

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 化學科

佳作

080201

百黏好合

—動物性與植物性蛋白質製成蛋白膠水的探討

學校名稱：彰化縣彰化市中山國民小學

作者：	指導老師：
小六 葉亞欣	康秋郎
小六 楊秉澄	張明和
小六 林冠宇	
小五 楊育棠	
小五 林祐翔	

關鍵詞：奶粉、膠水、蛋白質

# 百『黏』好合～

## 動物性與植物性蛋白質製成蛋白膠水的探討

### 摘要

本研究探討由奶粉及黃豆製作合乎環保需求天然蛋白膠水的可行性。在奶粉或豆漿中加入食用醋，產生凝固物，經分離後，以小蘇打調整至中性，即生成牛奶酪蛋白膠水或植物性大豆球蛋白膠水。研究中以黏著物體能承載彈珠顆粒數(重量)的重力拉扯來評估其對不同材質的黏著力，並以接著物體浸泡酸鹼液體後的承載重力拉扯來評估其耐酸鹼特性。結果顯示：以室溫萃取蛋白膠水黏性最佳，黏著時間愈長，承載重量能力也愈高；測試黏於木板 24 小時後，可承載 7~9 公斤重；浸泡實驗中，亦可承受 2.5 公斤重以上，其黏著能力勝過工業使用之樹脂膠水。因此天然蛋白膠水的製備是可行的，它以常溫製作無毒性、合乎環保需求。若以過期奶粉來製作，更是資源再利用。

## 壹、研究動機

暑假去參觀自然科學博物館原生植物園區時，聽到導覽老師在介紹生產橡膠的製作過程時提到，橡膠是一種植物的天然萃取物，工人每天天未亮時就進行採收，經過一連串的過程，製成車胎或輪胎等產品，而老師也提到牛奶可以拿來做成膠水，聽到這個不禁讓我對牛奶變成膠水產生好奇心，就把這件事情告訴其他同學，大家就想將牛奶變成膠水，於是就開始上網及去圖書館查詢資料。

經過上網搜尋得知，工業上常用膠水，如白膠成份為聚乙烯酯酸脂，具刺鼻味；黃膠成分為聚氯丁烯，含甲苯，有高毒性，會影響中樞神經系統，嚴重時可導致昏迷或死亡。討論的過程中又提到如果能夠利用天然動、植物蛋白質來製成膠水，不會有化學藥劑揮發於大氣中，可以減少生活用品對環境的影響。

而牛奶能夠製成具有黏性的膠水，主要是因為牛奶中含一種特殊蛋白質-酪蛋白，使之製成的牛奶膠水具有黏性，又牛奶蛋白質可以做成膠水，那植物性的蛋白是否也可以做成膠水呢？於是與老師討論後，就決定以此作為研究的主題。

## 貳、研究目的

- 一、以奶粉及常見豆類調製成天然蛋白膠水。
- 二、奶粉與黃豆製成天然蛋白膠水後黏著於不同材質上的觀察。
- 三、天然蛋白膠水不同萃取溫度之黏滯性與承載重力探討。
- 四、天然蛋白膠水適用性及耐酸鹼性之觀察。

## 參、實驗設備器材

### 一、 化學藥品與原料：

1.白膠(南寶樹脂)	2.PVA 雄獅牌膠水	3.硼砂	4.食用醋酸
5.酒精	6.市售模型膠水	7.碳酸氫鈉(NaHCO <sub>3</sub> )	8. 全脂奶粉
9. 脫脂奶粉	10. 黃豆	11.花生	12. 紅豆
13. 米豆	14. 雪蓮子	15.廣用試紙	

### 二、 儀器與設備類：

1.各式燒杯	2.陶瓷纖維網	3.酸鹼檢測計	4.砂網過濾器
5.藥匙	6.各式量筒	7.滴管	8.精密磅稱
9.果汁機	10.酒精燈	11.溫度計	12.攪拌棒
13.萬用鐵架	14.砝碼	15.量瓶	16.鑽孔機
17.漏斗	18.漏斗座	19.打火機	20.計時器
21.三腳架	22.透明壓克力管	23.量角器	

### 三、 其他材料：

1.壓克力片	2.木夾板 6mm 厚	3.各式標籤紙	4.小磚塊
5.盛水器	6.長尾夾	7.水彩筆	8.吊架
9.螺絲	10.紗布	11.剪刀	12.水桶
13.彈珠	14.保特瓶	15.紅色棉線	16.菜瓜布
17.棉布手套	18.美工刀	19.布丁杯	20.量角器
21.濾紙(90mm)	22.麥克筆		

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究過程流程圖

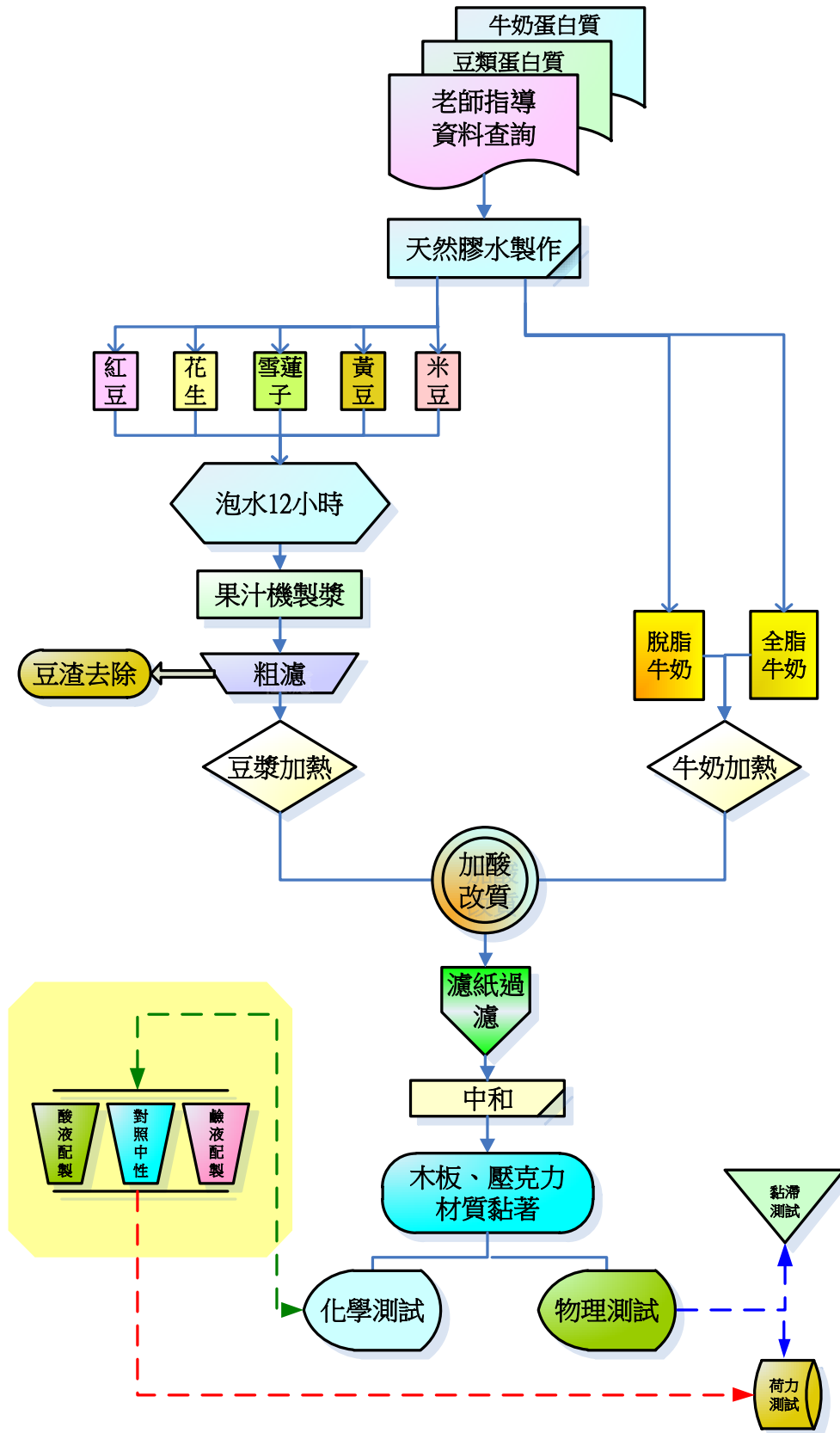


圖 1 實驗流程圖

## 二、文獻探討

我們閱讀歷屆全國科展以關於「黏著劑」之作品，將重點整理如下：

### (一) 第 50 屆中小學科展，國小組化學科：自製「斤斤計膠」的膠水。

- 1、實驗發現，自製膠水含 16.7%PVA(聚乙烯醇)的快乾效果最好(17 分鐘)，且比坊間的膠水(22 分鐘)快乾的效果好。若添加三秒膠成分(醋酸乙酯)，含量在 15cc 快乾效果更好(15 分鐘)，但不及三秒膠僅 1 分鐘就乾。
- 2、說明：其主要探討快乾程度與各種膠水之間的比較。

### (二) 第 49 屆中小學科展，國小組化學科：天然多功能黏紙王~

- 1、研究主題探討高筋麵粉、中筋麵粉、低筋麵粉、地瓜粉、糯米粉、太白粉等六種粉類，製作出最具黏性及持久性的天然黏著劑。
- 2、說明：本研究以天然”澱粉”類食品製成膠水，並比較其黏性差異。

### (三) 第 49 屆中小學科展，國中組化學科：黏土萬用在哪裡？

- 1、製作黏土的主要成份「聚異丁烯」及「碳酸鈣」，依照不同比例調配成附著力不同的黏土。
- 2、說明：自製可重複使用之黏土。

### (四) 第 48 屆中小學科展，國小組生活應用科：黏度大考驗~

- 1、取四種黏性較大的食物：蓬萊米、圓糯米、中筋麵粉、太白粉探討。製作二個簡易的地震儀測量震動後黏著效果。
- 2、說明：本研究以天然”澱粉”類食品製成膠水，並製作地震儀比較黏性差異。

### (五) 第 27 屆中小學科展，國小組生活應用科：黏！黏！黏！接著劑黏著強度之探討。

- 1、使用南寶樹脂、強力膠探討被接著材料表面之孔隙、粗滑、濕度……等之影響。
- 2、說明：結論以南寶樹脂較強力膠黏著效果好。

### (六) 美勞用膠水(PVA)的成份與原理：

- 1、美勞用膠水最多的成分是水，還有一定會加的就是增稠劑和防腐劑，它主要的成份有醋酸乙烯樹脂，而化工產品中的聚乙烯醇也是其中一種。
- 2、膠水的原理：膠水是一種醋酸乙烯高分子體，呈圓形粒子，一般粒子的半徑是在  $0.5-5 \mu m$  之間。物體與物體之間的黏接，就是靠膠水中的高分子間的拉力來實現的。當膠水所含的水分因時間逐漸消失，高分子體就會相互依靠，而分子間的拉力能夠

將兩個物體緊緊的結合在一起。

(七)我們查詢的資料得知：加入的碳酸氫鈉(化學式： $\text{NaHCO}_3$  俗稱小蘇打)，白色細小晶體。

$50^\circ\text{C}$  以上開始逐漸分解生成碳酸鈉、二氧化碳和水， $270^\circ\text{C}$  時完全分解。碳酸氫鈉溶於水時呈現弱鹼性。



(八) 牛奶膠水的製備：

我們以「牛奶膠水的製作」為關鍵字在網路上搜尋資料，將得到的資料整理如下：

1、 器材：脫脂牛奶、醋、紗布、小蘇打、透明杯

2、 方法：

(1)將40mL脫脂牛奶倒入杯子中，加入10mL醋，攪拌一下，使其充分混合。

(2)用紗布過濾上述混合物。

(3)將紗布中收集的固體物質倒入杯子中。

(4)在杯子中加入適量小蘇打，攪拌，膠水就做成了。

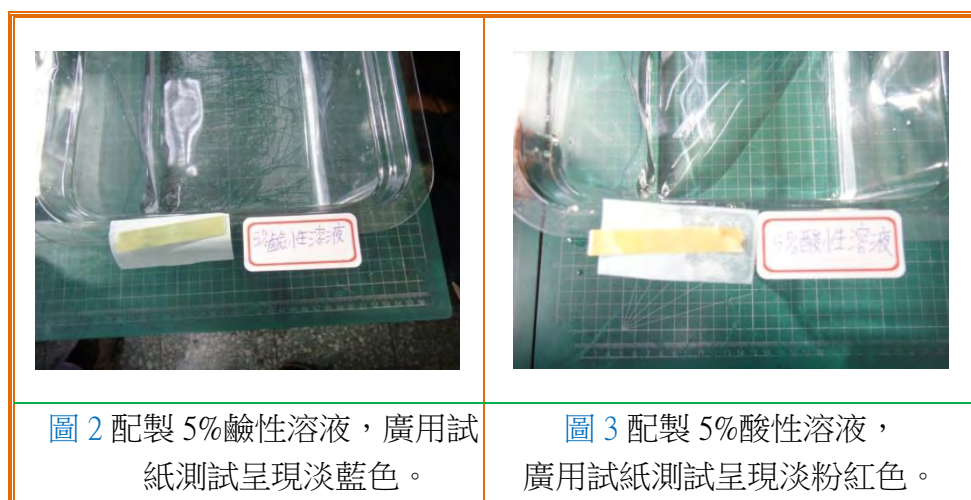
### 三、以奶粉及常見豆類調製成天然蛋白膠水

#### (一)5%鹼性溶液的配製：

- 1.取50克的碳酸氫鈉粉末，將之溶解於500mL水中，經攪拌完全溶解後，將此溶液倒入1000 mL量瓶中，加水至1000 mL刻度，則此溶液為5%鹼性溶液。(圖 2)

#### (二)5%酸性溶液的配製：

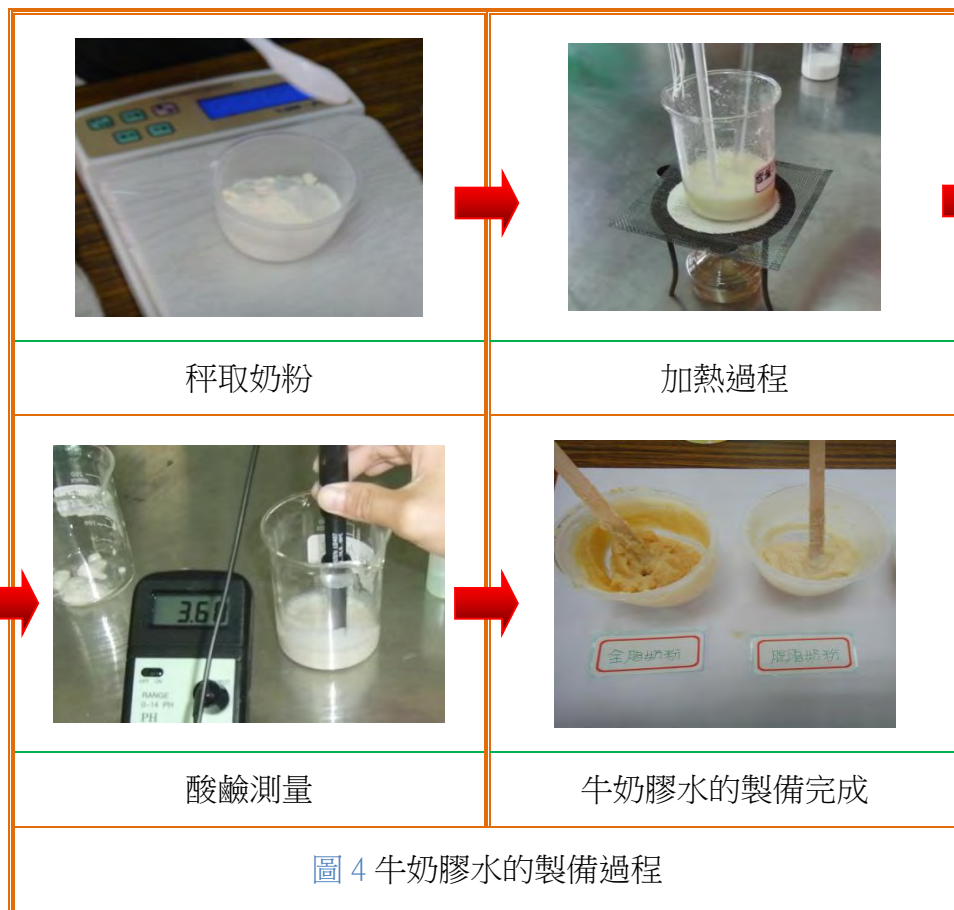
- 1.利用量筒取50 mL的5%醋酸溶液，加入已裝有500 mL水的1000 mL的量瓶中，加水至1000 mL的刻度處，即成為5 %酸性溶液。(圖 3)



#### (三)以奶粉製備成蛋白膠水：

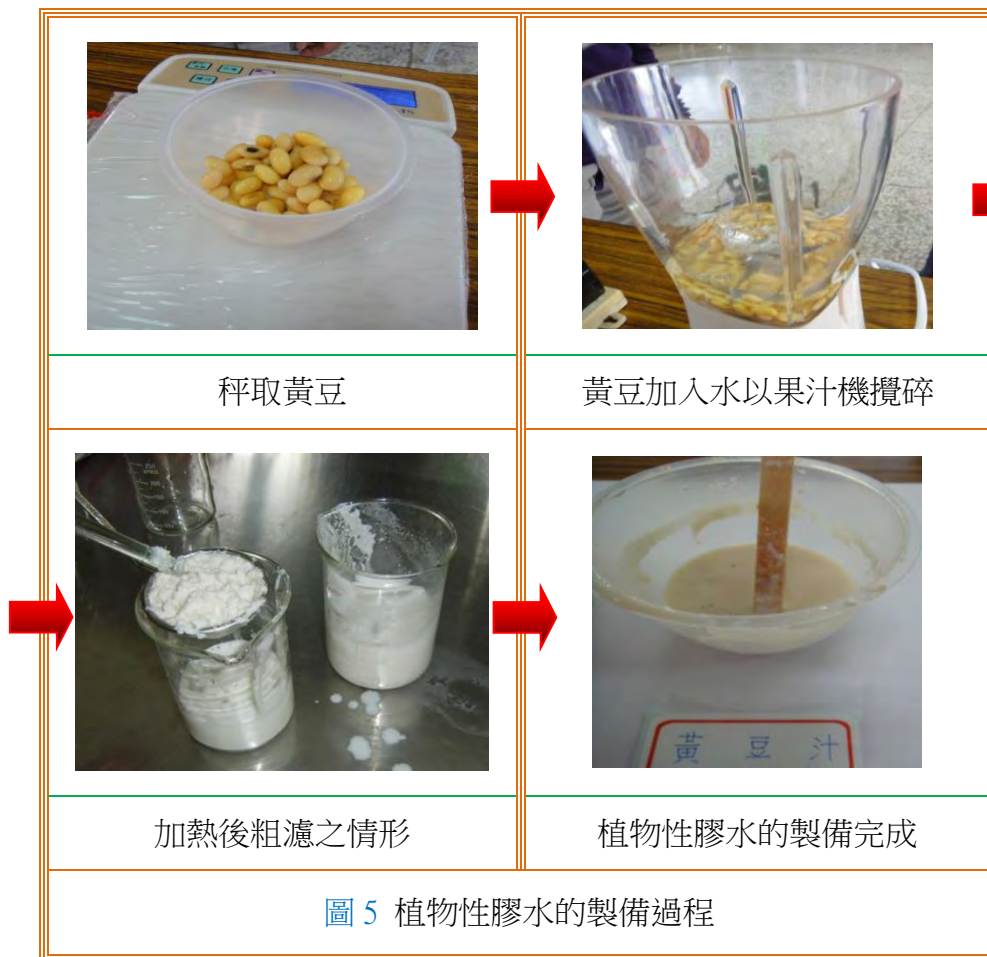
1. 牛奶配製：以量杯量取100 mL的水二份，分加入以磅秤稱取20公克重的脫脂奶粉中。
2. 與全脂奶粉中，利用玻璃棒攪拌使之溶解。各再分裝成4杯，取1杯不加熱。
3. 分將溶解之3杯牛奶置於酒精燈架上加熱至40°C、70°C與沸騰溫度，以溫度計量測之，並以碼錶計時，維持此溫度範圍約10分鐘。
4. 一邊攪拌一邊分別加入食用醋酸於全脂與脫脂奶粉中，直到不再產生白色物質，能夠觀察到凝固物質。
5. 等待溶液冷卻後，利用濾紙與漏斗進行過濾，留下黃白色凝固物質。
6. 於酸性凝固物質中加入碳酸氫鈉粉末，調成中性。
7. 上述步驟完成，即製備得牛奶膠水(接下頁 圖 4)。





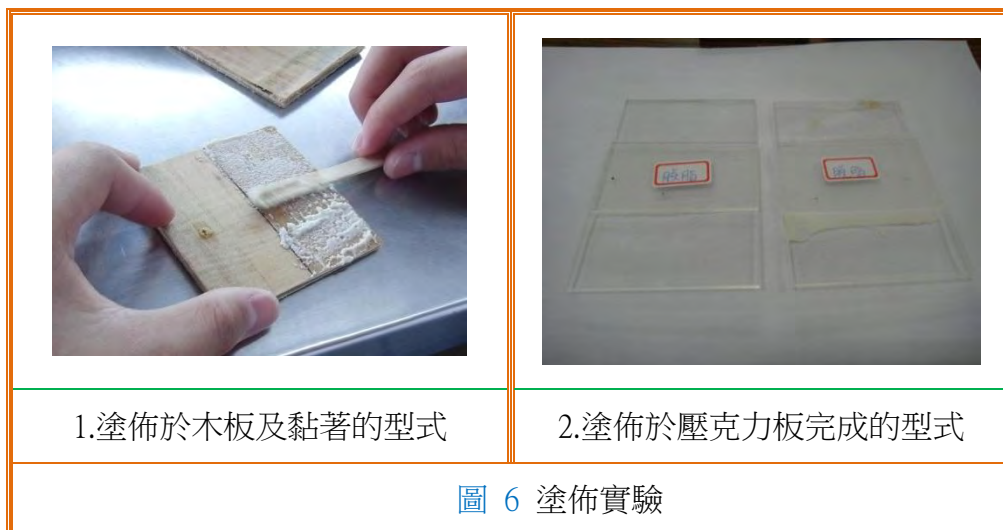
#### (四)豆類製備成蛋白膠水：

1. 豆類製備：黃豆、紅豆、米豆、花生、雪蓮子五種。
2. 以量杯量取100 mL的水和以精密天秤稱取20公克重的浸泡12小時的豆類，利用果汁機將之研磨成汁液，並以砂網過濾器過濾。
3. 取各種豆類濾液4杯，1杯不加熱，餘3杯分置於酒精燈架上加熱至40°C、70°C與沸騰溫度，以溫度計量測之，並以計時器計時，維持此溫度範圍約10分鐘。
4. 一邊攪拌一邊加入食用醋酸，直至觀察到凝固物質不再增加。
5. 等待溶液冷卻後，利用濾紙進行過濾，留下黃白色凝固物。
6. 於黃白色凝固物中加入碳酸氫鈉粉末，進行調和。上述步驟完成，即製備得以豆類為主體的植物性膠水(接下頁 圖 5)。



#### 四、天然蛋白膠水後黏著於不同材質上的觀察

- (一) 將調配好的膠水，利用水彩筆進行塗佈於7 x 7cm 的木板、壓克力板以及小磚塊。
- (二) 木板與壓克力板之面積： $7\text{cm} \times 7\text{cm} = 49\text{cm}^2$ ，黏疊部分為二分之一，即 $24.5\text{cm}^2$ 。
- (三) 所有須塗佈的材質，在塗佈前須先進行清洗或浸泡於水中約20分鐘，而後陰乾，再進行塗佈(圖 6)。



## 五、天然蛋白膠水不同萃取溫度之黏滯性與承載重力探討。

取室溫未加熱和加熱至 40°C、70°C 與沸騰溫度之天然蛋白膠水完成以下測試。

### (一) 承載重力測試

- 1.進行拉力測試前，必須先於木板及壓克力板上進行鑽洞(圖 7)。
- 2.完成鑽洞後，以 10 cm 紅色棉線進行捆綁，做為吊掛的用途(圖 8)。

### (二) 黏滯性測試

- 1.以透明壓克力管50.0公分長度，壓克力管角度以量角尺標定為30度斜角。(圖 8)
- 2.滴管取1毫升，輕滴下一滴，以計時器測量膠液滴下後流動時間。(圖 9)



圖 7 木板與壓克力片進行鑽孔之情形

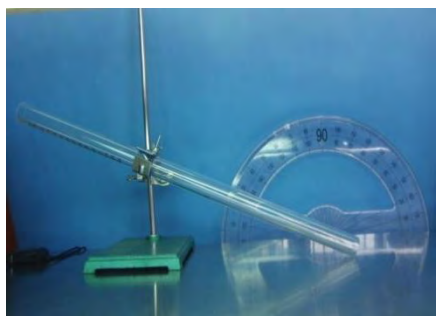


圖 8 以量角尺標定為 30 度斜角



圖 9 以計時器測量滴下後流動時間

六、天然蛋白膠水適用性及耐酸鹼性之觀察。

(一) 將乾燥兩星期的類成品，浸泡於5%鹼性溶液(圖 10)、5%酸性溶液中(圖 11)。

(二) 浸泡於上述溶液中10分鐘後，進行拉力測試，觀察其承載重量之情形。

(三) 利用彈珠作為重量之來源，以利於重量之計數，彈珠一顆重量約為5克(圖12)。

(四) 觀察其承載重量之情形(圖 13)。



圖 10 放入鹼性溶液內，浸泡 10 分鐘



圖 11 放入酸性溶液內，浸泡 10 分鐘



圖 12 壓克力浸泡後拉力測試



圖 13 計數彈珠之情形

## 伍、研究結果

### 一、以奶粉及常見豆類調製成天然蛋白膠水：

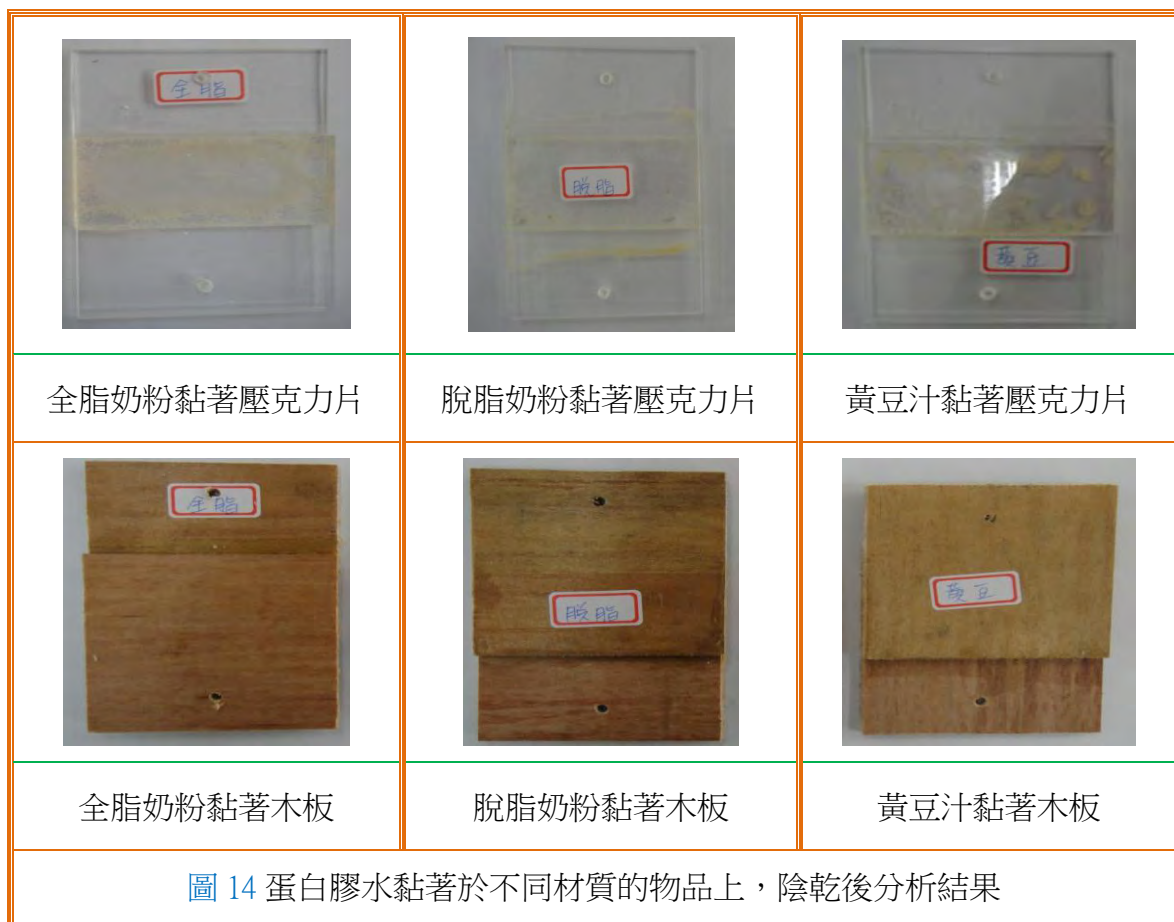
- (一) 奶粉加水調和經過加熱的過程中，加食用醋酸來萃取與聚集酪蛋白，所以可觀察到溶液有分層，另外加熱主要是讓牛奶中所含的蛋白質因加熱而造成性質改變。
- (二) 市售豆類製成膠水的實驗步驟與奶粉的過程相似，但其中不一樣的是奶粉是萃取酪蛋白，豆類主要萃取其蛋白質-球蛋白，而此蛋白質含量以黃豆為最多。
- (三) 牛奶及市售豆類分別萃取出來的酪蛋白與球蛋白為酸性，須加入碳酸氫鈉粉末調和成中性，因此就成為作為黏著不同材質的膠水。
- (四) 由表 1 可以觀察到動物性與植物性蛋白在未加入食用醋酸前的酸鹼度為弱酸性，經過小蘇打調和過皆為中性，再塗於木板上 24 小時後，利用彈珠測量乘載拉力，可觀察到只有米豆與花生的蛋白質無法成為具有黏性之膠水；承載拉力最好的為全脂與脫脂牛奶及黃豆，可承載彈珠分別為 1483、1835 及 1707 顆，換算成重量約為 7~9 公斤重；而最差的為雪蓮子，約承載 1.2 公斤重。

表 1、動物性與植物性蛋白萃取過程的酸鹼度及承載彈珠數(顆)

處理方式 溶液種類	未經過加熱 之酸鹼度	加食用醋酸 後之酸鹼度	加小蘇打調 和之酸鹼度	陰乾 24 小時，測 量承載彈珠數(顆)
1. 全脂牛奶	6.4	4.7	7.4	1483(約 7.4kg)
2. 脫脂牛奶	5.7	4.6	7.6	1835(約 9.1kg)
3. 黃豆	6.3	4.6	7.4	1707(約 8.5kg)
4. 紅豆	6.8	4.2	7.0	473(約 2.3kg)
5. 雪蓮子	6.1	3.8	7.5	256(約 1.2kg)
6. 花生	6.2	3.9	7.5	×
7. 米豆	6.7	3.9	7.6	×

## 二、奶粉與黃豆製成天然蛋白膠水後黏著於不同材質上的觀察

- (一) 將透過牛奶及黃豆所製備而成的膠水，黏著於木板、壓克力片上，經過陰乾後之成品稱為「類成品」，作為後續實驗所需之器材。稱類成品主要因為膠水都是直接塗佈於所需之物品上，有可能多種不同材質的物品上，而完成不同所需的目的。本組試驗所製備完成的膠水是塗佈於木材、壓克力片上，作為測試之用途，因此稱「類成品」。
- (二) 類成品在塗佈前必須將木材、壓克力，先前浸泡於水中，主要是去除會影響上膠的干擾的物質，例如：灰塵、蠟及毛細孔薄膜。
- (三) 經過一個星期陰乾後，能夠觀察到全脂與脫脂奶粉、黃豆汁所製備而成的膠水能夠把木板、壓克力片及小磚塊牢牢地黏緊，如(圖 14)。



### 三、天然蛋白膠水不同萃取溫度之黏滯性與承載重力探討：

(一) 以不同加熱溫度萃取的蛋白質所製成的類成品，其承載拉力之表現情形。

1. 經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於壓克力片上的承載拉力，由表 2 與圖 15 所觀察到結果與在木板上完全不太相同，以經過室溫萃取的承重效果最好，陰乾天數越長，分子間的水份減少會增加聚合效果，因此可承重效果會增加。
2. 經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於木板上的承載拉力，不論是動物性與植物性的第 1 天後皆可以承載約 1898 顆彈珠的能力，約 9.30 公斤重，研判木材類有較強的吸濕能力，蛋白質滲入木板孔隙，致效果佳，第 3 天則採地磅用砝碼荷重試驗，脫脂牛奶類成品斷裂於木板開孔掛繩處。
3. 由表 2 能夠觀察出動物性及植物性的蛋白膠水有經過適度加熱的，能夠增加其承載拉力，但若致使蛋白質過度地被破壞，則會降低承載重量的能力。
4. 由表 2 及表 3 可觀察出利用不同溫度所製備而得的動物及植物性蛋白膠水的黏滯程度，會隨著製備溫度增加而降低，但其對於蛋白膠水則無明顯的相對關係。

表 2、不同溫度製備的蛋白膠水塗於壓克力片上的承載拉力 (單位: 公斤重)

全脂牛奶-不同溫度製作之膠水與承載拉力				
溫度 °C	室溫	40°C	70°C	沸騰
測量項目				
承載拉力(kgw)	4.99	3.33	3.00	2.09

脫脂牛奶-不同溫度製作之膠水與承載拉力				
溫度°C	室溫	40°C	70°C	沸騰
測量項目				
承載拉力(kgw)	7.49	5.84	4.74	3.82

黃豆-不同溫度製作之膠水與承載拉力				
溫度°C	室溫	40°C	70°C	沸騰
測量項目				
承載拉力(kgw)	7.21	5.30	1.95	0.53

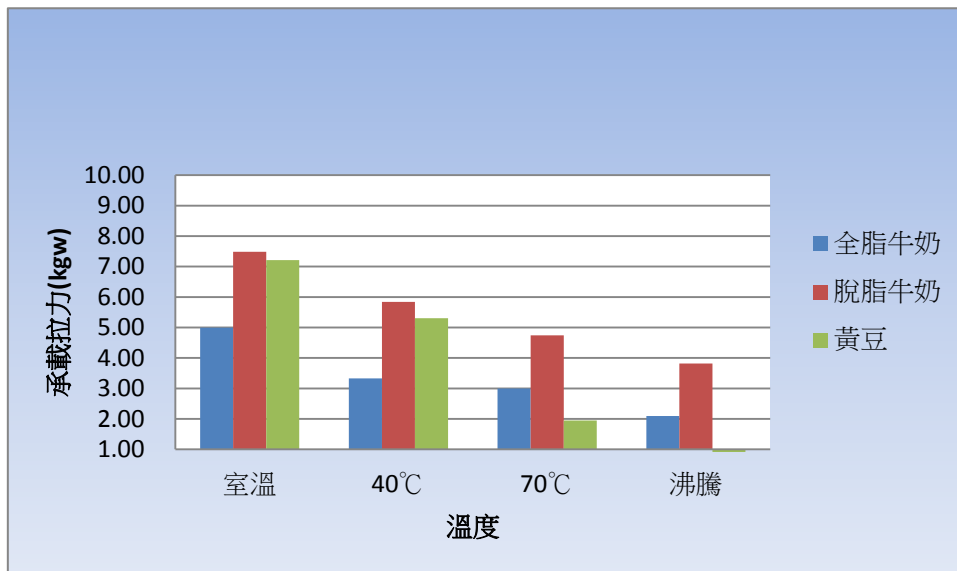


圖 15 不同溫度製作之膠水與承載拉力的關係圖

5. 由上述表 2 與圖 15 可以觀察到：這三種天然膠水(全脂牛奶、脫脂牛奶、黃豆)承載拉力的程度，會隨著製作溫度的增加而減少。在沸騰條件下製作的膠水，牛奶尚可承載一些重量，但黃豆幾乎不行。

表 3、蛋白膠水靜置不同天數後的承載拉力 (單位: 公斤重)

靜置天數	第一天	第二天	第三天
測量項目			
承載拉力(kgw)	2.51	3.32	4.24

靜置天數	第一天	第二天	第三天
測量項目			
承載拉力(kgw)	4.86	4.15	7.41

靜置天數	第一天	第二天	第三天
測量項目			
承載拉力(kgw)	2.85	3.39	5.01



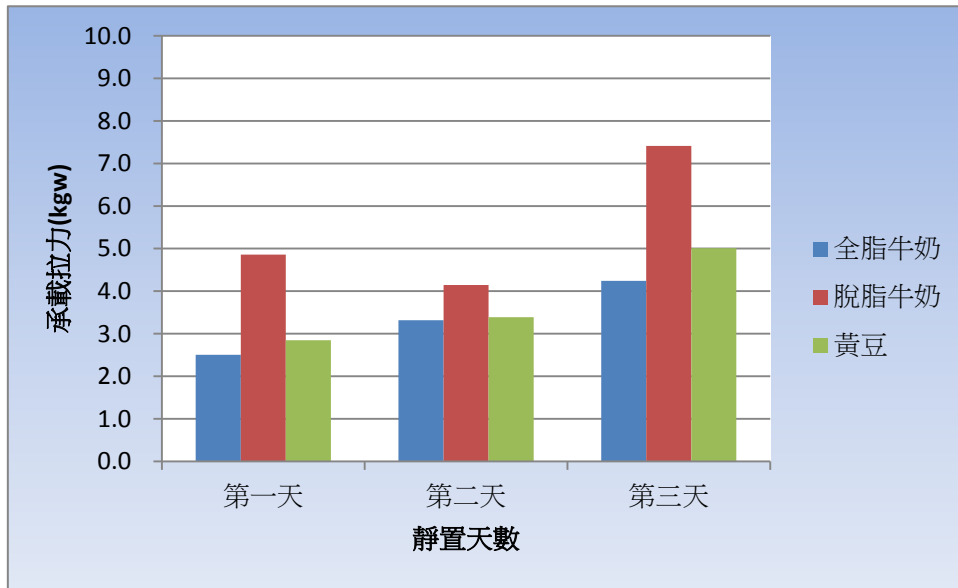


圖 16 膠水靜置不同天數後與承載拉力的關係圖

6. 由上述表 3 與圖 16 可以推測是靜置時間拉長，可以讓膠水殘餘的水分揮發，讓分子能形成整齊的排列，產生較好的黏著力。

表 4、全脂牛奶-承載拉力與黏滯程度關係圖

測量項目	溫度 $^{\circ}\text{C}$			
	室溫	40 $^{\circ}\text{C}$	70 $^{\circ}\text{C}$	沸騰
承載拉力(kgw)	4.99	3.33	3.00	2.09
黏滯程度-下滑時間(s)	7.48	6.04	4.55	2.76

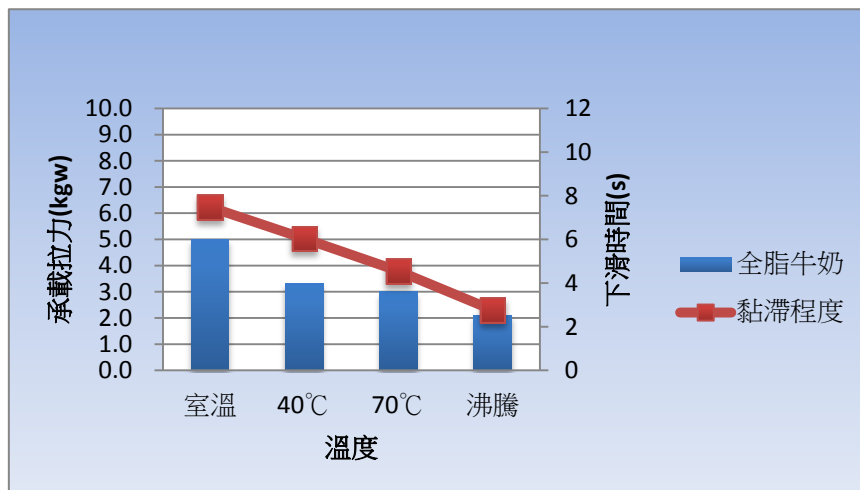


圖 17 全脂牛奶承載拉力與黏滯程度關係圖

測量項目	溫度°C			
	室溫	40°C	70°C	沸騰
承載拉力(kgw)	7.49	5.84	4.74	3.82
黏滯程度-下滑時間(s)	11.26	6.58	5.14	3.75

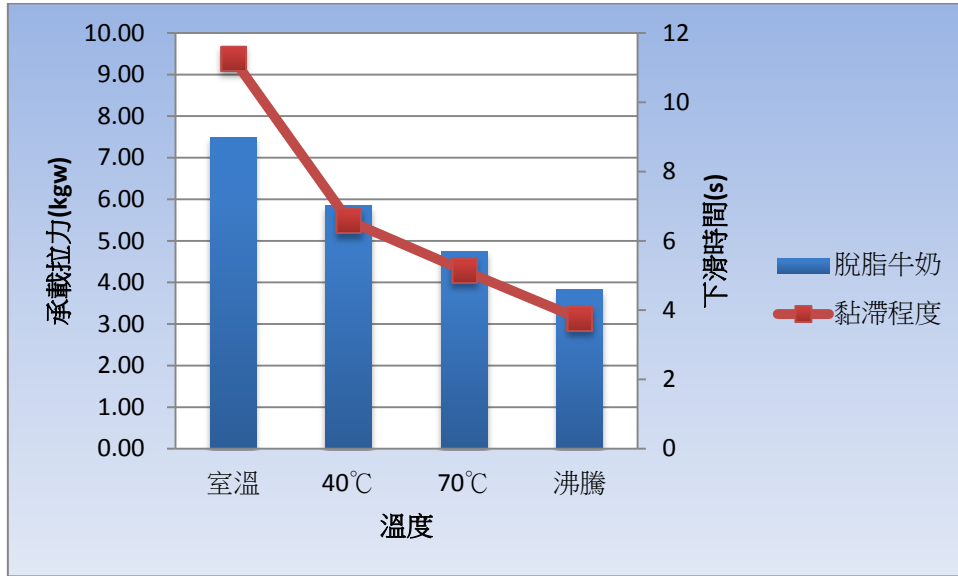


圖 18 脫脂牛奶承載拉力與黏滯程度關係圖

表 6 黃豆-承載拉力與黏滯程度關係表

測量項目	溫度°C			
	室溫	40°C	70°C	沸騰
承載拉力(kgw)	7.21	5.30	1.95	0.53
黏滯程度-下滑時間(s)	7.06	5.19	4.24	1.58

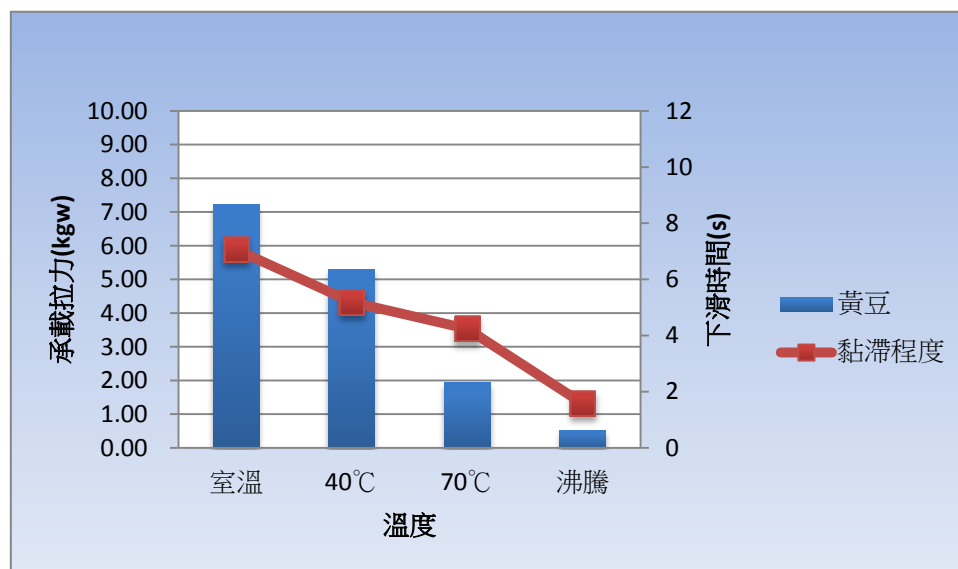


圖 19 黃豆承載拉力與黏滯程度關係圖

7. 由前述表 4~6，圖 17~19 可以發現：

- (1) 我們製作的天然膠水(全脂牛奶、脫脂牛奶、黃豆)，隨著製作溫度的增加，膠水的黏滯程度反而下降。
- (2) 製作溫度上升承載拉力反而下降(已在前面討論過)，黏滯程度的也跟著下降。我們推測當黏滯程度下降也會影響膠水承載拉力的重量。

#### 四、天然蛋白膠水適用性及耐酸鹼性之觀察

- (一) 配製不同性質的溶液，主要是為了要模擬在一般生活環境中，若所黏著的物品遭受到不同性質的化學因子干擾，是否能夠維持其黏性不致於黏著性受到破壞，因而使黏著之產品容易塌掉。
- (二) 將全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所製成的類成品分別浸泡於 5%酸性溶液、5%

鹼性溶液 10 分鐘後，觀察膠水是否會受到破壞之情形。主要是利用拉力測試的方式來測試其未浸泡及浸泡於酸性與鹼性溶液中後，承載重量之情形。

- (三) 全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的木片，在未經過浸泡於酸性與鹼性溶液其拉力測試，都可承受重量約 9 公斤重以上的重力拉扯，而經過不同溶液浸泡後，可承受 2.5 公斤重以上的重力 (接下頁 [表 7](#) 及 [圖 20](#))。
- (四) 全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的壓克力板，在未經過浸泡的拉力測試，可承受重量約 3 公斤重以上的重力拉扯，而經過不同溶液浸泡後，僅有脫脂的蛋白膠水可承受 500 公克以上的重力拉扯 (接下頁 [表 8](#) 及 [圖 21](#))
- (五) 隨著蛋白膠水黏於木片與壓克力板的時間愈長，其對於重量承載的能力愈高；而有經過不同溶液浸泡的對於重量的承載能力皆比未浸泡來得低。

表 7、全脂奶粉、脫脂奶粉、黃豆與白膠黏於木片 24 與 72 小時後，並置於不同模擬環境中測試承載拉力的結果。(單位: 公斤重)

承載拉力(kgw)		醋酸 5% 水溶液	小蘇打 5% 水溶液	中性水	未浸泡
膠水					
全脂牛奶	第一天	2.82	2.11	2.71	9.30
	第三天	7.34	8.39	6.64	25
脫脂牛奶	第一天	4.29	4.26	4.62	9.30
	第三天	16.32	14.36	16.20	60 以上
黃豆	第一天	3.65	3.28	3.94	9.30
	第三天	18.55	14.76	15.77	60 以上
白膠	第一天	8.64	8.10	8.82	9.30
	第三天	22	17	19	44

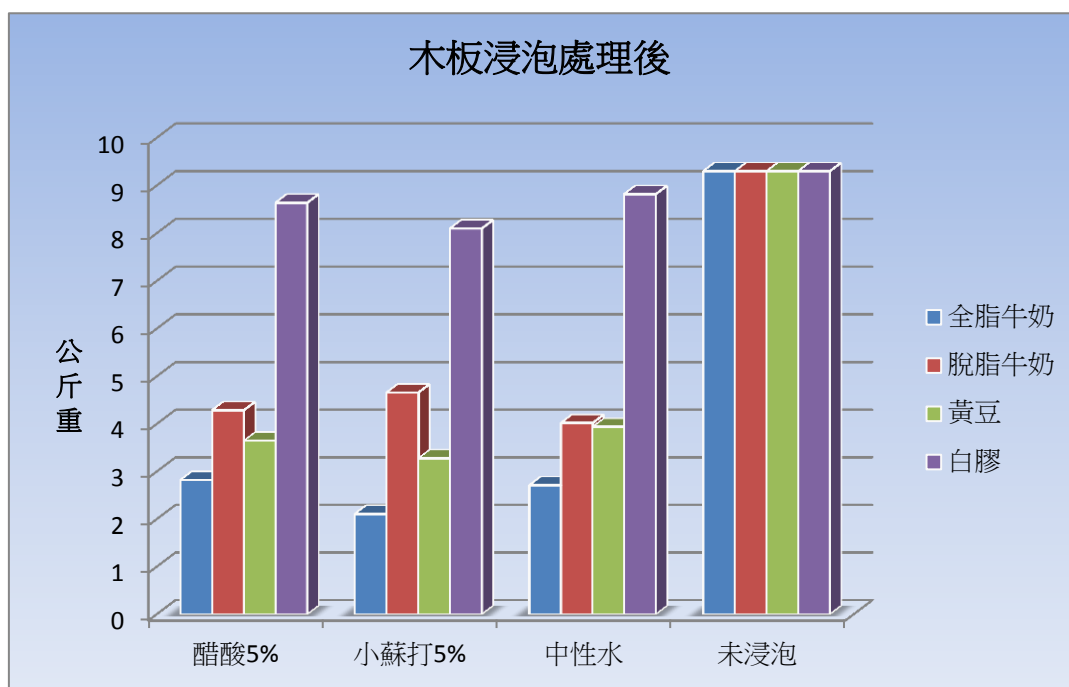


圖 20 全脂奶粉、脫脂奶粉、黃豆與白膠黏於木片 24 小時後，並置於不同模擬環境中測試承載拉力的結果

表 8、全脂奶粉、脫脂奶粉、黃豆與白膠黏於壓克力板 24 與 72 小時後，並置於不同模擬環境中測試承載拉力的結果

承載拉力(kgw)		醋酸 5% 水溶液	小蘇打 5% 水溶液	中性水	未浸泡	
膠水	全脂牛奶	第一天	0	0	0	3.99
	第三天	2.33	1.98	2.24	6.02	
脫脂牛奶	第一天	0.53	1.02	0.50	5.51	
	第三天	1.87	2.94	2.2	12.25	
黃豆	第一天	0	0	0	4.36	
	第三天	1.78	1.67	2.05	9.23	
白膠	第一天	0.63	0.97	0.77	1.97	
	第三天	1.39	2.23	1.54	3.35	

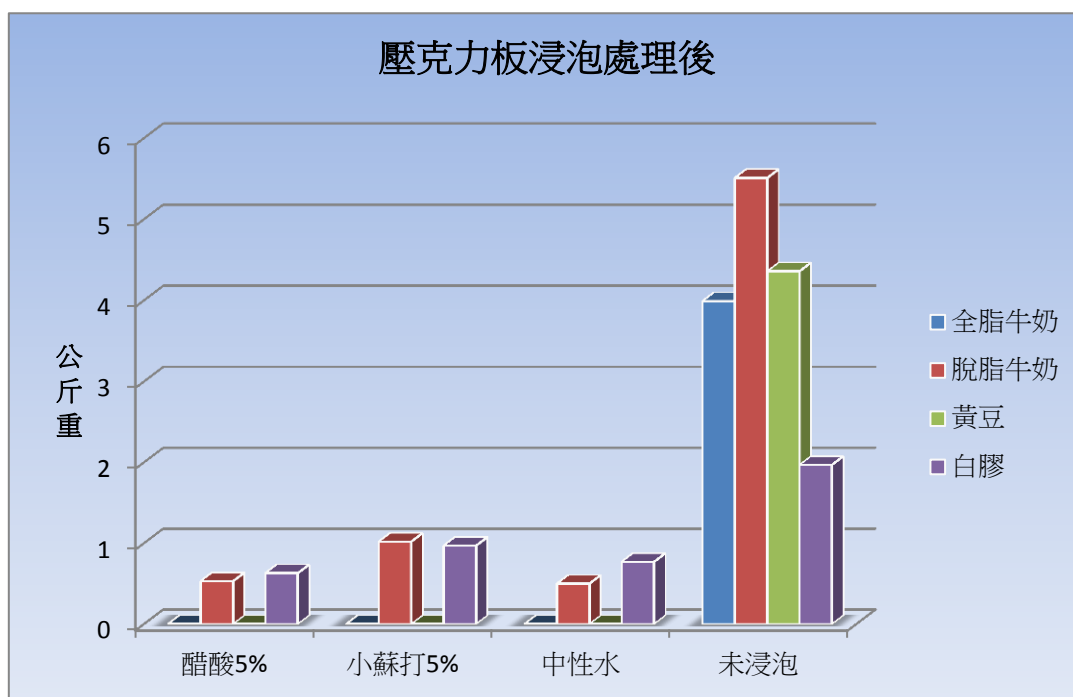


圖 21 脂奶粉、脫脂奶粉、黃豆與白膠黏於壓克力板 24 小時後，並置於不同模擬環境中測試承載拉力的結果

## 陸、討論

一、以奶粉及常見豆類調製製成天然蛋白膠水：

- (一) 本試驗製備的膠水，最主要成份為酪蛋白與大豆球蛋白，而其中酪蛋白由脫脂奶粉與全脂奶粉中萃取，而這兩者最大的不同處為其脂肪含量的不同，而植物性的球蛋白，因價錢便宜，故用來一試，效果亦佳。
- (二) 在製備蛋白膠水過程可以觀察到—全脂奶粉在萃取酪蛋白的過程，液面會浮上一層油；而脫脂奶粉所產生的油量較少。製成酪蛋白時，兩者的顏色也不相同，全脂呈現卵黃色，脫脂則呈現淡黃白色，如(圖 22)所示。經過調和後，利用廣用試紙測試其酸鹼度，兩者也都呈現中性。
- (三) 市售黃豆經過與奶粉相同的製備過程，則是萃取出大豆球蛋白，黃豆汁製備出來之膠水會有略帶些細微的顆粒，如(圖 23)。
- (四) 動物性與植物性蛋白質萃取液在未加入醋酸前為弱酸性，經過小蘇打調和為中性，塗於木板上 24 小時後，可觀察到只有米豆與花生的蛋白質無法成為具有黏性之膠水，而承載拉力最差的為雪蓮子。



圖 22 全脂(左)與脫脂奶粉(右)萃取的酪蛋白，可明顯觀察到顏色的不同



圖 23 大豆球蛋白，製備成膠水略帶細微的顆粒



## 二、奶粉與黃豆製成天然蛋白膠水後黏著於不同材質上的觀察：

- (一) 全脂、脫脂奶粉與黃豆製備成的膠水能夠把木材、壓克力片相互黏著在一起，此時可能是因為萃取出來的酪蛋白或大豆球蛋白，含有少許的水份因此能讓不同材質的待測物先行以分子間的力量，而相互聚在一起。
- (二) 本組試驗以模型膠水當作對照組，但模型膠水無法黏著木板及小磚塊，主要原因是木板及小磚塊其表面具有毛細孔，因此會把塗擦於表面模型膠水吸收進去，而不會停留於其表面上，因此僅能夠黏著壓克力片。
- (三) 木板若未先行泡水瀝乾，直接塗抹蛋白膠水，黏著效果不穩定，可能原因：木板乾燥程度不一致，蛋白質無法做有效滲透。且先行泡水，也有清潔的效果。

## 三、天然蛋白膠水不同萃取溫度之黏滯性與承載重力探討：

- (一) 能夠黏緊的原因主要是酪蛋白與大豆球蛋白由原先富含水份至水份逐漸消失，因此彼此間的分子拉得更緊，內聚力更為明顯，能夠讓不同材質的物品而彼此黏著在一起。
- (二) 於透明壓克力片上，能清楚地觀察到蛋白質乾到之黃色痕跡，由於黃豆汁中含有細微的顆粒，因此其黏著痕跡更為明顯。
- (三) 以不同加熱溫度萃取的動物性與植物性蛋白質所製成的類成品，其承載拉力之表現情形。
  - 1、經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於木板上的承載拉力，第 1 天皆可以承載約 9.5 公斤重，但有經過加熱致使蛋白質被破壞，則降低承載重量的拉力，主要蛋白質變性太嚴重被分成過多小分子，無法連結，減低了黏結效果。
  - 2、經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於壓克力片上的承載拉力，以常溫萃取的承重效果最好。而在黃豆製成的蛋白膠水較不適用於光滑材質上。
- (四) 黏滯程度以脫脂牛奶在常溫下萃取的滑動時間最長，顯示其黏滯效果佳。可見蛋白質未經高溫處理後，性質無改變其之間的鍵結力仍強，以致黏著效果佳。
- (五) 此處說明「**加熱**」致蛋白質變性效果最顯著，反降低其黏性。

#### 四、天然蛋白膠水適用性及耐酸鹼性之觀察

- (一) 全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的木片，在未經過浸泡於酸性與鹼性溶液其拉力測試，都可承受重量約 9 公斤重以上的重力拉扯，而經過不同溶液浸泡後，可承受 2.5 公斤重以上的重力，由表 7 及圖 20 觀察到浸泡於鹼性溶液的所能承載重量皆比其他溶液來得低，因此推斷鹼性物質對蛋白膠水的破壞能力較強。
- (二) 全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的壓克力板，在未經過浸泡的拉力測試，可承受重量約 3 公斤重以上的重力拉扯，而經過不同溶液浸泡後，僅有脫脂的蛋白膠水可承受 500 公克以上的重力拉扯。
- (三) 隨著蛋白膠水黏於木片與壓克力板的時間愈長，其對於重量承載的能力愈高；而有經過不同溶液浸泡的對於重量的承載能力皆比未浸泡來得低。因此證明蛋白膠水若沒有經過防水處理，溶液仍有可能滲透入蛋白膠水中，使之黏性減低。

## 柒、結 論

- 一、 製備膠水過程中，加熱與加入醋酸，是讓蛋白質產生變性，其主要的是讓蛋白能夠聚集，再經過濾分離、中和後，即有膠水黏著的效果。
- 二、 全脂、脫脂奶粉與黃豆的膠水能夠把木材、壓克力片及小磚塊相互黏著在一起，此時可能是因為萃取出來的酪蛋白或球蛋白，含有少許的水份，因此能夠讓不同材質的材質能夠以分子間的力量，而相互聚在一起。
- 三、 經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於木板上的承載拉力，第 1 天皆可以承載約 9.5 公斤重，但若致使蛋白質加熱後破壞會降低承載重量的能力，主要蛋白質變性後分成過多小分子，減低了黏結效果。
- 四、 由表 2 與圖 15 所觀察到結果與在木板上完全不太相同，以經過室溫萃取的承重效果最好，陰乾天數越長，分子間的水份減少會增加聚合效果，因此可承重效果會增加。
- 五、 經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於木板上的承載拉力，不論是動物性與植物性的第 1 天後皆可以承載約 9.30 公斤重，研判木材類有較強的吸濕能力，蛋白質滲入木板孔隙，致效果佳，第 3 天則採地磅用砝碼荷重試驗，脫脂牛奶類成品斷裂於木板開孔掛繩處。
- 六、 由表 4~表 6 可觀察出利用不同溫度所製備而得的動物及植物性蛋白膠水的黏滯程度，會隨著製備溫度增加而降低。
- 七、 由表 7~表 8 可觀察到：全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的木片，在未經過浸泡於酸性與鹼性溶液其拉力測試，都可承受約 9 公斤以上的重力拉扯，而經過不同溶液浸泡後，可承受 2.5 公斤重以上的重力，而浸泡於鹼性溶液的所能承載重量皆比其他溶液來得低，因此推斷鹼性物質對蛋白膠水的破壞能力較強。
- 八、 全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的壓克力板，在未經過浸泡的拉力測試，可承受重量約 3 公斤以上的重力拉扯，而經過不同溶液浸泡後，僅有脫脂的蛋白膠水可承受 500 公克以上的重力拉扯。

- 九、 隨著蛋白膠水黏於木片與壓克力板的時間愈長，其對於重量承載的能力愈高；而有經過不同溶液浸泡的對於重量的承載能力皆比未浸泡來得低。因此證明蛋白膠水若沒有經過防水處理，溶液仍有可能滲透入蛋白膠水中，使之黏性減低。
- 十、 從自製天然膠水給我們一個啟示：常常我們看起來沒有價值的東西，經過思考後，就可以有很好的創意來造福社會；在此感謝師長協助我們申請專利，[申請號：101113457](#)。化學實驗實在很神奇，但也要注意安全，我們研究的材料有用到化學品，雖不會害人體，但在過程當中，老師仍要求我們戴手套及護目鏡，遵守實驗安全。

## 捌、參考資料及其他

### 一、中英文書籍

陳育仁、黃經良、王存立、林小昭編著(2004)。小牛頓科學百科第五冊物質的溶解-酸性、中性、鹼性。台北市：牛頓出版。

林長平、劉瑞芬、莊榮輝、丁詩同、李宣書編著 (2009)。生物技術概論。台北市：華杏出版。

高宇編著 (2003)。生物化學(上冊)蛋白質的變性。台北市：鼎茂圖書出版。

劉進德、洪元平編著 (2010)。乳牛的飼養。新北市：五洲出版。

敏濤(2009)。植物蛋白質豆類。台北市：新文山出版。

Hunter, K. & Kiffmeyer, D. (2004). Earthbag Building: The tools, tricks and techniques. Gabriola Island: New Society Publishers.

### 二、網路資源

膠水的主要成分膠水的原理(2010.10.12)。知識庫 電子元件技術。2011 年 12 月 27 日取自：

<http://www.cntronics.com/public/tool/kbview/kid/551/cid/1>。

台灣科學教育館(無日期)。自製「斤斤計膠」的膠水。2012 年 1 月 12 日取自：

[activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080209.pdf](http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080209.pdf)。第 50 屆中小學科展，國小組化學科。

台灣科學教育館(無日期)。天然多功能黏紙王。2012 年 1 月 12 日取自：

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/080209.pdf>。第 49 屆中小學科展，國小組化學科。

台灣科學教育館(無日期)。黏土萬用在哪裡？2012 年 1 月 12 日取自：

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/030202.pdf>。第 49 屆中小學科展，國中組化學科。

台灣科學教育館(無日期)。黏度大考驗。2012 年 1 月 12 日取自：

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/080821.pdf>。第 48 屆中小學科展，國小組生活應用科。

台灣科學教育館(無日期)。黏！黏！黏！接著劑黏著強度之探討。2012 年 1 月 12 日取自：

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/27/pdf/27s/381.pdf>。

## 【評語】 080201

能針對實驗主題設計實驗的方法。唯變因控制宜更加明確以便比較，說明更求清楚或詳述。