

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高中組 生活與應用科學科

040815

未來的「綠」趨勢—夢想中的「綠」建築

學校名稱：國立宜蘭高級中學

作者： 高二 藍偉倫 高二 胡子恒 高二 徐子涵	指導老師： 林怡妘
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：保濕、水膠、綠建築

## 摘要

本研究係以**水膠栽種法**、**生質能源**、**自動雨水灌溉系統**等綠建材，應用於綠色建築上。

首先**水膠栽種法**以甲殼素為原料合成水膠，以不同重量百分濃度的弱酸、不同重量的甲殼素作為變因。

為了降低溫室效應的影響，我們以水膠栽種法來種植植物。比較合成出數種濃度不同的水膠（加入少量磷酸鉀），發現每種水膠的吸水及飽水度有差異，藉此觀察水膠影響植物生長狀況。

搭配上最熱門的生質能源，研究太陽能發電等，與水膠栽種法和自動雨水灌溉系統。我們又比較各種建材的應用，包括建築物常見的水泥、花博遠東館的寶特瓶綠建材、竹子等，再進一步設計建築物，利用科學原理降低建築物本身的溫度。期待能打造接近零污染，且符合人類現今需求的夢想中的綠建築。

## 壹、研究動機

常在新聞上聽到有關於最近全球暖化嚴重的趨勢，節能減碳是現在全世界努力的目標。現在的建物是造成大量碳產生的一大兇手，這使得我們假設如果能使現在的房子，都可以變成一棟棟可以行光合作用的植物大樓，就可以大大地降低二氧化碳了，因此聯想到要有效的利用生活中的資源，且在夏季時常看到台灣南部缺水的相關報導，使我們考慮要怎麼讓有限的水資源發揮最多的功能。

當得知水膠具有良好的吸水性時，我們嘗試利用水膠，調控其飽水度，讓種植的時候以少量的土壤就能使植物長時間的生長，避免浪費天然水資源以及最大效率利用建物的空間，使建物都能容易地栽種植物。

現今生質能源更是被廣為探討的議題，我們也想嘗試設計簡單的燃料電池、太陽能電池等，包括自動雨水灌溉系統以及能夠降低建築物本身的溫度，降低冷氣和電風扇的利用。而要如何達成我們的願望呢？這促使我們決定著手設計這個實驗。

## 貳、研究目的

- 一、探討用不同濃度之弱酸及質量之甲殼素所合成之水膠的吸水性及保水度。
- 二、探討自製幾丁聚醣與市售尿布、衛生棉中所含之高分子吸水樹脂的差別。
- 三、加入天然交聯劑(Gp)磷酸鉀後製成水膠性質與幾丁聚醣的差別。
- 四、以綠豆實驗觀察合成水膠及幾丁聚醣的飽水度。
- 五、實際將水膠應用於種植植物並應用於建材上，觀察植物生長狀況。
- 六、藉由儀器分析水膠的表面、機械強度、熱解程度、熱穩定性。
- 七、了解燃料電池原理，並嘗試設計簡易燃料電池，探討其發電功率
- 八、設計自動雨水灌溉系統，搭配水膠栽種法使用。
- 九、研究能夠降低建築物本身溫度的方法，並加以模擬、探討。
- 十、以不同的建材設計建築模型，並加以探討。

## 參、研究設備及器材

表 1 器材及藥品一覽表

1. 器材		
項目	規格	數量
烘箱		1
電子天平	小數點下三位	2
薄膜拉力機		1
示差掃描熱卡儀 (DSC)		1
熱重分析儀 (TGA)		1
掃描式電子顯微鏡 (SEM)		1
穿透式電子顯微鏡 (TEM)		1
壓克力建築模型		
竹子		
2. 實驗藥品		

甲酸	乙酸(醋酸)	磷酸	硝酸	鹽酸	硫酸
Genipin(天然交聯劑)		磷酸鉀	甲殼素粉末及顆粒		



※ **薄膜拉力機**：可以對各種材料、成品、半成品進行拉力試驗，測得其力量、延伸圖形，進行分析比較。

薄膜拉力機



熱重分析儀

※ **熱重分析儀( Thermogravimetric, TGA )**：

可測量物質的熱穩定性，一般來說，材料的玻璃轉換溫度愈高，則元件對熱的安定性也隨之增高，其成膜性也相對較佳，不會有結晶的困擾。



※**掃描式電子顯微鏡( Scanning Electron Microscope, SEM )**：高倍率放大觀察元件、薄膜等微細結構或剖面結構。

◎**原理**：以產生電子來源的電子槍，改變電子行進方向的電磁透鏡，與光學聚焦系統為主。原理部分將只簡單的描述電子束行進的電子路徑，和電子與物質之交互作用。

掃描式電子顯微鏡

※**場發射穿透式電子顯微鏡**

( **Transmission Electron Microscope, TEM** )：

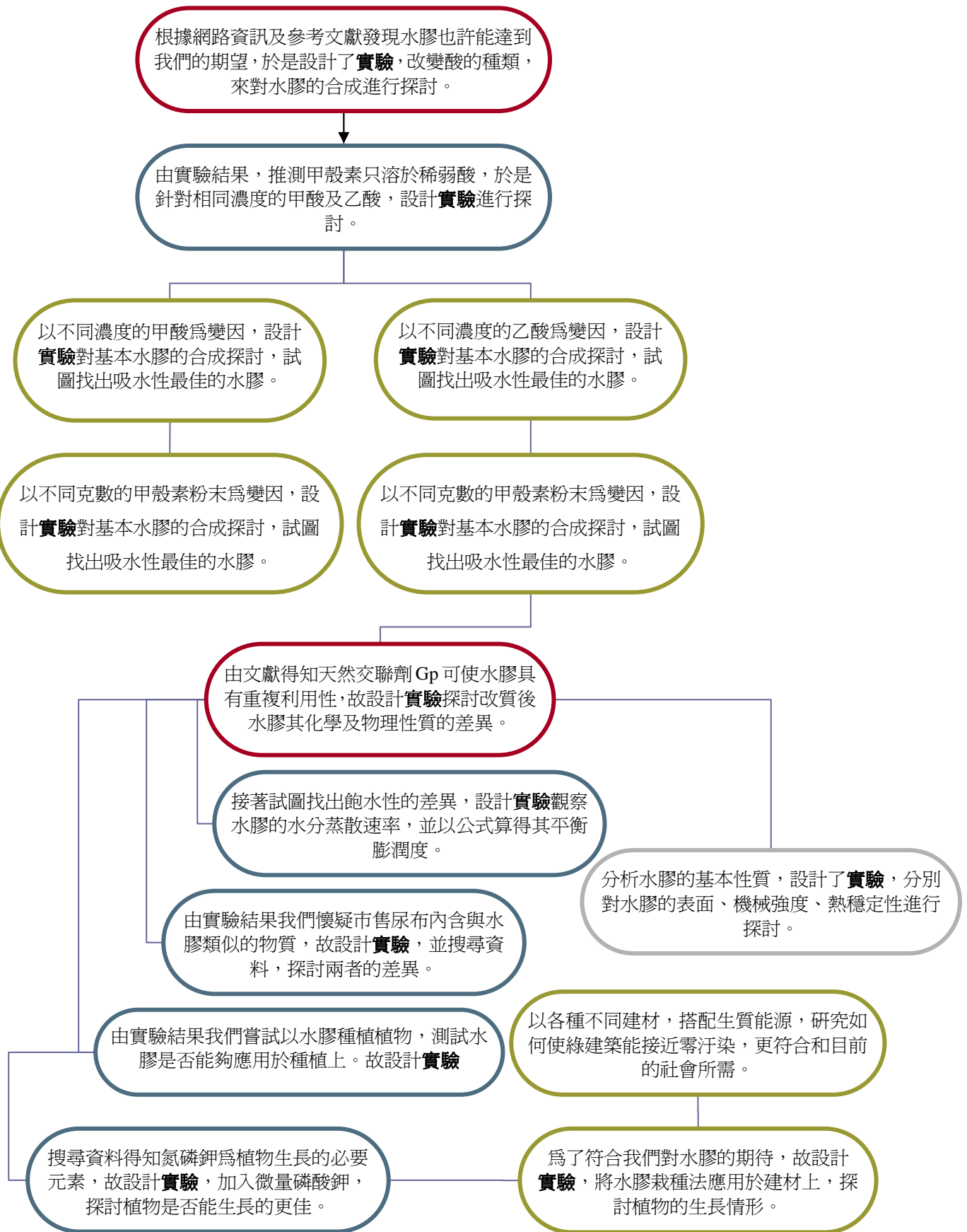
觀察超微結構，即小於 0.2 $\mu\text{m}$ 、光學顯微鏡下無法看清的結構。

◎**原理**：電子束和試片內的各種原子晶格產生不同程度之散射和繞射現象，散射後的電子以不同的行徑通過後續的透鏡和透鏡光圈，形成明暗對比之影像，再藉由螢光板或 CCD 來呈現微結構影像。

場發射穿透式電子顯微鏡



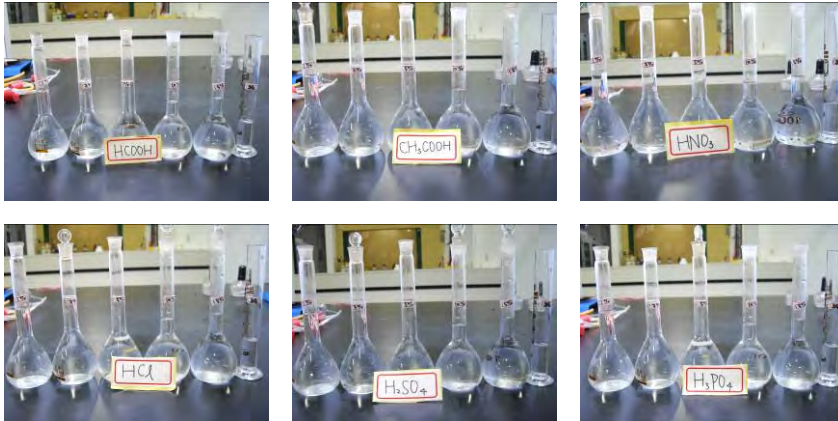
## 肆、研究過程及方法



實驗流程圖

# 一、【實驗一】各種酸與甲殼素的溶解狀況探討

實驗方法：



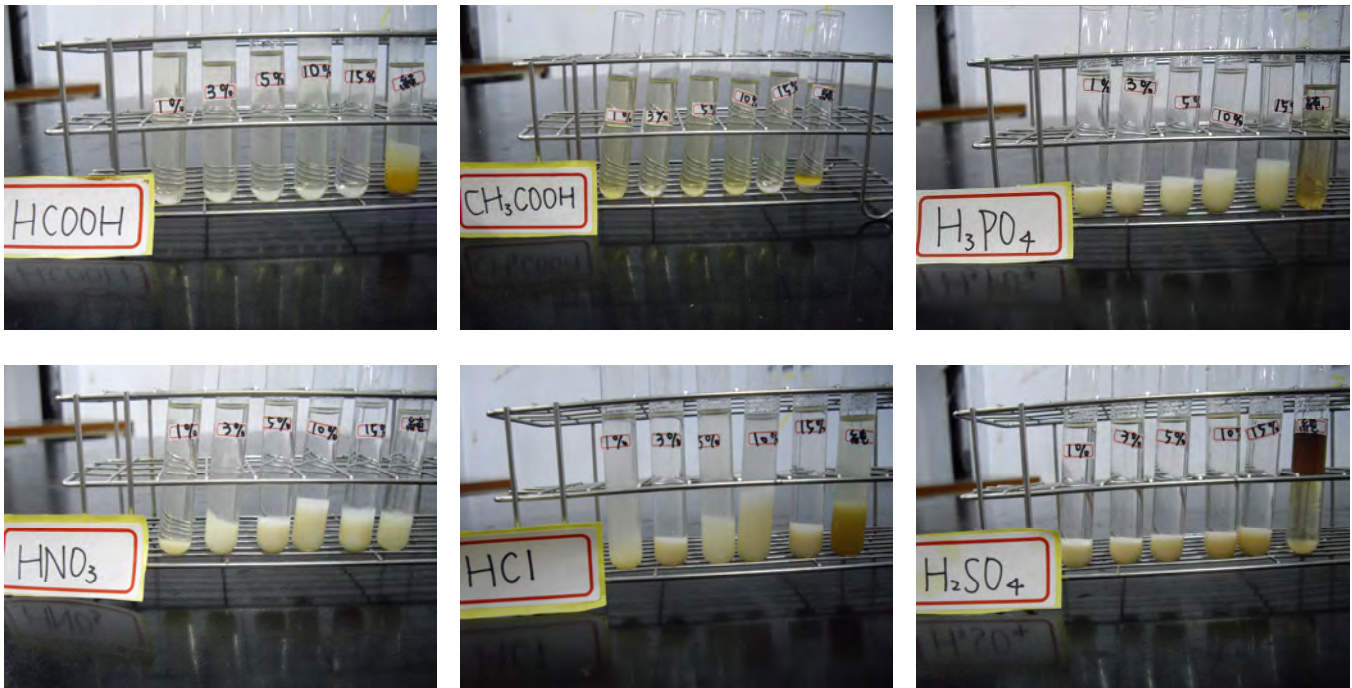
酸的稀釋

配置不同濃度( 1%、3%、5%、10%、15%、未稀釋 )  
的甲酸、乙酸、磷酸、硝酸、鹽酸、硫酸。

秤量甲殼素



秤量 0.300g 的甲殼素粉末，並加入 10ml 的各種酸攪拌混合。



甲殼素於各種酸中的溶解狀況。

實驗目的：

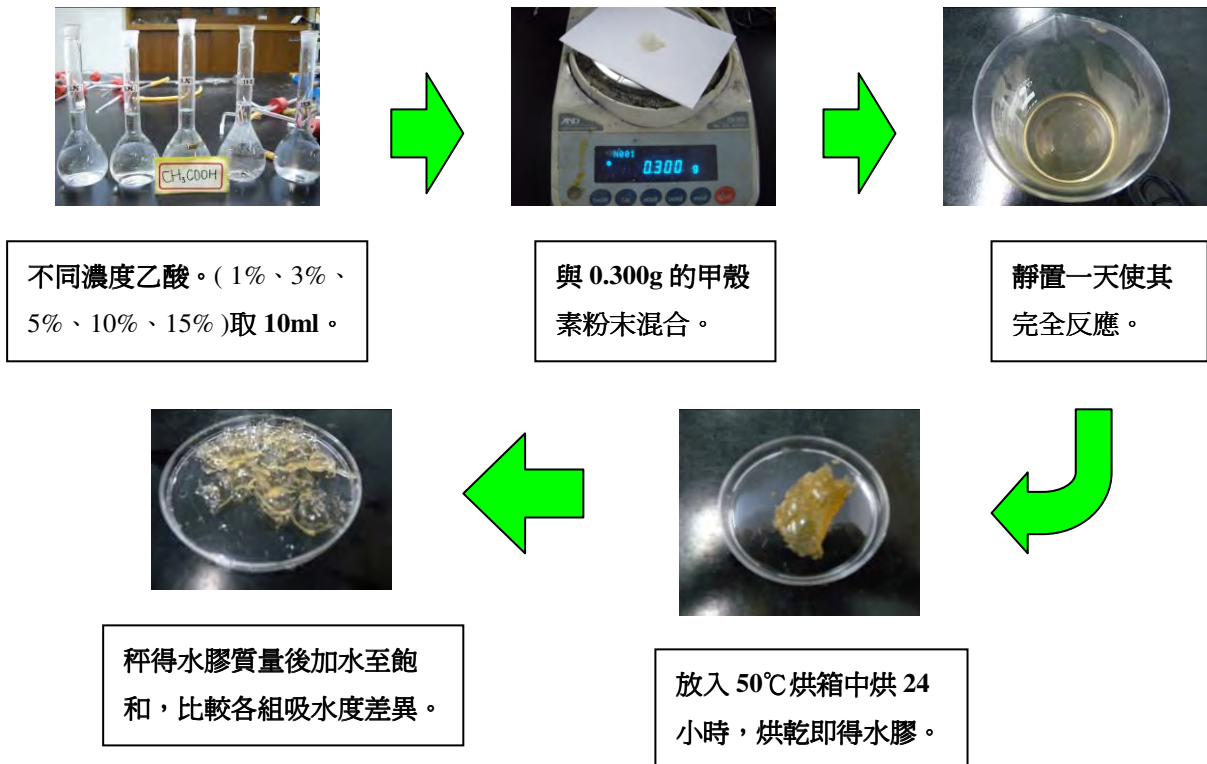
以常見的幾種酸來測試甲殼素的溶解狀況。

結果分析：

由實驗結果推測，甲殼素只溶於**稀弱酸**當中。

## 二、【實驗二】水膠吸水性比較－變因：不同濃度酸及不同質量甲殼素

實驗方法：



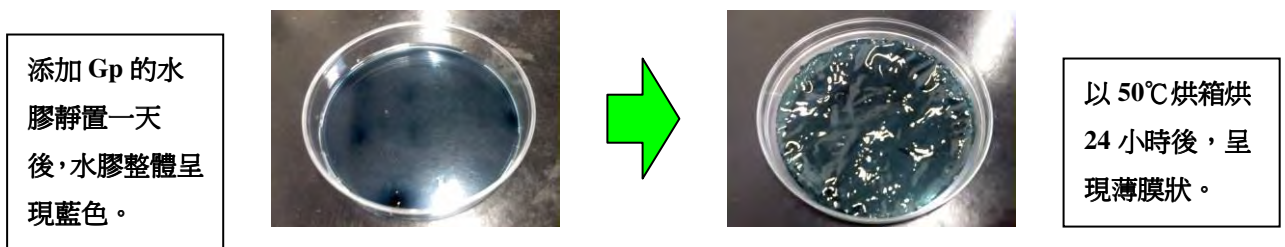
實驗目的：

水膠配製過程

對各種合成方法所合成的水膠，進行吸水性比較探討。

## 三、【實驗三】水膠與交聯劑的探討

實驗方法：



加 Gp 水膠

在水膠的合成中添加微量(甲殼素的千分之一)的 Gp，再對加入 Gp 後的水膠進行探討。

實驗目的：

1. 比較添加 Gp 與否所合成的水膠，其吸水性的差異。
2. 觀察添加交聯劑 Gp 後，水膠是否結構更緻密。

#### 四、【實驗四】水分蒸散及平衡膨潤度探討

實驗方法：

- 合成添加  $G_p$  後的水膠，分別加入蒸餾水至飽和後，測量其重量並紀錄。
- 靜置於常溫同一地點三天後，測量其重量，觀察水分蒸散速率。
- 代入公式計算平衡膨潤度。

**註解 2** 水分逸散公式：
$$\left| \frac{M_t - M_o}{M_o} \right|$$

$M_o$ ：乾水膠重量 /  $M_t$ ：溼水膠重量

實驗目的：

- 1. 觀察水膠的水分蒸散速率及計算平衡膨潤度。
- 2. 測量各種水膠的飽水度差異。

#### 五、【實驗五】水膠的機械強度檢測

實驗目的：

- 1. 以微拉力機 (MTS) 測試水膠的機械強度，分析水膠的基本性質。



薄膜拉力機

#### 六、【實驗六】水膠的熱穩定性分析

實驗目的：

- 1. 藉由熱重分析儀 (Thermogravimetric, TGA)，測試水膠的熱穩定性，分析水膠的基本性質。



熱重分析儀



## 七、【實驗七】水膠的表面觀察與探討

實驗目的：

1. 以 SEM 和 TEM 觀察水膠表面，觀察不同水膠在不同倍率下所呈現的表面形貌。



掃描式電子顯微鏡



場發射穿透式電子顯微鏡

## 八、【實驗八】市售高分子吸收體與水膠之差異性探討

實驗方法：



取出市售尿布內所含的高分子吸收體  
0.20g。(不含棉花)



高分子吸收體

加水至飽和後，與水膠比較吸水性，並探討高分子吸收體與水膠的差異。

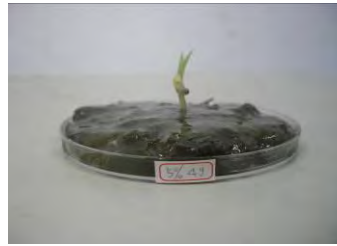
實驗目的：

1. 比較市售尿布與我們所合成的水膠其吸水性差異。
2. 探討高分子吸收體與水膠的差異性。

## 九、【實驗九】水膠與植物生長之探討

實驗方法：

用土壤培植綠豆幼苗。(水膠分子緻密，若將水膠覆蓋於未發芽綠豆上，綠豆將無法發芽。)



綠豆生長情形

將綠豆幼苗移植到鋪有水膠的等植土壤中，澆等量水(此後不再澆水)。觀察並記錄綠豆的生長狀況。

實驗目的：

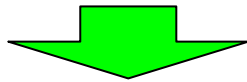
1. 測試水膠是否能夠應用於種植植物上。

結果分析：依照此實驗結果推測，水膠對於植物的生長並無大礙。

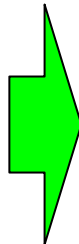
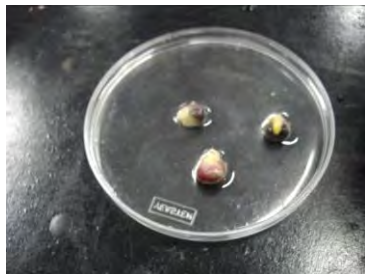
## 十、【實驗十】水膠栽種法—含磷酸鉀水膠與植物生長探討

實驗方法：

在合成水膠時添加微量磷酸鉀(甲殼素的千分之一)，製得磷酸鉀水膠，以應用於水膠栽種法上。



將綠豆及玉米泡水待其萌發(水膠分子緻密，若將水膠覆蓋於未發芽植物上，植物將無法發芽。)



將發芽的綠豆及玉米移植到等量土壤中，鋪上水膠後澆水，隔四天澆一次水；另準備未鋪水膠的對照組觀察比較植物生長狀況。

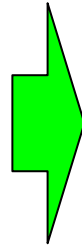
水膠栽種法

實驗目的：

1. 觀察以磷酸鉀水膠種植的水膠栽種法，植物的生長狀況，並計算植物生長速率。
2. 與對照組比較使用水膠栽種法與否的差異。

## 十一、【實驗十一】水膠栽種法－建材與植物生長探討

以水泥製作水泥板模型，及寶特瓶綠建材，模擬建材狀況。



將水泥板模型及寶特瓶綠建材應用於水膠栽種法上。

### 水膠栽種法應用於建材

實驗目的：

1. 實際將水膠栽種法應用於建材上，觀察植物的生長狀況，並計算植物生長速率。

## 十二、【實驗十二】竹屋頂

實驗方法：

1. 以自製壓克力房屋體模型及竹製屋頂，搭配水膠栽種法太陽能發電及自動雨水灌溉系統等，實地模擬綠建築。
2. 以自製壓克力房屋體模型及紙板屋頂，模擬普通建築，置於室溫下與綠建築進行溫度測試比較。



實驗目的：

1. 測試綠建築的整體溫度是否能有效降溫。
2. 研究太陽能發電應用在綠建築上的可行性，並加以探討。
3. 實際模擬水膠栽種法的應用情形，加以探討。

### 十三、【實驗十三】

實驗方法：

1. 手工打造以竹子為主要材料的綠建築房屋體模型，搭配水膠栽種法、太陽能發電及自動雨水灌溉系統。對照組依序去除水膠栽種法、太陽能發電和自動雨水灌溉系統，置於室溫下，進行四組實驗的溫度測試。

※設計理念：雙斜屋頂的設計，可以解決太陽因照射方位的關係，照不到太陽能板的缺點；另外當下雨時也能搭配自動雨水灌溉系統，順勢將雨水收集至蓄水槽，做為灌溉水膠栽種法民生用水用途及燃料電池用途，解決太陽能發電在天候不佳時所產生電力不足的缺點。而水膠栽種法不僅能達到綠美化的效果，更有吸收並減少二氧化碳排放的功能。

※此實驗尚在進行中

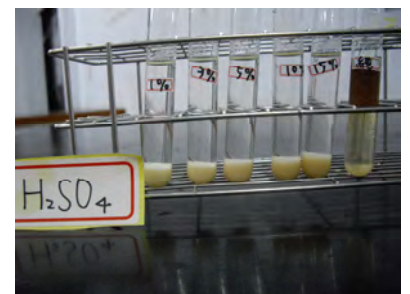
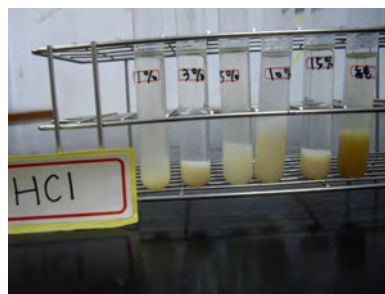
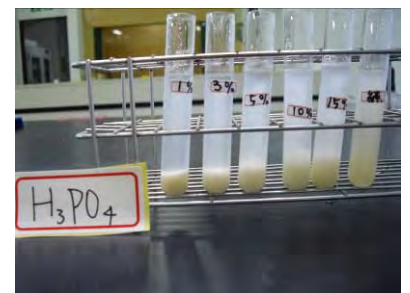
實驗目的：

1. 以實驗十二為基礎，進階測試綠建築的整體溫度是否能有效降溫。
2. 研究太陽能發電應用在綠建築上的可行性，並加以探討。
3. 實際模擬水膠栽種法的應用情形，加以探討。



## 伍、實驗結果及分析

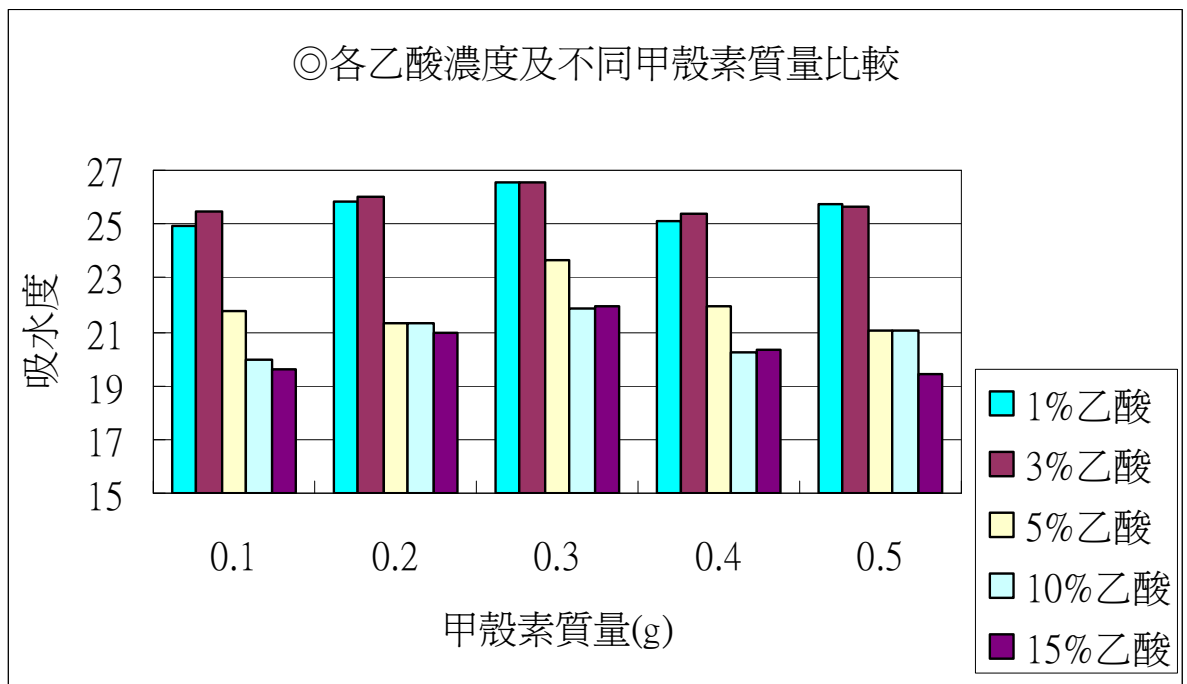
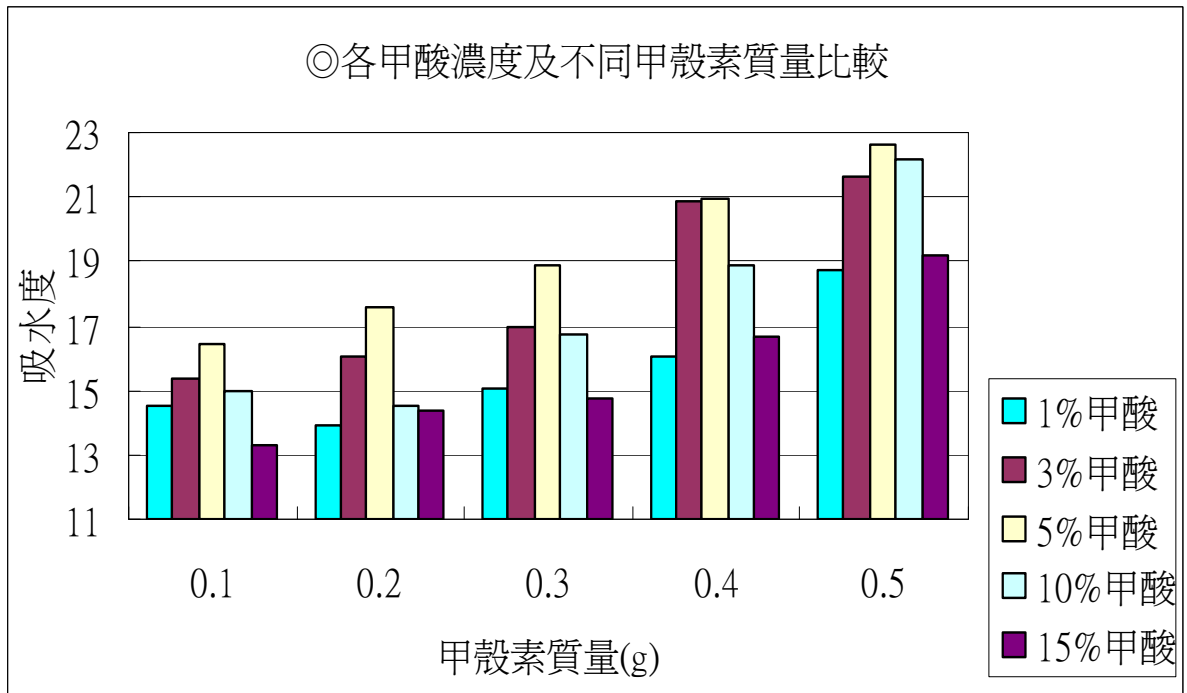
### 一、【實驗一】



甲殼素於各種酸下的溶解狀況

分析：混合後立刻發現純甲酸、純乙酸以及所有濃度的磷酸和鹽酸均無法使甲殼素溶解，故推測甲殼素只能溶於**稀弱酸**當中。

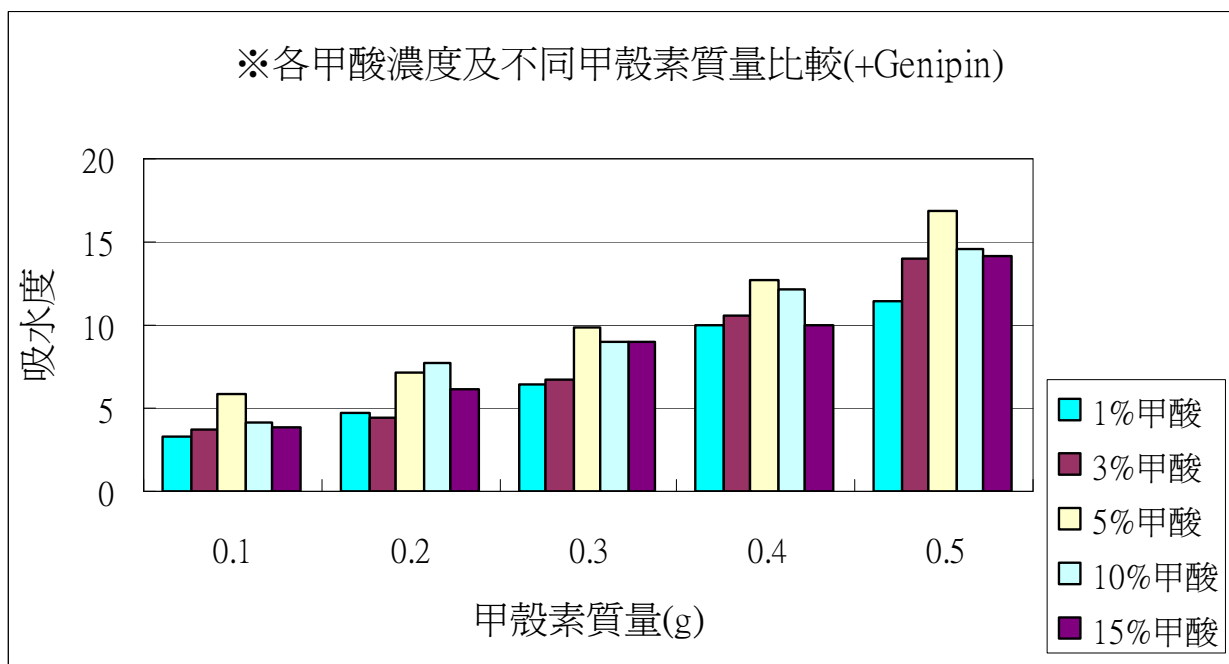
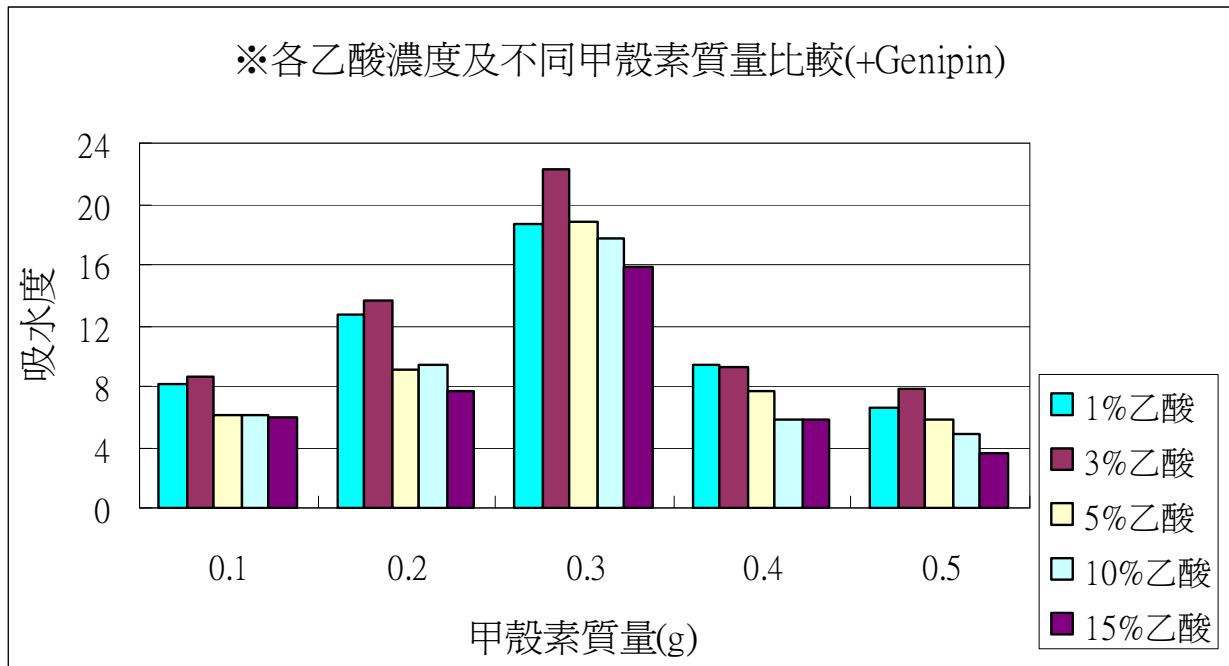
## 二、【實驗二】



各濃度甲酸、乙酸及各種質量甲殼素合成水膠吸水度比較

分析: 根據此實驗結果得知, 在相同濃度的乙酸下, 以甲殼素 **0.30g** 所調配的水膠, 具有較佳的吸水性。而在相同濃度的甲酸下, 以 **0.50g** 所調配的水膠, 具有較佳的吸水性。

### 三、【實驗三】

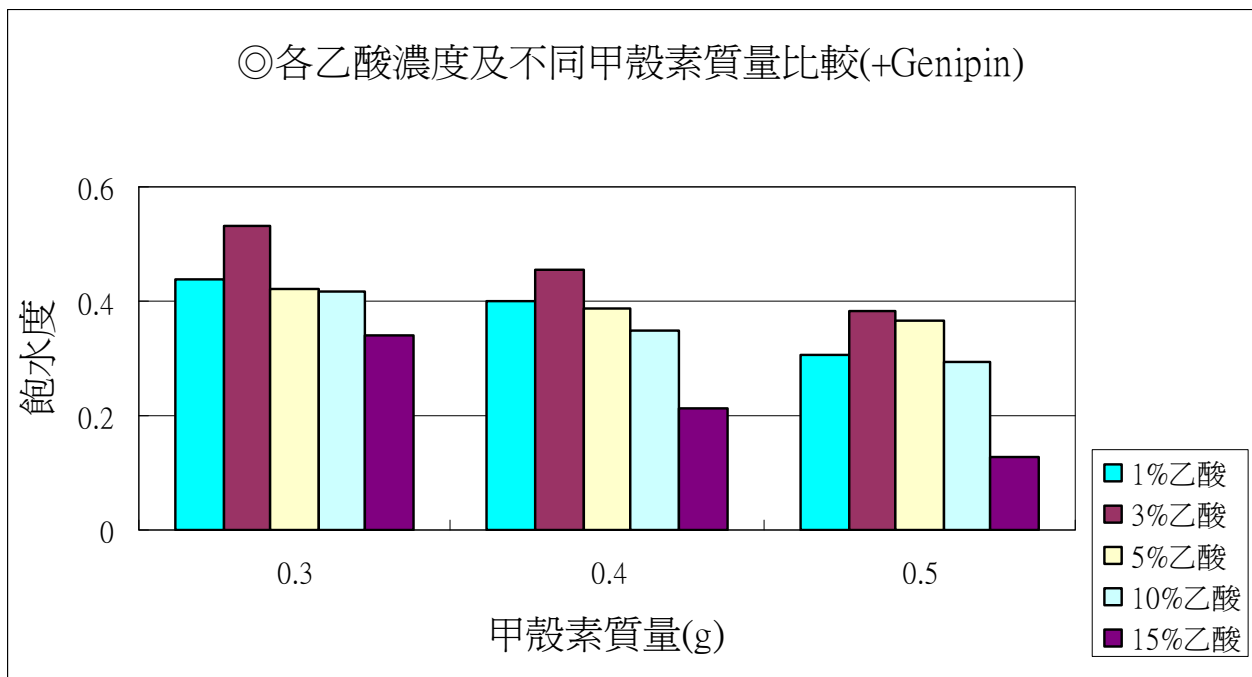
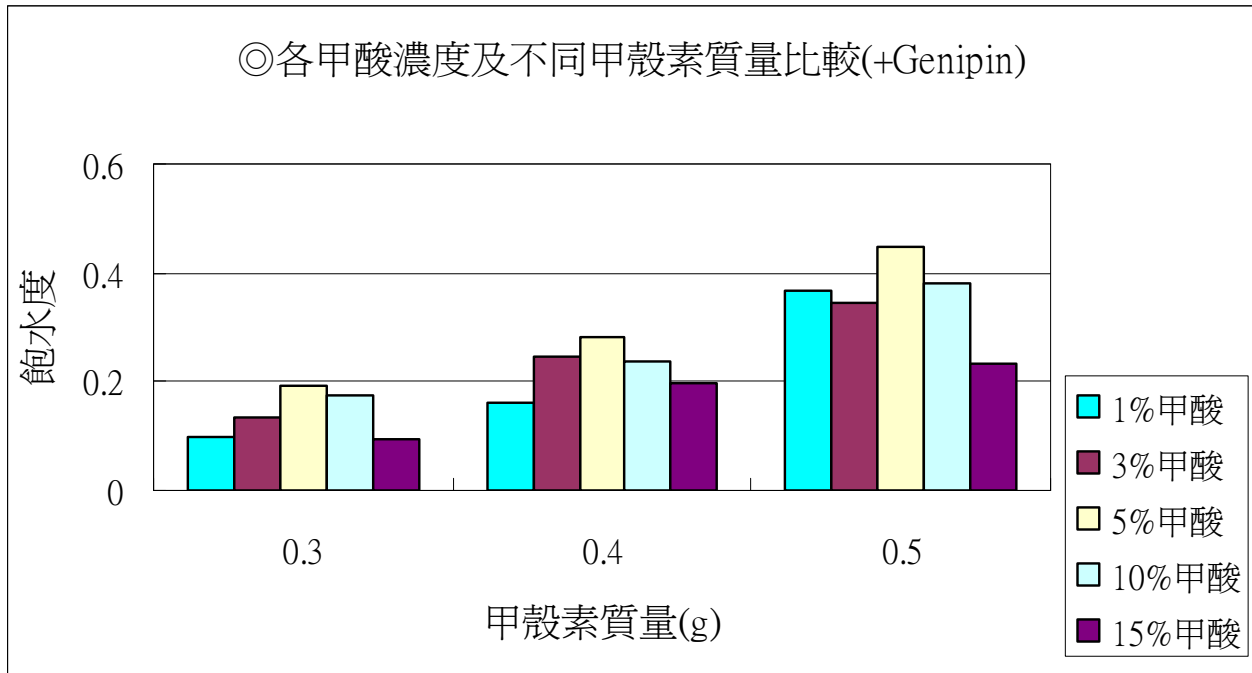


添加 Gp 後，各濃度甲、乙酸及各種甲殼素質量合成水膠吸水度比較

分析：

根據此實驗結果得知，加 Gp 後的水膠比原來的水膠吸水性較差。但我們也發現，加 Gp 後的水膠，其結構更加穩定，而使水膠有了重複使用性，讓水膠更具有經濟價值。

#### 四、【實驗四】



添加 Gp 後，各濃度甲、乙酸及各種甲殼素質量合成水膠飽水度比較

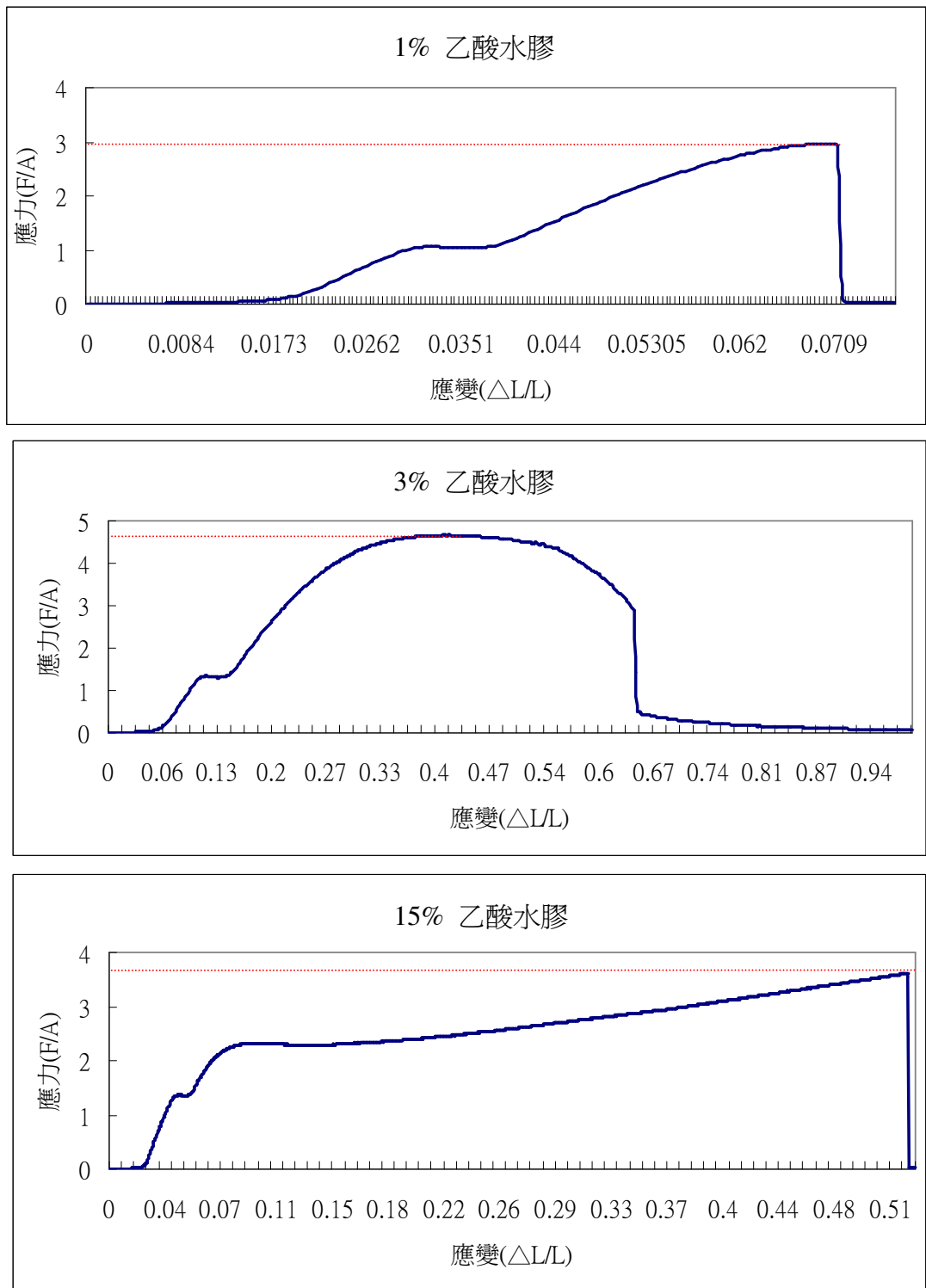
分析:

根據此實驗結果得知，吸水度越好的水膠，其飽水度也越佳；故推測吸水度與飽水度成正相關。

註解 2 水分逸散公式：
$$\left| \frac{Mt - Mo}{Mo} \right|$$

Mo：乾水膠重量 / Mt：溼水膠重量

## 五、【實驗五】



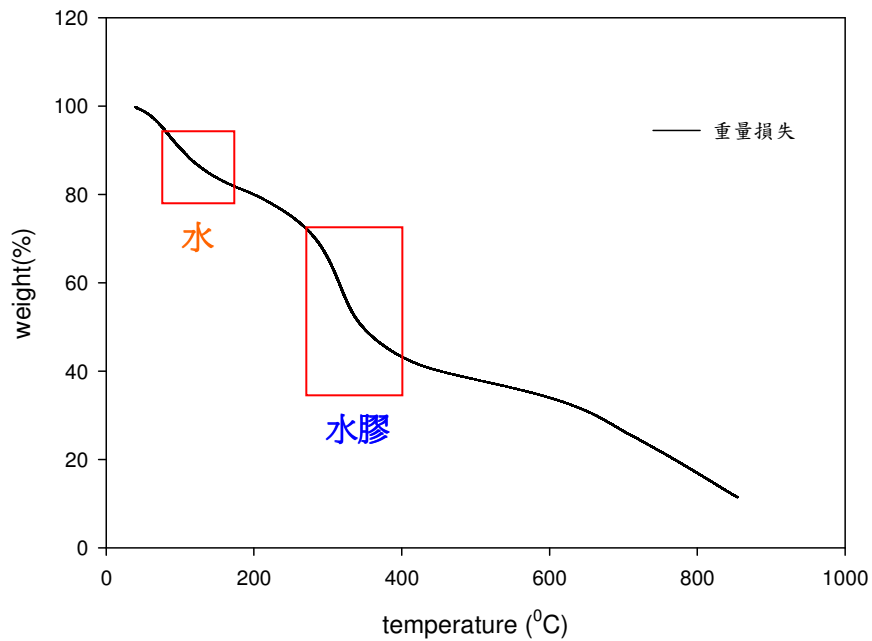
薄膜拉力機測得知數據經計算後所得的數據圖

根據圖我們可以觀察到，以乙酸 3% 所合成的水膠，其極限強度較其他兩個樣本來的好的，所以我們推測 3% 水膠的機械強度是較好的。

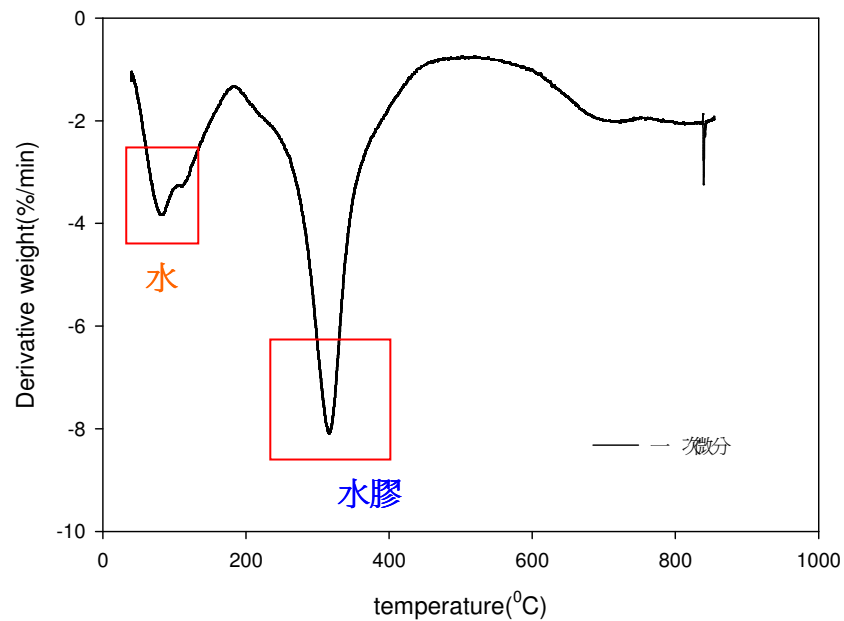


## 六、【實驗六】

TGA



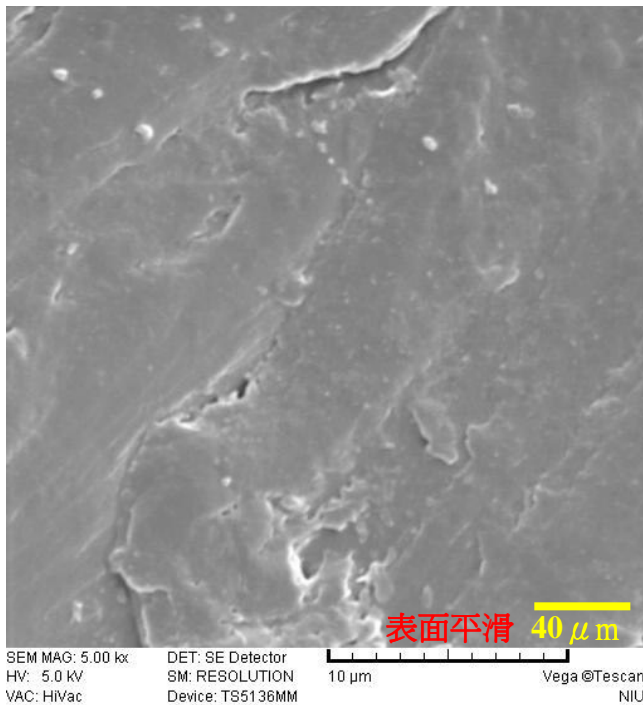
DSC



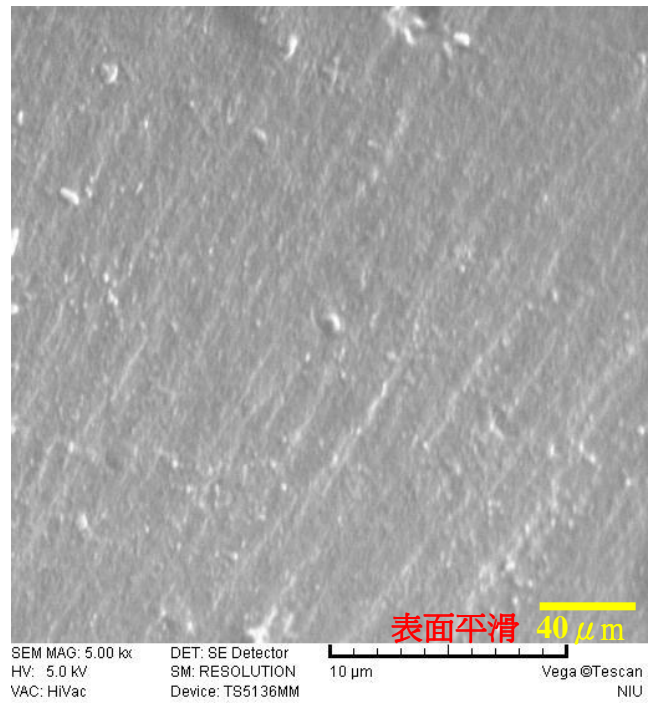
TGA 數據呈現、32-2DSC 數據呈現

由圖可觀察到，水膠有兩個明顯重量損失位置，在 100°C 附近，可以判斷為水膠中的水在此溫度蒸發，而當溫度在昇高到 300°C 時，水膠的結構發生變化，在此發生熱裂解。

## 七、【實驗七】

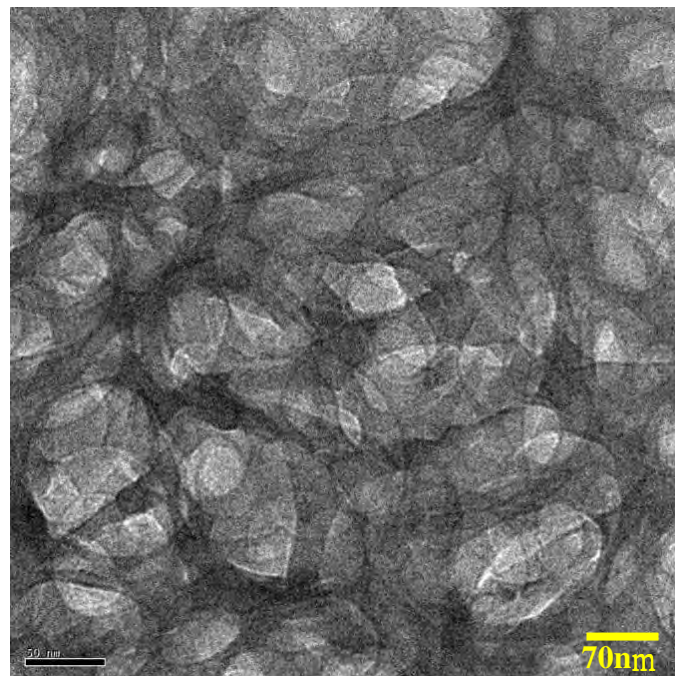


甲酸 3% 放大 5000 倍



乙酸 15% 放大 5000 倍

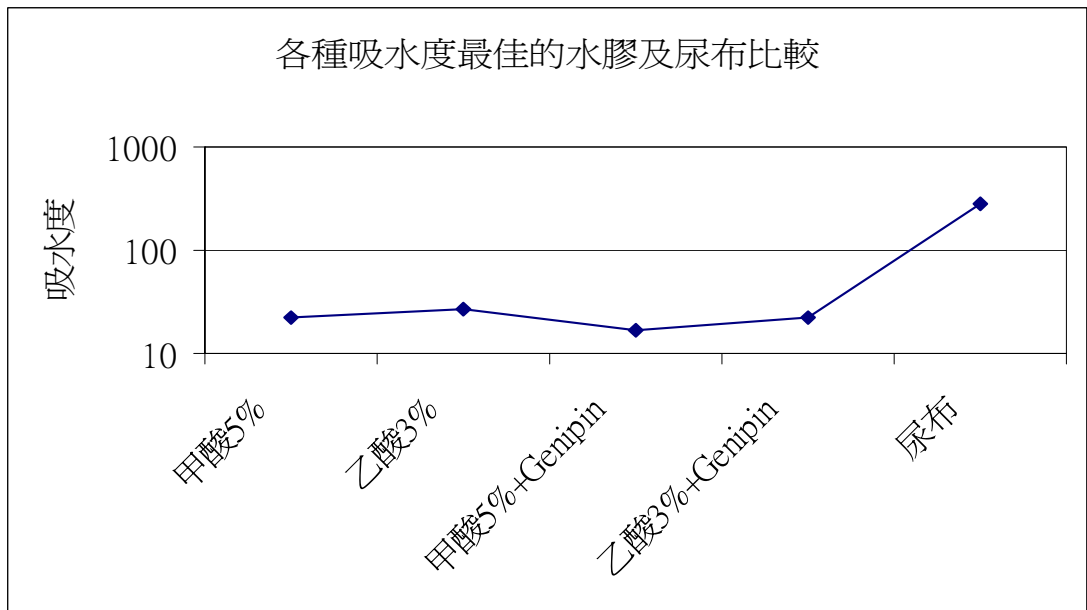
在 SEM 下所觀察到的水膠



在 TEM 下所觀察到的水膠

為水膠表面在 SEM 下所觀察到的畫面，由畫面可以得知水膠的**表面相當平滑**，且**質地相當均勻**。而繼續利用 TEM 放大倍率如圖 34，則可以觀察出平滑的表面，其實是由多孔質的幾丁聚醃所構成，因此，環境條件下，**孔洞大小的改變**，會影響水膠的吸水能力和保水能力。

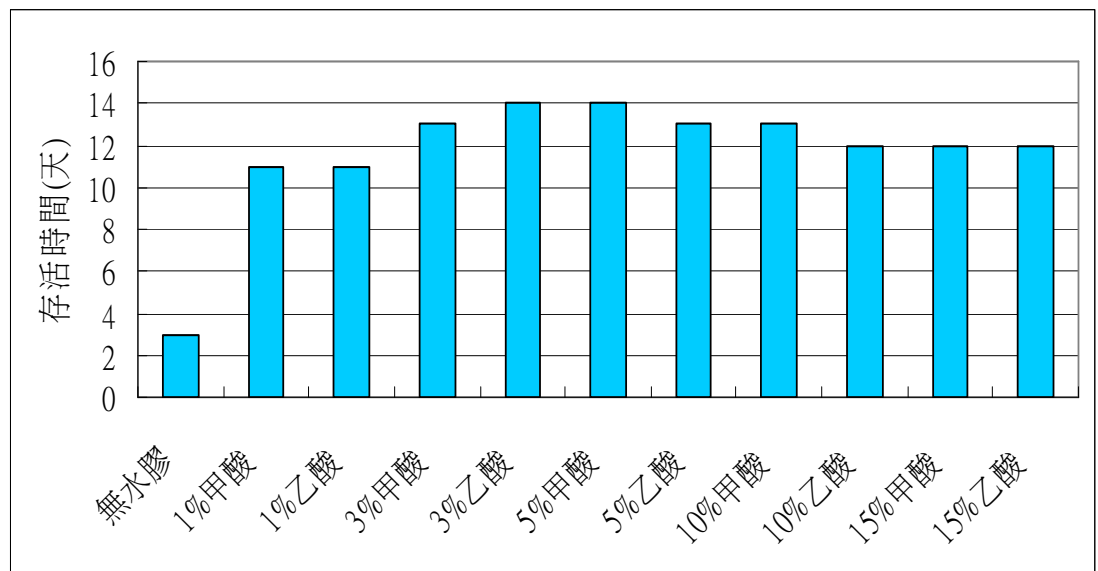
## 八、【實驗八】



水膠與高分子吸收體吸水度比較

由此實驗得知，尿布所含有之高分子吸水樹脂其吸水性大於自製水膠。但由於尿布、衛生棉等，都是由聚丙烯所組成，廢棄時所釋放的环境荷爾蒙，對於环境的污染，也相對大幅提升。

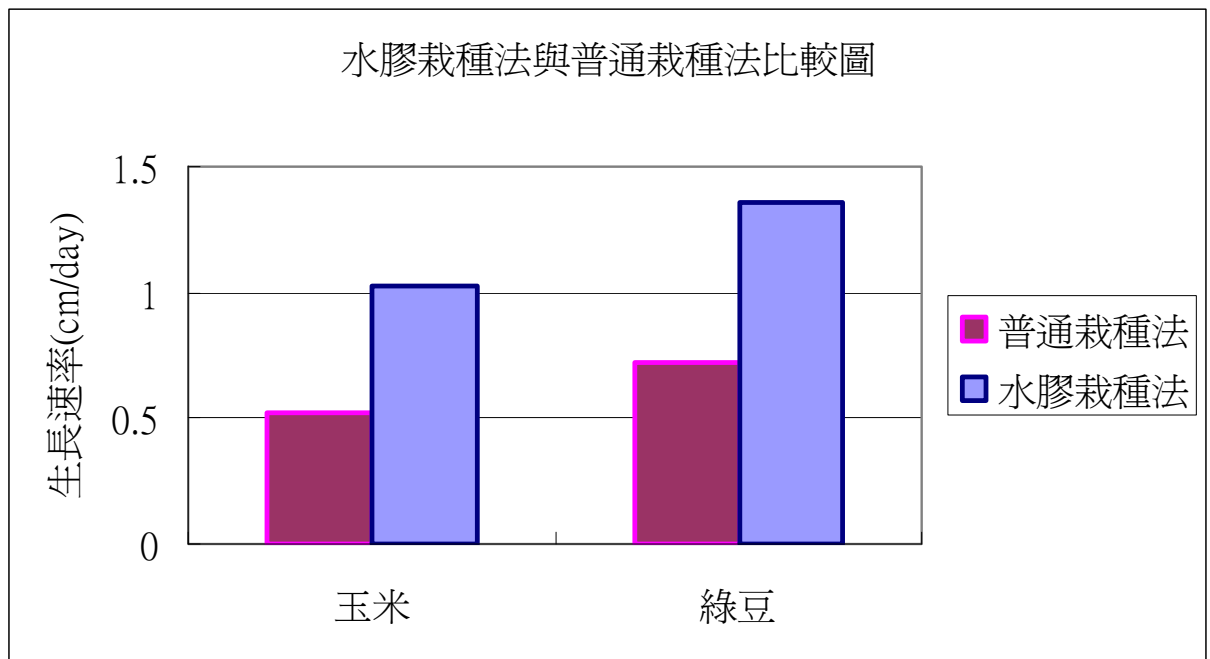
## 九、【實驗九】



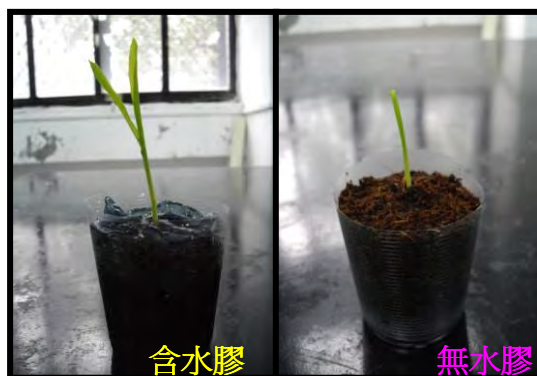
以水膠種植綠豆的生長狀況

由此實驗得知，自製水膠對於綠豆生長飽水性效果佳，且一次澆水可維持綠豆約兩個禮拜的壽命。反觀沒有以水膠種植的綠豆，三天後就枯乾。故推測水膠對於植物綠豆的生長並無礙，反而有利於植物生長。

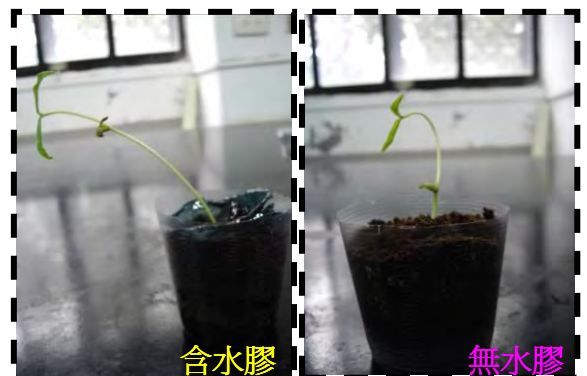
## 十、【實驗十】



水膠栽種法與普通栽種法比較



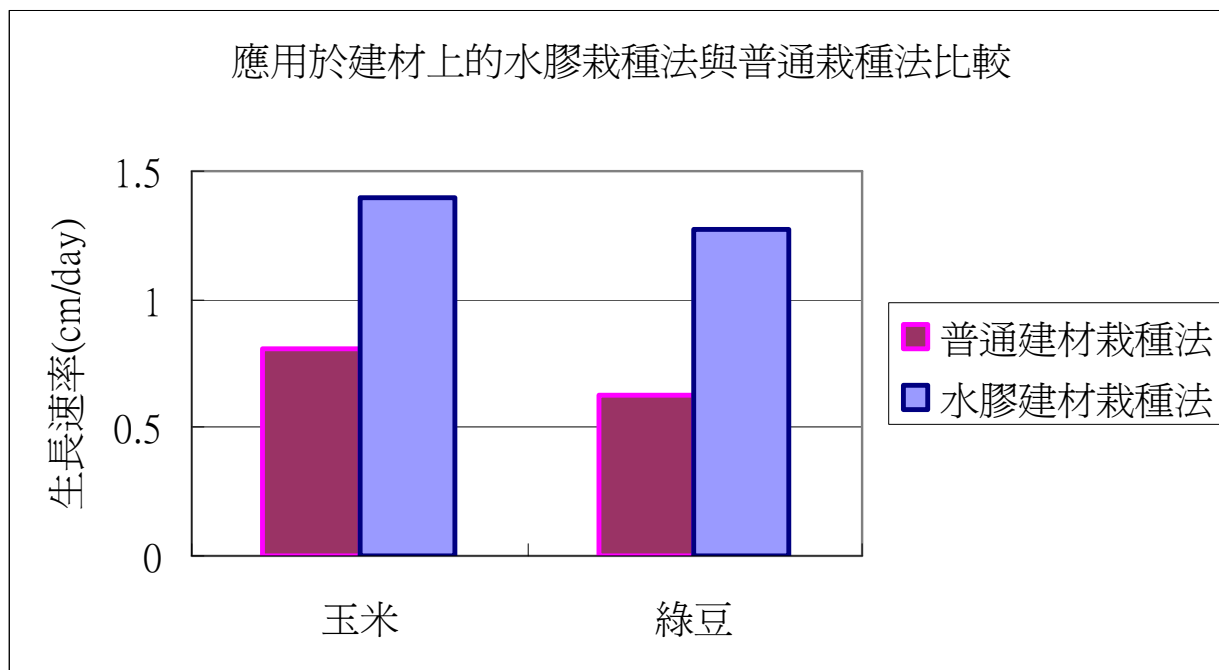
玉米生長狀況



綠豆生長狀況

根據實驗結果得知，用水膠栽種法種植出來的植物其生長速率，是以普通栽種法的植物將近兩倍左右。由圖可以明顯看出水膠栽種法與普通栽種法所種植的植物其差異性。我們也推測在水膠裡添加**磷酸鉀**，有利於植物的生長。

## 十一、【實驗十一】






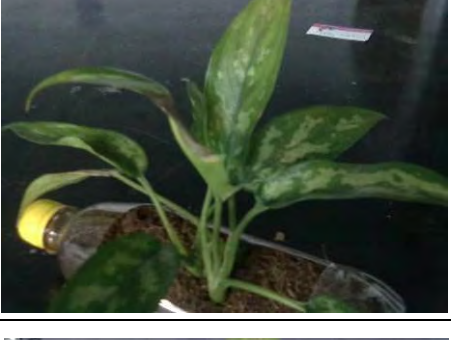






水膠栽種法與普通栽種法於建材的應用比較



水膠栽種法與普通栽種法於建材的實際情形

根據實驗結果得知，應用於建材上的水膠栽種法，其生長速率也大約是普通栽種法的兩倍左右，也再次證明水膠確實有助於植物的生長。由圖可以觀察到植物很明顯的生長差異。而在水泥的環境下，水膠也能使植物正常的生長，藉此我們確信水膠對於未來綠建築的推廣是有幫助的。

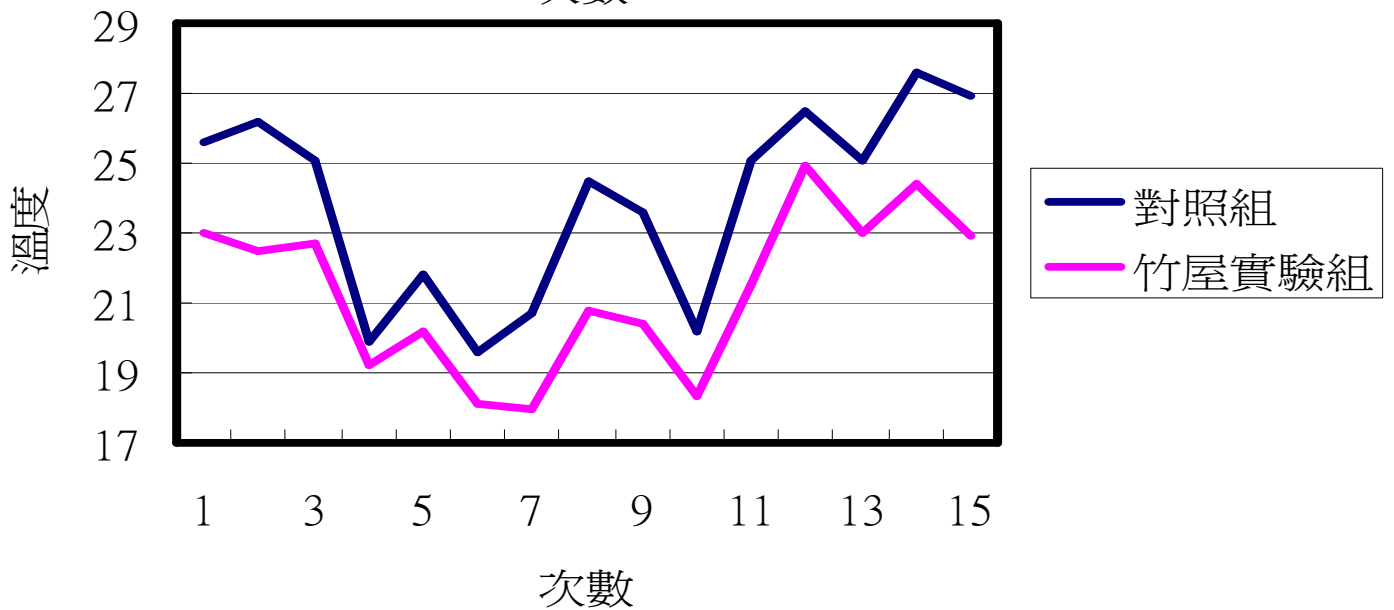
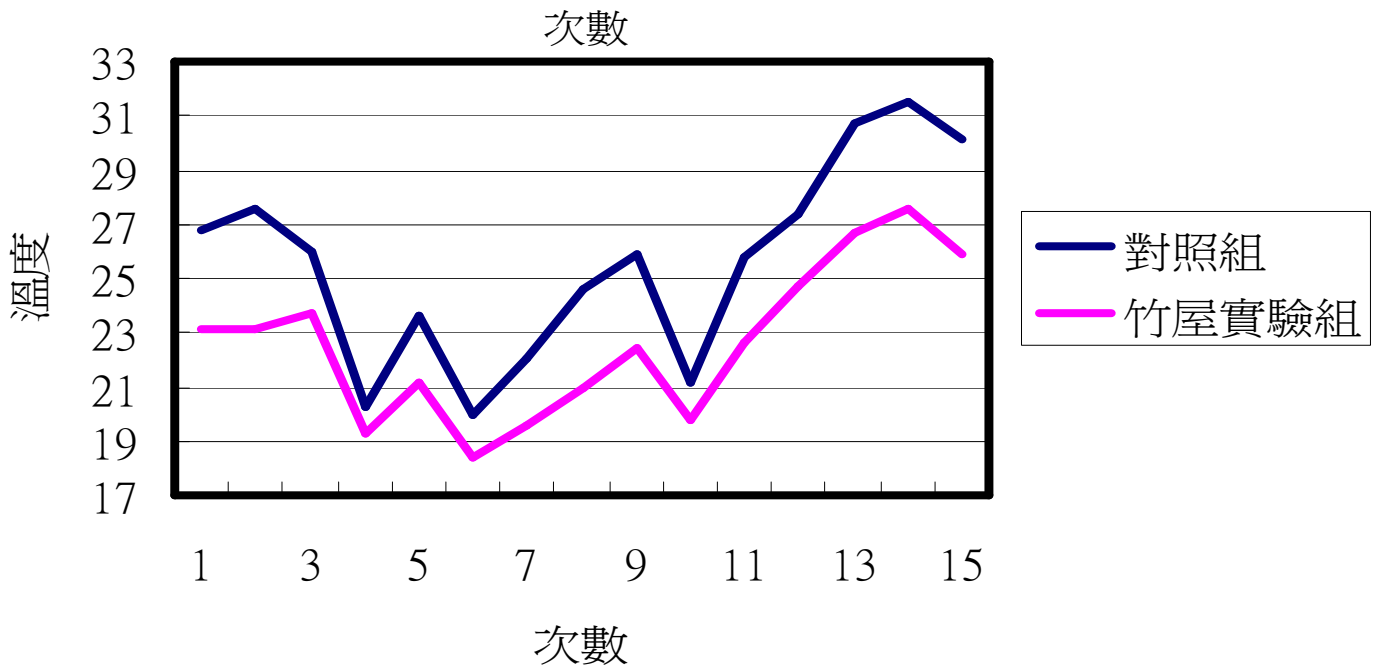
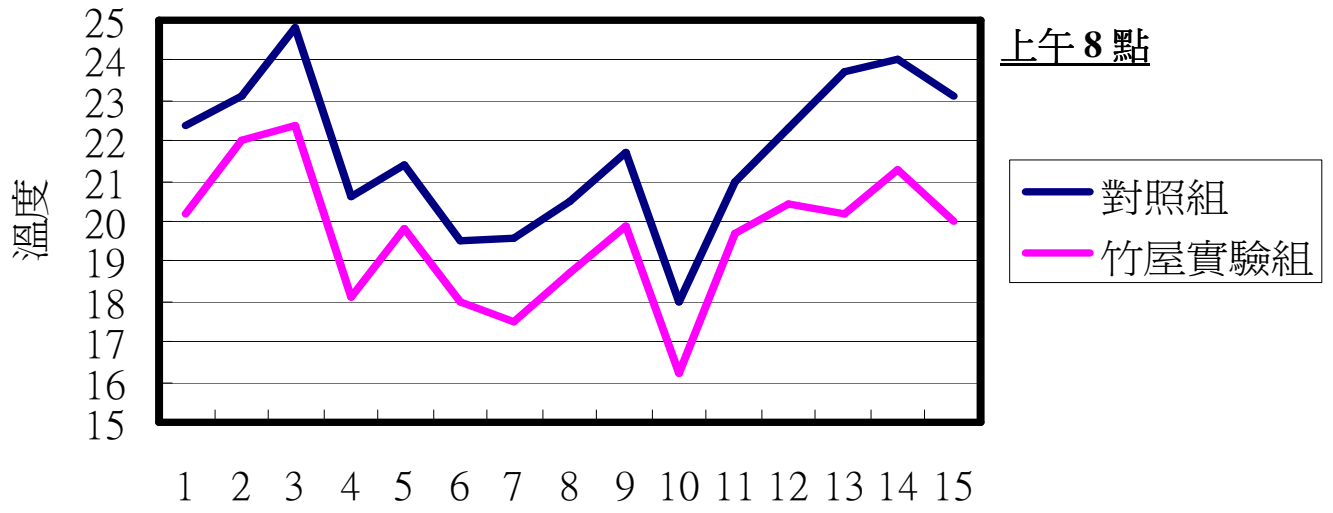
	水膠栽種法	普通栽種法
第一天	 A photograph showing a plant in a water gel method setup. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with a dark, gelatinous substance. The plant is being held by a hand.	 A photograph showing a plant in an ordinary method setup. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with soil. The plant is being held by a hand.
第一週	 A photograph showing a plant in a water gel method setup after one week. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with a dark, gelatinous substance. The plant is growing in a dark environment.	 A photograph showing a plant in an ordinary method setup after one week. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with soil. The plant is growing in a dark environment.
第二週	 A photograph showing a plant in a water gel method setup after two weeks. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with a dark, gelatinous substance. The plant is growing in a dark environment.	 A photograph showing a plant in an ordinary method setup after two weeks. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with soil. The plant is growing in a dark environment.
第三週	 A photograph showing a plant in a water gel method setup after three weeks. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with a dark, gelatinous substance. The plant is growing in a dark environment.	 A photograph showing a plant in an ordinary method setup after three weeks. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with soil. The plant is growing in a dark environment.
第四週	 A photograph showing a plant in a water gel method setup after four weeks. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with a dark, gelatinous substance. The plant is growing in a dark environment.	 A photograph showing a plant in an ordinary method setup after four weeks. The plant is in a clear plastic bottle that has been cut and filled with soil. The plant is growing in a dark environment.

水膠栽種法與普通栽種法比較-粗勒草 (減碳植物&寶特瓶建材)

	水膠栽種法	普通栽種法
第一天		
第一週		
第二週		
第三週		
第四週		

水膠栽種法與普通栽種法比較-火鶴 (減碳植物&寶特瓶建材)

## 十二、【實驗十二】







由實驗結果可知，使用竹屋頂所模擬的綠建築，比對照組的普通建築，平均溫度降低了約 3~4°C 左右。再搭配上水膠栽種法、太陽能發電系統和自動雨水灌溉系統，成為能夠達到降低並吸收二氧化碳、綠美化的效果，使水資源達到最大運用並節省水費，而且完全不需使用火力甚至核能發電。更接近我們對於未來的綠建築的需求。

### 十三、【實驗十三】

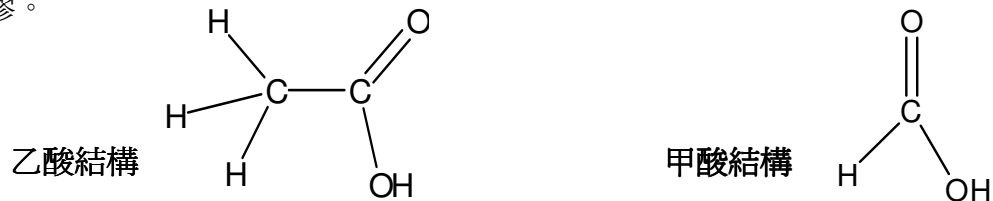
※此實驗尚在進行中。



## 陸、討論

一、當我們運用甲酸、乙酸、鹽酸、磷酸、純水及鹼性溶液時，發現幾丁聚醣(甲殼素)只溶於甲酸與乙酸時，可推測以下幾點：

- 1、幾丁聚醣(甲殼素)只溶於稀酸當中。
- 2、甲酸、乙酸當中會與幾丁聚醣(甲殼素)產生物理性鍵結，因而形成 3-D 網狀結構的水膠。



二、改變甲酸、乙酸的體積百分濃度，甲殼素質量，甲殼素顆粒大小，添加 Genipin 與否等操縱變因。比較相同濃度的甲、乙酸所合成的水膠，發現乙酸水膠的吸水性，較以甲酸水膠。

- 1、固定其他條件，只改變甲酸及乙酸的體積百分濃度為 1%、3%、5%、10%、15% 時可以發現：當甲酸在濃度 5%時具有較佳的吸水性；當乙酸在濃度 1%、3%時，具有較的吸水性，推論弱酸要控制在低濃度時，吸水度較佳，因太高濃度，增加太多  $H^+$ ，造成分子間排斥力增加，而吸水度較小。
- 2、固定其他條件，只改變甲殼素質量為 0.10g、0.20g、0.30g、0.40g、0.50g 時可以發現：甲酸水膠所含的甲殼素質量越多，吸水性較佳，故在甲殼素質量為 0.50g 時具有較佳的吸水性；而乙酸水膠則是在甲殼素質量為 0.3g 具有較佳的吸水性。推論甲殼素分子數愈多，吸水性應該較佳，因甲酸酸性較乙酸強，故有如此趨勢。但乙酸因碳鏈較多，而本身水膠為高分子聚合物，甲殼素質量愈多，反而造成內部排斥力增加，因此分子數愈多，吸水性無增加趨勢。
- 3、有添加 Genipin 的水膠，分子間會產生共價鍵來維持網狀結構，稱為化學性交聯。而此現象所合成之水膠則稱為化學性水膠，因此其結構較物理性水膠緻密。
- 4、添加 Genipin 之後甲、乙酸水膠的機械強度更強但是吸水性卻是稍微下降，所以推測因為前者的結構較緻密，分子間的孔洞較小，內部排斥力增加，含水量亦然，故吸水性較差。
- 5、當添加 Genipin 時，發現所製造出的水膠變為果凍狀的速率較快，且韌性較大，故推測加了 Genipin 後使分子間產生交聯作用，使其具有較佳的機械強度。

三、生活應用方面：

- 1、我們將自行合成出的各種水膠用於栽植綠豆上，藉以觀察水膠應用於生活上的可行性。我們得到以下的發現：
  - (1)第一次加水後，以水膠覆蓋土壤表面，可使綠豆持續生長兩個禮拜之久。故推測水膠對於植物的生長是無害處的。
  - (2)因高一化學學過植物的營養三元素：氮、磷、鉀，自製水膠中加入硝酸鉀、磷酸鉀，水膠不僅提供植物保水功能，更能提供養分。
- 2、將水膠置放於驗室一晚後，發現水膠質量變重，故推測水膠也能吸收空氣中的水分子，不僅有除濕的效果，更加能讓植物更容易生長。

#### 四、將所有數值交叉對比後：

- 1、由乙酸水膠來看，低濃度(1%、3%、5%)的乙酸，加入甲殼素粉末，具有較佳的吸水性；而高濃度(10%、15%)的乙酸，則要加入甲殼素顆粒，才具有較佳的吸水性。故猜測乙酸控制在低濃度時，以甲殼素粉末合成水膠，吸水性較佳；反之，則以甲殼素顆粒為較佳。
- 2、甲酸水膠在其濃度為 5%、甲殼素 0.50g 時，具有較為良好的吸水性；而乙酸水膠在其濃度為 3%、甲殼素 0.30g 時，具有較為良好的吸水性。
- 3、比較所有濃度的甲、乙酸水膠後，發現大多數的甲酸水膠，其吸水性較乙酸水膠差，故乙酸水膠具有較為良好的吸水性。

#### 五、飽水度的研究結果呈現：

吸水性越佳的水膠其飽水性會越佳；反之其飽水性則會比較差。故推測少量羧基聚合，會增強親水度，使飽水性增加，然而羧基分子鍵結過多，分子內氫鍵鍵結力過強，反而排斥水分子，使飽水度下降。

#### 六、水膠與高分子吸水樹脂比較：

- 1、雖然水膠的吸水性較市售尿布與衛生棉來的低，但是自製水膠屬於天然合成物，故對環境影響不大，也較為便宜；反之，市售尿布與衛生棉所使用的都是不環保的高分子吸水樹脂，對自然環境的影響有待觀察。
- 2、且自製水膠材料價格低廉又天然，製作方法簡單，又可應用於種植植物，以達到節能減碳的目標，減緩溫室效應。

#### 七、水膠對於植物生長的影響：

經由多組實驗我們可以得知，水膠並不會有礙於植物的生長，反而有助於植物的生長，顧我們相當符合我們的訴求。

#### 八、磷酸鉀對植物生長的影響：

比較覆蓋有添加磷酸鉀的水膠與無添加磷酸鉀的水膠的綠豆後發現，有添加磷酸鉀的水膠所種植的綠豆生長效果高於沒有添加磷酸鉀所種植的綠豆。故推測磷酸鉀對於植物的生長有加乘作用。

#### 九、機械強度的測量：

由實驗測量數據經計算後，呈現出來圖形；由圖形可以觀察到 3%乙酸合成的水膠其極限強度較其他兩者來的高，推測可能是分子間鍵結力最強，所以極限強度也相對較強。

#### 十、熱穩定性的探討：

在 100°C 附近，可以判斷為水膠中的水在此溫度蒸發，而當溫度在昇高到 300°C 時，水膠的結構發生變化，在此發生熱裂解。由此可知水膠在室溫時熱穩定性是非常良好的，而我們也能夠進一步得知水膠的成膜性也是非常好。

#### 十一、水膠表面的探討：

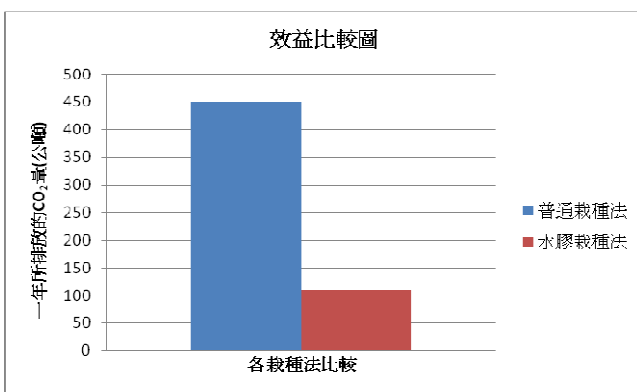
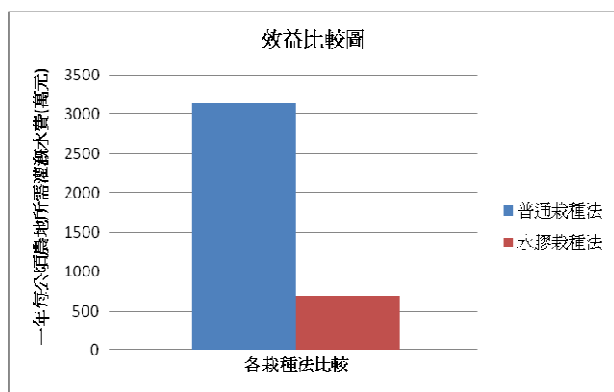
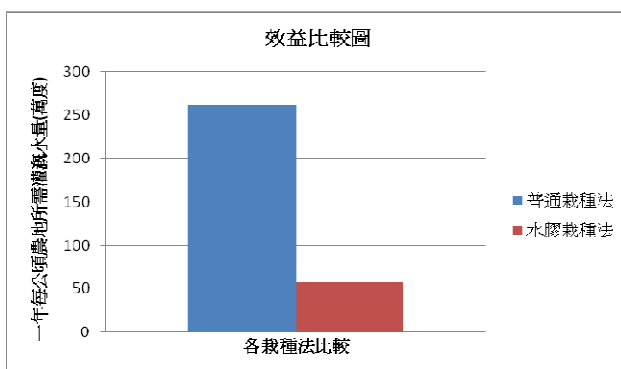
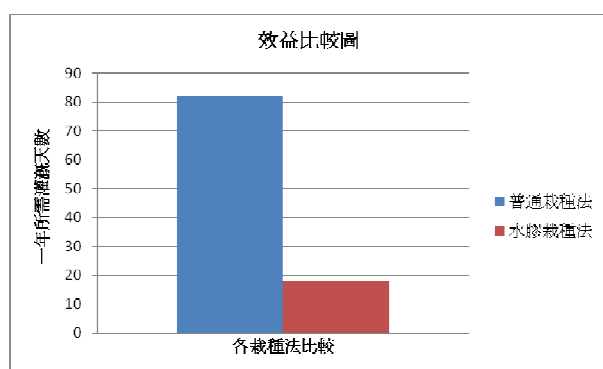
由 SEM 下我們可以觀察到，水膠的表面是相當平滑，而且質地非常均勻，繼續利用 TEM 放大倍率，則可以觀察出平滑的表面，其實是由多孔質的幾丁聚醣所構成，因此，環境條件下，孔洞大小的改變，會影響水膠的吸水能力和保水能力。

## 十二、水膠栽種法之效益：

以 2010 年台南為例 下雨總天數 119 天 不下雨總天數 246 天

	普通栽種法	水膠栽種法	備註
一年所需灌溉天數	82 天	18 天	
一年每公頃農地所需灌溉水量	261.58 萬度	57.42 萬度	
一年每公頃農地所需灌溉水費	3138.96 萬元	689.04 萬元	減少約 2400 萬元左右的灌溉用水費
一年所排放的 CO <sub>2</sub> 量	449.618 公噸	109.672 公噸	減少約 330 公噸左右的排放量

(以上數據資料來自農委會、氣象局、水利署等網站經計算後所得)



由此計算統計資料可以得知，

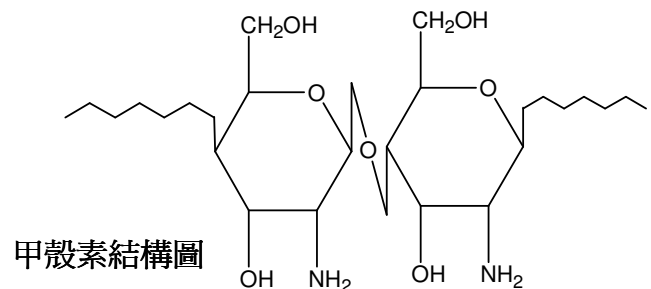
使用水膠栽種法不僅在控制水用量、花費等方面也顯著的效果，在環境方面也能達到相當不錯的成果。因此可以想像水膠在未來，不論是對於經濟或是環境的效益，都會有良好的貢獻。

## 十三、竹屋頂之效果分析：

由實驗結果可知，使用竹屋頂所模擬的綠建築，比對照組的普通建築，平均溫度降低了約 3~4°C 左右。再搭配上水膠栽種法、太陽能發電系統和自動雨水灌溉系統，成為能夠達到降低並吸收二氧化碳、綠美化的效果，使水資源達到最大運用並節省水費，而且完全不需使用火力甚至核能發電。更接近我們對於未來的綠建築的需求。

## 柒、結論

- 一、甲殼素不論是粉末或者顆粒，都只會溶於稀酸中。因此我們選擇稀釋了酸性較低的甲酸及乙酸來做研究。
- 二、在測試水膠飽水度時發現，以甲酸所合成的水膠，其質量會因水分逸散而慢慢變輕。但以乙酸合成的水膠，其質量會稍微變重，故推測以乙酸合成的水膠可以吸收空氣中的水分。
- 三、沒有加 Genipin(天然膠聯劑)的水膠靜置於水中多天後，會完全融於水，有加 Genipin(天然膠聯劑)的水膠則不會，故推測有加 Genipin(天然膠聯劑)的水膠結構較為堅強。
- 四、因甲殼素中含有一級胺基，在弱酸中可和  $H^+$  形成帶  $NH_3^+$  的陽離子聚合物，因此可溶於弱酸中。(甲殼素結構如右下圖)



- 五、甲殼素在弱酸中會凝聚形成膠狀的幾丁聚醣，根據我們的實驗當中，測得乙酸為幾丁聚醣的最佳溶劑。
- 六、水膠是指親水性的單體或高分子經化學或物理鍵結，產生交聯現象(Crosslinking)，進而形成 3-D 網狀結構，此高分子不會崩塌溶解，吸水膨脹至平衡狀態。
- 七、由實驗十一得知，水膠不僅對於植物的生長無害，自製水膠材料價格低廉，並且還能達到節省用水的功效，並加入適當肥料磷酸鉀製成，有助於植物生長利於種植，相當符合我們對於水膠應用在綠色建築上的期待。
- 八、經實驗後，水膠栽種法有助於植物的栽種，為了更符合我們對綠建築的訴求，我們更直接將水膠栽種法應用於建材上，結果我們也得知在建材如此苛刻的環境下，使用水膠栽種法也能使植物正常生長，所以我們相信未來水膠栽種法能夠對於綠建築的推廣有相當程度的幫助。
- 九、經報導指出，火鶴、山蘇、粗肋草及波士頓腎蕨能夠有效減緩二氧化碳，因此使用水膠栽種法種植，不僅能夠減少水資源的濫用，更可以達到有效減緩二氧化碳的效果。
- 十、由法國植物學家 Patrick Blanc 所打造的垂直花園作為構想基礎，改良其作法，使水膠栽種法能夠運用於垂直壁面，不僅能達到綠美化效果，植物也能夠吸收二氧化碳；而水膠中含有的磷酸鉀成分，更能夠為植物帶來肥料的效果，使植物能夠生長得更好；此外，水膠栽種法更能夠使水資源達到最大的運用，可以避免不當灌溉所造成的水資源浪費，不僅能夠節省水費，對環境貢獻更是可觀。

十一、由竹屋頂的實驗結果，我們推測竹子因其透氣性佳，所以具有冬暖夏涼的效果，用來當成建材可以說是最適合的綠建築材料；而竹子本身取得便利，方便性極佳，唯建築結構強度部分可再調整、構思；在綠建築的設計上，不僅考慮外觀和實用性外，更琢磨於降低二氧化碳排放、減少能量的耗損等條件為優先考量，打造未來趨勢的綠建築。

## 捌、未來展望

### 一、推廣吸水度及保水度：

水膠是個既可以吸水而且飽水度相當好的一樣物品，對於地球的傷害可以說幾乎沒有，未來對於節省資源以及節能減碳，絕對能扮演一個相當重要的角色。像是近幾年相當熱門的綠建築，種植花卉、樹木運動，節省水資源等等，相信水膠都可以帶來相當大的幫助。根據目前得知，水膠可以吸收空氣中的水分，在日常生活中也能當成除濕劑來使用。之後我們將會進一步作研究，把水膠的功用推廣到更多的領域，像是日常生活中所會用到各種物品例如：衣物、化妝品等等，使水膠能夠被廣泛應用，藉此達到節省資源，節能減碳愛地球的功效。

### 二、實驗改質：

而未來我們可以改變其結構，使幾丁聚醣不只溶於稀酸當中，也可溶於中性水溶液與鹼性溶液中，使其不會限制於環境因素中，更可利用不同的物質配置水膠，以致達到環保的真正效用。

三、將水膠包覆藥物，使藥物不會在被分解前受潮，試著藥物達到最好的藥效。

四、試圖使水膠也能夠應用在水災的防治上。在淹水時，能大幅降低農作物的損害。

五、嘗試將水膠栽種法改良，使貧瘠的土壤也能夠種植作物，拓展可栽種範圍，使作物產量能增加，藉此達到強大的經濟效益。

六、改良綠建築，考慮更多外在因素，例如：房屋結構強度…等，使綠建築更能符合現代人所需，成為一股「未來的綠趨勢」。

## 玖、參考資料

### 一、【資料庫資料】

維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B9%99%E9%85%B8>

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A3%B7%E9%85%B8>

農委會、水利署、氣象局

<http://www.cwb.gov.tw/>

[http://www.water.gov.tw/04service/ser\\_c\\_main.asp](http://www.water.gov.tw/04service/ser_c_main.asp)

[http://www.water.gov.tw/04service/ser\\_c\\_main7.asp](http://www.water.gov.tw/04service/ser_c_main7.asp)

<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=2370>

網路新聞

<http://gfcci00.blogspot.com/2011/06/12.html>

### 二、【研究報告】

1、你不可不知的保溼秘訣－第 50 屆北一區科展生活與應用科學科優勝

### 二、【期刊論文】

1、林怡伶(2005) 化學修飾雙性幾丁聚醣衍生物及其持水特性研究。25-33

2、Wichterle, O. (1960) *Nature* 185 117.

3、Muzzarelli, R. A. A. (1985) *Carbohydr. Polym.* 5 461-472.

4、Muzzarelli, R. A. A. (1988) *Carbohydr. Polym.* 8 1-21

5、Rinaudo, M. (1993) *Int. J. Biol. Macromol.* 15 281-285.

6、Aiba, S. Int. (1992) *J. Biol. Macromol.* 14 225-228.

7、Chatelet C. (2001) *Biomaterials* 22 261.

8、Lingyun Chen; (2003) *Carbohydr. Res.* 338 333-340.

## 【評語】 040815

1. 含水膠栽種，太陽能電池和自動雨水灌溉系統等綠建材之應用，有系統觀
2. 項目多，變相不夠明晰，較不易深入探討。