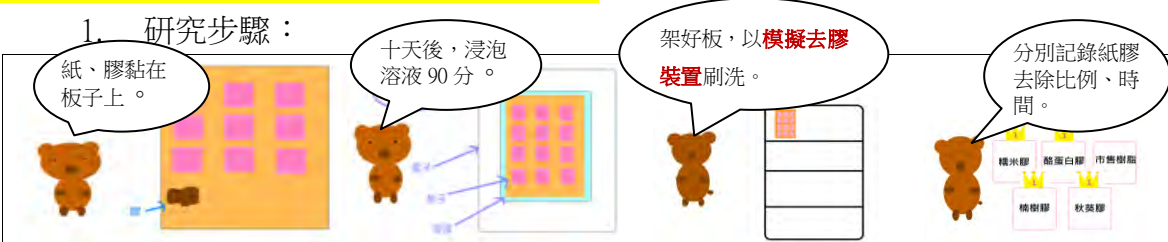
研究四綜合討論：板與板黏不黏，找出板與板的黏膠王。

1. **木板**上不論長短期均以**糯米膠**封為黏膠王，**玻璃**長期以**酪蛋白膠**為黏膠王，**水泥板**上短期楠樹膠封王，而長期酪蛋白膠封王；**磁磚**上板黏板短期黏度不佳，長期則以楠樹膠封黏膠王
2. 我們原先要探討膠與板的關係，但意外發現這些天然環保黏膠在板子上只黏了 5cm×1cm 面積，卻能發揮如此強大的黏性(達 10 公斤甚至 30 公斤)，建議使用者視不同用途將膠黏板應用在生活中。

研究五：好黏又好去的自製天然環保膠。

(一)、實驗中如何將試體作簡易去除的分級。

1. 研究步驟：



紙、膠黏在板上。

十天後，浸泡溶液 90 分。

架好板，以**模擬去膠裝置**刷洗。

分別記錄紙膠去除比例、時間。

(1) 將五種膠黏在木板、玻璃、水泥和磁磚上，十天後進行去膠實驗。

(2) 如果在十天內黏膠與紙已脫落者，先行記脫落狀況。

(3) 十天後浸泡 90 分鐘，記錄紙膠掉落比例。

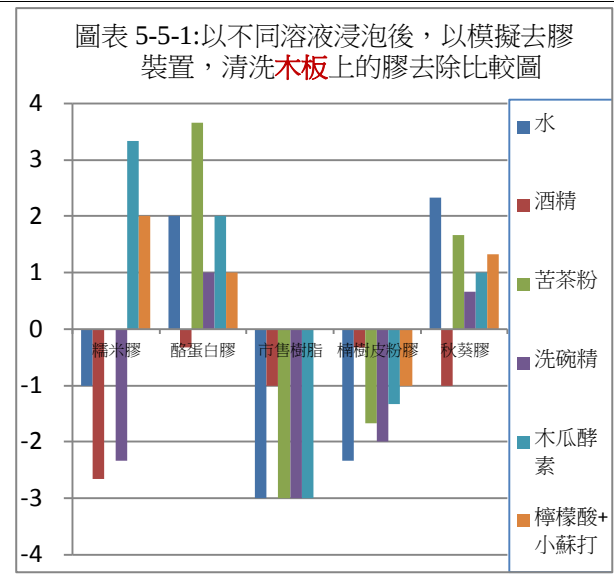
(4) 以**模擬去膠裝置**刷洗 30 秒，以九宮格記錄紙與膠去除比例與時間。

問題與解決：

- 實驗過程中我們發現：去除的時間單位不一致，希望能創造一套量化的去除標準，以利我們記錄每一種黏膠去除的優劣程度。
- 根據我們討論與實驗的結果，定義實驗中去膠與紙的難易分級制如下表。

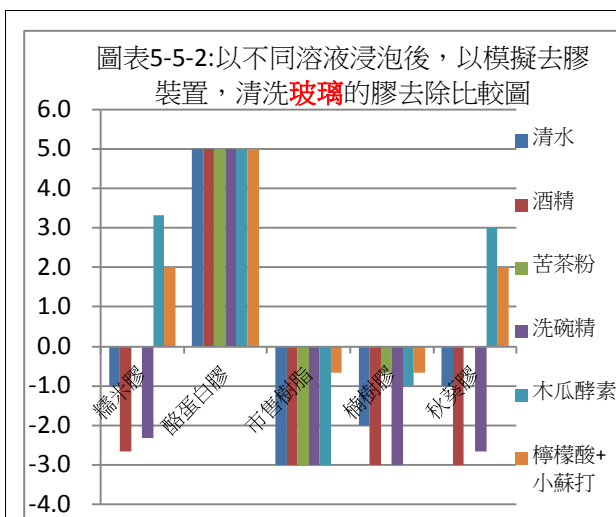
級數	去除效果的具體描述		中文定義
	紙變化	膠變化	
5	10 天內自然脫落(完全去除)	10 天內自然脫落(完全去除)	適黏短期型
4	泡在溶液中 90 分鐘內完全去除	泡在溶液中 90 分鐘內完全去除	十分好去型
浸泡(去除)實驗後，進行機器洗(去除)實驗 30 秒			
3	架到機器上未洗先掉	架到機器上未洗先掉	普通好去型
2	10 秒內洗掉	10 秒內洗掉	尚稱好去型
1	30 秒內洗掉	30 秒內洗掉	已經可去型
-1	30 秒內洗掉	去除比率 $\geq 33\%$ (3/9)	不太好去型
-2	去除比率 $\geq 33\%$ (3/9)	去除比率 $\geq 33\%$ (3/9)	有點難去型
-3	去除比率 $\leq 33\%$ (3/9)	去除比率 $\leq 33\%$ (3/9)	十分難去型

2. 研究結果與討論



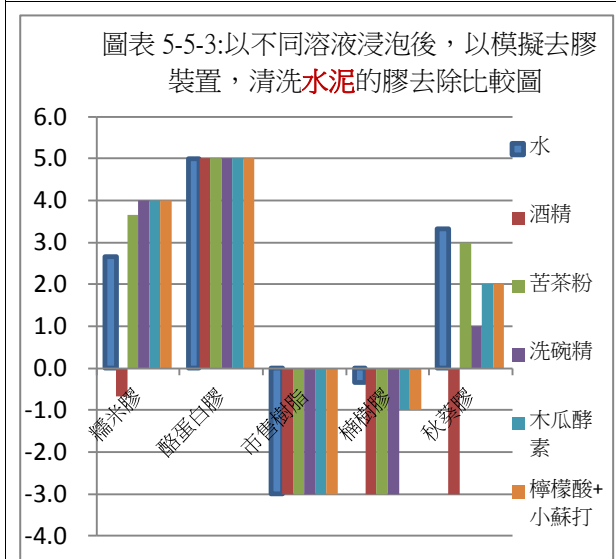
3.研究討論~(1)：

- 糯米膠黏在在木板上時，最適合用**木瓜酵素**清除。
- 酪蛋白膠黏在木板上，最適合用苦茶粉清除；而**清水**也能在 30 秒內清除。
- 市售樹脂除了以酒精清除稍好，其餘難以清除。
- 楠樹皮粉膠在木板上黏度強，但比市售樹脂稍好清除。
- 秋葵膠黏在木板上，用**水**即可清除，是木板上黏度既強又好去除的膠。



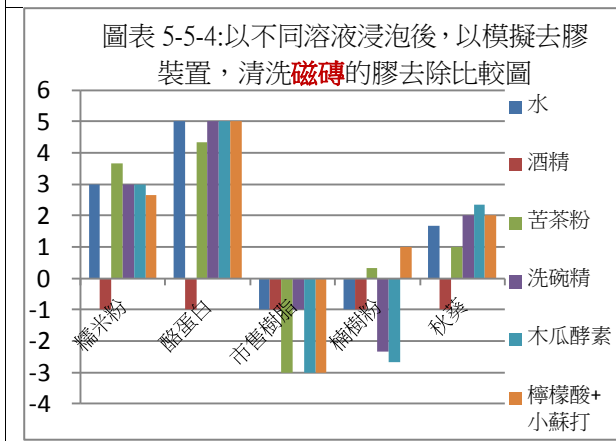
3.研究討論~(2)：

- (i) 紙黏在玻璃上，以**酪蛋白膠**最好清除，研究三酪蛋白在玻璃上平均 3 天內即掉落，為短期適黏型黏膠。
- (ii) 市售樹脂在玻璃上很難去除，楠樹皮粉膠比市售稍好去。
- (iii) **糯米膠**與**秋葵膠**黏在玻璃上適合使用**木瓜酵素**分解去除、檸檬酸+小蘇打 第二好去除。



3.研究討論~(3)：

- (i) 紙黏在水泥板上仍以**酪蛋白膠最好清除**，綜合研究三酪蛋白在水泥上三天內均掉落，為水泥板上適黏短期型黏膠，自然脫落不需去除。
- (ii) 市售樹脂在水泥板很難去除，楠樹膠皮粉膠比市售稍好去些，以**水洗效果最好**。
- (iii) **糯米膠**與**秋葵膠**黏在水泥板上，使用**水洗**即有不錯的去效果。

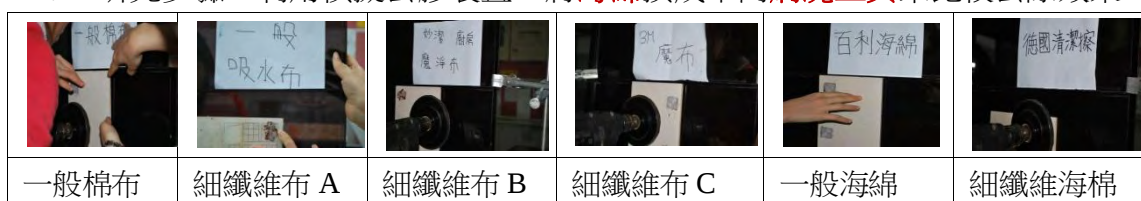


3.研究討論~(4)：

- (i) 紙黏在**磁磚**上以**酪蛋白膠最好去除**，**糯米膠第二好去除**，**秋葵膠第三名**。
- (ii) 楠樹膠略勝過市售樹脂以檸檬酸可以在 30 秒內紙膠齊去。
- (iii) 在磁磚上**酪蛋白膠、糯米膠、秋葵膠**用**水洗**平均在 30 秒內可輕易去除黏膠。

(二)、 比較不同刷洗工具去除同一級數的試體的去除效果。

- 研究步驟：利用模擬去膠裝置，將**海綿**換成不同**刷洗工具**來比較去除效果：



2.研究結果：	3.研究討論：
單位:秒 圖表5-5-5不同工具去除紙膠掉所需時間比較圖 ■ 去除秒數	(1) 圖表中布類則以細纖維布 C 去除紙膠時間最短，去除效果最佳。 (2) 不是所有細纖維布的材質去膠效果會特別快，細纖維布 A 就不如一般棉布去除效果快。 (3) 一般海棉與細纖維海棉去除時間相差不大，價格卻貴許多，如需使用海棉，一般海綿可取代細纖維海棉。

(三)、 實際請三個小朋友直接刷洗的去除試體分級制。

- 研究步驟：依實驗五~1 中去除實驗的不同分級，請三位測試者以細纖維海棉 C 去除同種板上的紙和膠，將"實驗去除難易分級" 簡化為"生活應用分級"。

2.研究結果	3.研究討論：
單位:秒 測試者實際以細纖維海棉C 去除紙膠平均時間 ■ 平均時間(秒)	(1) 級數越高，所需去除的時間越短。 (2) 圖表中第 2 級到第 4 級去除時間都在 1 分鐘以內，定義為生活應用分級的好去除方式。 (3) 圖表中第-1 級到第 1 級去除時間都在 2 分半以內，定義為生活應用分級的可接受去除方式。 (4) 圖表中第-2 級到第-3 級去除時間超過 2 分半以上，將其定義為生活應用分級的不好用去除方式。

4. 將實驗分級制簡化為 “生活應用分級”

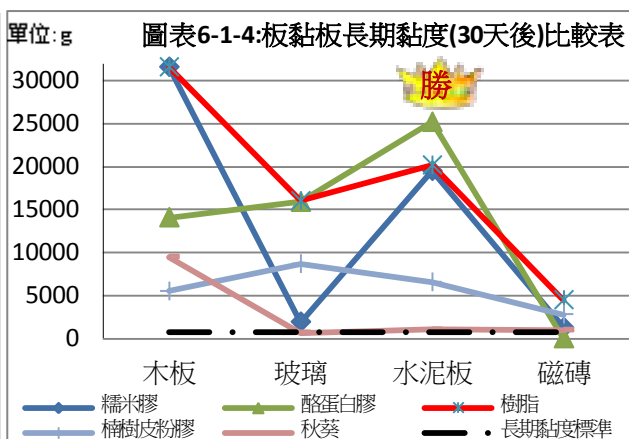
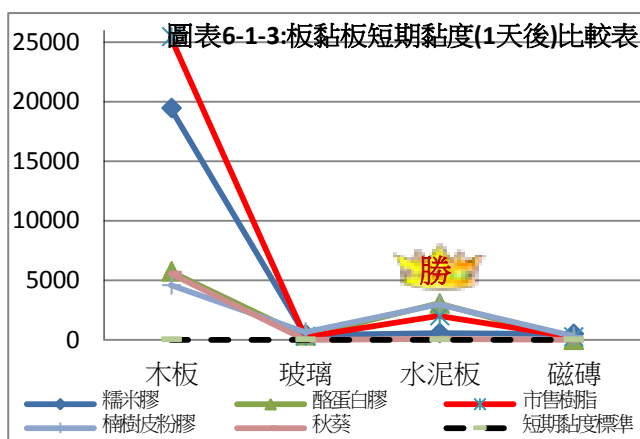
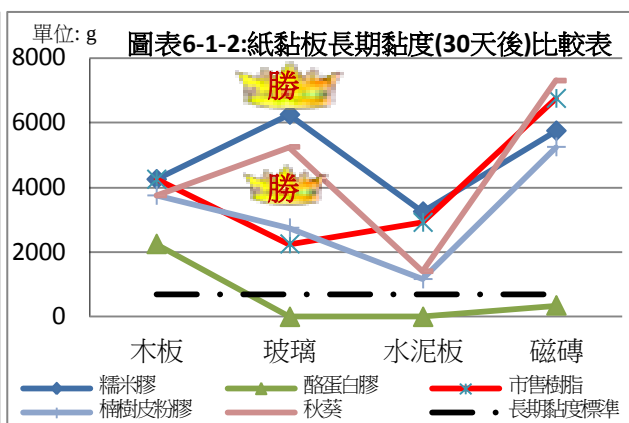
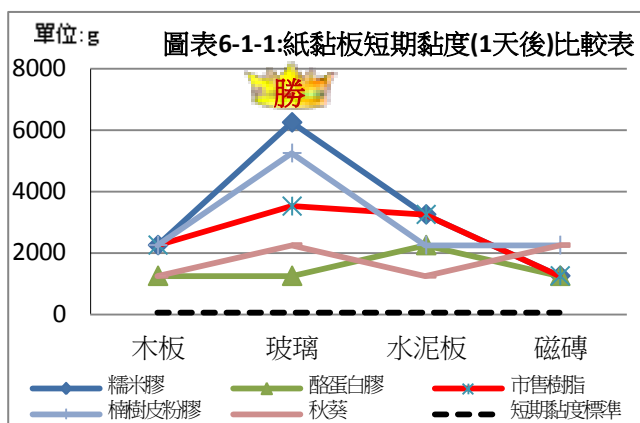
實驗分級	代號	測試者去除時間(單位:秒)				生活應用分級
		測試者 A	測試者 B	測試者 C	平均	
超級好去型	5	※	※	※	※	適合短期黏貼
十分好去型	4	30	34	38	34	好用 去除方式
普通好去型	3	※	※	※	※	
尚稱好去型	2	48	50	56	51.3	
已經可去型	1	60	70	76	68.7	可接受 去除方式
不太好去型	-1	132	140	147	135.4	
有點難去型	-2	220	244	294	252.6	不好用 去除方式
十分難去型	-3	650	745	755	716.7	

研究五綜合討論：

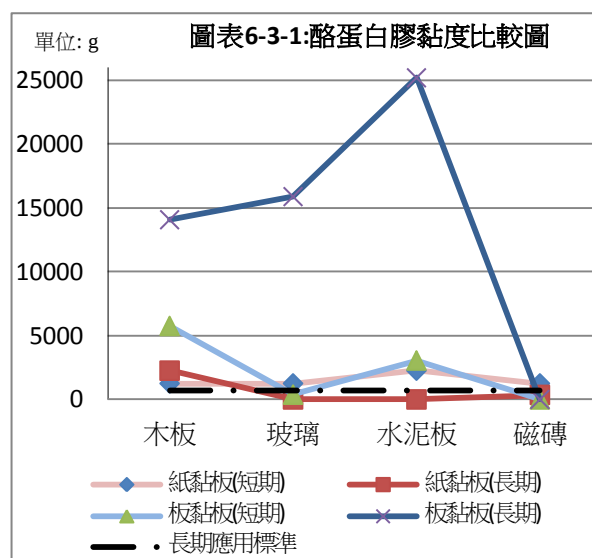
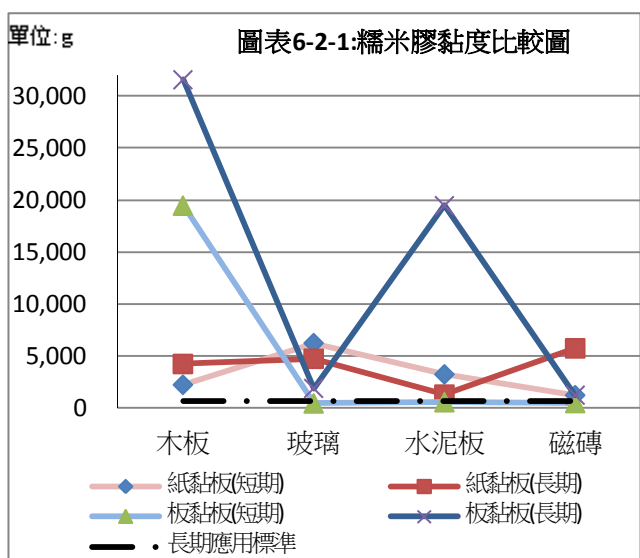
- 市售樹脂**雖然在研究三和四中好黏，研究五~1 中卻**不易**用生活中常用的去膠方法**去除**。
- 使用**木瓜酵素**溶液去除方法在部分情況下還頗具功效，因此生活中的木瓜皮應該有去除殘膠效果，後續值得探討其他酵素的去膠效果。
- 酒精**應該是很多人印象中會選擇採用的去膠溶液，但是實驗結果卻不盡理想。

陸、 綜合討論

一、紙/板 和 板/板實驗結果，發現了在主要牆面材質上，都有可以取代甚至超越市售樹脂的天然環保黏膠。



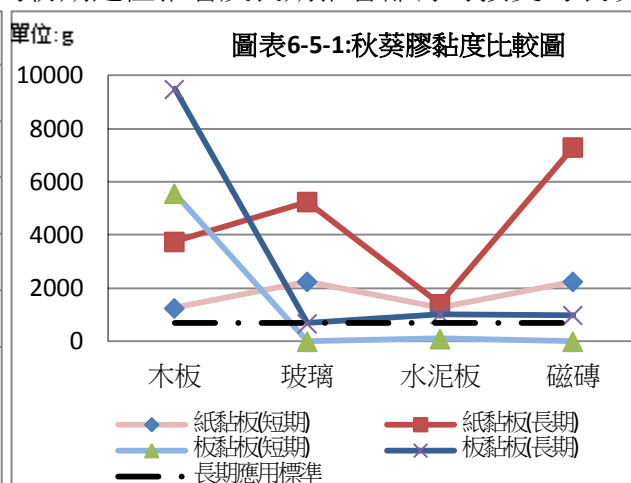
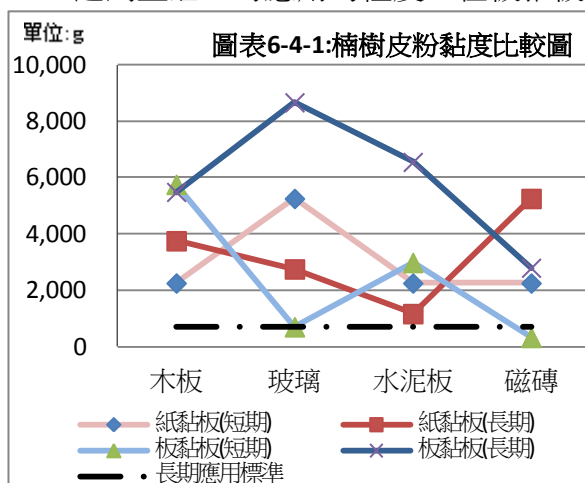
二、糯米膠在有孔隙的表面材質黏性都有優異表現，例如木板、水泥板。此外還觀察到：木板的木質纖維應有提升糯米膠黏性的作用：除了在木板的板黏板短期黏度幾達 20 公斤，長期黏度超過 31 公斤以外，在不適合黏著的玻璃、磁磚上，紙黏板的短期及長期黏度卻都達到可供生活應用的標準，並遠高於板黏板的黏度，而紙張的製造原料是木漿。



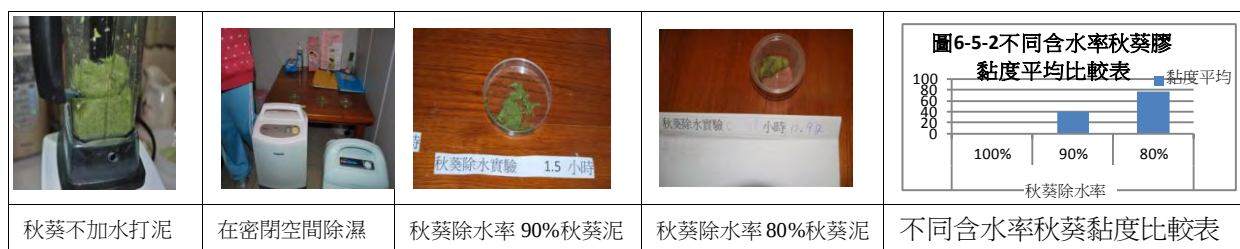
三、酪蛋白膠適合於木板、玻璃、水泥板間的黏著；但在紙黏板上卻都只適合短期黏著，只有在木板上的長期黏度達到生活上可應用的程度，依此現象以及實驗中的觀察，酪蛋白膠和木質纖維似乎會緊密作用結合，-----對其他物質產生相對排他性而掉落。



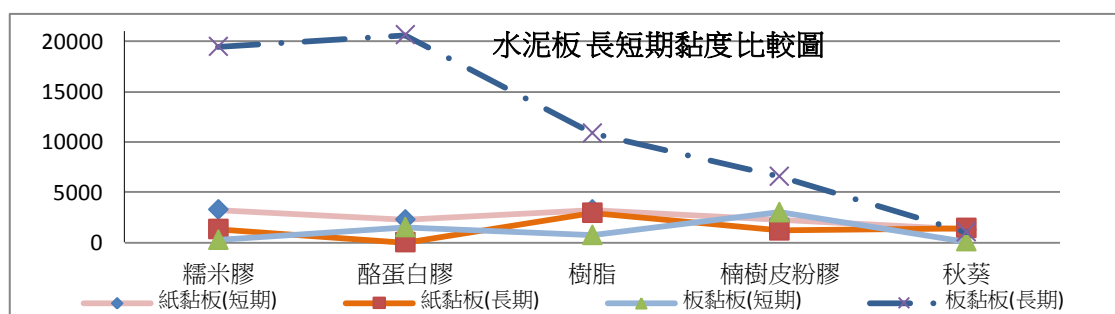
四、楠樹粉膠雖然和其他天然環保膠比較起來，在黏度表現上沒有特別突出，在木板上的黏度更是沒有我們預期的高，但卻是黏度表現最均勻的，在所有材質板子紙黏板黏度達到生活上可應用的程度，在板黏板的初期定位黏著及長期黏著都有可接受的表現。



五、秋葵膠在各種材質上的紙黏板黏度都達到生活應用上可接受程度，在玻璃及磁磚等光滑表面材質上長期黏度超越其他天然環保膠以及市售樹脂；但在板黏板方面，卻只在木板上達到應用要求黏度，在其他不具吸水性材質的板子上，不論長、短期黏度都極低。由此觀察比對現象，我們推測秋葵膠需要在少水環境下黏性才比較能發揮，為證明我們的推測，我們設計一印證實驗，發現當天使用時含水率越低，越容易發揮黏性。



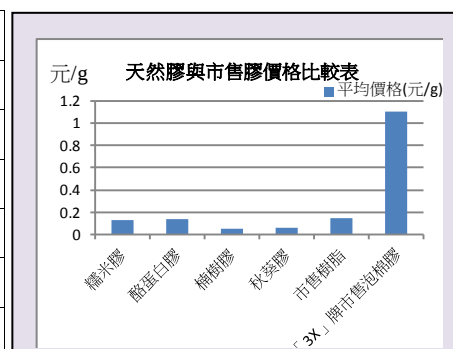
六、所有天然膠及市售樹脂在水泥板上的紙黏板數據，幾乎都是短期黏度強於長期黏度，但在板黏板時則正好相反，是長期黏度強於短期黏度，我們推論在這個現象應該值得後續繼續探討。



七、天然自製膠與市售膠價格戰：

比較自製**天然環保黏膠**與市售膠，發現市售領導品牌(3X 牌泡棉膠)是最貴的膠，甚至最便宜的是楠樹膠，第二名是秋葵膠，第三名的糯米膠，均**比市售樹脂和 3X 牌泡棉膠便宜**。

比較項目	市售價格	平均價格(元/g)
天然自製環保糯米膠	300g 40 元	0.13 (元/g)
天然自製環保酪蛋白膠	980g 140 元	0.14 (元/g)
天然自製環保楠樹膠	1000g 50 元	0.05 (元/g)
天然自製環保秋葵膠	800g 50 元	0.06 (元/g)
市售樹脂(南 X 樹脂)	300g 45 元	0.15 (元/g)
3X 市售泡棉膠	225g 250 元	1.1 (元/g)



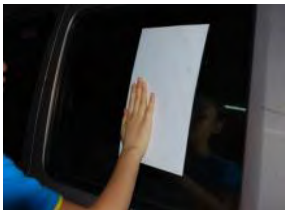
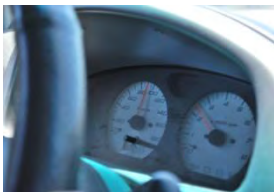
八、本次研究發現**可以用微波爐加熱方式來製作澱粉類的糯米粉膠**，在應用上更快速、方便，以往科展研究(參考資料 二)對於糯米粉膠的黏性發展有詳細引述，大略為：糯米含有較多澱粉類中黏性較強的支鏈性澱粉，在高溫高濕環境下進行糊化作用而產生黏性，我們在這次實驗中，**微波爐加熱方式也能促使糊化作用來產生黏性**。

九、**酪蛋白(Casein)膠**在實驗中表現了優異的長期黏著能力，尤其在木板、玻璃及水泥板等材質上，所以我們做了酪蛋白膠的基本資料了解：早在古埃及時代，人們就僅得以奶與土質顏料來調製塗料。文藝復興時期許多建築的乾式壁畫也都是採用蛋白膠做為繪畫顏料的黏結劑。例如，聞名的西斯汀禮拜堂裡，米開朗基羅所作的壁畫可以完整保存至今、顏色依然鮮明亮麗，全要歸功於這種塗料配方的耐久性。第一次世界大戰的飛機製造商就採用以酪蛋白為主的膠來固定木材(參考資料 九)，**現在酪蛋白膠仍可見用於工業製膠配方中，製作木材膠合劑**(參考資料 十)。

十、**楠樹皮粉由香楠樹皮磨粉製成**(參考資料 十一)，是**製香的主要原料之一**，其黏性主要來至於木質素(Lignin) (參考資料 十二)，存在於所有陸地性維管束植物中，在植物體的木質素，含量大約為 20~30%，僅次於纖維素，在植物體中，木質素為天然的黏合劑，存在於纖維素之間，結合和保持纖維素的成束在一起，因此被認為是合成樹脂膠合劑的良好原料，在 1895 年就有使用木質素作為膠合劑的第一個專利，現在仍然是利用農林廢料作為膠合劑原料時，首應考慮的重要成分(參考資料 十)。

十一、**秋葵膠**出乎大家意料之外的在各種材質上黏紙都很牢固，尤其在玻璃及磁磚的長期黏性更是本次實驗所有膠中表現最佳的，更勝過市售樹脂，秋葵的黏液含有**水溶性纖維果膠、半乳聚糖和阿拉伯樹膠等多醣體**(參考資料 十三)，但是我們並找不到任何有關秋葵在黏著上的應用實例；**因此秋葵的黏液應用於黏著上的使用值得後續進一步探討**。

十二、 測試自製環保黏膠的黏度檢驗結果是否能應用於生活中？

實測檢驗方法	黏度實際檢驗方法	檢驗過程	實測結果
	自製天然環保膠可以三代自製黏度計檢測，想檢驗真實生活裡將膠黏貼在車窗玻璃上，上高速公路是否能承受時速 100 公里的風？ (長期黏度標準：能承受陣風十級風，風速換算是 88~102 km/h)	  1.自製黏膠黏車窗上 2.開車上高速公路   3.時速達 100 公里 4.下車檢驗紙膠未掉	時速 100 公里紙、膠均未脫落，證明： 1. 以自製黏度計檢驗天然環保膠確實可行。 2. 自製環保膠在玻璃上黏度可承受高達十級風仍不會吹落。

十三、 我們彙整黏度實驗及去除殘膠實驗的結果，整合成生活應用速查表。

表 6-7:天然黏膠生活應用速查表(黏紙)：

牆面	(紙黏牆面) 適合用膠		去膠方式					
			使用器材：市售細纖維布、棉質抹布、海綿					
			去除溶液					
			水	酒精	苦茶粉	洗碗精	木瓜皮 (酵素)	檸檬酸+ 小蘇打
木板	糯米膠	★	★	×	★	▲	▲	★
	酪蛋白膠	★	★	▲	★	▲	★	▲
	楠樹皮粉膠	★	×	▲	×	×	▲	▲
	秋葵	★	★	▲	★	▲	▲	▲
玻璃	糯米膠	★	▲	×	▲	×	★	★
	酪蛋白膠	短黏						
	楠樹皮粉膠	★	×	▲	▲	×	▲	▲
	秋葵	★	▲	▲	▲	▲	★	★
水泥牆	糯米膠	★	★	▲	★	★	★	★
	酪蛋白膠	▲	★	×	★	★	★	
	楠樹皮粉膠	★	▲	×	▲	×	▲	▲
	秋葵	★	★	×	▲	▲	★	★
磁磚	糯米膠	★	★	▲	★	★	★	★
	酪蛋白膠	短黏						
	楠樹皮粉膠	★	▲	▲	▲	×	×	▲
	秋葵	★	★	▲	▲	★	★	★

圖例：★=好用 ▲=可接受 ×=不好用 短黏=適合短期黏貼(3~10 天後自行脫落)

柒、 結論

- 一、除了以往各屆科展研究的澱粉類以外，植物莖類、植物果實類及蛋白質類的黏性都足以應用做為天然環保黏膠，且均可在幾分鐘時間內快速、方便製作完成。
- 二、以微波爐加熱方式，也能促使糯米類產生糊化作用來產生黏性，製成黏膠。
- 三、本研究經實驗過程，篩選出各類天然黏膠中黏度表現最優異的，分別是：
 1. 澱粉類－糯米膠
 2. 植物莖類－楠樹皮粉膠
 3. 植物果實類－秋葵膠
 4. 蛋白質類－酪蛋白膠
- 四、發現自製天然環保膠黏度強卻能有效去除，超乎我們原本的想像，而市售樹脂黏度雖強，但卻不容易順利去除。
- 五、天然黏膠在主要牆面材質上黏紙，黏性能長期(30 天)持續。
- 六、實驗結果發現在常見牆面材質上，都有可取代甚至超越市售樹脂的天然環保膠。
- 七、糯米膠在有孔隙的表面材質黏性都有優異表現，例如木板、水泥板。
- 八、酪蛋白膠適合於木板、玻璃、水泥板間的黏著；但在紙黏板上卻都只適合短期黏著，因此若有短期(三天內須拆除的海報)建議可使用酪蛋白膠，三天內自然脫落。
- 九、楠樹皮粉膠是黏度表現最均勻的，在常見牆面材質黏紙，黏度都可達到生活上可應用的程度。
- 十、秋葵膠其紙黏板在玻璃及磁磚等光滑表面材質，其長期黏度更是超越其他天然環保膠以及市售樹脂為光滑表面長期時間的黏膠王。
- 十一、我們成功將去膠實驗量化，並以此量化標準確實能比較各去膠方式的優劣程度。
- 十二、實驗過程中發現自製天然黏膠黏度高於市售領導品牌(3X 牌泡棉黏膠)，但價格卻相對便宜。
- 十三、我們根據實驗結果作成「天然黏膠(黏紙)生活應用速查表」。

捌、參考資料

- 一、蘇成宏、林仲甫、林昱婷(2011)。環保糯米膠。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品。
- 二、杜雨婷、李唐安、蕭奕苓、劉子瑜、蕭聖凱、黃家澤(2011)。不是「懦」夫—古建築黏著材料之研究與探討。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品。
- 三、李佳芸、胡碧薰、李孟庭、錢彥愷、周宜萱(2009)。天然多功能黏紙王~天然物質製作黏著劑之探討，中華民國第 49 屆中小學科學展覽會作品。
- 四、簡漢承、陳榆柔、陳庭姍、陸筠、陳映如、簡漢昇(2008)。黏度大考驗—應用具有黏性物質製作黏著劑之探討與研究。中華民國第 48 屆中小學科學展覽會作品。
- 五、王安智、張愛彌、傅文傑、林瑜雯(1990)。奇妙的澱粉。中華民國第 30 屆中小學科學展覽會作品。
- 六、陳榮坤(2011)。數位影像在量測植物葉面積之應用。台南區農業專訊。
- 七、How to Make Glue at Home. *eHow*. from http://www.ehow.com/how_5373737_make-glue-home.html
- 八、Casein Glue Ingredients. *eHow*. from http://www.ehow.com/info_8417172_casein-glue-ingredients.html
- 九、Casein. *Wikipedia*. from <http://en.wikipedia.org/wiki/Casein>
- 十、陳嘉明(2000)。生物質木材膠合劑。國立編譯館。
- 十一、新港香藝文化園區。台灣製香故事。取自 http://www.incense-art.com.tw/c_page2_10.asp
- 十二、自由電子報。論燒香致癌。取自 <http://www.libertytimes.com.tw/2007/new/aug/20/today-o3.htm>
- 十三、行政院衛生署中醫藥委員會(2003)。黃秋葵—新興蔬菜之開發及利用。臺灣藥用植物資源名錄。

【評語】 080825

1. 具本土性，材料容易取得，有應用性。
2. 取樣多，但少數的數據不夠準確。
3. 研究的流程表達夠清楚。
4. 總體而言，是個不錯的作品。